

## BAB II

### TINJUAN PUSTAKA

#### A. Nyamuk *Aedes Aegypti*

##### 1. Taksonomi Nyamuk *Aedes aegypti*

Kedudukan nyamuk *Aedes aegypti* dalam klasifikasi hewan adalah sebagai berikut:

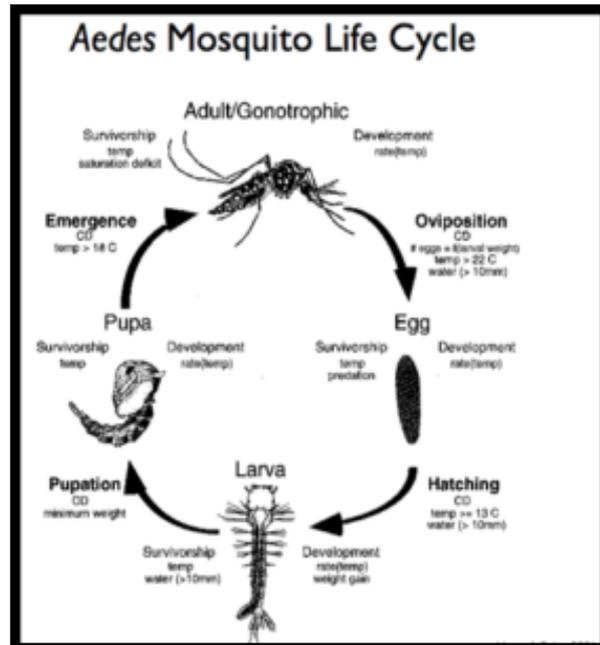
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Hexapoda
Ordo	: Diptera
Sub Ordo	: Nematocera
Famili	: Culicidae
Sub famili	: Culicinae
Genus	: Aedes
Spesies	: <i>Aedes aegypti</i> (Sucipto, 2011)

##### 2. Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa memiliki ukuran sedang dengan tubuh berwarna hitam kecoklatan. Tubuh dan tungkainya ditutupi sisik dengan gari-garis putih keperakan. Bagian punggung (dorsal) tubuhnya tampak dua garis melengkung vertikal di bagian kiri dan kanan yang menjadi ciri dari spesies ini. Sisik-sisik pada tubuh nyamuk pada umumnya mudah rontok atau terlepas sehingga menyulitkan identifikasi pada nyamuk dewasa (Purnama,2015).

Ukuran dan warna nyamuk *Aedes aegypti* kerap berbeda antar populasi, tergantung dari kondisi lingkungan dan nutrisi yang diperoleh nyamuk selama perkembangan. Nyamuk jantan dan betina tidak memiliki perbedaan dalam hal ukuran, nyamuk jantan yang umumnya lebih kecil dari betina dan terdapat rambut-rambut tebal pada antena nyamuk jantan. Kedua ciri ini dapat diamati dengan mata telanjang (Purnama,2015).

### 3. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*



**Gambar 2.1 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti***  
(Sumber: Valdovinos, 2008)

Siklus hidup *Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna yaitu dari telur kemudian menetas menjadi jentik (larva) kemudian berkembang menjadi pupa dan selanjutnya menjadi nyamuk dewasa. Perkembangan dari telur sampai menjadi nyamuk tersebut membutuhkan waktu kurang lebih 9-10 hari (Kemenkes 2016). Stadium telur, larva dan pupa hidup di dalam air sedangkan stadium dewasa hidup di udara (Sucipto, 2011)

#### a. Stadium Telur

Telur berwarna hitam dengan ukuran  $\pm 0.80$  mm, berbentuk oval yang mengapung satu persatu pada permukaan air yang jernih, atau menempel pada dinding tempat penampung air. Jumlah telur nyamuk *Aedes aegypti* kurang lebih sebanyak 100-200 butir setiap kali bertelur. Telur ini dapat menempel di tempat yang kering (tanpa air) dan dapat bertahan sampai 6 bulan. Saat terendam air lagi telur akan menetas (Kemenkes, 2016).

*Aedes aegypti* betina dalam satu siklus gonotropik (waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan perkembangan telur mulai dari nyamuk menghisap darah sampai telur dikeluarkan) meletakkan telur di beberapa tempat perindukan. Masa perkembangan embrio selama 48 jam pada lingkungan yang hangat dan lembab. Setelah perkembangan embrio sempurna, telur dapat bertahan pada keadaan kering dalam waktu yang lama (lebih dari satu tahun). Telur menetas bila wadah tergenang air, namun tidak semua telur menetas pada saat yang bersamaan. Kemampuan telur bertahan dalam keadaan kering membantu kelangsungan hidup spesies selama kondisi iklim yang tidak menguntungkan (Purnama 2015).



Gambar 2.1 Telur *Aedes aegypti*  
(Sumber: CDC, 2011)

b. Stadium Larva

Setelah menetas, telur akan berkembang menjadi larva. Larva *Aedes aegypti* memiliki ciri-ciri yaitu adanya corong udara pada ruas terakhir pada *abdomen* tidak dijumpai adanya rambu-rambut berbentuk kipas (*palmate hairs*).

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

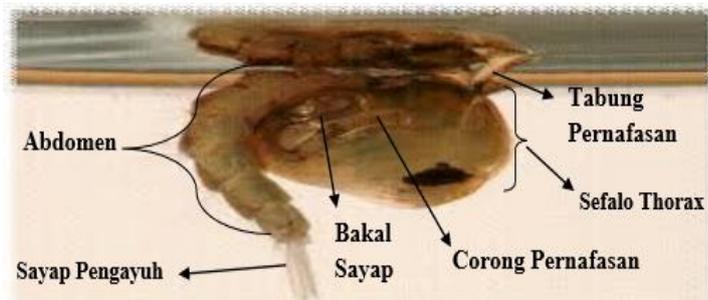
- 1) Instar I : berukuran paling kecil yaitu 1-2 mm
- 2) Instar II : 2-5 – 3,8 mm
- 3) Instar III : lebih besar sedikit dari larva instar II, 4-5 mm
- 4) Instar IV : berukuran paling besar 5-7 mm.

Larva instar I berusia 1-2 hari setelah telur menetas, instar II 2-3 hari, instar III 3-4 hari dan instar IV 4-6 hari. Pada corong udara (*siphon*) terdapat *pectin* serta sepasang rambut yang berjumbai. Pada setiap sisi *abdomen* segmen kedelapan ada *comb scale* sebanyak 8-21 atau berjejer 1-3. Bentuk individu dari *comb scale* seperti duri, pada sisi *thorax* terdapat duri yang panjang dengan bentuk kurva dan adanya sepasang rambut di kepala (Sucipto, 2011)

Larva nyamuk *Aedes aegypti* mempunyai ciri khas memiliki siphon yang pendek, besar dan berwarna hitam. Larva ini tubuhnya langsing, bergerak sangat lincah, bersifat fototaksis negatif dan pada waktu istirahat membentuk sudut hampir tegak lurus dengan permukaan air. Larva menuju ke permukaan air dalam waktu kira-kira setiap ½-1 menit, guna mendapatkan oksigen untuk bernapas. Larva nyamuk *Aedes aegypti* dapat berkembang selama 6-8 hari (Purnama 2015).

c. Stadium Pupa

Pupa nyamuk *Aedes aegypti* mempunyai bentuk tubuh bengkok, dengan bagian kepala dada (*cephalothorax*) lebih besar bila dibandingkan dengan bagian perutnya, sehingga tampak seperti tanda baca ‘koma’. Tahap pupa pada nyamuk *Aedes aegypti* umumnya berlangsung selama 2-4 hari. Saat nyamuk dewasa akan melengkapinya dalam cangkang pupa, pupa akan naik ke permukaan dan berbaring sejajar dengan permukaan air untuk persiapan munculnya nyamuk dewasa (Purnama,2015).



