

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan salah satu vektor yang menularkan virus dengue^(4, 11, 12). Keberadaannya hampir berada diseluruh wilayah dunia, terutama didaerah tropis dan subtropis^(11, 13). Habitat nyamuk *Aedes aegypti* di perkotaan dan suka bertelur diwadah alami maupun wadah buatan manusia⁽³⁾.

1. Klasifikasi

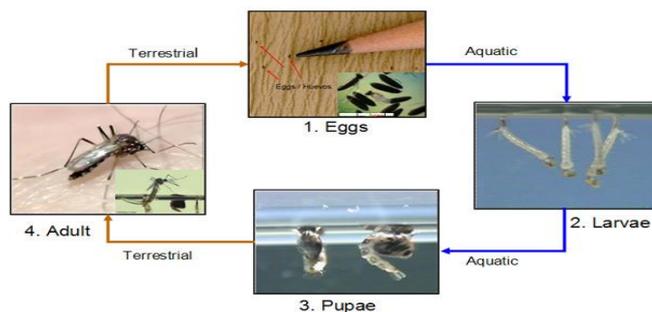
Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* termasuk kedalam Kingdom : Animalia, Philum : Arthropoda, Klas : Insecta, Ordo : Diptera, Famili : Culicidae, Subfamili : Culicinae, Genus : *Aedes* dan Species : *aegypti*⁽⁵²⁾.

2. Morfologi

Nyamuk *Aedes aegypti* berwarna hitam kecoklatan dengan corak putih di bagian kepala, torak, abdomen dan kaki⁽⁵³⁾. Terdapat gambar garis seperti kepala kecap berbentuk dengan dua garis lengkung dan dua garis lurus putih di mesonotum⁽⁵³⁻⁵⁵⁾. Dua garis lurus putih di mesonotum inilah yang membedakan antara nyamuk *Aedes aegypti* dengan *Aedes albopictus*⁽⁵⁵⁾. Nyamuk *Aedes aegypti* jantan mempunyai ukuran yang lebih kecil dari pada nyamuk *Aedes aegypti* betina dan mempunyai bulu yang tebal dibagian antena, sedangkan ukuran tubuh nyamuk *Aedes aegypti* betina berkisar 3-4 cm dengan mengabaikan panjang kakinya⁽⁵⁶⁾.

3. Siklus Hidup

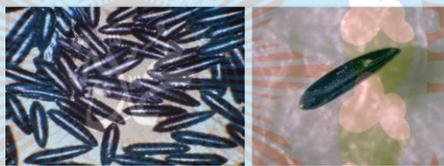
Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti* berawal dari telur, larva, pupa kemudian menjadi nyamuk dewasa⁽⁵⁷⁾. Siklus hidup dari telur hingga menjadi nyamuk dewasa membutuhkan waktu \pm 9-10 hari⁽⁵⁸⁾. Siklus hidup nyamuk juga bergantung dengan makanan dan suhu⁽⁵⁹⁾.



Gambar 2.1 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti* ⁽⁵⁷⁾

a. Telur

Nyamuk betina *Aedes aegypti* bertelur dipermukaan air ^(57, 58). Warna telur berwarna hitam dan berbentuk elips. Setiap kali bertelur nyamuk *Aedes aegypti* dapat mengeluarkan telur \pm 100 butir telur. Telur menetas menjadi larva dalam waktu \pm 2 hari setelah terendam air ^(56, 58, 59). Telur *Aedes aegypti* dapat bertahan dalam kondisi kering hingga enam bulan ⁽⁵⁸⁾.



