

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nyamuk Aedes Sp

Virus dengue yang menyebabkan demam berdarah ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* yang awalnya terinfeksi virus tersebut. Nyamuk lebih kecil dari nyamuk rumah (*Culex quinquefasciatus*) (Fahri, 2022).

2.2.1 Klasifikasi Nyamuk Aedes Sp

Urutan klasifikasi nyamuk *Aedes Sp* yaitu sebagai berikut menurut (Fahri (2022) yakni sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Philum : Antrophoda

Sub Philum : Mandibulata

Kelas : Insecta

Ordo : Diptera

Subordo : Nematocera

Familia : Culicidae

Subfamily : Culicinae

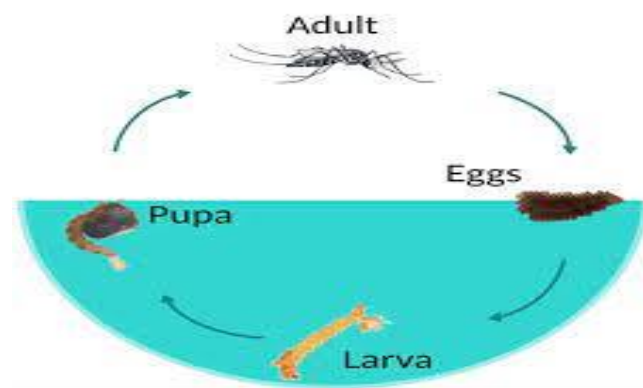
Tribus : Culicini

Genus : Aedes

2.2.2 Siklus dan Morfologi Nyamuk Aedes sp

Mirip dengan spesies nyamuk lainnya, *Aedes aegypti sp.* mengalami proses metamorfosis sempurna yang meliputi tahap telur, larva (nimfa),

pupa, dan dewasa. Air adalah rumah bagi tahap telur, larva, dan pupa. telur tersebut terendam air dan biasanya menetas menjadi larva dalam waktu sekitar dua hari. Tahap pupa kemudian memakan waktu 2 hingga 4 hari. Nyamuk membutuhkan waktu 9 hingga 10 hari untuk menyelesaikan metamorfosisnya dari telur hingga dewasa. Nyamuk betina mempunyai umur 2 sampai 3 bulan.



Gambar 2.1 Siklus hidup nyamuk *Aedes Sp*

Sumber: <https://kemika.co.id/article/berapa-lama-siklus-hidup-nyamuk/>

a. Stadium telur

Panjang telur *Aedes aegypti* yang berbentuk lonjong kira-kira 0,80 mm dan berat 0,0113 mg. Telur *Aedes aegypti* ketika baru menetas berwarna putih, berubah menjadi abu-abu setelah 15 menit, dan menjadi hitam setelah 40 menit. (Aji et al.,2022). telur *Aedes aegypti* ditemukan secara tunggal di atas atau sedikit di bawah permukaan air dengan jarak $\pm 2,5$ cm dari dinding tempat perkembangbiakannya. Sekitar 85% telur

menempel di dinding, sedangkan 15% sisanya jatuh ke air. Nyamuk betina bertelur sekitar 100 hingga 400 telur setiap kali bertelur. Tempat yang ideal bagi nyamuk *Aedes aegypti* untuk bertelur adalah di perairan yang bersih dan tergenang serta tidak pernah dihuni oleh spesies lain (Hebert et al.,2023).

Telur biasanya diletakkan oleh nyamuk *genus Aedes* pada suhu 20-30°C. Telur menetas dalam waktu 1 sampai 3 hari pada suhu 30°C, namun membutuhkan waktu 7 hari pada suhu 16°C. Bila telur *Aedes aegypti* terendam air, kurang lebih 80% akan menetas pada hari pertama dan 95% akan menetas pada hari kedua. Dalam kondisi kering, telur bisa disimpan hingga satu bulan. Umumnya nyamuk jantan menetas dan menjadi dewasa lebih awal dibandingkan nyamuk betina. Suhu, cahaya, kelembapan, nilai pH air tempat telur diletakkan, dan laju pembuahan telur itu sendiri merupakan beberapa variabel yang mempengaruhi kemampuan telur untuk menetas.(Aji et al.,2022).

