BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Nyamuk Aedes aegypti

Aedes aegypti merupakan nyamuk utama yang berperan sebagai penyebar penyakit demam berdarah (DBD). Nyamuk *Aedes aegypti* meiliki ciri khas tubuh berwarna hitam putih. Nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak di air jernih yang tergenang, seperti di bak mandi, pot bunga, wadah minum hewan peliharaan, serta berbagai barang bekas yang berisi air. Perubahan lingkungan yang terjadi secara terus-menerus memungkinkan nyamuk ini beradaptasi dengan habitat tempat berkembang biaknya (Agustin, dkk., 2017). Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna yang meliputi beberapa tahap mulai dari telur, kemudian berubah menjadi larva, lalu berkembang menjadi pupa, hingga akhirnya mencapai fase nyamuk dewasa (Siti, 2021)

1. Definisi Nyamuk *Aedes aegypti*

Aedes aegypti merupakan jenis nyamuk yang menjadi perantara utama penyebaran virus *Dengue*, penyebab penyakit demam berdarah. Penularan penyakit ini terjadi melalui gigitan nyamuk dari genus Aedes. Selain itu, nyamuk *Aedes aegypti* juga dikenal sebagai pembawa virus penyebab penyakit demam kuning (yellow fever) dan chikungunya. Penyebaran nyamuk ini sangat luas, terutama di wilayah tropis di berbagai belahan dunia (Mu'awanah *et al*., 2024)

Nyamuk *Aedes aegypti* dikenal memiliki kebiasaan menggigit yang khas dan berpotensi tinggi dalam menyebarkan penyakit. Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki aktivitas menggigit yang spesifik, di mana mereka aktif menghisap darah pada pagi hari sampai sore hari pukul 08.00 hingga 12.00 WIB dan pukul 15.00 hingga 17.00 WIB. Selama satu siklus gonotropik, nyamuk betina ini dapat melakukan beberapa kali pengisapan darah untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya. Setelah menggigit, nyamuk akan mencari tempat yang gelap dan lembab untuk beristirahat, baik di dalam maupun di luar rumah, sambil menunggu proses pematangan telurnya. Pada tempat-tempat tersebut, nyamuk akan menunggu hingga telurnya siap diletakkan di atas permukaan air, biasanya di area yang dekat dengan habitat perkembangbiakannya (Kurnia et al., 2023)

2.Vektor Penyebab Demam Berdarah *Dengue*

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus *dengue*, yang termasuk dalam keluarga *Flaviviridae* dan genus *Flavivirus*. Virus ini ditularkan melalui gigitan nyamuk, terutama dari spesies *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, yang berfungsi sebagai vektor utama. Penularan dimulai saat nyamuk menggigit seseorang yang terinfeksi, sehingga virus masuk ke dalam tubuh nyamuk dan berkembang biak selama sekitar 8 hingga 10 hari. Setelah itu, nyamuk yang terinfeksi dapat menularkan virus kepada orang lain melalui gigitan berikutnya. Dalam tubuh manusia, virus *dengue* dapat bertahan dan berkembang selama 4 hingga 6 hari, yang kemudian memicu gejala demam berdarah *dengue* seperti demam tinggi, nyeri otot, dan ruam kulit (Mahendra et al., 2022)

Demam berdarah dengue merupakan penyakit yang menyebabkan kematian, dikenal selama >200 tahun, menjadi masalah kesehatan di dunia terutama negara yang sedang berkembang. (Achmadi, U. F, 2019). Penyakit ini endemis di 100 negara, menginfeksi lebih dari 50 – 100 juta orang, 500.000 kasusDBD memerlukan perawatan di rumah sakit serta 22.000 kasus kematian setiap tahun. (Tanjung et al., 2024)

Faktor lingkungan memiliki peran yang sangat penting dalam penyebaran Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Kondisi lingkungan yang padat dan tidak terawat dapat menyebabkan peningkatan jumlah populasi nyamuk, sedangkan genangan air menjadi tempat yang ideal bagi nyamuk untuk berkembang biak. Tindakan pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengatasi penyebaran nyamuk dan mencegah Demam Berdarah *Dengue* (DBD) meliputi berbagai upaya edukasi kepada masyarakat mengenai metode-metode yang efektif dalam mengurangi tempat-tempat yang menjadi sarang perindukan nyamuk. Salah satu pendekatan yang telah dikenal secara luas di masyarakat adalah metode 3M, yang terdiri dari tiga langkah penting yaitu Menguras, Mengubur, dan Memanfaatkan. Metode ini bertujuan untuk secara efektif menghilangkan genangan air yang dapat menjadi tempat berkembang

biak bagi nyamuk. Selain itu, terdapat langkah-langkah tambahan yang juga sangat dianjurkan, seperti penggunaan insektisida atau obat anti-nyamuk untuk membunuh nyamuk dewasa dan larva, serta pemasangan kawat kasa pada jendela dan ventilasi rumah untuk mencegah nyamuk masuk ke dalam ruangan. (Kementrian Kesehatan, 2023)

a. Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk adalah fauna serangga dari kelas insekta yang hidup dekat bersama manusia (Adrianto et al., 2023). *Aedes aegypti* adalah penyebab utama demam berdarah pada manusia yang membawa virus *Dengue*. Selain *dengue*, *Aedes aegypti* juga membawa virus chikungunya dan demam kuning. *Aedes aegypti* hidup di banyak tempat tropis. Nyamuk *Aedes aegypti* mempunyai kebiasaan hidup didekat manusia. Selama nyamuk jantan membuahi telurnya, nyamuk betina menghisap darah untuk mendapatkan protein dan mematangkannya. Setelah nyamuk *Aedes aegypti* betina menyimpan virus *dengue* pada telurnya, virus tersebut dapat ditularkan melalui gigitan dan dapat dengan mudah menyebar ke orang lain (Wahyuni et al., 2017).

b. Klasifikasi *Aedes aegypti*

Aedes aegypti merupakan serangga yang termasuk dalam ordo Diptera dan Famili Culicida. Ordo diptera memiliki memiliki karakteristik yang khas berupa sepasang sayap tipis untuk terbang, dan sepasang sayap lainnnya digunakan sebagai detektor kecepatan udara (Cahyani, dkk., 2020). Nyamuk Aedes dikelompokkan dalam famili Culicida. Famili Culicida merupakan kelompok serangga yang berperan sebagai vektor berbagai jenis mikroorganisme penyebab penyakit (Windyaraini et al., 2020)

Genus *Aedes* pada umumnya memiliki antena 12 memanjang ke depan, berbentuk filiform. Menurut Adrianto et al. (2023), nyamuk *Aedes aegypti* diklasifikasikan sebagai:

Kingdom : *Animalia*
Filum : *Arthopoda*
Subfilum : *Hexapoda*
Kelas : *Insecta*
Ordo : *Diptera*
Subordo : *Nematosera*
Famili : *Culicidae*
Subfamili : *Culicinae*
Genus : *Aedes*
Spesies : *Aedes aegypti*

c. Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* adalah vektor penyakit DBD yang memiliki ciri-ciri berukuran kecil, dengan dasar hitam dan bintik-bintik putih di seluruh tubuh dan bulu kaki. Mereka kenyang gula jika paha belakang mereka sebagian besar berwarna putih (Sukmawati, 2022). Warna dasar nyamuk *Aedes aegypti* nyamuk yang berukuran kecil dan sudah dewasa ini memiliki warna hitam. Sisik berwarna hitam, palpus pendek dan ujung berwarna putih keperakan pada probosa. Sisiknya lebar, berwarna putih dan terdapat pada bagian yang memanjang ke posterior dan dibagian tengah terdapat pada femur. Bagian tibia nyamuk ini juga berwarna hitam seluruhnya. Pada ruas basal pertama sampai keempat terdapat posisi melingkar merupakan bgaiandari tarsis bagian belakang. Pada sayap terdapat sisik yang berwarna hitam dan berukiran 2,5-3,0 mm. (Sembiring & BT Hasan, 2020)

Ciri khas nyamuk *Aedes aegypti* ini adalah dua garis melengkung vertikal di punggung (dorsal) tubuhnya di kiri dan kanan. Untuk nyamuk tua, sisik tubuhnya biasanya mudah rontok atau terlepas. Tergantung pada kondisi lingkungan dan nutrisi yang diberikan nyamuk selama perkembangan, ukuran dan warna nyamuk jenis ini sering berbeda antar populasi. Tidak ada perbedaan ukuran antara nyamuk jantan dan betina namun, antena nyamuk jantan lebih

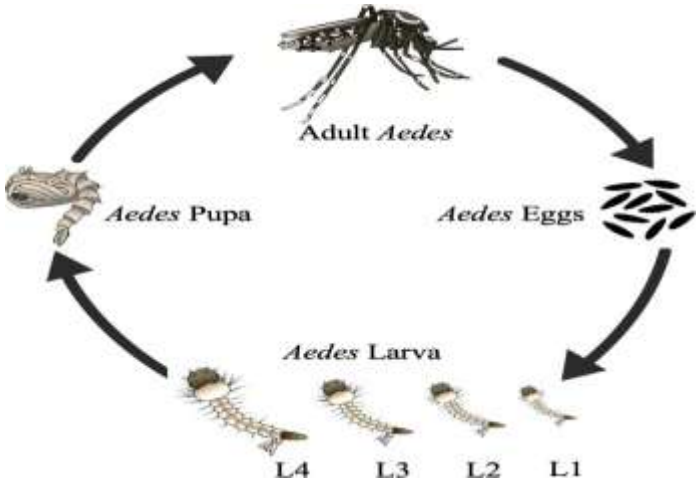
tebal dan biasanya lebih kecil dari betina. Kedua karakteristik ini dapat dilihat dengan mata telanjang (Handiny et al., 2020). Nyamuk *Aedes aegypti* menggigit manusia dari pagi hingga sore hari, biasanya dari pukul 08.00-10.00 dan dari pukul 15.00-17.00. Tempat yang dingin dan terlindung dari matahari adalah tempat nyamuk ini hidup. Di dalam dan di sekitar rumah, sedangkan nyamuk biasanya bertelur di air yang tergenang.

d. Siklus Hidup *Aedes aegypti*

Nyamuk megalami proses metamorfosis sempurna yang mencakup empat tahap perkembangan yaitu, telur, larva, pupa, dan imago. Nyamuk betina biasanya meletakkan telurnya di air yang tenang, kemudian telur akan menetas dalam 1 hingga 3 hari pada suhu 30°C, akan tetapi jika suhu di bawah 30°C kemungkinan akan membutuhkan waktu yang lebih lama. Menurut Lema *et al*. (2021) pada suhu 16°C telur membutuhkan 7 hari untuk menetas. Saat telur menetas telur akan berubah menjadi larva. Selama tahap larva, terjadi empat kali pergantian kulit (*ecdysis*) dengan masing-masing fase perkembangan berturut-turut dikenal sebagai larva instar I, II, III, dan IV. Setelah melewati empat tahapan selama 5-14 hari, maka larva bertransformasi menjadi pupa. Tahap pupa merupakan fase istirahat non-makan dalam siklus hidup nyamuk, menunjukkan durasi perkembangan selama 48-72 jam di habitat alami, tergantung pada kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Setelah melewati tahapan pupa, maka akan berubah menjadi nyamuk dewasa (Adrianto, dkk., 2023).

Perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* sangat bergantung pada faktor lingkungan, terutama pH air, kelembaban udara, dan suhu. pH air yang ideal untuk pertumbuhan nyamuk berada dalam kisaran 6,5–7. Jika pH air kurang dari 6,5, perkembangan telur akan terhambat bahkan berisiko tidak menetas. Kelembaban udara juga berperan penting dalam kelangsungan hidup nyamuk. Tingkat kelembaban optimal untuk pertumbuhan nyamuk berkisar antara 60–80%. Jika

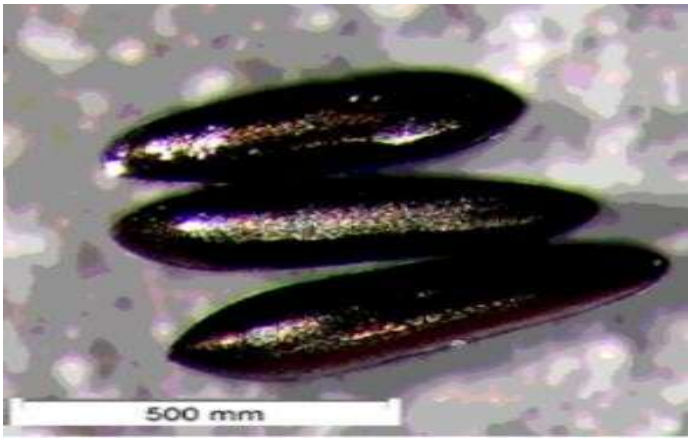
kelembaban udara rendah, usia nyamuk akan lebih singkat, sedangkan kelembaban tinggi dapat meningkatkan populasi nyamuk. Selain itu, suhu juga memengaruhi siklus hidup nyamuk. Suhu yang lebih tinggi, sekitar 25–27°C, dapat mempercepat perkembangan dan aktivitas nyamuk, sementara suhu yang lebih rendah dapat memperlambat proses pertumbuhan nyamuk (Lema et al., 2021)



Gambar 1 Siklus Perkembangan *Aedes aegypti*
Sumber: Hossain et al., 2022

1) Stadium Telur

Telur nyamuk *Aedes aegypti* L. memiliki dinding bergaris-garis dan membentuk bangunan seperti kasa. Telur berwarna hitam dan diletakkan satu persatu pada dinding perindukan. Panjang telur 1 mm dengan bentuk bulat oval atau memanjang, apabila dillihat dengan mikroskop bentuk seperti cerutu. Telur dapat bertahan di tempat kering selama lebih dari 6 bulan pada suhu -2°C sampai 42°C dalam keadaan kering (Nurbaya et al., 2022). Telur ini akan menetas jika kelembaban terlalu rendah dalam waktu 4 atau 5 hari. Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki telur warna hitam berbentuk oval dengan ukuran ±0,80 mm dan mengapung di atas permukaan air yang jernih atau menempel pada dinding tempat penampungan air.