Gambar 2.2 Telur Nyamuk *Aedes aegypti* ⁽⁵⁸⁾

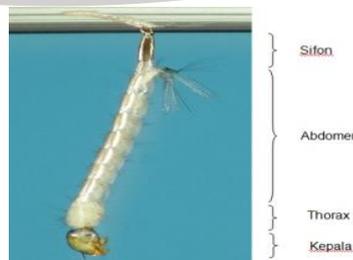
b. Larva

Larva *Aedes aegypti* terdiri dari kepala, torak dan abdomen. Terdapat sifon pada ujung abdomen. Panjang sifon $\frac{1}{4}$ dari panjang abdomen. Pada waktu istirahat, larva *Aedes aegypti* posisinya tegak lurus dengan permukaan air dan sifon berada dibagian atas. Larva ini biasanya berada di sekitar dinding tempat penampungan. Larva ini bergerak aktif dalam air dan gerakannya berulang-ulang dari bawah ke atas permukaan air untuk bernafas kemudian turun kembali ke bawah dan seterusnya. Besar pertumbuhan larva bisa mencapai panjang 0,5-1 cm ⁽⁵⁸⁾.

Selama perkembangan larva mengalami empat tahapan yang disebut instar ⁽⁵⁶⁾. Terdapat empat tahapan instar yaitu Instar I, Instar II, Instar III dan Instar IV ⁽⁵⁷⁾, sebagai berikut ⁽⁵⁸⁾:

- 1) Instar I : Larva masih bertubuh kecil, berwarna transparan, ukuran panjang 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada (*thorax*) belum jelas, dan corong pernafasan (*siphon*) belum menghitam.
- 2) Instar II : Larva bertambah besar, ukuran 2.5-3.9 mm, duri dada masih belum jelas, dan corong pernafasan hitam.
- 3) Instar III : Larva berukuran 4-5 mm, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernafasan coklat kehitaman dan struktur anatominya telah lengkap. Tubuh larva dapat dibagi menjadi bagian kepala (*caput*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*)
- 4) Instar IV : Larva lengkap struktur anatominya dan jelas ⁽⁵⁸⁾. Perkembangan dari tahap larva instar I hingga instar IV membutuhkan sekitar 5 hari ⁽⁵⁶⁾

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan larva yaitu suhu ⁽⁶⁰⁾ dan ketersediaan makanan ⁽⁶¹⁾. Larva *Aedes aegypti* dapat tumbuh berkembang pada suhu 22,0-27,9 °C ⁽⁶⁰⁾. Sedangkan ketersediaan makanan yang tinggi mempercepat laju proses perkembangan namun saat mencapai instar 4 menuju pupa laju perkembangan memanjang ⁽⁶¹⁾. Ketersediaan makanan pada air yang terpolusipun dapat membuat larva *Aedes aegypti* bisa tumbuh ⁽⁶²⁾. pH air dan salinitas air juga berpengaruh terhadap perkembangan larva dimana larva dapat tumbuh pada pH air antara 4-10 dan salinitas air 0-6 gr/L ⁽⁶³⁾. Serta kelembaban udara yang berkisar antara 65-85% ⁽⁶⁴⁾. Setelah 6-8 hari, larva berkembang menjadi pupa ⁽⁵⁸⁾.



Gambar 2.3 Larva Nyamuk *Aedes aegypti* ⁽⁵⁸⁾

c. Pupa

Pupa *Aedes aegypti* berbentuk seperti koma, gerakannya lambat, dan sering berada di permukaan air. Pada periode ini pupa tidak makan. Setelah 1-2 hari, pupa berkembang menjadi nyamuk dewasa ⁽⁵⁸⁾.



Gambar 2.4 Pupa Nyamuk *Aedes aegypti* ⁽⁵⁸⁾

d. Nyamuk dewasa

Nyamuk dewasa *Aedes aegypti* berwarna hitam dengan belang-belang putih pada kaki dan tubuhnya. Biasanya hidup di dalam dan di luar rumah, serta di tempat-tempat umum. Nyamuk *Aedes aegypti* mampu terbang sampai \pm 100 meter. Yang aktif dalam menggigit (menghisap) darah manusia adalah nyamuk betina *Aedes aegypti* sedangkan nyamuk jantan hanya menghisap sari bunga/tumbuhan yang mengandung gula. Waktu penghisapan darah pada pagi hari dan sore hari setiap 2 hari. Protein darah yang terhisap diperlukan sebagai pematangan telur yang dikandungnya. Setelah menghisap, nyamuk ini akan mencari tempat untuk hinggap (istirahat). Umur nyamuk *Aedes aegypti* rata-rata 2 minggu, namun ada yang bertahan hingga 2-3 bulan ⁽⁵⁸⁾.