Gambar 2.2 Pupa  
(Sumber: CDC 2019)

d. Nyamuk Dewasa (Imago)

Nyamuk dewasa yang baru muncul akan beristirahat untuk periode singkat di atas permukaan air agar sayap-sayap dan badan mereka kering dan menguat sebelum akhirnya dapat terbang. 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 kawin dengan nyamuk betina yang muncul kemudian. Sesaat setelah muncul menjadi dewasa, nyamuk akan kawin dan nyamuk betina yang telah dibuahi akan mencari makan dalam waktu 24-36 jam kemudian. Umur nyamuk betinanya dapat mencapai 2-3 bulan (Purnama,2015).

*Aedes aegypti* dikenal juga sebagai *Tiger Mosquito* atau *Black White Mosquito*, karena tubuhnya mempunyai ciri khas berupa adanya garis-garis dan bercak putih keperakan di atas dasar warna hitam. Dua garis melengkung berwarna putih keperakan di kedua sisi lateral serta dua buah garis putih sejajar di garis median dari punggungnya yang berwarna dasar hitam (*lyre shaped marking*) (Purnama 2015).



Gambar 2.3 Nyamuk Dewasa *Aedes aegypti*  
(Sumber: CDC 2019)

Umur *Aedes aegypti* di alam bebas biasanya sekitar 10 hari. Umur 10 hari tersebut cukup untuk mengembangbiakkan virus dengue di dalam tubuh nyamuk tersebut. Di dalam laboratorium dengan suhu ruang 28°C, kelembaban udara 80% dan nyamuk diberi makan larutan gula 10% serta darah mencit, umur nyamuk dapat mencapai 2 bulan.

Umur nyamuk jantan lebih pendek dari nyamuk betina (Sukowati, 2010).

#### 4. Ciri-ciri *Aedes aegypti*

Menurut Sucipto (2011:46-48) Ciri-ciri *Aedes aegypti* sebagai berikut:

- a. Telur berwarna putih saat pertama dikeluarkan, lalu menjadi coklat kehitaman. Telur berbentuk oval, panjang kurang lebih 0,5 mm.
- b. *Aedes aegypti* bersifat antropofilik yaitu senang pada manusia, karbohidrat dan tumbuhan. Karbohidrat untuk energi yang digunakan untuk kehidupan sehari-hari sedangkan darah manusia untuk reproduksi.
- c. Nyamuk *Aedes aegypti* mempunyai kebiasaan mengigit berulang (multiple-biters) dan menggigit pada siang hari (day biting mosquito).
- d. Nyamuk betina menghisap darah pada umumnya tiga hari setelah kawin dan mulai bertelur pada hari ke enam. Dengan bertambahnya darah yang dihisap, bertambah pula telur yang di produksi.
- e. Dalam ruang gelap nyamuk beristirahat hinggap pada kain yang bergantung. Nyamuk tertarik oleh cahaya terang, pakaian dan adanya manusia.
- f. Perangsang jarak jauh karena bau dan zat-zat dan asam amino, suhu hangat dan lembab.
- g. Jumlah telur yang dikeluarkan sekali waktu berjumlah 100-400 butir.
- h. *Aedes aegypti* mempunyai *skutelum* trilobi, palpus pada betina lebih pendek dari pada *prosboscis*.
- i. Ujung abdomen nyamuk betina runcing, cerci menonjol, tubuh berwarna gelap.
- j. Sisik sayap sempit panjang dengan ujung runcing.
- k. Mempunyai gambaran pita putih seperti alat music (*lyre shape*).
- l. Telur *Aedes aegypti* pada suhu kamar yaitu 7,62°C dan 9,62°C, dari telur sampai menjadi nyamuk tergantung situasi lingkungan. Secara umum telur dilatakan pada dinding tandon air. Jika tidak ada genangan air telur akan bertahan beberapa minggu sampai beberapa bulan. Telur menetas menjadi larva dalam dua hari. Umur larva 7-9 hari. Larva *Aedes aegypti* mempunyai

sisir pada ruas ke-8 abdomen yang terdiri dari gigi-gigi yang bergerigi (duri lateral), kemudian menjadi pupa. Umur pupa dua hari lalu menjadi nyamuk. Umur nyamuk betina 8-15 hari, nyamuk jantan 3-6 hari.

## 5. Binomik Nyamuk *Aedes aegypti*

### a. Kebiasaan Menggigit (*feeding habit*)

Nyamuk *Aedes aegypti* jantan menghisap cairan tumbuhan atau sari bunga untuk keperluan hidupnya sedangkan nyamuk betina menghisap darah. Nyamuk betina ini lebih menyukai darah manusia dari pada hewan (bersifat *antropofilik*). Darah diperlukan untuk pematangan sel telur, agar dapat menetas. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan perkembangan telur mulai dari nyamuk menghisap darah sampai telur dikeluarkan, waktunya bervariasi antara 3-4 hari. Jangka waktu tersebut disebut dengan siklus *gonotropik* (Kemenkes, 2015). Nyamuk *Aedes aegypti* betina memiliki aktivitas menggigit dari pagi sampai petang dengan dua puncak waktu yaitu setelah matahari terbit pada pukul 08.00-10.00 dan sebelum matahari terbenam pukul 15.00-17.00 (Sukowati, 2010)

### b. Tempat Peristirahatan (*resting places*)

Setelah menghisap darah, nyamuk ini hinggap (beristirahat) di dalam atau di luar rumah berdekatan dengan tempat perkembangbiakannya. Biasanya di tempat yang agak gelap dan lembab. Di tempat-tempat ini nyamuk menunggu proses pematangan telurnya. Setelah beristirahat dan proses pematangan telur selesai nyamuk betina akan meletakkan telurnya di atas permukaan air, kemudian telur menepi dan melekat pada dinding–dinding habitat perkembangbiakannya (Kemenkes, 2015).

### c. Jangkauan Terbang

Penyebaran nyamuk *Aedes aegypti* betina dewasa dipengaruhi oleh sejumlah faktor termasuk keberadaan tempat bertelur dan darah sebagai makanan, namun kelihatannya terbatas pada wilayah 100 meter dari tempat pupa menetas menjadi nyamuk dewasa. Walaupun demikian, penelitian terbaru di Puerto Rico menunjukkan bahwa nyamuk *Aedes aegypti* betina dewasa menyebar lebih dari 400 meter untuk mencari tempat bertelur. Penyebaran pasif nyamuk *Aedes aegypti* dewasa dapat terjadi melalui telur dan jentik dalam wadah (Kemenkes, 2015).

