

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Nyamuk *Aedes sp* dan Nyamuk *Anopheles sp*.

Aedes aegypti adalah jenis nyamuk yang membawa virus Dengue yang menyebabkan penyakit demam berdarah yang ditularkan melalui gigitan nyamuk genus *Aedes*. Nyamuk *Aedes sp* saat ini masih menjadi vector atau pembawa penyakit demam berdarah yang utama. Penyebaran jenis ini sangat luas, meliputi hampir semua daerah tropis di seluruh dunia. Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) masih merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama di Indonesia. (Purnama, 2017, h. 3). Demam berdarah adalah penyakit akut yang disebabkan oleh virus dengue, yang ditularkan oleh nyamuk. Penyakit ini dapat di daerah tropis dan sub-tropis. Masing-masing dapat menyebabkan demam berdarah, baik ringan maupun fatal.

Malaria adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh parasit (*plasmodium sp*) yang hidup dan berkembang biak dalam sel darah merah (eritrosit) manusia yang ditularkan oleh nyamuk malaria (*Anopheles sp*) betina, dapat menyerang semua orang baik laki-laki ataupun perempuan pada semua golongan umur bayi, anak-anak dan orang dewasa (Kemenkes, 2022, h.3). Malaria adalah salah satu penyakit yang penularannya bersumber melalui nyamuk *Anopheles*. Nyamuk *Anopheles* membawa parasit plasmodium infeksius yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk betina. Parasite plasmodium yang di temukan pada manusia terdiri dari plasmodium vivax, plasmodium facifarum, plasmodium malaria, plasmodium ovale, dan

plasmodium knowlesi, plasmodium yang di bawah oleh nyamuk *Anopheles* menginfeksi kepada manusia menimbulkan masalah serius dalam Kesehatan Masyarakat (Zamzudin, 2017, h.8)

1. Klasifikasi Nyamuk *Aedes sp.*

Urutan klasifikasi nyamuk *Aedes sp* adalah sebagai berikut (Haidah, et al, 2022, h.28):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Dipetera
Famili : Culicinae
Genus : *Aedes*
Spesies : *Aedes sp*

2. Klasifikasi Nyamuk *Anopheles sp*

Menurut Setyaningrum, (2020, h.27), urutan klasifikasi nyamuk *Anopheles sp* sebagai berikut:

Phylum : Arthropoda
Class : Hexapoda
Ordo : Diptera
Famili : Culicidae
Subfamili : Anopheline
Genus : *Anopheles*
Spesies : *Anopheles sp*

B. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes sp* dan *Anopheles sp*.

Nyamuk spesies *Aedes sp* termasuk dalam kelompok serangga yang mengalami metamorfosis sempurna, dengan bentuk siklus hidup berupa telur, jentik (instar I, instar II, instar III dan instar IV), pupa dan dewasa (Sembel,2009, h.50). Stadium telur hingga pupa hidup di air sedangkan stadium nyamuk hidup di lingkungan udara, darat dan sekali di air untuk membasahi sayapnya dan untuk meletakkan telurnya bagi nyamuk spesies *Aedes sp* betina.

Menurut Kemenkes RI (2014, h. 6-7) Nyamuk *Anopheles* termasuk hewan yang mengalami metamorfosis sempurna, karena perkembangannya mulai dari telur, jentik/larva, kepompong atau pupa, dan dewasa. Tahap telur sampai pupuk hidup di perairan selama 5-14 hari, tergantung dari tiap spesies dan suhu lingkungan. Peletakan telur terdapat oleh kualitas perairan, bahan organik dan kandungan mineral sesuai tempat yang dipilih oleh nyamuk dewasa.

1. Stadium telur

a. Telur nyamuk *Aedes sp*

Nyamuk *Aedes sp* meletakkan telur satu per satu di atas permukaan air atau di dinding tempat penampungan air diatas permukaan air. Telur dapat bertahan hidup dalam waktu yang cukup dalam bentuk dorman. Namun bila air cukup tersedia, telur-telur itu menetas 2-3 hari sesudah diletakkan (Sembel,2009, h.52). Telur berukuran sekitar $\pm 0,8$ mm dan menetas dalam waktu 2 hari.