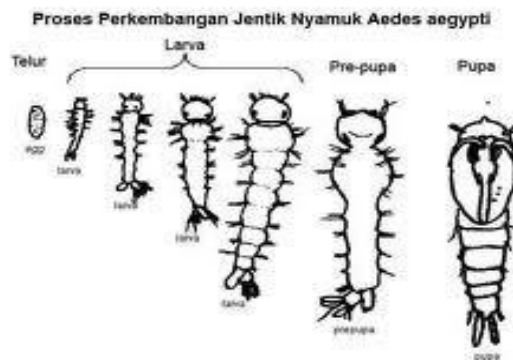
b. Stadium larva

Larva *Aedes aegypti sp* menjalani empat atau empat tahapan. Yaitu :

- 1) Larva instar pertama mempunyai tubuh yang sangat kecil dan transparan, panjang 1-2 mm. Corong pernapasan dan siphon belum berwarna gelap, dan duri dada belum terlihat jelas.
- 2) Larva instar kedua memperlihatkan ukuran yang membesar antara 2,5 hingga 3,9 mm, dengan duri dada tidak jelas dan saluran pernapasan berwarna hitam.

3) Larva instar ketiga panjangnya kira-kira 115 mm, mempunyai corong pernafasan berwarna coklat tua, dan mulai memperlihatkan duri dada yang transparan.

4) Larva instar keempat mempunyai anatomi yang berkembang sempurna dan jelas, terdiri dari tiga bagian utama: perut, dada, dan kepala (Aji et al.,2022).



Gambar 2.2 Bentuk larva/jentik nyamuk Aedes Sp

Sumber:<https://jagalan.semarangkota.go.id/berita/penyuluhan-sarangnyamuk>

c. Stadium pupa

Tahap pupa sering juga disebut tahap kepompong. Bentuk badan boneka berupa garis lengkung menyerupai koma. Dua bagian utama tubuh boneka adalah perut dan *cephalothorax* (menyatu kepala dan dada). *Cephalothorax* lebih besar dari perut. Permukaan punggung *cephalothorax* mempunyai sepasang tabung pernafasan yang disebut terompet udara atau terompet pernafasan yang menonjol di atas permukaan air untuk bernafas. Saluran pernapasan *subfamili Culicinae*

panjang dan ramping dengan ujung terbuka sempit. Di ujung perut terdapat sepasang dayung (dayung) yang digunakan untuk berenang. (Hebert et al.,2023).

d. Nyamuk dewasa

Tahap dewasa Ada 3 bagian tubuh primer nyamuk *Aedes sp*: perut, dada, & kepala (*cephal*). Ada 2 jenis kelamin nyamuk yg berbeda: jantan & betina. Dibandingkan menggunakan nyamuk jantan, nyamuk betina mempunyai tubuh yg lebih besar.

a) Bagian kepala (*cephal*)

Kepala nyamuk agak membulat dan mempunyai mata majemuk. Mulutnya memiliki sepasang belalai di tengahnya. Belalai mempunyai fungsi menusuk, merobek, dan menghisap darah. Struktur belalai yang digambarkan terdiri dari bibir, hidung bagian bawah, rahang bawah, dan rahang atas. Pada sisi kiri dan kanan belalai, atau pada ruang antara-antena, terdapat dua pasang palpebra yang masing-masing mempunyai lima ruas. Telapak tangan dapat mengukur tingkat kelembapan dan karbon dioksida. Terdapat sepasang antena berbentuk benang (15 ruas) di setiap sisi telapak tangan, dan nyamuk jantan dan betina memiliki bulu yang berbeda (ini merupakan alat untuk mengidentifikasi jenis kelamin nyamuk). Nyamuk jantan mempunyai bulu yang panjang dan tebal (seperti bulu). Sebaliknya, bulu nyamuk betina lebih pendek, tipis, jarang, dan kurang lebat (berbulu).

b) *Thorax* (dada)

Thoraks atau dada nyamuk berbentuk lonjong dan memanjang. Dada ini mempunyai tiga pasang kaki dan dua sayap. Dilihat dari atas, struktur *toraks* terdiri dari lempeng *protoraks*, *fossa skrotum*, sudut *skrotum*, daerah gigi seri, dan *supraregion*. Bagian tengah depan dada mempunyai ujung rambut yang memanjang ke bagian belakang, atau daerah anterior perut. Struktur dada penting lainnya yang dilihat dari samping adalah *scutellum*, yang terdiri dari tiga lengkungan atau lobus. Dada juga memiliki sepasang sayap besar dan sepasang sayap dasar yang disebut halter, yang digunakan untuk menjaga keseimbangan. Morfologi sayap terdiri dari vena kosta, subkostal dan 6, vena 1, 3 dan 6 tidak bercabang, namun vena 2, 4 dan 5 tidak bercabang. Setiap bagian dada mempunyai tiga pasang kaki panjang: kaki depan, tengah, dan belakang.