Gambar 2 Telur *Aedes aegypti*

Sumber: Mundim et al., 2021

2) Stadium Larva (Jentik)

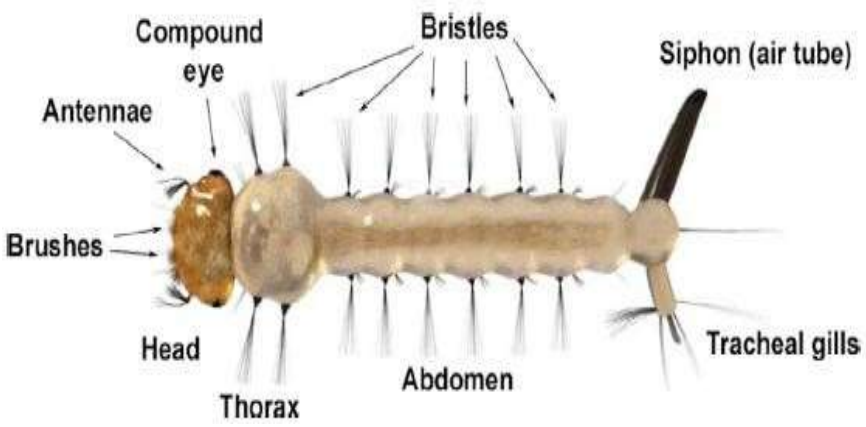
Larva nyamuk *Aedes aegypti* memiliki siphon yang besar, pendek, dan berwarna hitam. Larva ini memiliki tubuh yang kecil, bergerak dengan sangat lincah, memiliki fototaksis negatif, dan membentuk sudut hampir tegak lurus dengan permukaan air saat istirahat. Larva nyamuk *Aedes aegypti* tumbuh selama 6-8 hari. Mereka naik ke permukaan air kira-kira setiap setengah hingga satu menit untuk mendapatkan oksigen untuk bernapas. Sedangkan perbedaan pada larva Culex segmen yang terakhir terdapat corong udara, tidak ada rambut-rambut berbentuk kipas *(Palmatus hairs)* pada segmen abdomen, terdapat pectin pada corong udara, pada corong (siphon) terdapat sepasang rambut serta jumbai, siphon berbentuk kurus dan panjang, rumpun bulu lebih dari satu atau banyak, terdapat *comb scale* sebanyak 8- 21 pada setiap sisi abdomen segmen kedelapan, setiap *comb scale* berbentuk seperti duri, terdapat duri yang panjang dengan bentuk kurva pada sisi thorax, dan terdapat sepasang rambut di kepala.

Larva *Aedes aegypti* memiliki empat tahapan-tahapan perkembangan yang disebut instar meliputi: instar I, II, III dan IV, dimana setiap pergantian instar ditandai dengan pergantian kulit yang disebut ekdisis. Larva instar IV mempunyai ciri ukuran 4-5 mm, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna

coklat kehitaman. Pada instar III ini memliki sifon yang gemuk, gigi sisir pada segmen abdomen ke-8 mengalami pergantian kulit dan berlangsung selama 3-4 hari (Wahyuni, 2016).

Menurut (KEMENKES RI, 2017) ada 4 tingkat (instar) jentik atau larva *Aedes aegypti* sesuai dengan perkembangan larva tersebut, yaitu:

1) Instar I: Berukuran paling kecil, yaitu 1-2 mm, duri-duri (spinae) pada dada belum jelas dan pada corong pernapasan masih belum jelas dan berlangsung 1-2 hari.
2) Instar II: 2,5 – 3,8 mm, duri-duri belum jelas dan corong pernapasan mulai menghitam berlangsung selama 2-3 hari.
3) Instar III: Lebih besar sedikit dari larva instar II, ukuran 4-5 mm, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman. Memiliki sifon yang gemuk, gigi sisir pada segmen abdomen ke-8 mengalami pergantian kulit dan berlangsung selama 3-4 hari.
4) Instar IV: Berukuran paling besar, yaitu 5-6 mm, dengan warna kepala gelap. Corong pernapasan pendek dan gelap kontras dengan warna tubuhnya, setelah 2-3 akan mengalami pergantian kulit dan berubah menjadi pupa berlangsung selama 2-3 hari

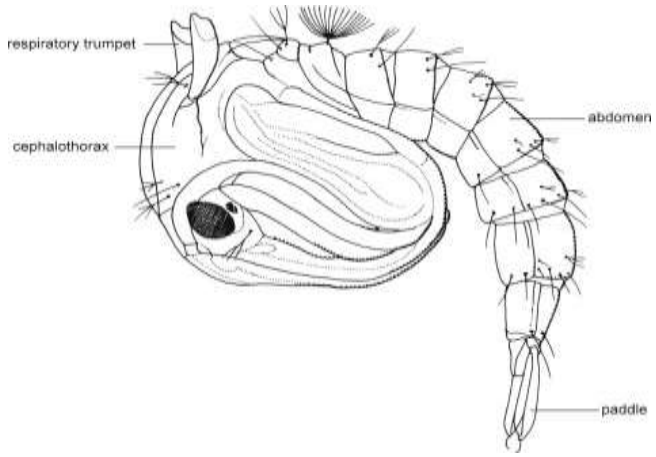


Gambar 3 Larva *Aedes aegypti*

Sumber: Montell & Zwibel, 2016

3) Stadium Pupa

Pupa nyamuk *Aedes aegypti* memiliki bentuk tubuh yang bengkok, dengan bagian kepala dada *(cephalothorax)* yang lebih besar daripada bagian perutnya, sehingga tampak seperti "koma". Bentuknya lebih besar namun lebih ramping dari pada larva (jentik) nya. Pupa *Aedes aegypti* biasanya lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata pupa nyamuk lain. Proses pupa nyamuk *Aedes aegypti* biasanya akan berlangsung selama 2-4 hari. Saat nyamuk dewasa selesai berkembang dalam cangkang pupa, pupa naik ke permukaan dan berbaring sejajar dengan air untuk mempersiapkan munculnya nyamuk dewasa. (Handiny et al., 2020)



Gambar 4 Pupa Nyamuk *Aedes aegypti*
Becker et al., 2010

4) Nyamuk Dewasa

Nyamuk dewasa berwarna dasar hitam dengan bintik-bintik putih di kaki dan tubuhnya, yang lebih kecil dari yang biasa (Nurbaya et al., 2022). Sebelum akhirnya dapat terbang, nyamuk dewasa akan tetap di atas air untuk waktu yang singkat agar badan dan sayapnya kering dan menjadi lebih kuat. Jumlah nyamuk jantan dan betina berbanding 1:1. Satu hari sebelum nyamuk betina muncul, nyamuk jantan tinggal di dekat tempat perkembangbiakan

nyamuk betina, makan dari sari buah tumbuhan, selanjutnya akan kawin dengan nyamuk betina yang akan muncul. Nyamuk jantan akan kawin dan nyamuk betina yang telah dibuahi akan mencari makan dalam waktu 24 hingga 36 jam setelah muncul menjadi dewasa. Umur nyamuk betina dapat bertahan selama dua hingga tiga bulan (Handiny et al., 2020).