Gambar 2.5 Nyamuk dewasa *Aedes aegypti* ⁽⁶⁵⁾

B. Pengendalian Vektor

1. Pengendalian Vektor Secara Umum

Pengendalian vektor secara umum dapat dilakukan secara fisik dan mekanik, biologi, kimia maupun terpadu ^(17, 20, 66).

a. Pengendalian fisik/mekanik

Pengendalian fisik/mekanik adalah pengendalian vektor dengan mengendalikan nyamuk tersebut baik dengan mencegah hingga menghilangkan habitat perkembangbiakan dan populasi vektor secara fisik dan mekanik antara lain : pemberantasan sarang nyamuk (PSN), memodifikasi dan manipulasi lingkungan tempat perindukan, memakai baju lengan panjang, pemasangan kelambu, penggunaan hewan sebagai umpan nyamuk (*cattle barrier*) dan pemasangan kawat.

b. Pengendalian biologi

Pengendalian biologi adalah pengendalian vektor dengan cara menggunakan agent biotik antara lain : penggunaan hewan pemakan jentik (hewan, serangga, parasit), bakteri, virus, fungi, dan manipulasi gen (penggunaan jantan mandul).

c. Pengendalian kimia

Pengendalian kimia adalah pengendalian vektor dengan cara menggunakan bahan kimia/insektisida antara lain kelambu berinsektisida, surface spray (IRS), larvasida (organophosphat, temephos, piriproksifen, dll), space spray (pengkabutan panas/fogging dan pengkabutan dingin/ULV) dan insektisida rumah tangga (penggunaan repellent, anti nyamuk bakar, liquid vaporizer, aerosol).

d. Pengendalian vektor terpadu

Pengendalian vektor terpadu adalah pengendalian vektor dengan cara mengkombinasikan satu atau beberapa metode pengendalian vektor baik fisik/mekanik, biologi maupun kimia. Contoh pengendalian vektor terpadu yang pernah dilakukan di Indonesia yaitu penggunaan nyamuk jantan mandul yang dikombinasi dengan insektisida ⁽⁶⁷⁾ dan pemakaian

gorden berisektisida sipermethrin plus etil selulosa dengan menggunakan predator larva *Mesocyclops aspericornis* ⁽⁶⁸⁾.

2. Pengendalian Terhadap Larva

Pengendalian vektor terhadap larva dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Pengendalian fisik

Pengendalian fisik terhadap larva dapat dilakukan dengan cara memodifikasi dan memanipulasi lingkungan perindukan yang berpotensi tumbuhnya larva, menguras tempat-tempat penampungan air, menutup tempat-tempat penampungan air, dan mengubur atau mendaur ulang barang bekas ^(17, 20, 66).

b. Pengendalian biologi

Pengendalian biologi terhadap larva dapat dilakukan dengan cara menggunakan agent biotik sebagai predator larva , yaitu :

1) Ikan

Ada beberapa Ikan pemakan larva yaitu ikan cupang ⁽⁶⁹⁻⁷¹⁾, ikan nila ⁽⁶⁹⁾, ikan guppy ⁽⁷¹⁾, ikan *M. aspericornis* ⁽⁷²⁾ dan ikan mas ⁽⁶⁹⁾. Hasil penelitian menyebutkan ikan cupang lebih efektif sebagai pemangsa larva daripada ikan nila, ikan mas dan ikan guppy ^(69, 71). Ikan cupang betina usia 6 dengan rata-rata berat badan tertinggi paling efektif memangsa larva *Aedes. aegypti* ⁽⁷³⁾.