c) Perut (*Abdomen*)

Perut nyamuk berbentuk panjang dan silindris terdiri dari 10 bagian. segmen 8, 9, dan 10 telah digabungkan. Pada nyamuk betina, tepi perutnya runcing dan perutnya lebih panjang.

2.2.3 Bionomik Nyamuk *Aedes Sp*

Bionomik adalah menyangkut perilaku nyamuk seperti lokasi perkembangbiakan, pola gigitan, dan jarak terbang.

a. Tempat Perkembangbiakan

Air yang ditampung dalam wadah atau wadah merupakan tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes*. Baik di dalam maupun di luar rumah, serta di tempat umum. Berikut kategori habitat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti*:

- 1) Penyimpanan air untuk keperluan sehari-hari meliputi ember, bak mandi/toilet, tangki penyimpanan dan tong.
- 2) Wadah air yang tidak digunakan sehari-hari, seperti: barang bekas (ban, kaleng, botol, plastik, dll) tempat makan burung, vas bunga, perangkap semut, saluran air. Lemari es dan dispenser.
- 3) Sumber air alami seperti potongan bambu, batang pisang, lubang pohon, lubang batu, pelepah daun, batok kelapa, batok coklat/karet, dan lain-lain. (Wahyuni, 2021).

b. Kebiasaan menggigit

Nyamuk *Aedes* jantan tidak meminum darah, tetapi memakan sari tumbuhan dan madu. Nyamuk *Aedes aegypti* betina menyengat dan menghisap darah untuk melepaskan hormon yang diperlukan untuk ovulasi. Nyamuk betina menghisap darah manusia, Perilaku ini disebut antropofilik. Agar telur dapat menetas, mereka membutuhkan darah untuk proses pematangannya. Rata-rata telur membutuhkan waktu 3 hingga 4 hari untuk berkembang sejak nyamuk menghisap darah hingga telur tersebut dilepaskan. Istilah "siklus gonotropik" mengacu pada periode ini. *Aedes aegypti* biasanya menggigit dari pagi hingga sore hari, dengan

periode puncak antara pukul 09.00-10.00 hingga pukul 16.00-17.00.

Kebiasaan *Aedes aegypti* adalah menghisap darah berulang kali.

(Wahyuni, 2021).

c. Jangkauan terbang

Nyamuk *Aedes* betina dapat terbang hingga 40 meter, tetapi juga dapat terbang lebih jauh secara pasif dengan terbawa angin atau kendaraan. Nyamuk *Aedes* umumnya ditemukan di daerah tropis dan subtropis. Di Indonesia, nyamuk ini banyak ditemukan di rumah-rumah dan tempat-tempat umum. Nyamuk *Aedes aegypti* dapat bertahan hidup dan berkembang biak hingga sekitar 1.000 meter di atas permukaan laut.

(Wahyuni, 2021).

2.2.4 Faktor lingkungan fisik yang mempengaruhi nyamuk *Aedes Sp*

a. Suhu udara

Suhu merupakan faktor lingkungan yang penting dalam proses perkembangbiakan nyamuk. Nyamuk merupakan hewan berdarah dingin, sehingga suhu lingkungan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap siklus hidupnya. Kisaran suhu rata-rata optimal untuk perkembangbiakan nyamuk adalah antara 25°C dan 27°C, dan perkembangbiakan nyamuk berhenti sepenuhnya pada suhu 40°C. (Lesmana & Halim, 2020).

b. Kelembaban udara

Kelembaban berpengaruh pada nyamuk karena berhubungan dengan pernafasannya. Nyamuk bernapas menggunakan pipa udara (trakea) yang terletak di lubang dinding tubuh mereka, yang dikenal sebagai

spirakel. Spirakel sangat rentan terhadap kelembapan lingkungan. Nyamuk yang mengalami kelembapan lingkungan yang rendah akan kehilangan cairan tubuh karena berkurangnya penguapan air dari tubuhnya. (Dinata dalam Ashar, 2022). Kelembapan 60% adalah batas minimum yang memungkinkan nyamuk untuk bertahan hidup. Umur nyamuk akan berkurang jika kelembapan di bawah 60%. Pada kelembapan yang tinggi (di atas 80%), umur nyamuk lebih panjang. (Herawati dalam Ashar, 2022).