## B. Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue. Virus penyebab DHF/DSS adalah flavi virus yang terdiri dari 4 serotipe yaitu serotipe 1,2,3 dan 4 (dengue -1,-2,-3 dan -4). Virus ini ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* betina yang terinfeksi (Najmah,2016:171).

Demam Berdarah (DB) dan Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit demam akut yang dapat menyebabkan kematian dan didebabkan oleh empat serotipe virus dari genus *Flavivirus*, virus RNA dari keluarga Flaviviridae. Infeksi oleh satu serotipe virus dengue menyebabkan terjadinya kekebalan yang lama terhadap serotipe virus tersebut, dan kekebalan sementara dalam waktu pendek terhadap serotipe virus dengue lainnya. Pada waktu terjadi epidemi di dalam darah seorang penderita dapat beredar lebih dari satu srotipe virus dengue. Dengue ditularkan oleh genus *Aedes*, nyamuk yang tersebar luas di daerah tropis dan subtropis diseluruh dunia. Demam bengue juga disebut *Breakbone fever* dan merupakan penyakit virus yang ditularkan oleh nyamuk yang terpenting pada manusia (Soedarto, 2012)

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. yang ditandai dengan demam tinggi, manifestasi pendarahan, hematomegali,

dan tanda-tanda kegagalan sirkulasi sampai timbulnya renjatan sebagai akibat dari kebocoran plasma yang dapat menyebabkan kematian (Sucipto, 2011).

Demam Berdarah Dengue (DBD) dibagi menjadi empat derajat yaitu sebagai berikut (WHO, 2000 dalam Sucipto, 2011):

1. Derajat I : Demam disertai gejala tidak khas, hanya terdapat manifestasi perdarahan paling ringan yaitu tes torniquet yang positif.
2. Derajat II : Seperti derajat I disertai pendarahan spontan dikulit dan perdarahan lain.
3. Derajat III : Ditemukan kegagalan sirkulasi darah dengan adanya nadi cepat dan lemah, tekanan nadi menurun (kurang dari 20 mmHg) atau hipotensi disertai kulit yang dingin dan lembab serta gelisah.
4. Derajat IV : Renjatan berat dengan nadi tak teraba dan tekanan darah yang tidak dapat diukur.

Terdapat tiga faktor yang memegang peranan pada penularan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) yaitu manusia, virus dan vektor perantara. Vektor utama DBD di Indonesia adalah nyamuk *Aedes aegypti*. dan *Aedes albopictus* sebagai vektor sekunder. Aedes tersebut mengandung virus dengue pada saat menghisap darah manusia yang sedang mengalami viremia. Viremia adalah keadaan dimana di dalam darah ditemukan virus. Kemudian virus yang berada di kelenjar liur bereplikasi dalam waktu 8–10 hari (*extrinsic incubation period*) sebelum dapat ditularkan kembali pada manusia pada saat gigitan berikutnya (Sukowati, 2010).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1479/MENKES/SK/X/2003 tentang Pedoman Penyelenggaraan Sistem Surveilans Epidemiologi Penyakit Menular Dan Penyakit Tidak Menular Terpadu, demam Berdarah Dengue (DBD) ditandai dengan ciri-ciri demam tinggi mendadak 2-7 hari tanpa penyebab yang jelas terdapat tanda-tanda perdarahan (bintik-bintik merah/ptekie, mimisan perdarahan pada gusi, muntah/berak darah) ada perbesaran hati dan dapat timbul syok (pasien gelisah, nadi cepat dan lemah, kaki tangan dingin, kulit lembab, kesadaran

menurun, pemeriksaan laboratorium terdapat hemokonsentrasi (peningkatan hematocrit 20%) dan trombositopeni (trombosit  $<100.000/mm^3$ ).

### C. Pengendalian Vektor

Pengendalian vektor adalah semua usaha yang dilakukan untuk menurunkan atau menekan populasi vektor pada tingkat yang tidak membahayakan kesehatan masyarakat. Menurut buku *parasitology* kedokteran FKUI (Hoedjo dan Zulhasril, 2013), secara garis besar pengendalian vektor nyamuk dibagi menjadi pengendalian alami dan buatan. Pengendalian buatan terdiri dari pengendalian kimiawi, pengendalian lingkungan, pengendalian mekanik, pengendalian fisik, pengendalian biologik, pengendalian genetika.

#### 1. Pengendalian Alami

Berbagai faktor ekologi berperan dalam pengendalian vektor secara alami, yaitu :

- a. Adanya gunung, laut, danau, dan sungai merupakan rintangan bagi penyebaran serangga.
- b. Ketidak mampuan beberapa spesies serangga untuk mempertahankan hidup diketinggian tertentu dari permukaan laut.
- c. Perubahan musim, iklim yang panas, udara kering, curah hujan, dan angin besar dapat menimbulkan gangguan pada beberapa spesies serangga.
- d. Adanya burung, katak, cicak, dan binatang lain yang menjadi pemangsa serangga.
- e. Penyakit serangga.

#### 2. Pengendalian Buatan

##### a. Pengendalian kimiawi

Pengendalian kimiawi adalah cara kimiawi yang dilakukan dengan senyawa atau bahan kimia untuk membunuh telur nyamuk, jentiknya, dan mengusir atau membunuh nyamuk supaya tidak menggigit. Kelebihan cara pengendalian ini ialah dapat dilakukan dengan segera, meliputi daerah yang luas, sehingga dapat menekan

populasi serangga dalam waktu yang singkat. Kekurangan cara pengendalian ini ialah hanya bersifat sementara, dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, kemungkinan timbulnya resistensi serangga terhadap insektisida dan mengakibatkan matinya beberapa pemangsa.

#### 1) Pengertian insektisida

Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh serangga khasiat insektisida untuk membunuh serangga sangat bergantung pada bentuk, cara masuk kedalam badan serangga, macam bahan kimia, konsentrasi dan dosis insektisida. (Sutanto,dkk, 2009).

Insektisida yang baik mempunyai sifat sebagai berikut :

1. Mempunyai daya bunuh yang besar dan cepat beserta tidak berbahaya bagi binatang vertebrata termasuk manusia dan ternak.
2. Murah harganya dan mudah di dapat jumlah yang besar
3. Mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar
4. Mudah di pergunakan dan dapat di campur dengan berbagai macam bahan pelarut
5. Tidak berwarna dan tidak berbau yang tidak menyenangkan

#### 1) Cara masuk insektisida (made of entry) dalam tubuh serangga

Cara masuk insektisida (made of entry) dalam tubuh serangga dibagi menjadi 3 yaitu:

##### a) Racun kontak (*stomach poisons*)

Insektisida masuk melalui eksoskelet kedalam badan serangga melalui tarsus pada waktu istirahat di permukaan yang mengandung residu insektisida. Racun kontak dipakai untuk memberantas serangga yang mempunyai mulut tusuk isap. (Sutanto,dkk,2009).

b) Racun perut (*contact poisons*)

Insektisida masuk kedalam tubuh serangga melalui mulut, sehingga harus dimakan. Serangga yang diberantas mempunyai bentuk mulut untuk menggigit, lekat isap, kerat isap dan bentuk mengisap (Sutanto,dkk,2009).

c) Racun pernafasan (*fumigants*)

Insektisida masuk kedalam tubuh serangga melalui sistem pernafasan (spirakel) dan melalui permukaan badan serangga. (Sutanto,dkk,2009).