2) Nympha

Nympha *Bradinopyga geminata*, *Crocothemis servilia* dan *Ceriagrion cerinorubellum* efektif sebagai predator larva, namun yang paling efektif adalah *Bradinopyga geminata* predator pada semua instar ⁽⁷⁴⁾.

3) Bakteri

Bakteri *Bacillus thurengiensis* efektif untuk memangsa larva pada instar I dan instar II ^(75, 76). Hasil penelitian lain mengenai bakteri *Wolbachia* menyebutkan bahwa bakteri ini juga cukup

efektif sebagai predator larva, namun penggunaannya harus dipantau melihat efek yang ditimbulkan oleh bakteri ini ⁽⁷⁷⁾.

4) Jamur

Jamur yang digunakan sebagai pemangsa larva adalah Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana*. Jamur ini dengan konsentrasi LC₅₀ yang dapat menyebabkan mortalitas larva ⁽⁷⁸⁾.

c. Pengendalian kimia

Pengendalian kimia terhadap larva dapat dilakukan dengan cara menggunakan larvasida, yaitu :

1) Larvasida kimia

Beberapa larvasida kimia yang digunakan masyarakat adalah, Tawas ⁽⁷⁹⁾, *Methoprene* ⁽⁸⁰⁾, *Permethrin* ⁽⁸¹⁾ dan Temephos ⁽⁸²⁾. Tawas efektif membunuh larva *Aedes aegypti* karena berfungsi sebagai racun kontak, racun perut, menghambat produksi energi, dan mengakibatkan perubahan biokimia dalam tubuh larva ⁽⁷⁹⁾. *Methoprene* merupakan larvasida yang termasuk jenis penghambat tumbuh serangga (*insect growth regulator*) sehingga dapat membunuh larva *Aedes aegypti* begitu pula larvasida *Permethrin* ^(80, 81). Temephos merupakan senyawa organophosphate yang aktif dalam mengendalikan larva nyamuk terutama *Aedes aegypti* dan efektif dalam membunuh larva *Aedes aegypti* dalam berbagai kontainer ^(58, 82). Penggunaan larvasida kimia seperti Temephos telah mengalami resistensi di beberapa daerah di Indonesia ^(32, 33). Larva *Aedes* dikatakan resisten temephos apabila dengan dosis 0,02 mg/L kematian larva *Aedes* kurang dari 80% ⁽⁸³⁾.

Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya resistensi pada nyamuk adalah faktor genetik, faktor biologi/ekologi, serta faktor operasional. Faktor genetik meliputi frekuensi, jumlah, dan dominasi alel resisten. Faktor biologi/ekologi meliputi perilaku nyamuk, jumlah generasi per tahun, isolasi, mobilitas, dan migrasi. Serta faktor operasional meliputi sifat dan jenis insektisida yang

digunakan, insektisida sebelumnya yang digunakan, dosis, frekuensi, cara aplikasi dan bentuk formulasi ⁽⁸⁴⁾.

2) Larvasida nabati

Berikut beberapa larvasida nabati yang pernah digunakan di Indonesia, yaitu : Ekstrak umbi gadung efektif terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* ⁽⁸⁵⁾, ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum* L) berbentuk granul memiliki efek larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* ⁽⁸⁶⁾. Serta masih banyak lagi tanaman yang digunakan sebagai larvasida nabati seperti daun singkong ⁽⁸⁷⁾, daun jambu biji (*Psidium guajava*) ⁽⁸⁸⁾ dan tanaman lainnya ⁽⁸⁹⁾.

C. Akar Tuba

1. Gambaran Umum Akar Tuba

Tuba adalah tanaman merambat yang bisa mencapai tinggi 10 meter. Tumbuhan ini tumbuh liar di pinggiran sungai, semak belukar, dan hutan. Batang kayu tanaman tuba berbentuk bulat dengan cabang monopodial, daun majemuk, panjang daun 15-25 cm dan lebar 5-8 cm. Tuba dapat diperbanyak dengan cara stek batang dan tumbuh 1-700 m dpl. Bagian yang biasa digunakan untuk insektisida nabati adalah bagian akar. Akar tuba ini memiliki aroma kuat yang dapat membuat serangga mabuk ^(38,90).