2.2.5 Peran Nyamuk *Aedes Sp* Sebagai Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)

Virus *dengue* merupakan *arbovirus* dari genus *dari famili Flaviviridae* dengan diameter 35 hingga 45 nm dan menyebabkan penyakit demam berdarah *dengue* (DBD). Vektor utama penyakit demam berdarah adalah *Aedes aegypti*, dan *Aedes aegypti* berperan sebagai vektor pendukung. Ada dua cara virus demam berdarah bertahan hidup di alam liar. Salah satunya melalui kontak seksual antara nyamuk jantan dan betina, dan yang lainnya melalui penularan vertikal, dimana nyamuk betina menularkan virus ke telurnya, tempat telur-telur baru dihasilkan. Nyamuk akan muncul. Kedua, terjadi melalui penularan horizontal, dimana virus menyebar dari vertebrata ke nyamuk dan sebaliknya. Ketika nyamuk pembawa virus demam berdarah menggigit seseorang, orang tersebut akan tertular virus tersebut. Begitu berada di perut nyamuk, virus bereplikasi dan berpindah, akhirnya memasuki kelenjar ludah. Virus masuk ke dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk yang menembus

kulit. Setelah empat hari, virus menyebar dengan cepat. Jika jumlahnya cukup tinggi, virus akan masuk ke aliran darah dan menyebabkan gejala demam pada orang yang terinfeksi. Setelah virus mampu masuk ke dalam tubuh nyamuk dan berkembang biak, nyamuk generasi berikutnya dapat menularkan virus tersebut kepada orang yang rentan melalui gigitan, gigitan, dan penghisapan darah. Virus harus berkembang biak di dalam tubuh nyamuk selama 8 sampai 10 hari (Inkubasi ekstrinsik) sebelum dapat menginfeksi orang lain melalui gigitan atau darah. Suhu lingkungan menentukan durasi inkubasi ekstrinsik berlangsung (Hikmawa & Huda, 2021).

2.2 Pengendalian vektor

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 50 Tahun 2017, pengendalian vektor adalah upaya untuk mengurangi populasi vektor di suatu lokasi sampai pada tingkat di mana lokasi tersebut tidak lagi menimbulkan ancaman penularan penyakit.

Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) 3M Plus merupakan salah satu upaya pencegahan penyakit demam berdarah *dengue* (DBD). Direktorat Jenderal Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, PPM-PLP menyatakan, cara yang paling efektif dan tepat untuk mencegah dan memberantas penyakit demam berdarah adalah dengan menggunakan PSN 3M (Menguras, menutup, dan memanfaatkan kembali barang bekas). Pemberantasan sarang nyamuk bertujuan untuk mengendalikan populasi *Aedes aegypti* di daerah perkembangbiakannya. (Kurniawati et al., 2020).

Tujuan pengendalian vektor yaitu :

- Memutus rantai penularan penyakit
- Mengurangi risiko wabah dengan menekan populasi nyamuk hingga tingkat aman
- Meningkatkan kesadaran masyarakat untuk hidup sehat dan bersih.

2.3 Hakikat Pengembangan

Menurut Sugiyono (2012:171), pengembangan ini adalah metode penelitian untuk menyelidiki produksi produk tertentu dan efektivitas suatu produk., Dengan kata lain, menghasilkan produk tertentu membutuhkan analisis yang diperlukan dan efektivitas produk.

Menurut Punaji setvosari (2013:222), Pengembangan adalah proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Studi ini mengikuti langkah dalam siklus. Langkah penelitian atau proses pengembangan ini terdiri dari penelitian tentang pengembangan produk dan implementasi uji lapangan berdasarkan latar belakang produk dan pengembangan produk di mana hasil tes lapangan dimodifikasi.

Menurut Saputron (2017:8), Penelitian dan Pengembangan (RND) adalah metode penelitian untuk menciptakan produk di bidang tertentu yang ditentukan oleh produk dan memiliki efektivitas produk..