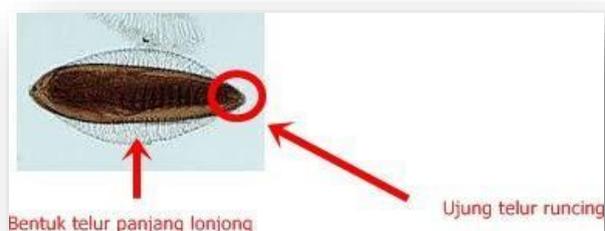


Gambar 1. Telur *Aedes sp*
Sumber: Ridha *et al* (2013)

b. Telur *Anopheles*

Nyamuk *Anopheles sp* betina biasanya meletakkan telurnya berjumlah 50-200 butir. Telur ini berwarna putih saat pertama kali diletakkan dalam air, kemudian akan menjadi gelap dalam satu atau dua jam berikutnya. Bentuk telur *Anopheles sp* bundar lonjong dengan kedua ujungnya runcing. Telur diletakkan satu persatu di dalam air dan bergerombol saling lepas.

Telur *Anopheles sp* tidak tahan di kondisi kering dan akan menetas dalam waktu 2-3 hari, dan untuk daerah beriklim dingin telur *Anopheles sp* menetas dalam waktu hingga 2-3 minggu (Setyaningrum, 2020, h.31).



Gambar 2. Telur *Anopheles Sp*
Sumber : Herdiana (2016)

2. Stadium larva

- a. Terdapat empat tahap dalam perkembangan larva yang disebut instar yang terdiri dari instar 1-4 dan memerlukan waktu kurang lebih satu minggu, selanjutnya larva akan berubah menjadi pupa (Permenkes, 2020, h.40). Kecepatan pertumbuhan dan perkembangan larva dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu temperatur, tempat (wadah), keadaan (kondisi) air, dan kandungan zat makanan yang ada di dalam tempat perkembangbiakan. Pada kondisi optimum, larva berkembang menjadi pupa dalam kurun waktu 4-9 hari (Arsin, 2013, h.16).



Gambar 3. Larva nyamuk *Aedes sp*
Sumber : Halimatussyadiah (2023)

- b. Larva *Anopheles sp*
- 1) Larva nyamuk menetas dari telur dan hidup di air
 - 2) Larva *Anopheles sp* bernafas dengan menggunakan organ khusus (disebut spirakel) yang terletak di perutnya.
 - 3) Larva berganti kulit dan memiliki empat kali sebelum menjadi kepompong.



Gambar 4. Larva *Anopheles Sp*
Sumber : Herdiana (2016)

3. Pupa (kepompong)

a. Pupa *Aedes sp*

Stadium pupa adalah stadium yang tidak makan atau biasa disebut stadium inaktif. Pada stadium ini mulai terbentuk organ-organ tubuh seperti sayap dan alat kelamin dan pada umur 1 hari berubah menjadi warna hitam yang menandakan akan munculnya nyamuk dewasa. (Asriwati, 2021, h.64)

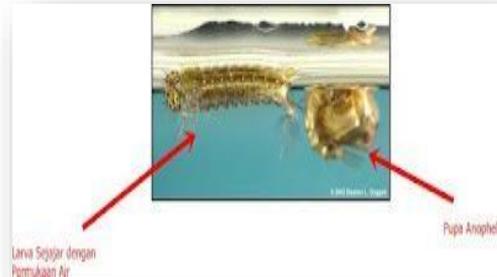


Gambar 5. Pupa *Aedes Sp*
Sumber : Halimatussyadiah (2023)

b. Pupa *Anopheles Sp*

- 1) Berada di air, tidak terdapat makanan, belum diketahui perbedaan jantan dan betina.
- 2) Dalam 1-2 hari menjadi nyamuk.

3) Umumnya nyamuk jantan menetas lebih dahulu dari pada betina.