Gambar 5 Nyamuk Dewasa *Aedes aegypti*
Sumber: Hossain et al., 2022

e. Pola Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak di tempat penampungan air yang tidak beralaskan tanah, seperti tempayan, bak mandi, drum air, vas bunga, dan barang bekas lainnya yang dapat menampung air hujan di wilayah metropolitan dan sub urban. Setelah itu, dia akan mencari tempat yang berair untuk telurnya. Kemudian nyamuk akan mencari darah untuk bertelur setelah bertelur.

Di tempat yang terlindung, seperti di sekitar rumah, Nyamuk dewasa lebih suka menggigit. Aktivitas menggigit mencapai puncaknya saat perubahan intensitas cahaya, tetapi aktivitas ini dapat terjadi sepanjang hari dan mencapai puncaknya sebelum matahari terbenam. Pada siang hari, Nyamuk *Aedes aegypti* menghisap darah manusia dalam dua puncak aktivitas: pukul 08.00-12.00 dan pukul 15.00-17.00. *Aedes aegypti* suka menghisap darah di dalam rumah daripada di luar rumah, dan lebih suka berada di tempat yang gelap. Selama siklus gonotropik, nyamuk betina menyukai darah manusia

daripada darah binatang. Oleh karena itu, nyamuk *Aedes aegypti* sangat efektif dalam menyebarkan penyakit.

Nyamuk *Aedes aegypti* paling suka hinggap di benda-benda yang bergantung, seperti pakaian, kelambu, atau tumbuh-tumbuhan di sekitar habitatnya. Biasanya berada di tempat yang gelap dan lembab. Di tempat tersebut, nyamuk menunggu proses pematangan telurnya. Nyamuk betina akan meletakkan telurnya di dinding tempat berkembang-biaknya, sedikit di atas permukaan air, setelah beristirahat dan proses pematangan telur selesai. (Wahyuni et al., 2017)

3. Tempat Perkembangbiakan Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* cenderung berkembang biak di berbagai tempat yang dapat menampung air bersih, meskipun air tersebut sedikit terkontaminasi. Berdasarkan buku *Bunga Rampai Pengendalian Vektor* (Mu'awanah *et al*., 2024), berikut tempat perkembangbiakan yang disukai oleh nyamuk *Aedes aegypti*

Tabel 1 Tempat perkembangbiakan yang disukai oleh nyamuk *Aedes aegypti*

No.	Tempat Perkembangbiakan	Keterangan
1.	Wadah Penampung Air	Drum, ember, dan bak semen yang berisi air bersih sering menjadi lokasi utama bagi nyamuk ini untuk bertelur. Wadah-wadah ini biasanya berada di sekitar area tempat tinggal.
2.	Barang Bekas	Barang-barang bekas seperti kaleng, botol, dan gelas plastik yang terisi air hujan juga menjadi habitat ideal untuk jentik nyamuk.
3.	Tatakan Pot Bunga	Air yang tergenang di tatakan pot bunga kerap kali digunakan nyamuk sebagai tempat berkembang biak.
4.	Area yang Terlindungi	Nyamuk *Aedes aegypti* lebih suka tempat yang teduh dan tidak terkena sinar matahari

		langsung. Bagian dalam wadah air yang tidak tertutup cenderung menarik karena suasananya yang lebih gelap.
5.	Hubungan dengan Penyimpanan Air	Kebiasaan masyarakat dalam menyimpan air berhubungan erat dengan populasi nyamuk ini. Daerah dengan sistem penyediaan air yang memadai sering menunjukkan tingkat keberadaan nyamuk *Aedes aegypti* yang lebih tinggi.

B. Demam berdarah dangue (DBD)

Menurut *World Health Organization* (WHO), Demam Berdarah *Dengue* (DBD) adalah penyakit yang terjadi akibat infeksi virus *dengue* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini merupakan salah satu jenis demam yang penyebarannya melalui gigitan nyamuk dan menjadi salah satu penyakit dengan perkembangan tercepat di dunia (Periatama *et al*., 2022)

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti* dan *Ae. albopictus*. Indonesia sebagai salah satu negara tropis di dunia dengan kelembaban udara yang cukup tinggi yang menjadi pemicu berkembang biaknya (Lestari, 2024)

nyamuk seperti *Aedes aegypti*, sehingga DBD mudah ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* (Lesmana & Halim, 2020). Hal tersebut menyebabkan masalah kesehatan karena terdapat banyak daerah endemik sehingga jumlah penderita semakin meningkat dan penyebaran pun semakin meluas ke wilayah lain dengan meningkatnya mobilitas dan kepadatan penduduk (Halim & Fitri, 2020)

Penyebaran penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) dipengaruhi oleh interaksi antara faktor penjamu (host), agent (faktor penyebab), dan environment (lingkungan). Faktor penjamu mencakup karakteristik individu seperti usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, dan jenis pekerjaan. Selain itu, aspek lain seperti riwayat kontak dengan penderita, tingkat mobilitas, pengetahuan, sikap, dan perilaku individu juga berperan. Faktor agen berhubungan dengan penyebab penyakit, yakni virus *dengue* yang ditularkan melalui nyamuk *Aedes aegypti*

sebagai vektor. Sementara itu, faktor lingkungan mencakup kondisi lingkungan fisik seperti ketinggian lokasi, curah hujan, suhu udara, serta lingkungan biologis, termasuk keberadaan tanaman hias dan predator alami. (Hidayah, 2021)

Faktor lingkungan memiliki peran yang sangat penting dalam penyebaran Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Kondisi lingkungan yang padat dan tidak terawat dapat menyebabkan peningkatan jumlah populasi nyamuk, sedangkan genangan air menjadi tempat yang ideal bagi nyamuk untuk berkembang biak. Tindakan pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengatasi penyebaran nyamuk dan mencegah Demam Berdarah *Dengue* (DBD) meliputi berbagai upaya edukasi kepada masyarakat mengenai metode-metode yang efektif dalam mengurangi tempat-tempat yang menjadi sarang perindukan nyamuk. Salah satu pendekatan yang telah dikenal secara luas di masyarakat adalah metode 3M, yang terdiri dari tiga langkah penting yaitu Menguras, Mengubur, dan Memanfaatkan. Metode ini bertujuan untuk secara efektif menghilangkan genangan air yang dapat menjadi tempat berkembang biak bagi nyamuk. Selain itu, terdapat langkah-langkah tambahan yang juga sangat dianjurkan, seperti penggunaan insektisida atau obat anti-nyamuk untuk membunuh nyamuk dewasa dan larva, serta pemasangan kawat kasa pada jendela dan ventilasi rumah untuk mencegah nyamuk masuk ke dalam ruangan. (Kementrian Kesehatan, 2023)