Dari berbagai pendapat para ahli tersebut, peneliti dapat menyimpulkan bahwa pengembangan memiliki suatu alur, proses, cara

dalam membuat sesuatu bahkan lebih canggih, baik, sempurna, dan tentu saja berguna.

2.1.1 Konsep Model-Model Penelitian Pengembangan

Menurut Nadler (2011:12), Model yang baik adalah model yang membantu pengguna memahami dan memahami proses secara dasar dan komprehensif. Selanjutnya, ia menjelaskan keunggulan model, karena dapat menjelaskan beberapa aspek perilaku dan interaksi manusia. Model dapat mengintegrasikan semua pengetahuan tentang pengamatan dan penelitian, model dapat menyederhanakan proses yang kompleks, dan model dapat digunakan sebagai pedoman untuk menerapkan kegiatan.

Menurut Zainal Abidin (2012:137), Model atau konstruksi adalah tinjauan teoritis konsep dasar dalam pengembangan kurikulum. Model ini adalah tinjauan teoritis dari seluruh kurikulum, atau tinjauan parsial dari kurikulum.

Menurut Maydiantoro (2021:3) Research and Development merupakan metode penelitian untuk mengembangkan dan menguji produk nantinya yang akan dikembangkan terutama dalam dunia Pendidikan sebagai acuan penelitian Research and Development.

Dalam penelitian pengembangan dikenal sebuah model yang disebut ADDIE. Model ini merupakan kerangka desain pembelajaran yang didasarkan pada pendekatan sistematis yang efektif dan efisien, dengan proses yang bersifat interaktif serta disertai evaluasi di setiap tahapnya

untuk perbaikan tahap berikutnya. Model ADDIE terdiri dari lima tahap utama, yaitu:



Gambar 2.3 Model Pengembangan ADDIE

a. Tahap Analisis

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah tahap analisis, yang berfungsi untuk mengumpulkan berbagai informasi penting sebagai landasan dalam merancang produk atau media yang akan dikembangkan. Beberapa jenis analisis yang dilakukan pada tahap ini dijabarkan sebagai berikut:

1) Analisis Masalah

Tahap pertama dalam proses analisis adalah analisis masalah, yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami permasalahan yang dihadapi dalam upaya pemberantasan jentik nyamuk. Permasalahan ini terutama muncul di wilayah yang mengalami keterbatasan akses terhadap air bersih, sehingga upaya pemberantasannya masih belum optimal dan efektif.

2) Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi apa saja yang dibutuhkan oleh masyarakat, khususnya terkait alat yang dapat membantu mengurangi laju perkembangbiakan nyamuk.

b. Tahap Desain

Tahap kedua dalam pembuatan alat adalah tahap perancangan atau desain. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan sebelumnya, langkah selanjutnya adalah merancang alat yang mampu menyedot jentik nyamuk dengan cepat dan efisien, tanpa harus membuang-buang air.

1. Mencari ide produk

Langkah awal dalam tahap desain adalah mencari ide serta referensi produk. Pada tahap pencarian ide ini, fokus diarahkan pada permasalahan yang sering dihadapi masyarakat, yaitu kesulitan dalam membasmi jentik nyamuk di bak penampungan air karena harus menguras seluruh air di dalamnya.

2. Mengurai masalah

Setelah ide berhasil ditemukan, langkah selanjutnya adalah tahap penguraian masalah. Pada tahap ini, masalah yang telah diidentifikasi dijabarkan lebih lanjut, kemudian dicari solusi yang tepat untuk mengatasinya.

3. Membuat desain produk

Desain produk perlu memprioritaskan tampilan dan fungsi dari alat itu sendiri. Dalam proses pembuatan alat penyedot larva,

diperlukan rancangan awal yang akan menjadi acuan dalam pengembangan desain selanjutnya.

c. Tahap Pengembangan

Tahap berikutnya adalah tahap pengembangan atau development, di mana pada tahap ini dilakukan proses pengembangan terhadap alat penyedot jentik nyamuk. Proses ini melibatkan beberapa langkah utama, antara lain:

1.) Penetapan Desain Produk

Setelah desain awal dirancang, langkah selanjutnya adalah menetapkan desain tersebut sebagai dasar pembuatan alat yang berfungsi sebagai alat bantu untuk menangkap jentik nyamuk.