Gambar 6. Pupa *Anopheles Sp*
Sumber : Herdiana (2016)

4. Nyamuk dewasa

a. Nyamuk dewasa *Aedes sp*

Nyamuk jantan dan betina muncul dengan perbandingan jumlahnya 1:1. Nyamuk jantan muncul satu hari sebelum nyamuk betina menetap dekat tempat perkembangbiakan, makan dari sari buah tumbuhan dan melakukan perkawinan dengan nyamuk betina yang muncul kemudian. Umur nyamuk betina mencapai 2-3 bulan, nyamuk betina yang telah dibuahi akan mencari makan dalam waktu 24-36 jam kemudian (Purnama, 2017, h.6).



**Gambar 7. Nyamuk Dewasa *Aedes Sp*
Sumber : Herdiana (2016)**

b. Nyamuk dewasa *Anopheles sp*

Nyamuk *Anopheles* dewasa memiliki tubuh yang kecil dengan 3 bagian yang terdiri atas (Setyaningrum, 2022, h.29):

1) Kepala.

- a) Kepala terletak pada antena, probocis, palpus, dan mata.
- b) Mata juga disebut hensen.
- c) Antena *Anopheles* mendeteksi bau hospes, baik manusia maupun hewan. Antena nyamuk juga sangat penting karena mereka dapat mengidentifikasi bau host dari tempat perindukan nyamuk betina menempatkan telurnya.
- d) Moncong yang ada di mulut nyamuk disebut probocis. Sementara nyamuk jantan hanya mengisap bahan cair, nyamuk betina memiliki probocis yang tajam dan kuat untuk menghisap darah.
- e) Palpus, yang berfungsi sebagai penginderaan, terletak pada probocis kanan dan kiri.

- 1) Torak
 - a) Bentuk torak pada nyamuk anopheles seperti lokomotif.
 - b) Terdapat tiga pasang kaki
 - c) Dua pasang sayap
 - d) Antara torak dan abdomen terdapat alat keseimbangan yang di sebut halte, yang berfungsi sebagai alat keseimbangan pada waktu nyamuk terbang.

- 2) Abdomen
 - a) Fungsi dari abdomen sebagai organ pencernaan dan tempat pembentukan telur nyamuk.
 - b) Abdomen merupakan bagian badan yang mengembang agak besar saat nyamuk betina menghisap darah.
 - c) Darah tersebut dicerna tiap waktu untuk membantu memberikan sumber protein pada produksi telurnya, dimana mengisi perutnya perlahan-lahan.



**Gambar 8. Nyamuk dewasa *Anopheles sp*
Sumber : Herdiana (2016)**

C. Morfologi *Aedes sp* Dan *Anopheles sp*

1. Morfologi Nyamuk Dewasa *Aedes sp*

Nyamuk dewasa berukuran sedang dan berwarna hitam kecoklatan. Tubuh dan tungkainya dihiasi dengan garis-garis putih keperakan. Tubuh spesies ini dicirikan oleh dua garis melengkung di kiri dan kanan. Karena sisik tubuhnya mudah rontok atau terlepas, sebagian besar nyamuk tua sulit dikenali.

Ukuran dan warna nyamuk ini berbeda-beda di setiap populasi tergantung pada nutrisi yang diberikan nyamuk selama perkembangan dan kondisi lingkungannya. Nyamuk jantan dan betina sama-sama kecil, tetapi antena nyamuk jantan lebih tebal dan biasanya lebih kecil dari betina. Kedua fitur tersebut dilihat tanpa kaca mata. (Purnama, 2017, h, 3).

2. Morfologi Nyamuk *Anopheles sp*

Nyamuk *Anopheles sp* sangat kecil, panjangnya enam kaki, dan memiliki sayap bersisik (Purnama, 2017, h. 19).

- a. Panjang telur kurang lebih 1 mm dan memiliki pelampung di kedua sisi.
- b. Telur *Anopheles* diletakkan satu persatu diatas permukaan air sehingga seperti membentuk perahu yang bagian bawahnya konveks, bagian atasnya konkaf dan mempunyai sepasang pelampung pada lateral.
- c. Dalam keadaan istirahat, jentik nyamuk *Anopheles* sejajar di permukaan air dan ciri khasnya yaitu spirakel pada bagian posterior

abdomen, tergal plate pada bagian tengah sebelah dorsal abdomen dan bulu palma pada bagian lateral abdomen.