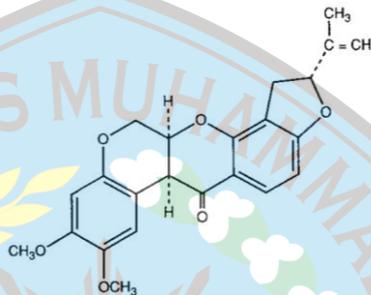
Gambar 2.6 Akar Tuba ⁽⁴³⁾

2. Taksonomi Akar Tuba

Klasifikasi tanaman akar tuba masuk ke dalam Kingdom :*Plantae* , Division : *Magnoliophyta*, Class : *Magnoliopsida*, Ordo : *Fabales*, Family : *Fabaceae*, Genus : *Derris* dan Species : *Derris elliptica* (Wall.) Benth. ⁽⁹¹⁾

3. Kandungan Senyawa Akar Tuba

Tuba adalah salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati⁽³⁸⁻⁴⁰⁾. Tuba mengandung racun senyawa kimia rotenone, deguelin, tephorsin dan toxicarol yang bersifat racun terhadap insektisida⁽³⁸⁾. Racun senyawa kimia yang terbanyak di tanaman tuba adalah rotenone. Bagian tanaman tuba yang mengandung racun adalah bagian akar⁽⁹²⁾. Racun akar tuba ini dulu dikenal dengan derris⁽³⁸⁾.



Gambar 2.7 Struktur senyawa rotenone

Rotenone adalah salah satu anggota dari senyawa isoflavon yang merupakan senyawa golongan flavonoid⁽⁴⁹⁾. Senyawa yang masuk golongan flavonoid merupakan senyawa polar yang akan larut dalam pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol⁽⁹³⁾. Rotenone mempunyai titik leleh 165-166 °C⁽⁴⁴⁾. Berdasarkan hasil penelitian senyawa rotenone efektif sebagai racun pada larva dengan LC₅₀ dengan konsentrasi 44,7526 ppm⁽⁴⁵⁾. Rotenone bekerja sebagai racun sel yang sangat kuat (insektisida) dan antifeedant yang menyebabkan serangga berhenti makan⁽³⁸⁾.

Rotenon masuk melalui kulit atau dinding tubuh larva dengan cara osmosis ke dalam tubuh larva. Kemudian masuk ke dalam sel-sel epidermis, sehingga sel-sel epidermis mengalami kelumpuhan (paralysis) dan akhirnya mati. Sedangkan sebagai racun pernafasan rotenone masuk ke dalam tubuh larva melalui saluran pernafasan (siphon) dimana rotenone masuk bersama dengan difusi oksigen yang kemudian diteruskan pembuluh atau tabung trakea sampai mencapai jaringan tubuh (otot dan saraf). Kemudian rotenone akan menyebar ke seluruh jaringan tubuh larva dan secara selektif menyerang ganglion pusat saraf. Rotenone yang menyerang

ganglion-ganglion saraf tersebut akan menghambat proses pergantian kulit dan sel-sel saraf akan mengalami kelumpuhan dan akhirnya mati ⁽⁴⁷⁾.