2.) Pembuatan Produk

Berdasarkan desain yang telah ditetapkan, dilakukan proses pembuatan prototipe awal dari alat penyedot larva.

3.) Revisi Produk

Setelah produk awal dievaluasi, dilakukan revisi dengan memperbaiki kekurangan serta menambahkan komponen atau fitur yang belum ada pada versi sebelumnya, agar alat menjadi lebih efektif dan optimal.

d. Tahap Implementasi

Tahap implementasi merupakan langkah konkret dalam penerapan penggunaan alat penyedot larva. Namun, karena uji coba tidak dapat dilakukan secara langsung, maka proses penilaian dilakukan dengan

mengikuti regulasi dan prosedur yang sesuai dengan metode penelitian yang berlaku. Penilaian ini dilaksanakan oleh ahli, yang terdiri dari ahli materi dan ahli media, untuk mengevaluasi kelayakan alat yang telah dikembangkan.

e. Tahap Evaluasi

Setelah melalui tahap analisis, desain, pembuatan, dan implementasi, langkah selanjutnya adalah tahap evaluasi. Tahap ini bertujuan untuk menilai sejauh mana perkembangan alat, mengidentifikasi masalah yang muncul, mengukur efisiensi alat, serta memberikan umpan balik yang diperlukan untuk memperbaiki kekurangan dalam proses pengembangan alat penyedot larva. Berikut adalah tahapan dalam evaluasi:

1.) Pengumpulan Data Evaluasi

Data yang diperoleh dari hasil evaluasi dikumpulkan untuk menjadi pedoman dalam pengembangan alat penyedot larva. Data ini berfungsi sebagai acuan untuk menentukan apakah alat tersebut layak digunakan atau tidak.

2.) Hasil Evaluasi

Setelah evaluasi dilakukan, hasilnya ditinjau kembali untuk memastikan apakah masih terdapat kekurangan dalam alat yang telah dikembangkan. Jika sudah tidak ada lagi perbaikan yang diperlukan, maka alat penyedot larva dapat dikatakan siap digunakan untuk pemberantasan jentik nyamuk.

2.4 Sensor photointerruptor

Sensor photointerruptor adalah komponen elektronik berbasis optik yang memanfaatkan pemutusan sinar cahaya antara pemancar dan penerima untuk mendeteksi objek. Sebagai bagian dari inovasi alat *Larva suction device*, sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi dan menghitung jentik nyamuk yang melewati jalur tertentu di dalam alat ini. Penggunaan sensor photointerrupter pada perangkat seluler *Larva suction device* merupakan inovasi efektif untuk deteksi dan penghitungan jentik nyamuk secara otomatis. Dengan teknologi ini, alat *Larva suction device* tidak hanya meningkatkan efisiensi surveilans vektor, namun juga menyediakan data *real-time* yang akurat untuk mendukung program pengendalian penyakit berbasis vektor (Horowitz, P., & Hill, W. (2015).

Komponen utama pada sensor photointerruptor yaitu :

1. Sumber cahaya (emitor): Yaitu LED inframerah (IR) yang memancarkan sinar cahaya.
2. Detektor cahaya (receiver): Dapat berupa photointerruptor atau photodiode yang mendeteksi intensitas cahaya dari suatu sumber cahaya.
3. Housing atau Frame : Struktur fisik yang menjaga LED pemancar dan penerima cahaya tetap sejajar. Biasanya berbentuk celah (slot) untuk memungkinkan objek lewat dan menghalangi sinar.
4. Resistor Pembatas Arus : Untuk mengatur arus pada LED pemancar agar tidak berlebihan.

5. Amplifier atau Komparator (Opsional) : Beberapa modul photointerrupter memiliki penguat atau komparator bawaan untuk menghasilkan sinyal digital (high/low) yang siap digunakan oleh mikrokontroler.
6. Konektor atau Pin : Digunakan untuk menghubungkan modul ke mikrokontroler atau rangkaian lain. Pin biasanya mencakup VCC, GND, dan OUT (sinyal keluaran).
7. PCB Modul : Papan sirkuit cetak tempat komponen-komponen photointerrupter dipasang, sering kali dengan tambahan jalur untuk penyolderan atau konektor.