- d. Larva beristirahat secara paralel di permukaan air.
- e. Pupa, Mempunyai tabung pernapasan (respiratory trumpet) yang berbentuk lebar dan pendek digunakan untuk pengambilan oksigen dari udara.
- f. Bercak pucat dan gelap pada sayapnya dan beristirahat di kemiringan 45 derajat dipermukaan.

3. Telur Nyamuk *Aedes sp*

Kebanyakan *Aedes sp* betina menempatkan telurnya di berbagai tempat untuk perindukan selama siklus gonotropik, yaitu waktu di mana perkembangan telur berakhir, mulai dari nyamuk mengisap darah sampai telur dikeluarkan. Perkembangan embrio berlangsung selama 24 jam di tempat yang hangat dan lembab.

Setelah perkembangan embrio sempurna, telur dapat tetap kering selama lebih dari satu tahun. Jika air masuk ke dalam wadah, telur akan menetas, tetapi tidak semua telur menetas pada saat yang sama. Kemampuan telur yang bertahan dalam keadaan kering membantu spesies bertahan hidup dalam keadaan iklim yang tidak menguntungkan (Handiny, *et al*, 2020, h.14).

4. Telur Nyamuk *Anopheles sp*

Telur *Anopheles sp* memiliki bentuk oval yang lonjong dengan ujung yang meruncing, ditemukan sendiri-sendiri (tidak bergerombol), kedua sisi telur memiliki bentuk transparan menyerupai ulir berperan sebagai pelampung.

5. Stadium jentik *Aedes sp* dan *Anopheles sp*

Memiliki ciri-ciri yaitu mempunyai corong udara pada segmen yang terakhir, pada segmen abdomen tidak ditemukan adanya rambut- rambut berbentuk kipas (*Palmatus hairs*), pada corong udara terdapat pectin, Sepasang rambut serta jumbai akan dijumpai pada corong (siphon), pada setiap sisi abdomen segmen kedelapan terdapat comb scale sebanyak 8-21 atau berjajar 1 sampai 3. Bentuk comb scale seperti duri. Pada sisi thorax terdapat duri yang panjang dengan bentuk kurva dan ada sepasang rambut di kepala.

Ada 4 tingkatan perkembangan (instar) jentik sesuai dengan pertumbuhan jentik yaitu:

- a. Jentik instar I; berukuran 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada belum jelas dan corong pernapasan pada siphon belum jelas.
- b. Jentik instar II; berukuran 2,5 - 3,5 mm, duri-duri belum jelas, corong kepala mulai menghitam.
- c. Jentik instar III; berukuran 4-5 mm, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman.
- d. Jentik instar IV; berukuran 5-6 mm dengan warna kepala gelap.

Pada bagian mulut memiliki bagian yang menyerupai sikat dan digunakan untuk makan, bagian thorax berukuran besar dan perut tersegmentasi. Jentik *Anopheles* tidak memiliki kaki, tidak memiliki

siphon pernapasan, karena hal inilah maka saat istirahat posisi tubuh Jentik *Anopheles sp* sejajar dengan permukaan air.

Jentik *Anopheles sp* bernapas melalui spirakel yang terletak pada bagian segmen perut ke-8. Jentik *Anopheles sp* mencari makan mencari makan di permukaan air. Makanan Jentik *Anopheles sp* berupa ganggang, bakteri dan mikroorganisme lainnya yang ada dipermukaan laut. Jentik berkembang melalui 4 tahapan (instar) setelah itu Jentik akan mengalami metamorfosis akan menjadi kepompong (pupa).

6. Pupa Nyamuk *Aedes sp* dan *Anopheles sp*

Pupa berbentuk seperti 'koma'. Bentuknya lebih besar dan lebih ramping dibanding jentik pupa *Aedes sp*. berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata pupa nyamuk lainnya.