C. Mist Repellent

Penggunaan mist repellent alami menjadi salah satu inovasi baru dalam bentuk sediaan repellent. Mist repellent adalah formulasi cair berbasis air atau alkohol yang disemprotkan dalam bentuk kabut halus untuk menutupi permukaan kulit atau ruangan. Sistem ini memungkinkan penyebaran aroma bahan aktif secara merata, sehingga meningkatkan efektivitas dalam mengusir nyamuk (Maria et al., 2023)

Beberapa bahan alami yang sering digunakan sebagai bahan aktif dalam mist repellent adalah minyak atsiri dari tumbuhan seperti serai wangi (*Cymbopogon nardus*), pandan (*Pandanus amaryllifolius*), dan bawang putih (*Allium sativum*). Senyawa-senyawa aktif seperti sitronelal, eugenol, dan allicin diketahui berperan dalam mengganggu sistem penciuman nyamuk (Rahmawaty et al., 2025)

1. Mist repellent kimia

Mist repellent kimia adalah jenis pengusir nyamuk berbentuk kabut yang menggunakan bahan aktif sintetis. Repellent kimia bekerja dengan menghambat kemampuan nyamuk dalam mendeteksi asam laktat dan karbon dioksida yang dikeluarkan manusia, sehingga serangga tidak dapat mengenali inangnya (Xue et al., 2019).

Bahan kimia seperti DEET telah digunakan secara luas sejak tahun 1950-an karena efektivitasnya tinggi dan mampu memberikan perlindungan hingga 8 jam terhadap gigitan nyamuk *Aedes aegypti* pada konsentrasi 20–30% (Fradin & Day, 2002; WHO, 2020). Repellent kimia juga lebih stabil dan tahan terhadap penguapan dibandingkan dengan repellent nabati. Namun, penggunaan jangka panjang dapat menimbulkan efek samping seperti iritasi kulit, alergi, dan toksisitas ringan jika diaplikasikan berlebihan (Benelli & Mehlhorn, 2016). Selain itu, residu bahan kimia dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan resistensi pada populasi nyamuk. (Maia & Moore, 2011)

Dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan mist repellent hibrida mulai dilakukan, yaitu kombinasi bahan aktif kimia dan nabati untuk memperoleh efektivitas tinggi sekaligus menjaga keamanan dan ramah lingkungan. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan perlindungan yang optimal dengan dampak minimal terhadap kesehatan manusia dan ekosistem (Zhou et al., 2023).

2. Mist repellent nabati

Mist repellent nabati adalah jenis pengusir nyamuk dalam bentuk semprotan kabut (mist) yang menggunakan bahan aktif alami yang berasal dari tanaman. Bahan nabati yang umum digunakan berupa minyak atsiri (essential oils) atau ekstrak tumbuhan yang mengandung senyawa volatil beraroma khas, seperti sitronelal**,** geraniol**,** eugenol, dan limonene. Senyawa-senyawa tersebut memiliki kemampuan mengusir nyamuk dengan cara mengganggu sistem penciuman atau menutupi bau tubuh manusia yang biasanya menarik nyamuk (Isman, 2020).

Beberapa tanaman yang terbukti efektif sebagai bahan dasar mist repellent nabati antara lain serai wangi (Cymbopogon nardus)**,** daun pandan (Pandanus

amaryllifolius), kulit jeruk (Citrus spp.), daun mint (Mentha piperita), dan bawang putih (Allium sativum). Penelitian oleh Kamsina dan Dwi (2021) menunjukkan bahwa minyak atsiri serai wangi dengan konsentrasi 10% mampu memberikan efek pengusiran hingga 75% terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Nurdiana dan Putri (2021), di mana ekstrak daun pandan terbukti mengurangi jumlah nyamuk yang hinggap karena mengandung senyawa flavonoid dan alkaloid yang bersifat repellent.

Keunggulan mist repellent nabati adalah keamanannya bagi manusia dan lingkungan, karena bahan alami umumnya tidak menimbulkan iritasi pada kulit serta mudah terurai secara hayati (biodegradable). Selain itu, produk nabati tidak menimbulkan resistensi pada serangga seperti yang terjadi pada bahan kimia sintetis (Maia & Moore, 2011). Namun, kekurangannya terletak pada daya tahan perlindungan yang relatif singkat, karena senyawa volatil dalam minyak atsiri mudah menguap. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan pengembangan formulasi dengan penambahan bahan pengikat (fixative) dan pelarut yang dapat memperlambat penguapan zat aktif (Zhou et al., 2023).

Dengan demikian, mist repellent nabati merupakan alternatif ramah lingkungan yang berpotensi menggantikan repellent kimia, terutama untuk penggunaan rumah tangga dan perlindungan jangka pendek yang lebih aman bagi kulit manusia (Rachmawati et al., 2023).

D. Bawang Putih



Gambar 6 Bawang Putih *(Allium Sativum)*
Sumber Pixabay

Bawang putih (*Allium Sativum*) merupakan tumbuhan dengan kandungan minyak atsiri yang memiliki aroma yang kuat, karena bawang putih mengandung sulfur dan allicin. Bawang putih dipilih karena untuk kandungan minyak atsirinya lebih tinggi dibanding bahan lainnya seperti cabai jawa, kulit batang kayu manis, daun kemangi, dan daun serai. Kandungan minyak atsiri bawang putih mencapai 0,5% v/b (Kemenkes RI, 2017). Kandungan minyak atsiri pada bawang putih dengan penelitian menggunakan metode destilasi sebesar 0,333% v/b (Rivai et al, 2019). Kandungan sulfur pada bawang putih mencapai 1,5% per 100 gram bawang putih (Untari, 2019).

Penggunaan kandungan allicin yang ada pada bawang putih merupakan sebagai salah satu sumber insektisida didasarkan karena pemikiran bahwa terdapat mekanisme pertahanan dari tumbuhan akibat interaksi dengan serangga, allicin tidak menimbulkan resistensi karena dari aroma khasnya sudah membuat serangga tidak mendekat. Dihasilkan senyawa metabolik sekunder oleh tumbuhan yang bersifat penolak, penghambat perkembangan pada hama serta sebagai bahan kimia yang mematikan serangga dengan cepat (Jones, 2008 dalam Kiswandono, dkk. 2022)

1. Klasifikasi Bawang Putih

Sistematika bawang putih menurut (Sulistyrini et al, 2017)

Divisi	*: Spermatophyta*
Sub divisi	*: Angiospermae*
Kelas	*: Monocotyledonae*
Bangsa	*: Liliales*
Suku	*: Liliaceae*
Marga	*: Allium*
Jenis	*: Allium Sativum L.*
Kingdom	*: Plantae*

2. Kandungan Bawang Putih

Kandungan Kimia Bawang putih (*Allium Sativum*) Pada uji fitokimia bawang putih didapatkan hasil bahwa bawang putih menyimpan zat aktif seperti

allicin, minyak atsiri, alkaloid, tanin, flavonoid dan saponin (Lensoni, dkk. 2019).