Cara kerja insektisida (*mode of action*) dalam tubuh serangga menurut Sucipto (2011) mengemukakan bahwa cara kerja insektisida yang digunakan dalam pengendalian dibagi dalam 5 kelompok yaitu:

- a) Mempengaruhi sistem saraf,
- b) Menghambat produksi energi,
- c) Mempengaruhi system endokrin,
- d) Menghambat produksi kutikula,
- e) Menghambat keseimbangan air.

2) Jenis-jenis Insektisida

Secara umum insektisida yang banyak beredar dipasaran memiliki berbagai macam sediaan seperti lotion, spray, semprot/cair, elektrik dan bakar. Obat nyamuk yang dianggap paling efektif dan aman digunakan adalah lotion (31%), elektrik (30%), spray (15%) dan semprot (12%) (Wahyono, 2016). Obat nyamuk sediaan elektrik mulai banyak digunakan oleh masyarakat belakangan ini, obat nyamuk elektrik memiliki dua bentuk yaitu mat dan cair, obat nyamuk jenis ini memiliki beberapa keuntungan bebas asap, dapat digunakan dalam jangka waktu panjang sehingga dapat menghemat pengeluaran, ramah lingkungan karena tidak mengeluarkan zat berbahaya, dan

beraroma harum. Sediaan elektrik yang mulai populer di masyarakat adalah elektrik cair (*Liquid Vaporizer*).

Berdasarkan sifat kimianya insektisida diklasifikasikan dalam dua bagian yaitu anorganik dan organik. Insektisida anorganik sebagai berikut

a) Insektisida anorganik (kimia)

Insektisida anorganik biasanya kurang spesifik dan karena sifatnya tidak terlalu beracun maka dalam perlakuan dilapangan harus diberikan dalam jumlah yang tinggi (250-2500 ram/acre). Jenis insektisida ini kini telah jarang dipergunakan karena telah banyak diganti oleh insektisida organik. Senyawa yang biasa dijual di pasaran untuk insektisida anorganik yaitu salah satunya Dimeflutrin. Dimeflutrin merupakan senyawa yang ada di dalam obat nyamuk yang banyak dijual dipasaran terutama pada obat nyamuk semprot dan liquid vaporizer, dimeflutrin termasuk kedalam zat karsinogenik namun jika pemakaian dalam batas tertentu masih dinilai aman. Dimeflutrin merupakan insektisida golongan piretroid, piretroid merupakan analog dari piretrium yang digunakan sejak dahulu sebagai insektisida alami untuk membunuh serangga. Piretroid bekerja pada sistem syaraf mengganggu aliran  $\text{Na}^+$  membran neuron, hal ini mengakibatkan saluran  $\text{Na}^+$  selalu terbuka menyebabkan hipereksitasi saraf (Sandra P, 2019).

b) Insektisida organik (nabati)

Insektisida nabati merupakan insektisida yang bersumber dari bahan alami dan berifat mudah terurai di alam (biodegradable), sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia maupun ternak peliharaan karena residunya mudah menghilang (Kardinan, 2002). Tujuan penggunaan insektisida nabati yaitu untuk meminimalisir

penggunaan insektisida sintetis, sehingga dapat mengurangi terjadinya kerusakan lingkungan.

Insektisida sudah banyak dikenal dimasyarakat, namun tidak semua orang memahami betul apa dan bagaimana suatu bahan tersebut disebut insektisida nabati. Insektisida nabati lebih diartikan sebagai bahan yang berasal dari tumbuhan dan dapat melumpuhkan atau mematiakn serangga. Insektisida nabati pertama kali digunakan di Prancis pada tahun 1690 oleh petani Prancis untuk mengendalikan tanaman kepik (sudarmo, 2005). Suatu tanaman dapat digunakan sebagai insektisida nabati apabila dalam tanaman tersebut mengandung bahan aktif atau senyawa metabolit sekunder yang dapat membunuh, menarik, atau menolak serangga, beberapa tumbuhan menghasilkan racun, ada yang mengendung senyawa-senyawa kompleks yang dapat mengganggu siklus pertumbuhan serangga, sistem pencernaan, atau mengubah perilaku serangga (Heni, dkk 2016), beberapa tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati adalah daun sukun (Ernawati, 2018), Bunga Gumintir (Wardani dkk, 2019), buah mahkota dewa (Triastuti dkk, 2018) daun cegkeh (Handito dan Handayani, 2014), biji srikaya (sasongkowati, 2017), daun singkong (Iftita, 2016), bunga kluih (Nikmah, dkk 2016) dan bunga kamboja (Utami IW 2016) tanaman-tanaman ini dapat digunakan untuk membunuh serangga dengan menggunakan metode elektrik liquid, berbagai ekstrak nabati ini memiliki  $LC_{50}$  dalam membunuh Nyamuk *Aedes aegypti*.

b. Pengendalian lingkungan

Pengendalian lingkungan dilakukan dengan modifikasi lingkungan dan manipulasi lingkungan. Modifikasi lingkungan cara yang paling aman tidak mencemari lingkungan, tetapi harus dilakukan secara terus menerus seperti pengaliran air yang menggenang

sehingga menjadi kering. Manipulasi lingkungan berkaitan dengan pembersihan atau pemeliharaan secara fisik yang telah ada supaya tidak terbentuk tempat perindukan serangga.

c. Pengendalian mekanik

Pengendalian mekanik dilakukan dengan menggunakan alat yang langsung dapat membunuh, menangkap, menyisir, atau menghalau serangga. Menggunakan baju pelindung dan memasang kawat kassa dijendela merupakan salah satu cara untuk menghindarkan hubungan antara manusia dengan vektor

d. Pengendalian fisik

Pengendalian fisik dilakukan dengan menggunakan pemanas, pembeku, serta penggunaan alat listrik lain untuk penyinaran cahaya dan pengadaaan angin yang dapat membunuh atau mengganggu kehidupan serangga.

e. Pengendalian biologik

Pengendalian biologik dengan memperbanyak pemangsa dan parasite sebagai musuh alami bagi serangga yang menjadi vektor atau hospes perantara. Beberapa parasit dari golongan nematoda, bakteri, protozoa, jamur dan virus dapat dipakai sebagai pengendali larva nyamuk.

f. Pengendalian genetik

Pengendalian genetik dilakukan dengan *cytoplasmic incompatibility* (mengawinkan antar strain nyamuk sehingga sitoplasma telur tidak dapat ditembus oleh sperma dan tidak terjadi pembuahan) atau *hybrid steril* (mengawinkan sehingga antar spesies terdekat sehingga didapatkan keturunan jantan yang steril).