Pupa *Anopheles* adalah stadium terakhir dilingkungan air. Pada stadium pupa ini terjadi proses pembentukan alat-alat pada tubuh nyamuk yaitu alat kelamin, sayap dan kaki. Stadium pupa pada nyamuk jantan antara 1 sampai 2 jam lebih singkat dari pupa nyamuk *Anopheles* betina stadium pupa memerlukan 2 sampai 4 hari.

D. Bionomik Nyamuk *Aedes sp* dan *Anopheles sp*

Bionomik nyamuk adalah kesenangan memilih tempat perindukannya (*breeding habit*), kesenangan menggigit (*feeding habit*), dan kesenangan beristirahat (*resting habit*).

1. Tempat perindukan nyamuk *Aedes sp*

Tempat perindukan nyamuk *Aedes sp* sangat mempengaruhi tingkat kepadatan atau densitas jentik, densitas jentik sangat besar pengaruhnya terhadap kejadian kasus demam berdarah. Tempat perindukan nyamuk *Aedes sp* yaitu tempat dimana nyamuk *Aedes sp* meletakkan telurnya terdapat di dalam rumah (*indoor*) dan di luar rumah (*outdoor*). Menurut Kemenkes RI (2017) jenis tempat perindukan nyamuk *Aedes sp* meliputi:

a. Jenis TPA

Untuk memenuhi keperluan sehari-hari contohnya yaitu drum tangki tempayan untuk mandi dan ember.

b. Bukan Tempat Penampungan Air (Non TPA)

Untuk keperluan sehari-hari contohnya tempat minum burung vas bunga perangkap semut dan barang bekas seperti: ban, kaleng, botol, plastik dan lain sebagainya.

c. Tempat Penampungan Air Alamiah

Contohnya dari tempat ini adalah lubang pohon tempurung kelapa pelepah pisang hingga potongan bambu.

2. Tempat perindukan nyamuk *Anopheles sp*

Nyamuk mencari tempat istirahat baik untuk istirahat selama waktu menunggu proses perkembangan telur maupun istirahat sementara yaitu pada saat nyamuk masih aktif mencari darah. Perilaku nyamuk berdasarkan tempat hinggap atau istirahat terdapat dua tipe yaitu eksofilik (nyamuk lebih suka hinggap dan istirahat diluar rumah) seperti tanaman, kandang binatang, tempat

dekat tanah atau ditempat agak tinggi dan endofilik (nyamuk lebih suka hinggap dan istirahat di dalam rumah) seperti dinding rumah. Berdasarkan tempat menggigit terdapat dua tipe yaitu eksofagik (nyamuk lebih suka menggigit diluar rumah) dan endofagik (nyamuk lebih suka menggigit di dalam rumah) Setyaningrum, (2020 h.38-39).

3. Kebiasaan Menghisap Darah

a. Nyamuk *Aedes sp*

Mereka tinggal di dalam dan di sekitar rumah, sehingga mereka dapat mendapatkan semua makanan mereka sendiri. Nyamuk *Aedes sp* betina, yang merupakan antropofilik, sangat menyukai darah manusia. Mereka biasanya menghisap darah dari pukul 08.00 hingga 12.00 pagi dan dari pukul 15.00 hingga 17.00 sore.

Menghisap darah dari satu orang ke orang lain adalah kebiasaan Nyamuk betina. Ini karena nyamuk dapat menghisap darah manusia sampai kenyang karena manusia menjadi sumber makanan darah selama siang hari. Keadaan ini dapat meningkatkan kemungkinan penularan penyakit DBD (Nurbaya., dkk. 2022, h.12).

b. Nyamuk *Anopheles sp.*

Aktivitas diluar rumah pada malam hari dapat meningkatkan risiko penularan. Penyakit malaria karena nyamuk vektor malaria aktif pada malam hari. Waktu aktivitas menggigit nyamuk malaria sudah diketahui yaitu jam 17.00 -18.00, sebelum jam 24 adalah 20.00-23.00, sesudah jam adalah 24 00.00-04.00 (Selvia, 2019, h 90).