Dan adapun prinsip kerja sensor Photointerruptor yaitu :

1. Dalam kondisi normal (tidak ada objek):
 - Cahaya inframerah dari emitter melewati celah
 - Receiver mendeteksi cahaya dan menghasilkan sinyal listrik (biasanya menyala) yang menunjukkan bahwa tidak ada gangguan pada jalur optik.
2. Ketika ada objek melintas:
 - Sebuah objek menghalangi jalur cahaya antara emitter dan receiver.
 - Receiver tidak menerima cahaya, sinyal listrik berubah (biasanya mati) untuk menunjukkan adanya gangguan. (Sedra, A. S., & Smith, K. C. (2015).

2.5 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang dikembangkan pada *platform open-source* Arduino. Mikrokontroler ini bertujuan untuk menyederhanakan proses pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem tertanam (embedded systems). Arduino Uno memiliki 14 pin digital dan 6 pin analog, dan dilengkapi dengan antarmuka komunikasi seperti USB, yang dapat memudahkan proses pemrograman menggunakan Arduino Integrated Development Environment (IDE) (Banjie dan Shiro, 2020).

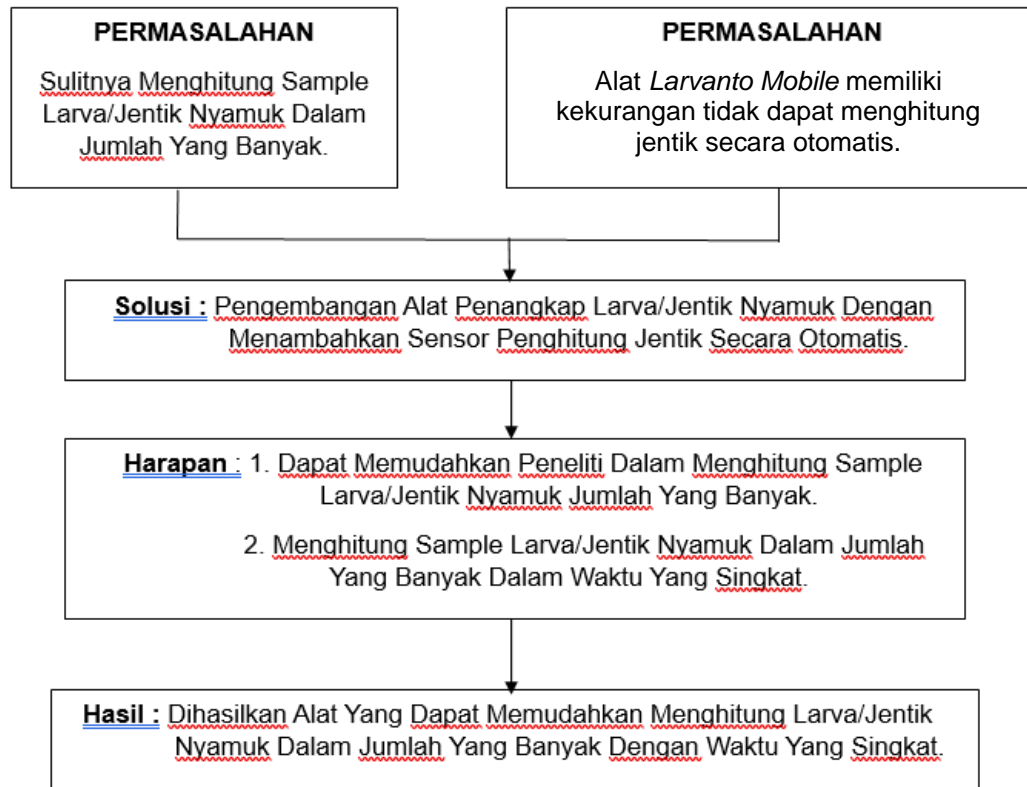
Adapun keunggulan penggunaan Arduino uno yaitu:

Pemrograman mudah: Arduino menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++ yang disederhanakan melalui Arduino IDE.

- a. Sumber Terbuka: Desain perangkat keras dan perangkat lunak dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan pengguna.
- b. Harganya terjangkau: Harga Arduino Uno sangat terjangkau, membuatnya terjangkau bahkan untuk pelajar dan pengembang pemula.

Kompatibilitas tinggi: mendukung berbagai sensor, aktuator, dan modul tambahan, seperti Wifi, Bluetooth.

2.6 Kerangka Pikir



Gambar 2.4 Kerangka Pikir Penelitian