#### **D. Tanaman Daun Sukun (*Artocarpus altilis*)**

Sukun merupakan suatu jenis tumbuhan yang tumbuh di daerah tropik. Tanaman ini tumbuh baik di daerah basah, tetapi juga dapat tumbuh di daerah yang sangat kering asalkan ada air tanah dan aerasi tanah yang cukup. Di musim kering, di saat tanaman lain tidak dapat atau merosot produksinya, justru sukun dapat tumbuh dan berbuah dengan lebat.

Pohon sukun banyak ditanam di pekarangan dan telah dikenal masyarakat luas. Bentang keragaman genetiknya sangat luas, dari Sumatra, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi sampai Papua. Sukun adalah salah satu jenis tanaman dari famili Moraceae dengan nama botanis *Artocarpus altilis*. Sukun dapat tumbuh hampir disemua tipe lahan dan jenis tanah di Indonesia, pada ketinggian tempat 0 m – 700 m dpl, namun tumbuh optimal pada ketinggian 0 m – 400 m dpl, dengan tanah alluvial yang kaya humus. Curah hujan yang baik untuk pertumbuhan tanaman sukun adalah 1500 mm – 2500 mm/th dengan kelembaban 70% - 90%. Tanaman sukun berbuah pada umur 4 tahun, tetapi pada lingkungan yang sesuai seringkali berbuah pada umur 3 tahun. Satu batang pohon sukun dapat menghasilkan 50 – 100 buah setiap panen atau 100 kg – 150 kg (rata-rata berat buah berkisar 1,5 kg- 2 kg).

Masyarakat di beberapa daerah memanfaatkan daun dan kulit pohon sukun sebagai bahan ramuan obat. Daunnya selain efektif untuk mengobati penyakit liver, juga bermanfaat untuk mengobati berbagai penyakit kronis lainnya seperti: hepatitis, pembesaran limfe, jantung, dan ginjal. Bahkan, masyarakat Ambon memanfaatkan kulit batangnya untuk obat mencairkan darah bagi wanita yang baru 8-10 hari melahirkan. Tanaman sukun memiliki khasiat terapeutik pada beberapa bagian diantaranya; bagian bunga dapat digunakan sebagai obat sakit gigi, kulit kayu dapat digunakan untuk mencairkan darah bagi wanita setelah melahirkan, sedangkan pada bagian daun dapat digunakan untuk mengobati penyakit kulit, jantung, ginjal maupun digunakan sebagai obat radang, kunyahan daun sukun muda, sering

digunakan untuk menetralkan kandungan racun dalam makanan (Heyne 1987).

#### 1. Klasifikasi tanaman sukun

Menurut Syamsuhidayat dan Hutapea (1991) klasifikasi sukun adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisio : Magnoliophyta  
Class : Magnoliopsida  
Ordo : Urticales  
Familia : Moraceae  
Genus : Artocarpus  
Spesies : Artocarpus communis

#### 2. Morfologi

Habitat : Tinggi pohon sukun mencapai 30 m, dengan stekumunya pendek dan bercabang rendah. Buah yang tidak bermusim, namun mengalami puncak pengeluaran buah dan bunganya dua tahun sekali.

Batang : Batangnya besar, agak lunak dan bergetah banyak. Permukaan kasar, coklat, kayunya lunak dan kulit kayu sedikit kasar.

Daun : Daunnya lebar berbentuk seperti jari panjang 50 - 70 cm, lebar 25 - 50 cm, pertulangan menyirip tebal dan permukaan kasar.

Bunga : Bunga sukun berkelamin tunggal (bunga betina dan bunga jantan terpisah), tetapi berumah satu. Bunga jantan berbentuk tongkat panjang disebut ontel, panjang 10 - 20 cm berwarna kuning. Bunga betina berbentuk bulat bertangkai pendek. Buah : Buah sukun berbentuk bulat atau sedikit bujur. Ukuran garis pusatnya 10 - 30 cm. Berat normal buah suku 1 - 3 kg, kulitnya berwarna hijau kekuningan dan terdapat segmen-segmen petak berbentuk polygonal pada kulitnya. Segmen polygonal ini dapat menentukan tahap kematangan buah sukun. Polygonal yang

lebih besar menandakan buah sukun telah matang dan polygonal yang lebih kecil dan lebih padat menandakan buah sukun belum matang.

Akar :Akar tanaman sukun berakar tunggang yang dalam dan akar samping yang dangkal. Akar samping dapat tumbuh tunas yang sering digunakan untuk bibit (Mustafa 1998).

### 3. Kandungan Kimia

Daun sukun mengandung beberapa zat berkhasiat seperti saponin, polifenol, asam hidrosianat, asetilcolin, tanin, riboflavin, phenol. Daun ini juga mengandung quercetin, champorol dan artoindonesianin. Dimana artoindonesianin dan quercetin adalah kelompok senyawa dari flavonoid (Soemyarso dan Noer 2004).

Berdasarkan uji fitokimia yang dilakukan oleh Endang, dkk pada tahun 2016 didapatkan hasil ekstrak daun sukun kering mengandung *Flavonoid, alkaloid, fenol, tanin dan saponin*. Didukung oleh penelitian Vincent Dean Sadewo pada tahun 2015 melakukan uji untuk mengetahui kadar flavonoid dan tanin, saponin yang ada di daun sukun kering dan didapatkan hasil kadar *flavonoid* pada daun sukun sebesar 1503,763 QE ekstrak dan kadar tanin sebesar 593,596 mg TAE/g ekstrak.

#### a. *Flavonoid*

*Flavonoid* adalah satu jenis senyawa yang bersifat racun yang terdapat pada daun sukun. *Flavonoid* merupakan salah satu golongan fenol alam yang terbesar. Golongan *flavonoid* mencakup banyak pigmen yang umum dan terdapat pada seluruh dunia tumbuhan mulai dari fugus sampai angiospermae (Ika, 2014).

Golongan *flavonoid* dapat digambarkan sebagai deret senyawa C<sub>6</sub>C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> artinya kerangka karbonnya terdiri dari atas dua gugus C<sub>6</sub> (cincin *benzena tersubitus*) disambungkan oleh rantai alifatik ketiga karbon. *Flavonoid* mempunyai sifat yang khas yaitu bau yang sangat tajam sebagian besar merupakan pigmen warna kuning, dapat larut dalam

air pada temperatur tinggi dan pelarut organik. Senyawa kimia flavonoid yang terkandung dalam daun sukun sebanyak 1503,763 QE (Sadewo VD, 2015)

*Flavonoid* mempunyai beberapa kegunaan. Pertama terhadap tumbuhan, yaitu sebagai pengatur tumbuhan, pengatur fotosintesis, kerja anti mikroba, dan antivirus. Kedua terhadap manusia, yaitu sebagai antibiotik terhadap penyakit kanker dan ginjal, menghambat perdarahan. Ketiga terhadap serangga, yaitu sebagai daya tarik serangga untuk melakukan penyerbukan. Keempat, kegunaan lainnya adalah sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida nabati.