4. Perilaku Istirahat Nyamuk *Aedes sp* dan *Anopheles sp*

Nyamuk ini hinggap di dalam atau kadang-kadang di luar rumah yang berdekatan dengan tempat perkembangbiakannya setelah menghisap darah. Biasanya berada di lingkungan yang agak gelap dan lembab. Nyamuk ini menunggu telurnya untuk pematangan. Nyamuk mengembangkan telurnya sedikit di atas permukaan air setelah beristirahat dan proses pematangan telurnya selesai. Setelah telur terendam dalam air, biasanya telur ini menetas menjadi jentik dalam waktu kurang lebih dua hari. Setiap nyamuk betina mengeluarkan seratus telur. Telur dapat bertahan berbulan-bulan di lingkungan kering (tanpa air) pada suhu $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $42\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jika lingkungan tersebut kemudian tergenang air atau lebih lembab, telur akan menetas lebih cepat Handiny, dkk (2020, h.12).

Nyamuk mencari tempat istirahat baik untuk istirahat selama waktu menunggu proses perkembangan telur maupun istirahat sementara yaitu pada saat nyamuk masih aktif mencari darah. Perilaku nyamuk berdasarkan tempat hinggap atau istirahat terdapat dua tipe yaitu eksofilik (nyamuk lebih suka hinggap dan istirahat diluar rumah) seperti tanaman, kandang binatang, tempat dekat tanah atau ditempat agak tinggi dan endofilik (nyamuk lebih suka hinggap dan istirahat di dalam rumah) seperti dinding rumah. Berdasarkan tempat menggigit terdapat dua tipe yaitu eksofagik (nyamuk lebih suka menggigit diluar rumah) dan endofagik (Setyaningrum, 2020, h.39).

E. Penularan Penyakit Demam Berdarah Dengue dan Malaria

Sebagian besar, virus dengue ditularkan oleh nyamuk *Aedes*, terutama *Aedes* sp. Nyamuk ini dapat hidup di ketinggian hingga 1000 meter, dan satu gigitan dari nyamuk betina dapat menginfeksi orang dengan virus. Virus tinggal di sel yang membawa nyamuk ke saluran pencernaan. Virus menyebar ke kelenjar saliva nyamuk sekitar delapan hingga sepuluh hari berikutnya, yang menyebabkan saliva, atau ludah, terinfeksi virus dengue.

Selain donasi organ, dengue juga dapat menyebar melalui produk darah yang telah terinfeksi. Jika seseorang mendonasikan darah atau organ tubuhnya dan kemudian diberikan kepada orang lain, orang tersebut dapat terkena dengue (Siswanto & Usnawati, 2019, h. 19).

Penularan penyakit malaria dimulai ketika nyamuk *Anopheles* menggigit seseorang yang sudah mengidap malaria, sehingga terjadi perpindahan parasite malaria (gametosit) dari penderita ke nyamuk. Nyamuk *Anopheles* yang menggigit manusia merupakan nyamuk betina yang membutuhkan darah untuk menumbuhkan telurmya. Nyamuk yang menggigit manusia yang sakit pada akhirnya akan tertular parasit malaria, sehingga jika nyamuk tersebut kemudian menggigit orang lain yang sehat, maka orang tersebut juga akan sakit atau tertular parasite tersebut karena ketika digigit, parasite malaria (dalam bentuk sporozoite) akan menyebar ke dalam tubuh (Fahruddin, 2024, h. 33)

F. Pengendalian Nyamuk *Aedes* sp dan *Anopheles* sp.

Pengendalian vektor terpadu (DBD) adalah kegiatan pengendalian vektor yang menggabungkan berbagai metode fisik, biologi, dan kimia dan menggunakan berbagai sumber daya lintas program dan lintas sektor. Metode

pengendalian vektor DBD spesifik lokal mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan fisik (cuaca, iklim, pemukiman, habitat perkembangbiakan), pengetahuan sikap dan perilaku, dan aspek vector (Kemenkes RI, 2015, h.73).