Kematian serangga terjadi beberapa jam hingga beberapa hari setelah terkena rotenone. Rotenone selain sebagai insektisida (untuk serangga) dapat digunakan sebagai moluskisida (untuk moluska) dan akarisida (tungau) ⁽³⁸⁾. Rotenone beracun untuk serangga namun relatif cukup aman untuk tanaman dan mamalia ⁽⁴⁵⁾

4. Penelitian-Penelitian tentang Akar Tuba

Penggunaan ekstrak mentah akar tuba (B) yang dipekatkan dengan rasio pelarut Methyl chloride : Metanol (1:1) pada konsentrasi 0,05 mg/ml setelah 5 jam menyebabkan kematian larva *Aedes aegypti* sebesar 83,33% ⁽⁴⁵⁾. Menurut penelitian lain, penggunaan dosis ekstrak akar tuba 1 gram sudah menyebabkan kematian 100% ⁽⁴⁶⁾. Sedangkan penggunaan ekstrak akar tuba dalam bentuk cair dengan konsentrasi 1,90 ml/ 10 ml dapat menimbulkan kematian 50% larva *Aedes aegypti* (LD₅₀) dan serbuk akar tuba dengan konsentrasi 0,045 gram/ 10 ml dapat menimbulkan kematian 50% larva *Aedes aegypti* (LD₅₀) ⁽⁵⁰⁾. Serta penggunaan infusa akar tuba konsentrasi 0,889 ml/ 10 ml menimbulkan kematian 90% larva *Aedes aegypti* (LD₉₀) ⁽⁵¹⁾.

Konsentrasi 2% flavonoid dalam ekstrak akar tuba dengan pelarut metanol juga dapat membunuh larva sebesar 100% setelah pemaparan selama 24 jam ⁽⁴⁷⁾. Penelitian lain tentang ekstrak akar tuba dengan pelarut ethanol pada konsentrasi 44,7526 ppm sudah dapat membunuh larva sebesar 50% setelah pemaparan selama 24 jam ⁽⁴⁸⁾.

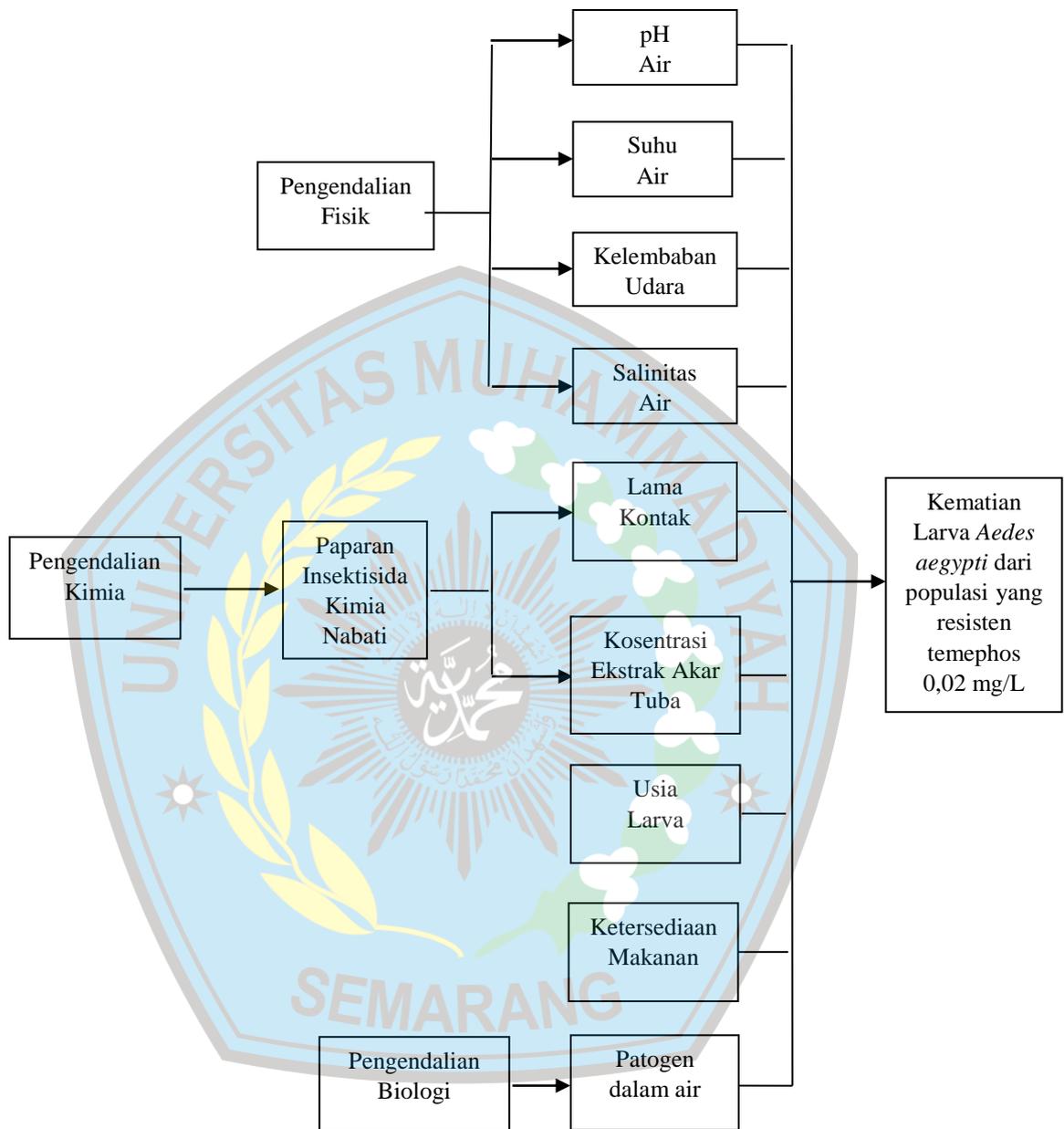
D. Metode Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai ⁽⁹⁴⁾. Ekstraksi dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu metode maserasi, soxhlet, perkolasi, reflux dan destilasi uap ^(49, 94, 95). Sifat zat aktif yang terkandung dalam bahan