Senyawa flavonoid banyak ditemukan pada tanaman buah maupun sayuran. Flavonoid banyak diteliti karena memiliki manfaat bagi kesehatan. Setiap tumbuhan akan menghasilkan flavonoid yang berbeda-beda. Flavonoid dalam insektisida alami berfungsi sebagai racun pernapasan yang dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pernafasan sehingga serangga tidak dapat bernafas dan akhirnya mati (Ixoura, 2015). Sebagai insektisida nabati, *flavonoid* masuk ke dalam tubuh nyamuk melalui sistem pernafasan berupa spirakel yang terdapat di permukaan tubuh dan menimbulkan kelayuan syaraf serta kerusakan pada spirakel akibat tidak dapat bernafas dan akhirnya mati (Handayani & Ishak, 2011).

#### *b. Saponin*

Saponin merupakan salah satu jenis glikosida yang sering ditemukan pada tumbuhan. Saponin memiliki ciri khas yaitu berbentuk buih. Jika direaksikan dengan air kemudian dikocok, dapat membentuk buih yang dapat bertahan lama. Saponin memiliki beberapa sifat, yaitu menghemolisa eritrosit, memiliki rasa yang pahit, membentuk persenyawaan dengan kolesterol dan hidrok-sisteroid lainnya, berat molekul relatif tinggi, dan hanya menghasilkan formula empiris yang mendekati, dalam larutan air membentuk busa yang stabil (Ixoura, 2015).

Saponin dalam insektisida alami berfungsi sebagai racun perut yang masuk ke dalam tubuh serangga melalui celah, lubang, atau kulit pada tubuh serangga dan langsung ke mulut serangga. Saponin bertindak sebagai racun perut yang dapat mempengaruhi nyamuk, sehingga mengakibatkan kematian nyamuk (Ixoura, 2015).

c. *Tanin*

Tanin merupakan antioksidan berjenis polifenol yang menyatu dan mudah teroksidasi menjadi asam tanat. Tanin merupakan antioksidan yang dapat mencegah efek radikal bebas yang merusak. Tanin menyebabkan beberapa tumbuhan maupun buah-buahan mempunyai rasa pahit. Tanin sebagai larvasida bekerja dengan cara menekan konsumsi makanan, mengganggu proses pertumbuhan, dan kemampuan bertahan. Rasa pahit pada tanin dapat menghambat nyamuk untuk tidak mau makan, sehingga mengakibatkan nyamuk kelaparan dan perlahan-lahan akan mati (Ixoura, 2015). Kadar tanin dalam daun sukun sebesar 593,596 mg TAE/g ekstrak (Sadewo VD, 2015)

4. Khasiat

Daun sukun efektif mengobati penyakit seperti liver, hepatitis, pembesaran limfe, jantung, ginjal, tekanan darah tinggi, memperlancar buang air kecil, kencing manis dan gatal-gatal. Kalium dalam daun sukun membuat batu ginjal berupa Ca oksalat tercerai berai, karena kalium akan menyingkirkan kalsium untuk bergabung dengan senyawa oksalat, karbonat, atau urat yang merupakan pembentuk batu ginjal. Endapan batu ginjal akhirnya larut dan hanyut keluar bersama urine dengan reaksi kimia sebagai berikut :  $2K^+ + CaC_2O_4 \rightarrow K_2C_2O_4 + Ca^{2+}$  (endapan  $CaC_2O_4$ /batu oksalat) larut larut Daya larut kalsium oksalat terhadap kalium disebabkan oleh letak kalium pada deret Volta berada sebelum kalsium, sehingga kalium akan menyingkirkan kalsium untuk bergabung dengan senyawa oksalat, karbonat, atau urat dan senyawa kalsium menjadi larut.

**E. Ekstraksi**

## 1. Pengertian Ekstraksi

Proses ekstraksi pada dasarnya adalah proses perpindahan massa dari komponen zat padat yang terdapat pada simplisia ke dalam pelarut organik yang digunakan. Pelarut organik akan menembus dinding sel dan selanjutnya akan masuk ke dalam rongga sel tumbuhan yang mengandung zat aktif. Zat aktif akan terlarut dalam pelarut organik pada bagian luar sel untuk selanjutnya berdifusi masuk ke dalam pelarut. Proses ini terus berulang sampai terjadi keseimbangan konsentrasi zat aktif antara di dalam sel dengan konsentrasi zat aktif di luar sel (Marjoni, 2016). Ada beberapa istilah yang digunakan dalam ekstraksi antara lain

- a. ekstrak (pelarut yang digunakan untuk ekstraksi),
- b. rafinat (larutan senyawa atau bahan yang akan di ekstraksi),
- c. dan linarut (senyawa atau zat yang diinginkan terlarut dalam dalam rafinat).

Metode ekstraksi yang digunakan tergantung pada jenis, sifat, fisik dan sifat kimia kandungan senyawa yang akan di ekstraksi. Pelarut yang digunakan tergantung tergantung pada popularitas senyawa yang akan yang akan disari, mulai dari yang bersifat nonpolar hingga polar, sering disebut sebagai ekstraksi bertingkat. Pelarut yang digunakan dimulai dengan heksana, petroleum eter, lalu kloroform atau diklometana, sedangkan untuk senyawa polar menggunakan alkohol, methanol, etanol dan terakhir apabila diperlukan digunakan air (Marjoni, 2016).

Simplisia dikumpulkan dan dibersihkan dari pengotor dengan cara pemilahan (pemisahan simplisia lain yang tidak digunakan) atau pencucian. Dalam melakukan ekstraksi terhadap simplisia sebaiknya simplisia yang segar, tetapi karena berbagai keterbatasan umumnya dilakukan terhadap bahan yang telah dikeringkan. Cara pengeringan dipilih yang tidak mengakibatkan terjadinya perubahan metabolit baik secara kualitatif ataupun kuantitatif. Pengeringan dilakukan secepat-cepatnya, selain pengaruh sinar matahari dengan suhu yang tidak terlalu tinggi. Salah satu contoh pengeringan yang sering dilakukan adalah

dengan aliran udara. Sebelum simplisia di ekstraksi, simplisia kering disimpan dalam wadah tertutup rapat dan tidak terlalu lama, untuk mencegah timbulnya hama/kutu yang dapat merusak kandungan kimia. Pengecilan ukuran diperlukan agar proses ekstraksi berjalan cepat.

Daun sukun kering mengandung banyak senyawa *flavonoid* yang merupakan senyawa polar (senyawa kimia metabolit sekunder) karena mempunyai sejumlah gugus hidroksil yang tidak tersulih atau suatu gula sehingga *flavonoid* akan larut dalam larutan polar yaitu etanol.

Pilihan utama untuk pelarut pada maserasi adalah etanol karena etanol memiliki beberapa keunggulan sebagai pelarut diantaranya menurut Marjoni (2016) yaitu:

- a. Etanol bersifat lebih selektif
- b. Dapat menghambat pertumbuhan kapang dan kuman
- c. Bersifat non toksik (tidak beracun)
- d. Etanol bersifat netral
- e. Memiliki daya absorpsi yang baik
- f. Dapat bercampur dengan air pada berbagai perbandingan
- g. Panas yang diperlukan untuk pemekatan lebih sedikit
- h. Etanol dapat melarutkan berbagai zat aktif dan meminimalisir terlarutnya zat pengganggu seperti lemak.