Beberapa metode pengendalian vektor DBD sebagai upaya memutuskan rantai penularan adalah sebagai berikut:

1. Pengendalian Fisik

Kegiatan 3M termasuk mengubur, menyingkirkan, atau memusnahkan barang bekas seperti kaleng dan ban, menutup tempat penampungan air rumah tangga seperti drum dan tempayan, dan menguras bak mandi dan bak WC. Menguras tempat penampungan air (TPA) harus dilakukan secara rutin, dengan interval minimal seminggu sekali.

2. Pengendalian Kimia

Salah satu metode pengendalian jentik *Aedes sp.* adalah dengan menggunakan insektisida pembasmi jentik, juga dikenal sebagai larvasida, yang digunakan, antara lain, temephos. Efek residu larvasida berlangsung selama tiga bulan.

3. Pengendalian Di Lingkungan Biologi

Untuk pengendalian biologi, ikan pemakan jentik (seperti ikan kepala timah, ikan gupi, ikan cupang atau tempalo) dipelihara. *Bacillus thuringensis var* juga dapat digunakan.

Pengendalian vektor malaria pada umumnya ditujukan untuk mengurangi populasi nyamuk *Anopheles* vektor, mengurangi populasi nyamuk, mencegah vektor berkembang biak, dan pada tingkat masyarakat

membantu mengurangi intensitas transmisi lokal malaria. Tujuan pengendalian vektor malaria adalah untuk melindungi penduduk dari gigitan nyamuk infeksi.

Untuk mencegah penularan malaria secara efektif, efisien, dan berkesinambungan, pendekatan pengelolaan terintegrasi harus diterapkan.

4. Perlindungan keluarga (*family protection*)

Setiap keluarga yang tinggal di daerah yang berisiko terjadi penularan malaria, termasuk anak-anak dan wanita hamil, disarankan oleh Program Pencegahan Malaria Global (GMP) untuk mendapatkan kelambu insektisida atau kelambu insektisida yang telah diobati (ITN) dan kelambu insektisida tahan lama (LLINs) secara gratis atau dengan biaya subsidi. Perlu diingat bahwa pemakaian kelambu berinsektisida akan efektif jika penularan terjadi di dalam rumah (kebiasaan vektor menggigit di dalam rumah dan puncak gigitan setelah pukul 22:00), kebiasaan penduduk tidak tidur sampai larut malam, dan kebiasaan orang menggunakan kelambu saat tidur.

G. Biji Pepaya (*Carica papaya L.*)

1. Kandungan Biji Pepaya

Pepaya adalah tumbuhan tropis yang berasal dari Meksiko Selatan dan tersebar luas di berbagai tempat tropis. Sebagian besar orang di seluruh dunia sangat menyukai buah pepaya. Hal ini disebabkan oleh banyaknya air dalam buah manis dan lunak. Sebagai tanaman tahunan, pepaya dapat dimakan kapan saja. Tanaman berbentuk ini dapat mencapai tinggi antara

2,5 dan 10 meter dengan batang yang berbentuk lurus atau bulat silindris dan berongga di dalam batang. Pangkal berbentuk jantung, ujung runcing, tangkai bulat telur dengan jemari dan tulang, dan daun yang berjejal di ujung batang. Sebagai insektisida, biji pepaya dapat membunuh jentik nyamuk Aedes. Karena kandungan flavonoid yang dalam biji pepaya, sistem pernapasan nyamuk dewasa akan terganggu, yang dapat menyebabkan kematian.

Pepaya adalah salah satu tanaman yang memiliki sifat antibakteri. Masyarakat jarang menggunakan biji dari beberapa organ tumbuhan pepaya. Dalam biji pepaya terdapat alkaloid, fenol, tanin, flavonoid, dan enzim papain. Kandungan kimia biji pepaya berubah seiring berkembangnya buah. Biji pepaya masak memiliki kandungan kimia lebih sedikit daripada biji pepaya muda.

Tanaman pepaya diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
Phylum : Magnoliophyta
Class : Magnoliopsida
Subclass : Dilleniidae
Ordo : Violales
Family : Caricaceae
Genus : Carica
Species : *Carica papaya* L (Nanifah N, 2023, h. 5)



Gambar 9. Biji pepaya.