3. Morfologi Tanaman Bawang putih (*Allium Sativum*)

Tanaman bawang putih terdiri dari akar, batang utama, batang semu, tangkai bunga pendek serta daun. Bawang putih masih sejenis dengan bawang liar Allium longicurpis. Pada genus Allium terdapat 500 jenis lebih, dengan diantaranya masuk kedalam bawang-bawangan. Biasanya bawang putih ditemukan dalam bentuk yang menyatu atau bergerombol satu sama lain. Tanaman bawang putih berbentuk tegak dan tingginya bias mencapai 30-60 cm. (Kartika, 2020)

a. Daun

Bawang putih memiliki daun dengan bentuk berupa helai-helai yang mirip dengan pita memanjang ke atas. Pada setiap tanaman bawang putih umumnya terdapat 10 helai daun. Bawang putih memiliki bentuk daun yang berbentuk pipih rata, tidak berlubang, berbentuk runcing diujung atasnya, agak melipat ke dalam (kea rah panjang atau membujur), serta membentuk sudut di permukaan bawahnya. Bawang putih mempunyai pangkal yang berbeda dengan bawang lainnya. Pangkal bawang putih yang berbentuk sisik-sisik mengering dan menipis saat dewasa tidak bisa digunakan untuk menyimpan makanan. Bawang putih memiliki pelepah daun atau kelopak daun dengan panjang daun sampai kedalam tanah. Pelepah atau kelopak daun berbentuk tipis dan memiliki batang semu panjang yang dapat membungkus kelopak daun yang lebih muda yang berada di bawahnya dengan kuat. (Kartika, 2020)

b. Batang

Bawang putih mempunyai batang semu yang tersusun dari pelepah daun yang tipis dan kuat dengan panjang mencapai 30 cm. Pelepah daun bawang menutupi kelopak daun yang lebih muda, yang berada di bawahnya hingga pusat batang pokok. Kemudian membentuk batang semu yang tersembul ke luar. Batang pokok tanaman bawan putih merupakan batang pokok tanaman yang tidak sempurna dengan pangkal atau bagian dasar membentuk cakram. (Kartika, 2020)

c. Akar

Tanaman bawang putih memiliki akar yang berada di batang pokok bagian dasar umbi dan berbentuk cakram. Akar bawang putih berjenis akar serabut (monokotil) yang berbentuk pendek dan masuk ke dalam tanah tetapi tidak dalam dan tidak kokoh apabila diterpa oleh angin yang berlebihan. Akar bawang putih memiliki fungsi untuk menghisap makanan. Bawang putih memerlukan banyak pengairan karena akar bawang putih tidak bisa mencari air di dalam tanah seperti tumbuhan pada umumnya. (Kartika, 2020)

d. Umbi

Bawang putih memiliki umbi yang terdapat di dekat batang pokok bagian bawah, diantara daun muda. Di dekat batang pokok dapat ditemukan tunas yang akan tumbuh menjadi umbi kecil yang disebut siung. Siung yang telah tumbuh nantinya akan bergerombol dan membentuk umbi. Umbi-umbi pada bawang putih berbentuk menyerupai gasing dengan 3-36 siung. Siung bawang putih terdiri dari dua helai daun dan satu tunas vegetatif. Daunnya berbentuk silindris dan bagian pucuknya berlubang kecil. Daun yang sudah dewasa berfungsi untuk pembungkus daun yang lebih muda yang berada di bawahnya, sedangkan daun yang lebih muda akan menebal seiring perkembangan waktu dan akan membentuk suing. (Kartika, 2020)

e. Bunga

Bawang putih memiliki bunga majemuk, memiliki tangkai yang berbentuk bulat dan memproduksi biji untuk perkembangbiakan secara generatif. Bunga bawang putih hanya terlihat sebagian dari luar, atau malah tidak terlihat sama sekali, bahkan karena tangkainya yang pendek bunga tidak terbentuk karena sudah gugur ketika menjadi tunas. Tangkai yang pendek tumbuh tunas bersama siung (umbi) yang dapat menyebabkan batang semu membengkak. Umbi bagian atas akan mengganggu umbi di bawahnya karena berebut makanan. (Kartika, 2020)

E. Daun Pandan



Gambar 7 Tanaman Pandan Wangi
Sumber: Muhardi, 2007

Tanaman Pandan Wangi (Muhardi, 2007) Pandan wangi adalah jenis tanaman monokotil dari keluarga Pandanaceae yang memiliki daun aroma wangi yang khas. Pandan wangi merupakan tumbuhan perdu dan rendah, tingginya sekitar dua meter. Batangnya menjalar, pada pangkal berupa akar. Daun berwarna hijau kekuningan, diujung daun berduri kecil. Daun tunggal, duduk, dengan pangkal memeluk batang, tersusun berbaris tiga dalam garis spiral. Helai daun berbentuk pita, tipis, licin, ujungruncing, tepi rata, bertulang sejajar, panjang 40-80 cm, lebar 3-5 cm, berduri tempel pada tepi daun. Akarnya besar dan memiliki akar tunjang. (Weni,Ery, 2009)

Klasifikasi dari tumbuhan pandan wangi (Pandanus amarylifolius Roxb) menurut hasil determinasi yang telah dilakukan oleh UPT Materia Medica Batu (2018) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Tracheobionta*
Super Divisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Monocotyledonae*
Bangsa : *Pandanales*
Suku : *Pandanaceae*
Marga : *Pandanus*
Jenis : *Pandanus amaryllifolius*

F. Ekstraksi

1. Pengertian ekstraksi

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak larut dengan menggunakan pelarut cair yang berfungsi sebagai alat untuk melarutkan senyawa-senyawa tertentu untuk memperoleh komponen kimia yang diinginkan. (Mukaromah, 2020)

Berdasarkan sifatnya, ekstrak dapat dibagi menjadi empat kategori yaitu Ekstrak encer *(extractum tenue)* merupakan sediaan yang memiliki konsistensi seperti cairan madu dan mudah mengalir, Ekstrak kental *(extractum spissum)* merupakan sediaan kental yang apabila dalam keadaan dingin dan kecil kemungkinan bisa dituang dengan kandungan air berjumlah 30%, Ekstrak kering *(extractum siccum)* adalah sediaan yang kering dan mudah dihancurkan dengan tangan, biasanya memiliki kadar air tidak lebih dari 5% setelah proses penguapan dan pengeringan, Ekstrak cair *(extractum fluidum)* merupakan sediaan yang terbuat dari simplisia nabati yang menggunakan etanol sebagai pelarut atau pengawet. (Nuraida *et al*., 2022)

2. Tujuan ekstraksi

Tujuan dari ekstraksi adalah untuk mengambil komponen kimia yang ada dalam bahan alami. Proses ekstraksi bekerja berdasarkan prinsip perpindahan massa, di mana komponen zat berpindah ke dalam pelarut dimulai di lapisan antara zat dan pelarut, kemudian komponen tersebut berdifusi masuk ke dalam pelarut. (Saputra et al., 2020)

3. Proses ekstraksi

Proses ekstraksi adalah cara untuk mengambil bahan aktif yang diinginkan dari sumber obat dengan menggunakan pelarut tertentu. Dalam proses ini, bahan baku obat yang berasal dari tanaman atau hewan tidak perlu diolah lebih lanjut, kecuali untuk dikumpulkan dan dikeringkan.