## 2. Metode

Tujuan ekstraksi adalah menarik atau memisahkan senyawa dari campuran atau simplisia. Ada berbagai cara ekstraksi yang masing-masing cara tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya. Pemilihan metode ekstraksi dilakukan dengan memperhatikan sifat senyawa, suhu dan tekanan. Beberapa metode ekstraksi yaitu:

### a. Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metoda ekstraksi yang dilakukan dengan cara merendam simplisia nabati menggunakan pelarut tertentu selama waktu tertentu dengan sesekali dilakukan pengadukan atau penggojokan (Marjoni, 2016).

Prinsip kerja dari maserasi adalah proses melarutnya zat aktif berdasarkan sifat kelarutannya dalam suatu pelarut (like dissolved like). Ekstraksi zat aktif dilakukan dengan cara merendam simplisia nabati dalam pelarut yang sesuai selama beberapa hari pada suhu kamar dan terlindung dari cahaya. Pelarut yang digunakan, akan menembus dinding sel dan kemudian masuk ke dalam sel tanaman yang penuh dengan zat aktif. Pertemuan antara zat aktif dan pelarut akan mengakibatkan terjadinya proses pelarutan dimana zat aktif akan terlarut dalam pelarut. Pelarut yang berada di dalam sel mengandung zat aktif sementara pelarut yang berada di luar sel belum terisi zat aktif, sehingga terjadi ketidakseimbangan antara konsentrasi zat aktif di dalam dengan konsentrasi zat aktif yang berada di luar sel. Perbedaan konsentrasi ini akan mengakibatkan terjadinya proses difusi, dimana larutan dengan konsentrasi tinggi akan terdesak keluar sel dan digantikan oleh pelarut dengan konsentrasi rendah. Peristiwa ini terjadi berulang-ulang sampai didapat suatu kesetimbangan konsentrasi larutan antara di dalam sel dengan konsentrasi larutan di luar sel (Marjoni, 2016).

Langkah-langkah pengerjaan maserasi adalah sebagai berikut (Marjoni, 2016):

- 1) Simplisia dimasukkan ke dalam wadah yang bersifat inert dan tertutup rapat pada suhu kamar.
- 2) Simplisia kemudian direndam dengan pelarut yang cocok selama beberapa hari sambil sesekali diaduk. Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut dipisahkan dari sampel dengan cara penyaringan

Waktu maserasi pada umumnya adalah 5 hari, karena dengan waktu tersebut telah tercapai keseimbangan antara bahan yang diekstraksi pada bagian dalam sel dengan luar sel. Pengocokan yang dilakukan selama maserasi akan menjamin keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi lebih cepat dalam cairan. Tanpa adanya pengocokan

akan mengakibatkan berkurangnya perpindahan bahan aktif selama proses maserasi (Marjoni, 2016).

Proses maserasi menggunakan ekstraksi tunggal. ekstraksi tunggal merupakan proses ekstraksi dengan cara mencampurkan bahan yang akan diekstrak sebanyak satu kali dengan pelarut. Pada ekstraksi ini sebagian dari zat aktif akan terlarut dalam pelarut sampai mencapai suatu keseimbangan. Kekurangan dari ekstraksi dengan cara seperti ini adalah rendahnya rendemen yang dihasilkan.

Ekstraksi secara maserasi tidak terlepas dari kelebihan dan kekurangan yang dimiliki. Berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan metode maserasi menurut Marjoni (2016):

1) Kelebihan dari Metode Maserasi

- a) Peralatan yang digunakan sangat sederhana
- b) Teknik pengerjaan relative sederhana dan mudah dilakukan
- c) Biaya operasionalnya relative rendah
- d) Dapat digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang bersifat termolabil karena maserasi dilakukan tanpa pemanasan.
- e) Proses ekstraksi lebih hemat penyari.

2) Kekurangan Metode Maserasi

- a) Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memerlukan banyak waktu.
- b) Proses penyariannya tidak sempurna, karena zat aktif hanya mampu terekstraksi sebesar 50%
- c) Pelarut yang digunakan cukup banyak.
- d) Kemungkinan besar ada beberapa senyawa yang hilang saat ekstraksi.
- e) Beberapa senyawa sulit diekstraksi pada suhu kamar.

b. Perokolasi

Perkolasi adalah cara ekstraksi simplisia menggunakan pelarut yang selalu baru, dengan mengalirkan pelarut melalui simplisia sehingga senyawa tersari sempurna. Cara ini memerlukan waktu yang

lebih lama dan pelarut yang lebih banyak. Untuk meyakinkan perkolasi sudah sempurna, perkolat dapat diuji adanya metabolit dengan pereaksi yang spesifik.

c. Refluks

Refluks adalah cara ekstraksi dengan pelarut pada suhu titik didihnya selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendinginan balik. Agar hasil penyaringan lebih baik atau sempurna, refluks umumnya dilakukan berulang-ulang (3-6 kali) terhadap residu pertama.

d. Soxhletasi

Soxhletasi adalah cara ekstraksi menggunakan pelarut organik pada suhu didih dengan alat soxhlet. Pada soxhletasi, simplisia dan ekstrak berada pada labu berbeda. Hasil konsentrasi jatuh bagian simplisia sehingga ekstraksi berlangsung terus menerus dengan jumlah pelarut relative konstan.

e. Infusa

Infusa adalah cara ekstraksi dengan menggunakan pelarut air pada suhu 96°-98°C selama 15-20 menit (dihitung setelah suhu 96°C tercapai). Bejana infusa tecelup dalam tangas air. Cara ini sesuai untuk simplisia yang bersifat lunak, seperti bunga dan daun.

f. Dekok

Dekok adalah cara ekstraksi yang mirip dengan infusa, hanya waktu ekstraksinya lebih lama yaitu 30 menit dan suhunya mencapai titik didih air.

g. Destilasi (Penyulingan)

Destilasi adalah cara ekstraksi untuk menarik atau menyari senyawa yang ikut menguap dengan air sebagai pelarut.pada proses pendinginan, senyawa dan uap air akan terkondensasi dan terpisah menjadi destilat air dan senyawa yang diekstraksi. Cara ini umum digunakan untuk menyinari minyak atsiri dari tumbuhan.

h. Lawan Arah (*Counter Current*)

Lawan Arah (*Counter Current*) adalah cara ekstraksi yang serupa dengan cara perkolasi, tetapi simplisia bergerak berlawanan arah dengan pelarut yang digunakan. Cara ini banyak digunakan untuk ekstraksi herbal dalam skala besar.

i. Ultrasonik

Ekstraksi ultrasonik melibatkan penggunaan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 20-20000 kHz sehingga permeabilitas dinding sel meningkat dan isi sel keluar. Frekuensi geratan mempengaruhi hasil ekstraksi.

j. Gelombang Mikro (*Microwave Assisted Extraction, MAE*)

Gelombang Mikro (*Microwave Assisted Extraction, MAE*) adalah cara ekstraksi menggunakan gelombang mikro (2450 MHz) merupakan cara ekstraksi yang selektif dan digunakan untuk senyawa yang memiliki dipol polar.

k. Ekstraksi Gas Superkritis (*Supercritical Gas Extraction, SGE*)

Ekstraksi Gas Superkritis (*Supercritical Gas Extraction, SGE*) adalah metode ekstraksi yang dilakukan menggunakan CO<sub>2</sub> dengan tekanan tinggi, dan banyak digunakan untuk ekstraksi minyak atsiri atau senyawa yang bersifat mudah menguap atau termotabil.

3. Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan cair, kental atau kering yang merupakan hasil proses ekstraksi atau penyarian suatu simplisia menurut cara yang sesuai. ekstrak cair diperoleh dari ekstraksi yang masih mengandung sebagian besar cairan penyari. Ekstrak kental didapatkan apabila sebagian besar cairan penyari sudah diuapkan, sedangkan ekstrak kering akan diperoleh jika sudah tidak mengandung cairan penyari.

Penguapan bertujuan agar konsentrasi senyawa lebih besar dan memudahkan penyimpanan, proses ini sering disebut dengan pemekatan. Penguapan dapat bersifat parsial sehingga diperoleh ekstrak cair atau

kental. Penguapan dilakukan dengan menggunakan penguap putar (*rotary evaporator*), dilakukan pada suhu rendah sekitar 70°-80°C.

#### **F. Uji Toksisitas**

Uji toksisitas merupakan uji hayati yang digunakan untuk menentukan tingkat toksisitas dari suatu zat. Senyawa kimia bersifat racun akut jika senyawa tersebut dapat menimbulkan efek racun dalam jangka waktu singkat (Subekti, 2014).

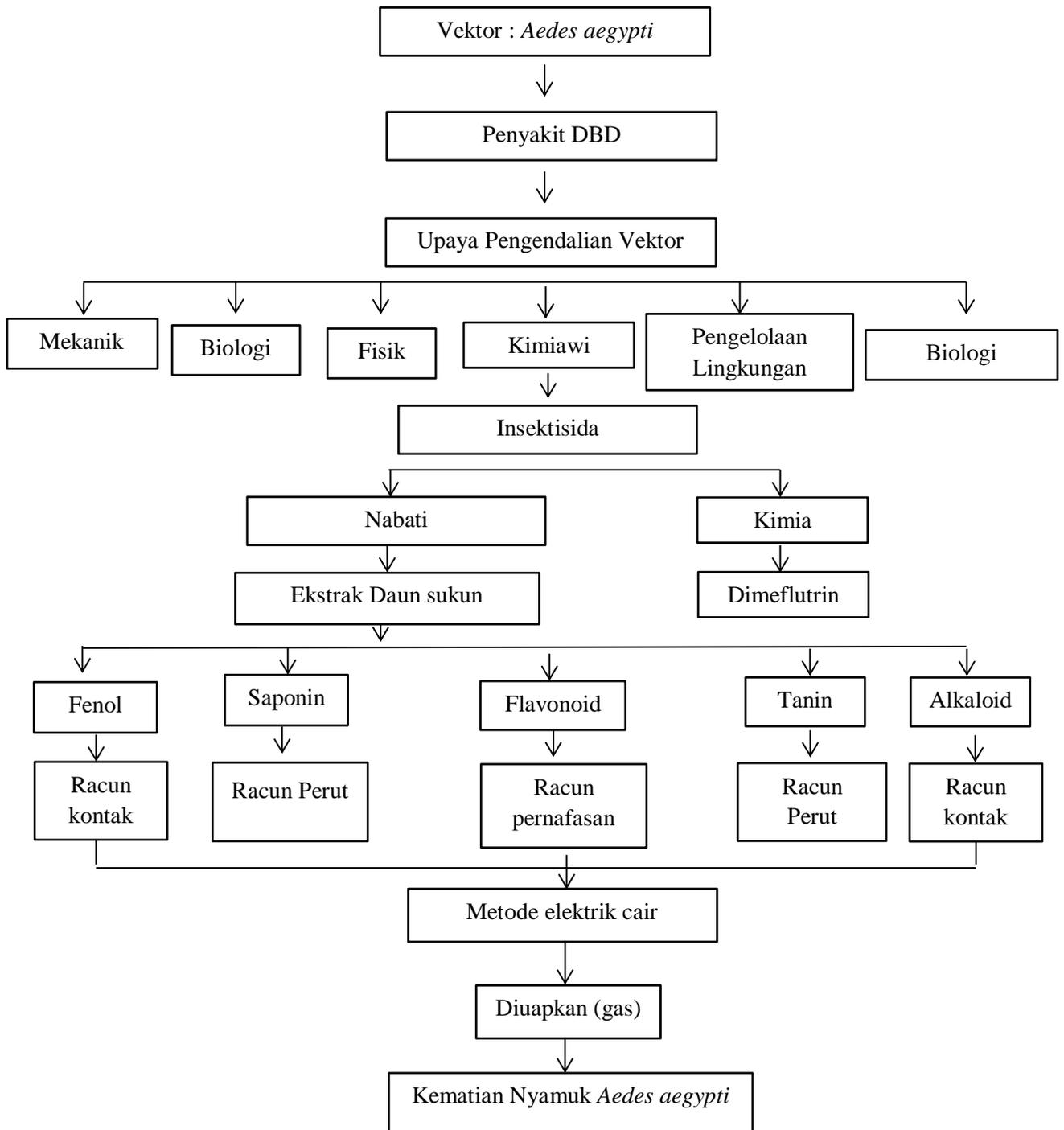
Faktor yang menentukan sifat toksik dari suatu senyawa adalah dosis, konsentrasi racun di reseptor, sifat senyawa, paparan terhadap organisme dan bentuk efek yang ditimbulkan (Subekti, 2014). Menurut Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (2012) menyatakan bahwa penggolongan toksisitas suatu insektisida dilakukan oleh badan internasional seperti World Health Organization (WHO) dan Environmental Protection Agency (EPA) yang merupakan referensi bagi industri insektisida maupun penggunaannya.

Toksisitas (*toxicity*) adalah suatu kemampuan yang melekat pada suatu bahan kimia untuk menimbulkan keracunan / kerusakan. Toksisitas biasanya dinyatakan dalam suatu nilai yang dikenal sebagai dosis atau konsentrasi mematikan pada hewan coba dinyatakan dengan *Lethal Dose* (LD) atau *Lethal Concentration* (LC).

Ramdhani, A (2009) melakukan penelitian uji toksisitas akut ekstrak etanol daun sukun kering terhadap larva *artemia salina learch* didapatkan hasil jika daun sukun tidak bersifat toksik atau tidak adanya efek toksisitas akut dan menyebabkan kematian pada larva *artemia salina learch* menurut metode BST, dan menunjukkan LC 50 lebih besar dari 1000 ml, didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Agry pada tahun 2010 pada ginjal tikus putih galur wistar tidak ditemukan sifat toksisitas dalam ekstrak daun sukun.



## G. Kerangka Teori



**Gambar 2.2. Skema Kerangka Teori**

Modifikasi dari Kemenkes (2012, 2017), Namjah (2016), Hoedojo & Zulhasril (2013), Kardinan (2002), Syamsuhidayat & Hutapea (1991), Sadewo (2015), Ogama SB (2012), Susanto (2009), Ernawati (2019), Kazuya (2010)