Biji pepaya (*Carica papaya L*) memiliki sifat insektisida, meskipun ekstraknya lebih toksik daripada biji pepaya, tetapi sudah dapat mengendalikan serangga. Selain itu, mengembangkan insektisida yang berasal dari biji pepaya, yang secara tradisional dianggap sebagai produk limbah, mungkin bermanfaat bagi industri. Mereka melihat bagaimana berbagai insektisida benih bubuk memengaruhi serangga ini, dan menemukan bahwa benih *Carica papaya* menyebabkan kematian jentik yang tinggi Yuliana, (2016, h.22)

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nur Fadilah *et al.* (2017) Dikenal bahwa biji pepaya mengandung flavonoid, saponin, tanin, dan papain. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa biji pepaya (*Carica papaya linn*) mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, fenol, dan kuinon. Berikut adalah beberapa zat anti bakteri yang ditemukan dalam biji pepaya:

a. *Flavanoid.*

Flavonoid adalah senyawa pertahanan tumbuhan yang bersifat toksik dan menghambat makanan serangga. Flavonoid berfungsi

untuk berbagai tujuan terhadap tumbuhan, seperti mengontrol fotosintesis, melakukan fungsi antimiroba dan antivirus. Mereka juga berfungsi untuk manusia, seperti sebagai antibiotik untuk melawan kanker dan penyakit ginjal, dan menghambat perdarahan. Terakhir, mereka berfungsi untuk serangga, menarik serangga untuk menyerbukan (Yuliana, 2016, h.24-25).

b. *Saponin*

Menurut Novizan dalam Yuliana, (2016, h.23) menyatakan bahwa saponin adalah glikosida tanaman yang menyerupai sabun dan larut dalam air. Serangan fisik serangga bagian luar (kutikula) yang disebabkan oleh saponin adalah pencucian lapisan lilin yang melindungi tubuh serangga, yang menyebabkan kematian karena kehilangan banyak cairan tubuh. Saponin juga dapat masuk melalui organ pernapasan, yang dapat menyebabkan kerusakan membran sel atau gangguan pada proses metabolisme. Racun polar saponin larut dalam air, dan ketika masuk ke tubuh dalam larva, dapat menyebabkan hemolisis dalam pembuluh darah. Asam lemak organik yang terkandung dalam ekstrak biji pepaya menghentikan metamorfosis, yang menghambat pertumbuhan kulit larva. Akibatnya, larva mati.

c. *Tanin*

Westerdarp dalam Yuliana, (2016, h.25) menyatakan Tanin, polifenol tanaman yang larut dalam air, memiliki kemampuan untuk

menggumpalkan protein. Kontak tannin dengan lidah menyebabkan rasa sepat atau astringen.

Tanin pada tumbuhan berkayu dan herba berfungsi sebagai pertahanan untuk mencegah serangga mencerna makanan mereka. Serangga yang memakan tumbuhan dengan kandungan tanin tinggi akan memperoleh lebih sedikit makanan, yang mengakibatkan penurunan pertumbuhan. Menurunnya pertumbuhan dan masalah nutrisi adalah reaksi jentik terhadap senyawa ini.

d. *Papain*

Papain adalah enzim yang melunakkan protein. Proses pemecahan jaringan ikat, yang dikenal sebagai 23 proses proteolitik, dilakukan dengan zat ini. Jika masuk ke dalam tubuh larva nyamuk *Aedes aegypti*, akan terjadi reaksi kimia yang menghambat proses metabolisme tubuh. Akibatnya, hormon pertumbuhan akan terhambat, sehingga larva tidak dapat tumbuh menjadi instar IV (Yuliana, 2016, h.22).

Menurut Padmanabha dalam Yuliana, (2016, h.37-38) Suhu, sebagai faktor yang dapat mempengaruhi hasil penelitian, harus diukur dan dikendalikan dengan menempatkan media uji dalam ruangan yang tertutup dengan suhu stabil. Salah satu faktor yang memengaruhi perkembangan larva nyamuk adalah pH air.