mempengaruhi metode ekstraksi dan pelarut yang dipilih ⁽⁹⁵⁾. Ekstraksi yang dipilih pada ekstraksi akar tuba adalah ekstraksi maserasi. Keuntungan dari metode maserasi adalah proses ekstraksi yang menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil ⁽⁹⁴⁾. Senyawa yang paling banyak terdapat pada bagian akar tuba yaitu rotenone. Senyawa rotenone dapat larut dalam pelarut polar sehingga pelarut yang digunakan dalam ekstraksi akar tuba adalah pelarut metanol ⁽⁹³⁾.

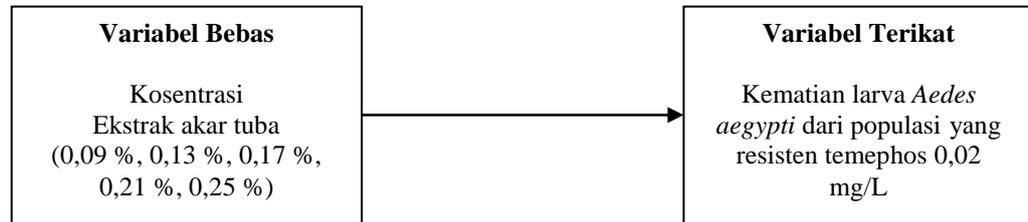


E. Kerangka Teori



Gambar 2.8 Kerangka Teori

F. Kerangka Konsep



Gambar 2.9 Kerangka Konsep

Kematian larva dapat dipengaruhi pH air, suhu air, kelembaban udara, salinitas air dan pathogen dalam air. Namun, dalam penelitian ini di kendalikan oleh peneliti dengan cara dibatasi pada pH air 4 -10, suhu air 25°C -28 °C, kelembaban udara 65-85 % dan pathogen yang terdapat dalam air dikendalikan dengan menggunakan aquadest^(63, 64).

G. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

“Ada pengaruh kosentrasi larvasida ekstrak akar tuba (*Derris elliptica* (Wall.) Benth.) 0,09 %, 0,13 %, 0,17 %, 0,21 %, 0,25 % terhadap kematian larva *Aedes aegypti* dari populasi yang resisten temephos 0,02 mg/L”