4. Metode ekstraksi

Metode penyaringan atau ekstraksi yang biasa digunakan termasuk maserasi dan perkolasi. Pilihan metode penyaringan ini bergantung pada bentuk dan

kandungan bahan yang akan disaring. Selain itu, pemilihan metode juga disesuaikan dengan tujuan untuk mendapatkan senyawa kimia yang diinginkan (Nuraida *et al.*, 2022).

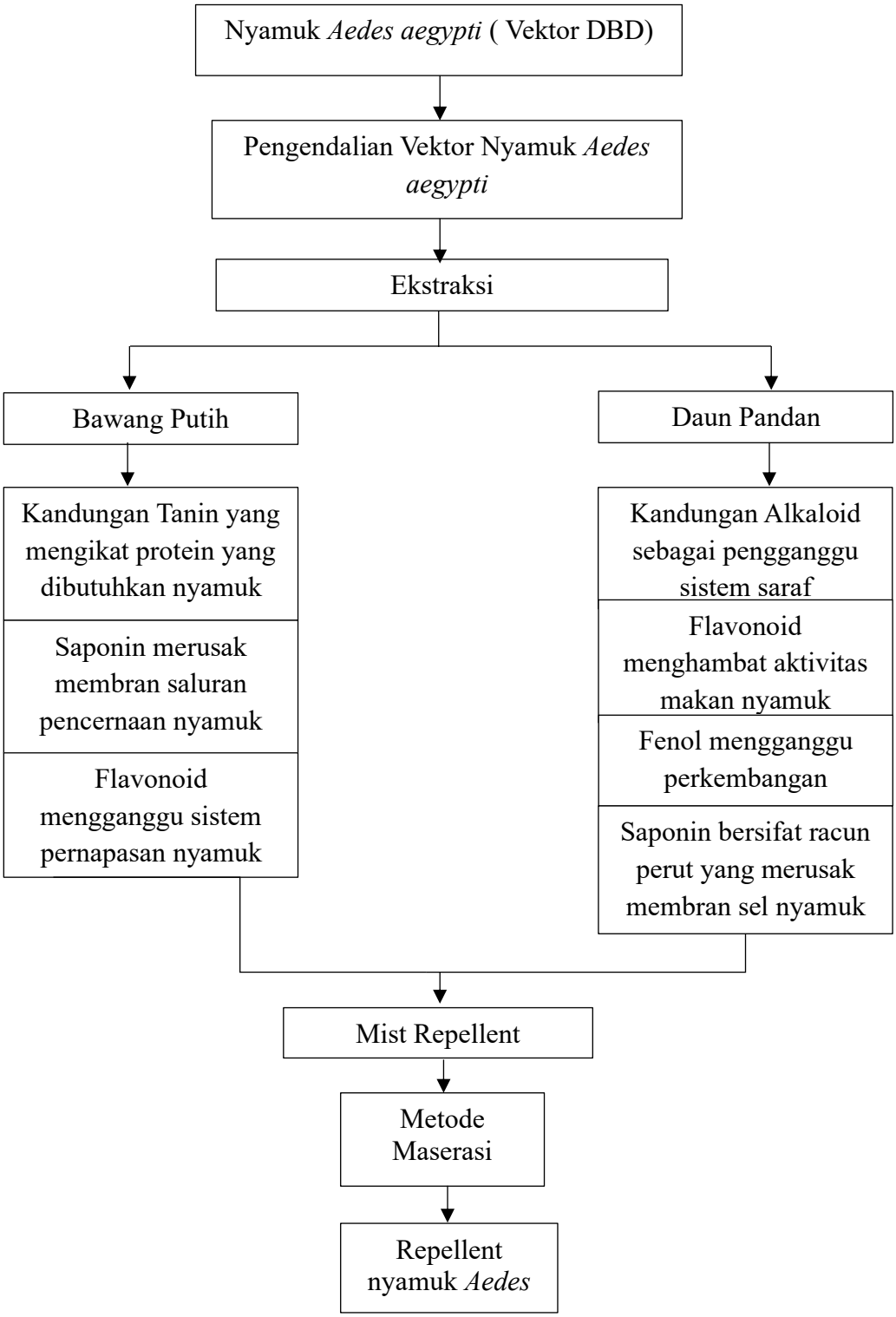
5. Metode Maserasi

Maserasi adalah metode yang umum digunakan untuk mengekstraksi senyawa dari tanaman. Proses ini dilakukan dengan merendam bagian simplisia yang telah digiling halus dalam pelarut di dalam wadah tertutup. Proses perendaman ini berlangsung pada suhu kamar selama sekitar tiga hari, dengan pengadukan secara berkala untuk memastikan semua bagian tanaman larut dalam pelarut. Setelah itu, campuran akan disaring dan ampasnya diperas untuk mendapatkan hanya bagian cairnya. (Mukhairini dalam Nuraida *et al*., 2022)

Maserasi merupakan metode ekstraksi yang dilakukan dengan cara merendam bahan simplisia menggunakan pelarut yang sesuai tanpa menggunakan pemanasan atau dengan pemanasan rendah. Selama proses ini terjadi pemecahan dinding dan membran sel karena adanya perbedaan tekanan osmotik antara luar dan dalam sel sehingga senyawa aktif dan bioaktif yang terkandung dalam bahan dapat larut ke dalam pelarut.

Prinsip kerja maserasi adalah merendam serbuk simplisia ke dalam pelarut etanol dengan berbagai konsentrasi (55% - 96%) pada suhu kamar sehingga pelarut dapat menembus jaringan tanaman dan menyebabkan pecahnya dinding serta membran sel akibat perbedaan tekanan osmotik. Pecahnya sel ini memungkinkan senyawa seperti antioksidan, keluar dari sitoplasma dan larut ke dalam pelarut secara difusi pasif. Proses ekstraksi berlangsung hingga tercapai keseimbangan konsentrasi antara senyawa dalam bahan dan pelarut. Setelah waktu perendaman tertentu (24 hingga 96 jam), campuran disaring dan pelarut dievaporasi menggunakan rotary evaporator untuk memperoleh ekstrak kental yang kaya senyawa bioaktif (Sari et al., 2025).

G. Kerangka Teori

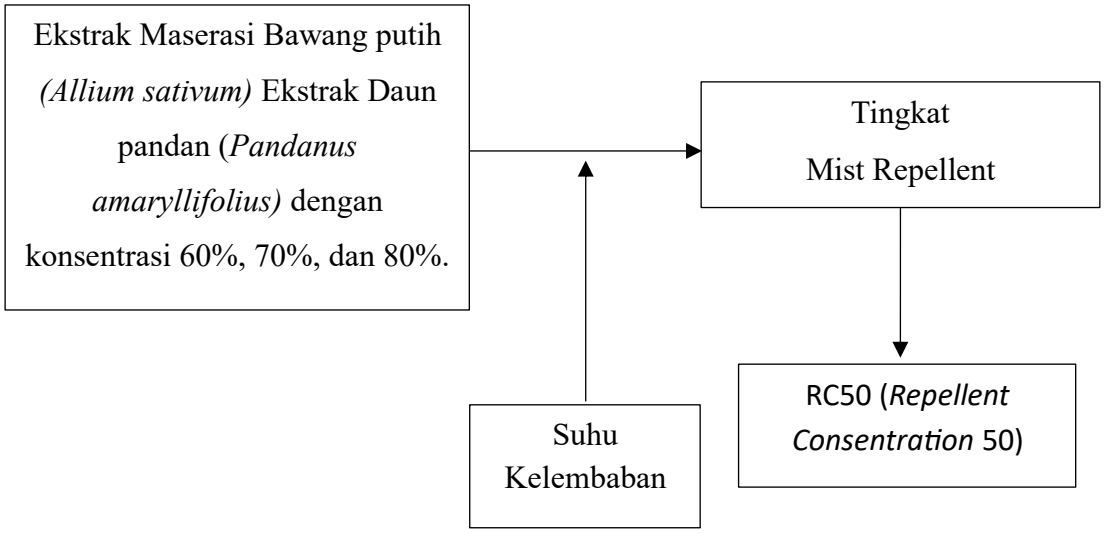


Gambar 8 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi dari (Handayani, 2013), (Maharani, 2016), (Toha, 2018), (Yuliana,2022)

Kerangka teori penelitian ini berfokus pada pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*, penyebab utama Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Penggunaan mist repellent nabati, seperti ekstrak bawang putih dan daun pandan, memberikan alternatif efektif untuk membunuh nyamuk. Ekstrak bawang putih mengandung tanin yang mengikat protein penting, saponin yang merusak saluran pencernaan, dan flavonoid yang mengganggu pernapasan nyamuk. Di sisi lain, ekstrak daun pandan kaya akan alkaloid yang mengganggu saraf nyamuk, flavonoid yang menghambat aktivitas makan, fenol yang mempengaruhi perkembangan nyamuk, serta saponin yang bersifat racun perut. Kombinasi senyawa ini berkontribusi pada peningkatan mortalitas nyamuk *Aedes aegypti*, menjadikan ekstrak nabati sebagai alternatif yang ramah lingkungan dalam pengendalian nyamuk.

H. Kerangka Konsep



Gambar 9 Kerangka Konsep

Kerangka :

= variabel bebas

= variabel terikat

= variabel pengganggu

1. **Variabel bebas**

   Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variable lain, yang dimaksud dengan variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak ,60%, 70% dan 80% dalam total larutan 100 ml

2. **Variabel Terikat**

   Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas, yang dimaksud dengan variabel bebas dalam penelitian ini adalah nyamuk *Aedes aegypti* terusir dalam 1 jam setelah perlakuan dan dilakukan pencatatan setiap 15 menit sekali.

3. **Variabel Pengganggu**

   Variabel pengganggu adalah variabel yang mempengaruhi dampak langsung terhadap hasil penelitian, yaitu nyamuk *Aedes aegypti* terusir, tanpa dipengaruhi oleh variabel bebas.

   a. Suhu pada larutan uji repellent mist dikendalikan dengan cara menyamakan suhu air dengan suhu 28ºC - 30ºC.
   b. Kelembaban pada ruangan di kendalikan dengan cara menggunakan alat Higrometer dengan kelembaban 40% - 60%

I. Definisi Operasional

Definisi operasional variabel Ekstrak Bawang putih *(Allium Sativum)* dan daun pandan (*Pandanus amaryllifolius)* pada nyamuk *Aedes aegypti* yang terusir.

Tabel 2 Definisi Operasional

Variabel	Defenisi Operasional	Alat Ukur	Skala Ukur	Satuan
Ekstrak Bawang Putih dan daun pandan	Bawang Putih dan daun pandan diekstrak menggunakan metode maserasi dengan konsentrasi 60%, 70% dan 80%	Timbangan, gelas ukur	Rasio	Persen (%)
Waktu pengamatan	Lamanya waktu yang akan digunakan untuk mengamati nyamuk yang terusir dalam waktu satu jam dalam satu kali percobaan.	Stopwatch	Rasio	Jam
Jumlah Repellent nyamuk *Aedes aegypti*	Jumlah nyamuk *Aedes aegypti* ditentukan dengan ciri-ciri nyamuk pingsan dan terusir.	Observasi	Rasio	Ekor
Suhu	Temperatur suhu ruangan saat dilakukan percobaan	Higrometer	Interval	°C
Kelembaban	Ukuran kelembaban dari ruangan	Higrometer	Interval	Nilai persen (%)

Definisi operasional dalam penelitian ini berupa penjelasan dan cara mendefinisikan serta mengukur setiap variabel penelitian secara praktis. Defenisi operasional bertujuan mendukung penelitian tentang efektivitas ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) dan daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*) sebagai bahan utama mist repellent untuk mengusir nyamuk *Aedes aegypti*. Tabel tersebut mengelompokkan variabel secara rapi menjadi variabel bebas (independen), variabel terikat (dependen), dan variabel pengganggu (kontrol), dengan alat ukur, jenis skala pengukuran, dan satuan yang dipakai.

J. Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk kalimat pertanyaan. Sehingga dalam penelitian ini dapat ditarik hipotesis yaitu:

1. Hipotesis Nol (H_0): Tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap tingkat Mengusir nyamuk *Aedes aegypti* pada penggunaan Ekstrak Bawang putih *(Allium Sativum)* dan Daun pandan (*Pandanus amaryllifolius)* pada berbagai konsentrasi (60%, 70% dan 80%)
2. Hipotesis Alternatif (H_1): Menunjukkan perbedaan signifikan terhadap tingkat Mengusir nyamuk *Aedes aegypti* pada penggunaan Ekstrak Bawang putih *(Allium Sativum)* dan Daun pandan (*Pandanus amaryllifolius)* pada berbagai konsentrasi (60%, 70% dan 80%)
3. Keterangan :

   Apabila ($p < 0,05$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan.