

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang Nyamuk *Aedes aegypti*

Aedes aegypti merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus dengue penyebab penyakit demam berdarah. Selain dengue, *Aedes aegypti* juga merupakan pembawa virus demam kuning (*yellow fever*) dan chikungunya. Penyebaran jenis ini sangat luas, meliputi hampir semua daerah tropis di seluruh dunia. Sebagai pembawa virus dengue, *Aedes aegypti* merupakan pembawa utama (*primary vector*) dan bersama *Aedes albopictus* menciptakan siklus persebaran dengue di desa dan kota (Anggraeni, 2015).

Aedes aegypti dan *Aedes albopictus* dijuluki sebagai *black white mosquito* karena warna tubuh ditandai dengan garis dan bercak warna putih di atas dasar warna hitam. Selain itu, *Aedes albopictus* juga mendapat julukan *tiger mosquito* (Knowlton, 2009).

Indeks populasi *Aedes aegypti* paling tinggi didapatkan di daerah perumahan yang kumuh, rumah usaha (ruko) dan di perumahan susun (flat). Sebaliknya *Aedes albopictus* sebarannya tidak dipengaruhi oleh jenis perumahan penduduk, tetapi umumnya menyukai kawasan terbuka dengan banyak tanaman atau vegetasi (Soedarto, 2012).

Mengingat keganasan penyakit demam berdarah, masyarakat harus mampu mengenali dan mengetahui cara-cara mengendalikan jenis ini untuk membantu mengurangi persebaran penyakit demam berdarah (Anggraeni, 2015).

2.1.1 Klasifikasi Nyamuk *Aedes aegypti*

Klasifikasi *Aedes aegypti* (Anggraeni, 2015) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Antrophoda
Class	: Insecta
Ordo	: Diptera
Family	: Culicidae
Subfamily	: Culicinae
Genus	: Aedes
Species	: <i>Aedes aegypti</i>

2.1.2 Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa memiliki ukuran sedang dengan tubuh berwarna hitam kecoklatan. Tubuh dan tungkainya ditutupi sisik dengan garis-garis putih keperakan. Di 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-nyamuk tua (Anggraeni, 2015).



Gambar 2.1 Nyamuk Dewasa *Aedes aegypti*
(Sumber : Entomologi Kedokteran, Sembel DT, 2009)

Ukuran dan warna nyamuk jenis ini 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 terdapatnya rambut-rambut tebal pada antena nyamuk jantan. Kedua ciri ini dapat diamati dengan mata telanjang (Anggraeni, 2015).

2.1.3 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Terdapat empat stadium nyamuk pada siklus hidupnya, yaitu bentuk telur, larva, pupa dan dewasa.

1. Telur

Nyamuk *Aedes aegypti*, seperti halnya kelompoknya (culicines) lain, meletakkan telur pada permukaan air bersih secara individual, telur berbentuk elips berwarna hitam dan terpisah satu dengan yang lain, telur menetas dalam waktu 1 sampai 2 hari menjadi larva (Anggraeni, 2015).



Gambar 2.2 Telur *Aedes aegypti*
(Sumber : Ishartadiati, 2010)

Nyamuk betina *Aedes aegypti* bertelur sebanyak 50-120 butir telur pada bejana yang mengandung sedikit air, misalnya pada vas bunga, gentong penyimpanan air, bak air di kamar mandi dan bejana penyimpanan air yang ada di dalam rumah

(indoors). Selain itu ban bekas, gelas plastik dan wadah-wadah yang terisi air hujan di luar rumah (outdoors) dapat menjadi tempat berkembangbiak nyamuk ini, telur diletakkan pada permukaan yang lembab dari wadah, sedikit di atas garis batas atau permukaan air (Soedarto, 2012).

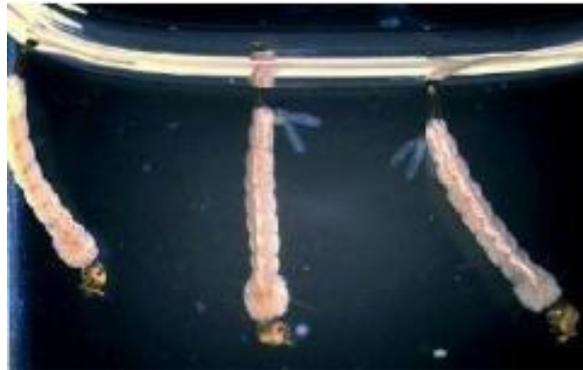
Pada lingkungan yang memiliki suhu hangat dan lembab, perkembangan embrio telah lengkap dalam waktu 48 jam dan dapat menetas jika tersiram air. Dalam keadaan kering telur nyamuk dapat bertahan hidup sampai satu tahun lamanya, tetapi akan segera mati jika didinginkan kurang dari 10°C. Tidak semua telur menetas dalam waktu bersamaan, tergantung pada keadaan lingkungan dan iklim saat itu (Soedarto, 2012).

2. Larva

Larva nyamuk *Aedes aegypti* selama perkembangannya mengalami 4 kali pergantian kulit. Larva instar I memiliki panjang 1-2 mm, tubuh transparan, sifon masih transparan, tumbuh menjadi larva instar II dalam 1 hari. Larva instar II memiliki panjang 2,5 – 3,9 mm, sifon agak kecoklatan, tumbuh menjadi larva instar III selama 1-2 hari. Larva instar III berukuran panjang 4-5 mm, sifon sudah berwarna coklat, tumbuh menjadi larva instar IV selama 2 hari. Larva instar IV berukuran 5-7 mm sudah terlihat sepasang mata dan sepasang antena, tumbuh menjadi pupa dalam 2-3 hari. Umur rata-rata pertumbuhan larva hingga pupa berkisar 5-8 hari. Posisi istirahat pada larva ini adalah membentuk sudut 45° terhadap bidang permukaan air (Sembel, 2009).

Lamanya stadium larva tergantung pada temperatur, makanan yang tersedia dan kepadatan larva pada suatu wadah. Dalam kondisi optimal, perkembangan larva sampai menjadi waktu dewasa membutuhkan waktu 7-10 hari (termasuk stadium

pupa yang lamanya 2 hari) jika suhu rendah, masa perkembangan larva menjadi nyamuk dewasa dapat berlangsung sampai beberapa minggu lamanya (Soedarto, 2012).



Gambar 2.3 Larva *Aedes aegypti*
(Sumber : Ishartadiati, 2010)

3. Pupa

Bentuk tubuh pupa/kepompom melengkung seperti tanda baca “*koma*”. Tubuhnya terdiri dari dua bagian, yaitu sefalotoraks yang lebih menonjol dan abdomen yang langsing dan melengkung. Pada bagian dorsal sefalotoraks, terdapat sepasang corong yang disebut sebagai “*trumpet*” yang digunakan untuk mengambil udara pernafasan di permukaan air (Yotopranoto, 2013).



Gambar 2.4 Pupa *Aedes aegypti*
(Sumber : Epidemiologi, 2010)

Pada ujung posterior abdomen terdapat sepasang alat pengayuh yang digunakan untuk berenang. Pada keadaan diam atau istirahat, pupa berada tepat di bawah permukaan air dengan menonjolkan sepasang *trumpet*nya ke permukaan air. Pupa adalah fase tidak makan yang dalam waktu 2-3 hari akan berubah menjadi stadium dewasa (Soegijanto, 2004). Dalam pertumbuhannya terjadi proses pembentukan sayap, kaki dan alat kelamin (Sembel, 2009).

4. Nyamuk Dewasa

Tubuh nyamuk dewasa terdiri dari 3 bagian, yaitu kepala (*caput*), dada (*thorax*) dan perut (*abdomen*). Badan nyamuk berwarna hitam dan memiliki bercak dan garis-garis putih dan tampak sangat jelas pada bagian kaki dari nyamuk *Aedes aegypti*. Tubuh nyamuk dewasa memiliki panjang 5mm. Pada bagian kepala terpasang sepasang mata majemuk, sepasang antena yang berfungsi sebagai organ peraba dan pembau dan sepasang palpi. Pada nyamuk betina, antena berbulu pendek dan jarang (*tipe pilose*). Sedangkan pada nyamuk jantan, antena berbulu panjang dan lebat (*tipe plumose*). *Thorax* terdiri dari 3 ruas, yaitu *prothorax*, *mesothorax* dan *metathorax*. Pada bagian *thorax* terdapat 3 pasang kaki dan pada ruas ke 2 (*mesothorax*) terdapat sepasang sayap. *Abdomen* terdiri dari 8 ruas dengan bercak putih keperakan pada masing-masing ruas. Pada ujung atau ruas terakhir terdapat alat kopulasi berupa *cerci* pada nyamuk betina dan *hypogeum* pada nyamuk jantan (Sembel, 2009).

Sesudah nyamuk dewasa keluar dari dalam pupa, nyamuk akan segera mengadakan kopulasi dengan nyamuk betina. Dalam waktu 24 – 36 jam sesudah kopulasi, nyamuk betina akan menghisap darah yang menjadi sumber protein essential untuk pematangan telurnya. Untuk melengkapi satu siklus gonotropik,

seekor nyamuk betina *Aedes aegypti* dapat melakukan lebih dari satu kali menghisap darah. Selain itu nyamuk ini termasuk *nerveous feeder* yang menghisap darah lebih dari satu korban. Sifat-sifat ini akan meningkatkan jumlah kontak antara manusia dan nyamuk yang penting dalam epidemiologi penularan dengue dan penyakit arbovirus lainnya, karena meningkatkan efisiensi penularan penyakit. Karena itu dapat terjadi infeksi dengue dialami oleh orang serumah dengan gejala awalnya terjadi kurang dari 24 jam perbedaannya antara satu penderita dengan penderita lain (Soedarto, 2012).



Gambar 2.5 Siklus nyamuk *Aedes aegypti*
(Sumber : Epidemiologi, 2010)

2.1.4 Perilaku Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* menyukai area yang gelap dan benda-benda berwarna hitam atau merah. Oleh karena itu, nyamuk ini banyak ditemukan di bawah meja, bangku, kamar yang gelap atau di balik baju-baju yang digantung.

Aedes aegypti bersifat diurnal atau aktif pada pagi hingga sore hari. Umumnya nyamuk ini menggigit pada siang hari (pukul 09.00-10.00) dan sore hari (pukul 16.00-17.00). Demam berdarah kerap menyerang anak-anak karena anak-anak cenderung duduk di dalam kelas selama pagi hingga siang hari (Anggraeni, 2015).

Kemampuan terbang nyamuk mencapai radius 100-200 meter. Oleh karena itu jika di suatu lingkungan terdapat pasien DBD, masyarakat yang berada pada radius tersebut harus waspada karena nyamuk dapat menyebarkan virus DBD dalam jangkauan tersebut (Anggraeni, 2015).

Penularan penyakit dilakukan oleh nyamuk betina karena hanya nyamuk betina yang menghisap darah. Hal ini dilakukan untuk memperoleh asupan protein yang dibutuhkannya untuk memproduksi telur. Nyamuk jantan tidak membutuhkan darah dan memperoleh energi dari nektar bunga ataupun tumbuhan. Infeksi virus dalam tubuh nyamuk dapat mengakibatkan perubahan perilaku yang mengarah pada peningkatan kompetensi vektor, yaitu kemampuan nyamuk yang menyebarkan virus. Infeksi virus dapat mengakibatkan nyamuk kurang handal dalam menghisap darah, sehingga berulang kali menusukkan alat penghisap (probosis-nya), namun tidak berhasil menghisap darah sehingga nyamuk berpindah dari satu orang ke orang lain. Akibatnya resiko penularan virus menjadi semakin besar (Anggraeni, 2015).

Lama hidup nyamuk *Aedes aegypti* berkisar antara 3-4 minggu. Di musim penghujan dimana umur nyamuk lebih panjang, penularan virus lebih tinggi. Kondisi lingkungan berpengaruh terhadap panjangnya umur nyamuk (Soedarto, 2012).

2.1.5 Jenis Tempat Perindukan Nyamuk *Aedes aegypti*

Jenis tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti* ada dua macam, yaitu terdapat di dalam rumah (*indoor*) dan di luar rumah (*outdoor*). Adapun tempat perindukan yang terdapat di dalam rumah antara lain adalah bak mandi, tempayan/gentong, ember, bak air WC, tandon air minum, drum, tampungan air kulkas, tampungan tetesan dispenser dan lain sebagainya. Tempat perindukan yang terdapat di luar rumah berupa drum, ban bekas, kaleng bekas, botol bekas, pot tanaman hias, tandon air minum, sumur dan lain sebagainya. Tempat perindukan alami antara lain adalah lubang pohon, potongan bambu, sela pelepah daun kelapa, tempurung kelapa, serta tempat-tempat lain yang berpotensi terisi oleh air hujan (Yotopranoto, 2013).

2.1.6 Penyakit yang ditularkan Nyamuk *Aedes aegypti*

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit demam akut yang disebabkan oleh empat serotipe virus dengue dan ditandai dengan empat gejala klinis utama yaitu demam tinggi, manifestasi perdarahan, hematomegali, dan tanda-tanda kegagalan sirkulasi sampai timbulnya renjatan sebagai akibat kebocoran plasma yang dapat menyebabkan kematian (Sucipto, 2011).

Dengue ditularkan pada manusia terutama oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan nyamuk *Aedes albopictus*, dan juga kadang-kadang ditularkan oleh *Aedes polynesiensis* dan beberapa spesies nyamuk lainnya yang aktif menghisap darah pada waktu siang hari. Sesudah darah yang infeksi terhisap nyamuk, virus masuk lewat kelenjar liur nyamuk (*salivary glands*) lalu berkembang biak menjadi infeksi dalam waktu 8-10 hari, yang disebut masa inkubasi ekstrinsik (*extrinsic incubation*

period). Sekali virus memasuki tubuh nyamuk dan berkembang biak, nyamuk akan tetap infeksi seumur hidupnya (Soedarto, 2012).

Virus dengue ditularkan dari seorang penderita ke orang lain melalui gigitan nyamuk *Aedes*. Di dalam tubuh manusia virus dengue akan berkembang biak dan memerlukan waktu inkubasi sekitar 45 hari (*intrinsic incubation period*) sebelum dapat menimbulkan penyakit dengue (Soedarto, 2012).

2.1.6.1 Gejala Klinis Penyakit Demam Berdarah Dengue

Pada infeksi pertama oleh virus dengue, sebagian besar penderita tidak menunjukkan gejala (*asimtomatik*) atau hanya menimbulkan demam yang tidak khas. Dapat juga terjadi kumpulan gejala demam dengue yang klasik antara lain berupa demam tinggi yang terjadi mendadak, tanpa sebab yang jelas berlangsung terus-menerus selama dua hari sampai tujuh hari, terdapat manifestasi perdarahan ditandai dengan salah satu tanda berikut : uji *rumpel leed* / uji torniquet positif, petekie, ekimosis, purpura, perdarahan mukosa, epistaksis, perdarahan gusi, hematemesis atau melena, trombositopenia (jumlah trombosit $<100.000/\mu\text{l}$), homokonsentrasi, dapat dilihat dari peningkatan hematokrit 20% atau lebih, menurut standar umur dan jenis kelamin (Retnowati dan Aryani, 2013).

Sebagian kecil penderita sebelumnya telah pernah terinfeksi salah satu serotipe virus dengue, jika mengalami infeksi yang kedua oleh serotipe lainnya yang dapat mengalami perdarahan dan kerusakan endotel atau vaskulopati. Sindrom ini disebut sebagai Demam Berdarah Dengue (DBD) atau *dengue vaskulopati*. Perembesan vaskuler ini dapat menyebabkan terjadinya hemokonsentrasi dan efusi cairan yang menimbulkan sindrom syok dengue (*dengue shock syndrome* : DSS),

penyebab kematian yang lebih tinggi dibandingkan dengan perdarahan itu sendiri (Soedarto, 2012).

Karena gejala klinis demam dengue tidak spesifik, diperlukan pemeriksaan laboratorium untuk memastikan terjadinya infeksi dengue. Diagnosis serologi dilakukan berdasar pada meningkatnya titer antibodi IgG atau IgM. Hasil pemeriksaan dipengaruhi apakah infeksi dengue terjadi secara primer atau sekunder (Soedarto, 2012).

2.1.6.2 Klasifikasi Demam Berdarah Dengue (DBD)

Menurut WHO, 1968 dalam Anggraeni, 2015 penyakit DBD dibagi atau diklasifikasikan menurut berat ringannya penyakit, antara lain :

1. DBD derajat I

DBD derajat I memiliki tanda-tanda demam disertai gejala yang lain, seperti mual, muntah, sakit pada ulu hati, pusing, nyeri otot dan lain-lain tanpa adanya perdarahan spontan dan bila dilakukan uji torniquet menunjukkan hasil yang positif (+) terdapat bintik-bintik merah atau *petekie*. Selain itu pada pemeriksaan laboratorium menunjukkan tanda-tanda hemokonsentrasi dan trombositopenia.

2. DBD derajat II

DBD derajat II memiliki tanda-tanda dan gejala seperti yang terdapat pada DBD derajat I yang disertai dengan adanya pendarahan spontan pada kulit atau tempat lain (gusi, mimisan dan lain sebagainya).

3. DBD derajat III

DBD derajat III memiliki tanda-tanda yang lebih parah dibandingkan dengan DBD derajat I dan II. Pada DBD derajat III telah terdapat tanda-tanda terjadinya shock yang disebut *dengue shock syndrome*. Penderita mengalami gejala

shock yaitu denyut nadi cepat dan lemah, tekanan darah menurun, penderita mengalami kegelisahan dan pada tubuh penderita mulai tampak kebiru-biruan, terutama di sekitar mulut, hidung dan ujung-ujung jari.

4. DBD derajat IV

Pada DBD derajat IV, penderita mengalami kehilangan kesadaran dengan denyut nadi yang tidak dapat teraba dan tekanan darah tidak dapat diukur. Pada tahap ini penderita berada dalam keadaan kritis dan memerlukan perawatan yang intensif di rumah sakit.

2.1.6.3 Pemeriksaan Laboratorium Demam Berdarah Dengue

Menurut Soedarto (2012), pemeriksaan laboratorium Demam Berdarah

Dengue dapat dilakukan dengan cara berbagai berikut :

- a. Pemeriksaan darah
 1. Lekosit, neutrofil, trombosit : menurun
 2. Hematokrit meningkat dari 20% dari normal (hemokonsentrasi)
 3. Trombositopenia ($<100.000/\text{mm}^3$)
- b. Gambaran metabolisme dan enzim hati
 1. Hiponatremia (kelainan elektrolit yang paling sering terjadi pada penderita demam berdarah dengue)
 2. Transaminase agak meningkat
 3. Kadar albumin rendah menunjukkan terjadinya hemokonsentrasi
- c. Studi koagulasi (biasanya digunakan untuk membantu mengevaluasi pengobatan penderita dengan manifestasi perdarahan berat)
 1. Masa *protombin* (*prothrombin time*) memanjang

2. Aktivasi masa *tromboplastin partial* (*aktivated partial thromboplastin*) memanjang
 3. Fibrinogen rendah
- d. Pemeriksaan serologi
1. Rapid diagnostic test (NS1 Dengue)
 2. Fiksasi komplemen (Complement Fixation - CF)
 3. Uji netralisasi (Netralization Test - NT)
 4. Inhibisi hemaglutinasi (Hemaglutination Inhibition - HI)
 5. IgG ELISA

2.1.7 Pencegahan Penyakit Demam Berdarah (DBD)

Pencegahan penyakit DBD dikenal dengan istilah pemberantasan sarang nyamuk (PSN) yang dapat dilakukan dengan beberapa teknik, yaitu kimia, biologi dan fisika. Adapun teknik-teknik tersebut menurut Anggraeni (2015), diuraikan sebagai berikut :

1. Pemberantasan secara Kimiawi

Pengendalian secara kimiawi dapat ditempuh dengan 2 teknik berikut, yaitu :

- a. Pengasapan (*fogging*), yaitu suatu teknik yang digunakan untuk mengendalikan DBD dengan menggunakan senyawa kimia malathion dan fenthion yang berguna untuk mengurangi penularan sampai batas waktu tertentu.
- b. Pemberantasan larva nyamuk dengan zat kimia dosis rendah. Namun mengingat tempat perkembangbiakan larva vektor DBD banyak pada penampungan air, yang mana airnya digunakan bagi kebutuhan sehari-hari

terutama untuk minum dan masak, maka larvasida (kimia pemberantas larva) yang digunakan harus mempunyai sifat sebagai berikut : efektif pada dosis rendah, tidak bersifat racun bagi manusia, tidak menyebabkan perubahan rasa, warna, bau pada air yang diperlakukan serta efektivitasnya lama.

2. Pemberantasan secara Hayati

Pengendalian secara hayati tidak sepopuler cara kimia oleh karena penurunan padat populasi yang diakibatkannya terjadi perlahan-lahan tidak sedrastis bila menggunakan larvasida (kimiawi). Organisme yang digunakan dalam pengendalian secara hayati umumnya bersifat predator, parasitik atau patogenik dan umumnya ditemukan pada habitat yang sama dengan larva yang menjadi mangsanya. Beberapa agen hayati adalah ikan cupang dan ikan nila yang mangsanya adalah larva nyamuk. Ada juga beberapa agen hayati berikut yang belum begitu dikenal umum namun telah diuji secara laboratorium dan di lapangan pada skala kecil efektivitasnya untuk memberantas larva nyamuk *Aedes aegypti*. Agen hayati tersebut antara lain : *Toxorhynchites sp.*, *Mesostoma sp.*, *Libellula*, *Romanomermis iyengari* dan *Bacillus thuringiensis*.

3. Pemberantasan secara Fisika

Cara yang hingga saat ini masih dianggap paling tepat untuk mengendalikan penyebaran penyakit demam berdarah adalah dengan mengendalikan populasi dan penyebaran vektor DBD. Cara pemberantasannya adalah dengan melakukan kegiatan 3M, yaitu (1) menguras dan menaburkan bubuk abate pada bak mandi, untuk memastikan tidak adanya larva nyamuk yang berkembang di dalam air dan tidak ada telur yang melekat pada dinding bak mandi, (2) menutup tempat

penampungan air, agar tidak ada nyamuk yang memiliki akses ke tempat tersebut untuk bertelur, (3) mengubur barang bekas, sehingga tidak dapat menampung air hujan yang dijadikan tempat nyamuk bertelur.

2.2 Tinjauan tentang Tanaman Rambutan

Rambutan merupakan tanaman buah-buahan tropika basah yang berasal dari Asia Tenggara. Menurut seorang ahli botani Soviet, Nikolai Ivanovich Vavulov, sentrum utama asal tanaman rambutan adalah daerah Indo-Malaya, yang meliputi Indo-Cina, Malaysia, Indonesia dan Philipina. Di Indonesia, tanaman rambutan tersebar di berbagai wilayah terutama Jawa, Kalimantan dan Sumatera (Rukmana, 2002).

2.2.1 Taksonomi dan Botani Tanaman Rambutan

Tanaman rambutan (*Nephelium lappaceum* Linn) memiliki sistematika tanaman sebagai berikut (Prahasta, 2009) :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Klas	: Magnoliopsida
Subklas	: Rosidae
Ordo	: Sapindales
Famili	: Sapindaceae
Spesies	: <i>Nephelium lappaceum</i> Linn



Gambar 2.6 Tanaman Rambutan

(Sumber : Ulfah, 2016)

2.2.2 Nama Lain Tanaman Rambutan

Jawa : rambutan, corogol, tundun, bunglon, buwa buluwan. **Sumatera** : rambutan, rambot, rambut, rambuteun, rambuta, jailan, folui, bairabit, puru biancak, p.biawak, hahujam, kakapas, likis, takujung alu. **Nusa Tenggara** : buluan, rambuta. **Kalimantan** : rambutan, siban, banamon, beriti, sanggalaong, sagalong, beliti, maliti, kayokan, bengayau, puson. **Sulawesi** : rambutan, rambuta, rambusa, barangkasa, bolangat, balatu, balatung, walatu, wayatu, wilatu, wulangas, lelamu, lelamun, toleoang. **Maluku** : rambutan, rambuta (Dalimartha, 2007).

2.2.3 Morfologi Tanaman Rambutan

Rambutan merupakan tanaman dataran rendah, hingga ketinggian 300600m dpl. Pohon dengan tinggi 15-25m ini mempunyai banyak cabang. Daun majemuk menyirip letaknya berseling, dengan anak daun 2-4 pasang. Helaian anak daun bulat lonjong, panjang 7,5-20cm, lebar 3,5-8,5cm, ujung dan pangkal runcing, tepi rata, pertulangan menyirip, tangkai silindris, warnanya hijau, kerap kali mengering. Bunga tersusun pada tandan di ujung ranting, harum, kecil-kecil, warnanya hijau

muda. Bunga jantan dan bunga betina tumbuh terpisah dalam satu pohon. Buah bentuknya lonjong, panjang 4-5cm, dengan duri tempel yang bengkok, lemas sampai kaku. Kulit buahnya berwarna hijau dan menjadi kuning atau merah kalau sudah masak. Dinding buah tebal, biji bentuk elips, terbungkus daging buah berwarna putih transparan yang dapat dimakan dan banyak mengandung air, rasanya bervariasi dari masam sampai manis. Kulit biji tipis berkayu. Rambutan berbunga pada musim kemarau dan membentuk buah pada musim hujan, sekitar November sampai Februari (Wijoyo, 2015).

2.2.4 Kandungan dan Manfaat Tanaman Rambutan

Di dalam buah rambutan tersimpan khasiat obat yang tak ternilai harganya, menurut kajian pakar tanaman obat, buah rambutan memuat zat besi, kalium sampai vitamin C. Dalam setiap 100 gram (sekitar 3 buah rambutan terkandung 69 kalori, 18,1 gram karbohidrat, serta 58 mg vitamin). Kadar serat rambutan juga cukup tinggi, sekitar 2 gram per 100 gram berat buah. Karakter buah ini cocok dikonsumsi orang-orang yang tengah berdiet menurunkan atau menjaga berat badan (Yuliarti, 2011).

Bagian tumbuhan ini dapat digunakan sebagai obat adalah kulit buah digunakan untuk mengatasi disentri dan demam, kulit kayu digunakan untuk mengatasi sariawan, daun digunakan untuk diare dan menghitamkan rambut, akar digunakan untuk mengatasi demam dan biji digunakan untuk mengatasi diabetes melitus (Yuliarti, 2011).

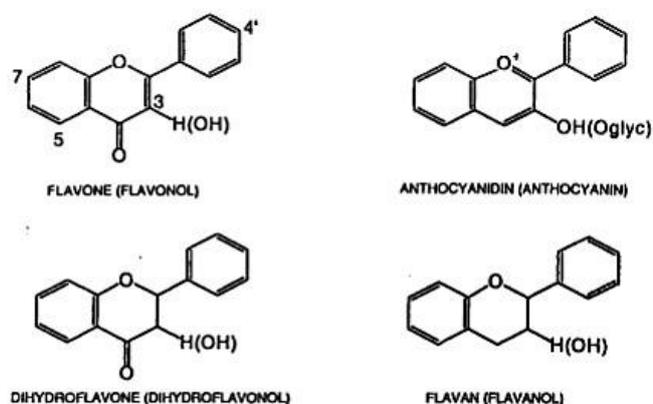
Buah pada tanaman tropis ini mengandung karbohidrat, protein, lemak, fosfor, kalsium, besi dan vitamin C. Kulit buah mengandung saponin dan tanin.

Biji mengandung lemak dan polifenol. Kulit batang mengandung tanin, saponin, flavonoida, pectic substances, dan zat besi. Daun rambutan mengandung senyawa saponin dan tanin (Dalimartha, 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sonia (2016) Uji Antioksidan daun Rambutan (*Nephelium lappaceum* Linn) dengan metode 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), daun rambutan positif mengandung flavonoid, saponin dan tanin.

1. Flavonoid

Flavonoid merupakan kelompok dari polifenol yang paling banyak terdapat pada tanaman. Struktur flavonoid terbentuk lebih dari satu cincin benzena dalam struktur (berbagai C15 senyawa aromatik). Senyawa-senyawa yang berasal dari senyawa induk yang dikenal sebagai flavans. Lebih dari empat ribu flavonoid yang diketahui ada dan beberapa dari mereka adalah pigmen pada tumbuhan tingkat tinggi.



Gambar 2.7 Rumus Struktur Flavonoid

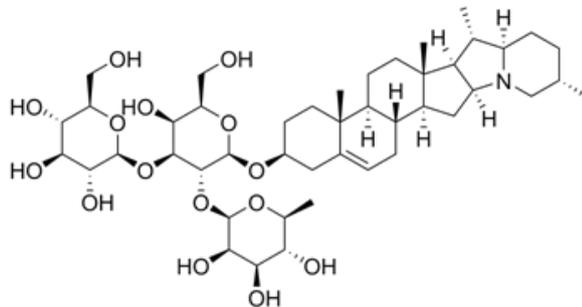
(Sumber : James, 2012)

Quercetin, kaempferol dan quercitrin adalah flavonoid umum hadir di hampir 70% dari tanaman, kelompok lain dari flavonoid termasuk flavon,

dihydroflavons, flavans, flavonol, anthocyanidins, proanthocyanidins, calchones dan catechin dan leucoanthocyanidins (James, 2012).

2. Saponin

Saponin adalah senyawa aktif permukaan yang kuat yang menimbulkan busa jika dikocok dalam air. Mula-mula disebut saponin karena sifatnya yang khas menyerupai sabun. Saponin adalah suatu glikosida yang mungkin ada pada banyak macam tanaman. Saponin memiliki kegunaan dalam pengobatan, terutama karena sifatnya yang mempengaruhi absorpsi zat aktif secara farmakologi. Beberapa jenis saponin bekerja sebagai antimikroba. Dikenal juga jenis saponin yaitu glikosida triperpenoid dan saponin steroid (James, 2012).



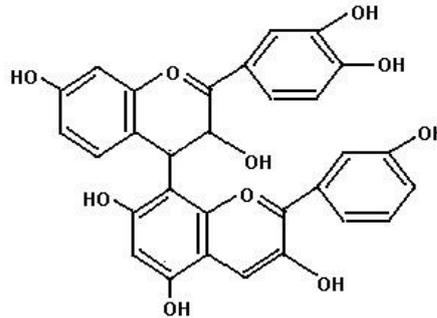
Gambar 2.8 Rumus Struktur Saponin

(Sumber : Harmanto, 2005)

3. Tanin

Tanin merupakan zat organik yang sangat kompleks dan terdiri dari senyawa fenolik yang banyak terdapat pada tanaman. Tanin terdiri dari sekelompok zat-zat kompleks terdapat secara meluas dalam dunia tumbuh-tumbuhan, antara lain terdapat pada bagian kulit kayu, batang, daun dan buah-buahan. Tanin dibentuk dengan kondensasi turunan flavan yang ditransportasikan ke jaringan kayu dari tanaman, tanin juga dibentuk dengan polimerisasi unit kuinon. Tanin digunakan sebagai antiseptik dan kegiatan ini adalah karena kehadiran kelompok fenolik.

Contoh umum tanin terhidrolisa termasuk theaflavin, daidzein, genistein dan glycitein (James, 2012).



Gambar 2.9 Rumus Struktur Tanin
(Sumber : Harmanto, 2005)

2.3 Tinjauan tentang Ekstraksi

Proses ekstraksi merupakan pemisahan bagian aktif sebagai obat dari jaringan tumbuhan ataupun hewan menggunakan pelarut yang sesuai melalui prosedur yang ditetapkan. Selama proses ekstraksi, pelarut akan berdifusi sampai ke material padat dari tumbuhan dan akan melarutkan senyawa dengan polaritas yang sesuai dengan pelarutnya (Tiwari, 2011 dalam Ulfah, 2016).

2.3.1 Pengertian Ekstraksi

Ekstraksi atau penyarian merupakan proses pemisahan senyawa dari matriks atau simplisia dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Ada beberapa istilah yang banyak digunakan dalam ekstraksi antara lain ekstraktan yakni pelarut yang digunakan untuk ekstraksi, rafinat yakni larutan senyawa atau bahan yang akan diekstraksi dan linarut yakni senyawa atau zat yang diinginkan terlarut dalam rafinat. Metode ekstraksi yang digunakan tergantung pada jenis, sifat fisik, dan sifat kimia kandungan senyawa yang diekstraksi. Pelarut yang digunakan tergantung

pada polaritas senyawa yang akan disari, mulai dari yang bersifat nonpolar hingga polar, sering disebut dengan ekstraksi bertingkat (Hanani, 2016).

Tujuan ekstraksi bahan alam adalah untuk menarik komponen kimia yang terdapat pada bahan alam. Ekstraksi ini didasarkan pada prinsip perpindahan massa komponen zat ke dalam pelarut, dimana perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarut (Sarker, 2006).

2.3.2 Jenis-Jenis Ekstraksi

Ada berbagai cara ekstraksi yang telah diketahui, masing-masing cara tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Pemilihan metode dilakukan dengan memerhatikan antara lain sifat senyawa, pelarut yang digunakan dan alat yang tersedia. Struktur untuk setiap senyawa, suhu dan tekanan merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam melakukan ekstraksi. Alkohol merupakan salah satu pelarut yang paling banyak dipakai untuk menyari secara total (Hanani, 2016)

Menurut Serker (2006), beberapa metode ekstraksi yang umum digunakan antara lain sebagai berikut :

1. Maserasi

Maserasi berasal dari bahasa latin *Macerace* berarti mengairi dan melunakkan. Keunggulan metode maserasi ini adalah maserasi merupakan cara ekstraksi yang paling sederhana dan paling banyak digunakan, peralatannya mudah ditemukan dan pengerjaannya sederhana. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri. Selama maserasi atau proses perendaman dilakukan pengocokan berulang-ulang. Upaya ini menjamin keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi yang lebih cepat di dalam cairan. Sedangkan keadaan diam selama maserasi menyebabkan turunnya perpindahan bahan aktif. Secara teoritis pada

suatu maserasi tidak memungkinkan terjadinya ekstraksi absolut. Semakin besar perbandingan simplisia terhadap cairan pengestraksi, akan semakin banyak hasil yang diperoleh (Serker, 2006).

2. Perkolasi

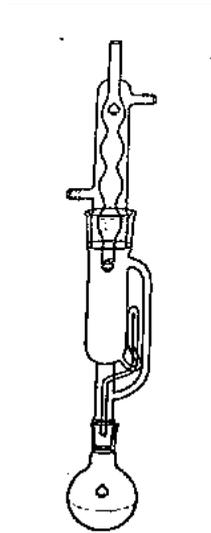
Istilah perkolasi berasal dari bahasa latin *„per’* yang artinya melalui dan *‘colare’* yang artinya merembes. Jadi, perkolasi adalah penyarian dengan mengalirkan cairan penyari melalui serbuk simplisia yang telah dibasahi. Alat yang digunakan untuk mengekstraksi disebut perkolator, dengan ekstrak yang telah dikumpulkan disebut perkolat. Metode perkolasi memberikan beberapa keunggulan dibandingkan metode maserasi, antara lain adanya aliran cairan penyari menyebabkan adanya pergantian larutan dan ruang di antara butir-butir serbuk simplisia membentuk saluran kapiler tempat mengalir cairan penyari.

Kedua hal ini meningkatkan derajat perbedaan konsentrasi yang memungkinkan proses penyarian lebih sempurna. Serbuk simplisia yang akan diperkolasi tidak langsung dimasukkan ke dalam bejana perkolator, tetapi dibasahi dan dimaserasi terlebih dahulu dengan cairan penyari. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan kesempatan sebesar-besarnya kepada cairan penyari memasuki seluruh pori-pori dalam simplisia sehingga mempermudah penyarian selanjutnya. Untuk menentukan akhir perkolasi, dapat dilakukan pemeriksaan zat aktif secara kualitatif pada perkolat terakhir (Serker, 2006).

3. Sokletasi

Sokletasi adalah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru yang umumnya dilarutkan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinu dengan jumlah pelarut yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Biomasa

ditempatkan dalam wadah soklet yang dibuat dengan kertas saring, melalui alat ini pelarut akan terus direfluks. Alat soklet akan mengosongkan isinya ke dalam labu dasar bulat setelah pelarut mencapai kadar tertentu. Setelah pelarut segar melewati alat ini melalui pendingin refluks, ekstraksi berlangsung sangat efisien dan senyawa dari bioasa secara efektif ditarik ke dalam pelarut karena konsentrasi awalnya rendah dalam pelarut (Serker, 2006).



Gambar 2.10 Rangkaian Alat Ekstraksi Metode Soklet

(Sumber : Wonorahardjo, 2013)

Prinsipnya adalah penyarian yang dilakukan berulang-ulang sehingga penyarian lebih sempurna dan pelarut yang digunakan relatif sedikit. Bila penyarian telah selesai maka pelarutnya dapat diuapkan kembali dan sisanya berupa ekstrak yang mengandung komponen kimia tertentu. Penyarian dihentikan bila pelarut yang turun melewati pipa kapiler tidak berwarna dan dapat diperiksa dengan pereaksi yang cocok.

Sampel dalam sokletasi perlu dikeringkan sebelum disokletasi. Tujuan dilakukannya pengeringan adalah untuk menghilangkan kandungan air yang

terdapat dalam sampel sedangkan dihaluskan adalah untuk mempermudah senyawa terlarut dalam pelarut. Didalam sokletasi digunakan pelarut yang mudah menguap. Pelarut itu bergantung pada tingkatannya, polar atau non polar (Serker, 2006).

4. Refluks

Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada temperatur titik didihnya selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Umumnya dilakukan pengulangan proses pada residu pertama sampai 3-5 kali sehingga dapat termasuk proses ekstraksi sempurna. Refluks dilakukan dengan menggunakan alat destilasi, dengan merendam simplisia dengan pelarut/solven dan memanaskannya hingga suhu tertentu. Pelarut yang menguap sebagian akan mengembang kembali kemudian masuk ke dalam campuran simplisia kembali, dan sebagian ada yang menguap (Serker, 2006).

5. Ultrasonik

Ultrasonik adalah metode maserasi yang dimodifikasi dimana ekstraksi difasilitasi dengan menggunakan ultrasound (pulsa frekuensi tinggi, 20 kHz). Ekstrak ditempatkan dalam botol. Vial ditempatkan dalam penangas ultrasonik, dan USG digunakan untuk menginduksi mekanik pada sel melalui produksi kavitasi dalam sampel. Kerusakan seluler meningkat pelarutan metabolit dalam ekstraksi pelarut dan meningkatkan hasil. Efisiensi ekstraksi tergantung pada frekuensi instrumen, dan panjang dan suhu sonikasi (Serker, 2006).

Penggunaan ultrasonik pada dasarnya menggunakan prinsip dasar yaitu dengan dengan mengamati sifat akustik gelombang ultrasonik yang dirambatkan melalui medium yang dilewati. Pada saat gelombang merambat, medium yang dilewatinya akan mengalami getaran. Getaran akan memberikan pengadukan yang

intensif terhadap proses ekstraksi. Pengadukan akan meningkatkan osmosis antara bahan dengan pelarut sehingga akan meningkatkan proses ekstraksi (Serker, 2006).

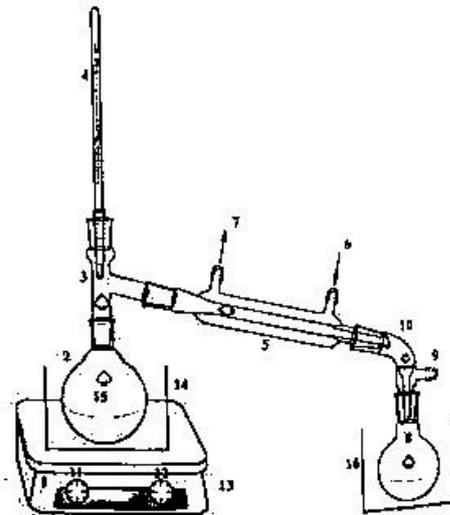
6. Ekstraksi Pelarut Bertekanan

Ekstraksi dengan metode ini menggunakan suhu yang lebih tinggi daripada yang digunakan dalam metode ekstraksi lain, dan membutuhkan tekanan tinggi untuk cepat dan direproduksi ekstraksi awal dari sejumlah sampel. Mempertahankan pelarut dalam keadaan cair pada suhu tinggi. Hal ini paling cocok untuk bahan tanaman yang dimuat ke dalam sel ekstraksi, yang ditempatkan di sebuah oven. pelarut kemudian dipompa dari reservoir untuk mengisi sel, yang dipanaskan dan bertekanan pada tingkat diprogram untuk jangka waktu. Sel memerah dengan gas nitrogen, dan ekstrak, yang otomatis disaring, dikumpulkan dalam termos. Pelarut segar digunakan untuk mencampur sel dan untuk melarutkan komponen yang tersisa. Sebuah pembersihan akhir dengan nitrogen gas dilakukan untuk mengeringkan.

Suhu tinggi dan tekanan meningkatkan penetrasi pelarut ke dalam bahan dan meningkatkan metabolit solubilisasi, meningkatkan kecepatan ekstraksi dan hasil. Bahkan, dengan persyaratan pelarut rendah, bertekanan ekstraksi pelarut lebih alternatif ekonomis dan ramah lingkungan dengan pendekatan konvensional. Sebagai bahan dikeringkan secara menyeluruh setelah ekstraksi, adalah untuk melakukan ekstraksi diulangi dengan pelarut yang sama atau berturut-turut ekstraksi dengan pelarut meningkatkan polaritas Serker (2006).

2.3.3 Pengertian Destilasi

Destilasi adalah proses memisahkan bahan-bahan alam yang berupa zat cair atau untuk memurnikan cairan yang mengandung pengotor. Proses distilasi sering digabungkan dengan proses lain seperti ekstraksi, untuk mencapai tujuan pemisahan yang diinginkan. Prinsip utama metode distilasi yaitu bekerja berdasarkan perbedaan titik didih dari masing-masing senyawa komponen campuran pada tekanan yang tetap. Perbedaan titik didih ini menyebabkan perbedaan volatilitas pada komponen campuran dan merupakan sifat intrinsik dari senyawa penyusun campuran (Wonorahardjo, 2013).



Gambar 2.11 Seperangkat alat destilasi sederhana

(Sumber : Wonorahardjo, 2013)

2.3.4 Pengertian Ekstrak

Ekstrak didefinisikan sebagai senyawa atau campuran senyawa yang diperoleh dari tanaman segar atau kering, atau bagian tanaman seperti daun, bunga, biji, akar serta kulit dengan prosedur ekstraksi berbeda. Pada umumnya tanaman tersebut mengandung zat fitokimia berkonsentrasi tinggi dengan sifat antioksidan,

seperti vitamin C, vitamin E, betakaroten (diubah tubuh menjadi vitamin A) dan polifenol. Ekstraksi fitokimia bahan tanaman merupakan langkah penting sebelum dilakukan proses selanjutnya (Teddy, 2011).

Ekstrak juga disebut dengan sediaan kering, kental atau cair yang dibuat dengan menyari simplisia nabati atau hewani menurut cara yang sesuai (Tiwari, 2011 dalam Ulfah, 2016). Ekstrak cair diperoleh dari ekstraksi yang masih mengandung sebagian besar cairan penyari. Ekstrak kental akan didapat apabila sebagian besar cairan penyari sudah diuapkan, sedangkan ekstrak kering akan diperoleh jika sudah tidak mengandung cairan penyari (Hanani, 2016).

2.4 Tinjauan Insektisida

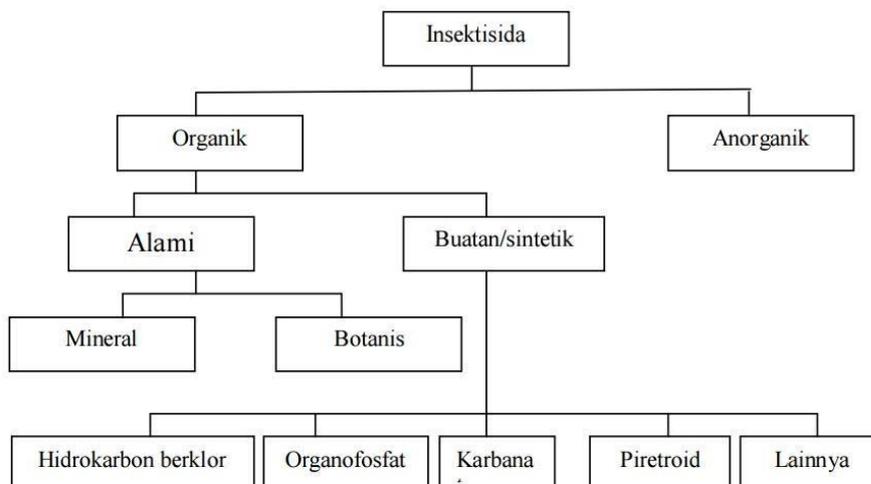
Insektisida adalah pestisida khusus yang digunakan membunuh serangga dan invertebrata lain. Secara harfiah insektisida berarti pembunuh serangga, berasal dari Bahasa Latin "*cida*" yang berarti pembunuh (Adharini, 2008).

2.4.1 Klasifikasi Insektisida

Berdasarkan sifat dan cara memperolehnya insektisida dibagi menjadi insektisida anorganik dan insektisida organik. Pada umumnya insektisida modern adalah insektisida organik dan insektisida ini dibagi menjadi insektisida organik alami dan buatan. Insektisida organik alami diperoleh dengan cara penyulingan zat-zat alami. Insektisida ini terdiri dari insektisida botanis yaitu yang diperoleh dari bahan tumbuhan dan insektisida mineral yang diperoleh dari penyulingan minyak bumi.

Metode penggolongan insektisida yang lain adalah berdasarkan sifat kimianya. Kelas senyawa kimia insektisida dapat ditunjukkan berdasarkan bahan

aktifnya (*active ingredient*), yaitu bahan kimia yang mempunyai efek toksik (Adharini, 2008). Penggolongan insektisida berdasarkan bahan aktifnya disajikan pada gambar berikut :



Gambar 2.12 Klasifikasi Insektisida secara umum
(Sumber : Adharini, 2008)

Menurut Adharini (2008) insektisida dapat digunakan dengan cara penyemprotan (*spraying*), penghembusan (*dusting*), pengabutan (*fogging*), penguapan (*fumigating*), perendaman (*dipping*) dan pengumpanan (*baiting*). Khasiat insektisida untuk membunuh serangga tergantung pada bentuk, cara masuk ke dalam badan serangga, macam bahan kimia, konsentrasi dan jumlah (*dosis*) insektisida. Faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah spesies serangga yang akan dikendalikan, ukurannya, susunan badannya, stadiumnya, sistem pernapasan dan bentuk mulutnya (Gandahusada, 2006 dalam Wibawa, 2012).

2.4.2 Cara Masuk Insektisida pada Serangga

Cara masuknya (*route of entry*) insektisida/toksikan ke dalam tubuh serangga terdiri atas 3 cara, yaitu racun lambung/perut (*stomach poison*), racun kontak (*contact poison*) dan racun pernafasan (*fumigan*).

1. Racun kontak (*contact poison*)

Insektisida yang masuk ke dalam tubuh serangga melalui integumen (kulit). Insektisida ini akan menyebabkan serangga target terkapar apabila terpapar langsung (kontak) dengan insektisida tersebut. Salah satu persyaratan racun kontak adalah bahwa bahan insektisida racun kontak dapat melarutkan lemak atau lapisan lilin pada kutikula. Hal ini memastikan bahwa bahan aktif yang terkandung dalam insektisida tersebut dapat menembus tubuh serangga sehingga masuk ke dalam tubuh serangga target (Hasibuan, 2015). Pada umumnya dipakai untuk memberantas serangga yang mempunyai bentuk mulut tusuk isap (Soedarto, 2004).

2. Racun perut (*stomach poison*)

Insektisida masuk ke sistem pencernaan melalui alat mulut bersamaan dengan makanan yang mereka makan. Insektisida ini masuk melalui mulut, kemudian diserap dan bekerja ke dalam saluran pencernaan, sehingga insektisida ini dikenal juga dengan racun lambung. Setelah masuk ke organ pencernaan serangga, toksikan insektisida diserap oleh dinding usus, kemudian ditranslokasikan ke tempat sasaran yang mematikan sesuai dengan jenis bahan aktif insektisida tersebut. Lebih lanjut, selain meracuni sel-sel lambung toksikan tersebut dapat juga bergerak menuju ke organ-organ respirasi (Hasibuan, 2015)

Biasanya serangga yang diberantas dengan menggunakan insektisida ini mempunyai bentuk mulut untuk mengigit, lekat isap, kerap isap dan bentuk menghisap (Soedarto, 2004).

3. Racun pernapasan (*fumigant*)

Insektisida masuk melalui sistem pernapasan (spirakel) dan juga melalui permukaan badan serangga. Serangga akan mati bila menghirup partikel mikro tersebut dalam jumlah yang cukup. Kebanyakan racun pernafasan berupa gas, asap maupun aerosol. Oleh karena itu nama racun pernafasan sering dikenal dengan fumigan (Hasibuan, 2015).

Insektisida ini dapat digunakan untuk memberantas semua jenis serangga tanpa harus memperhatikan bentuk mulutnya. Penggunaan insektisida ini harus hati-hati sekali terutama bila digunakan untuk pemberantasan serangga di ruang tertutup (Soedarto, 2004).

2.4.3 Cara Kerja Insektisida

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2012) menyatakan bahwa cara kerja insektisida dalam tubuh serangga dikenal istilah *mode of action*. *Mode of action* adalah cara insektisida memberikan pengaruh melalui titik tangkap (target site) di dalam tubuh serangga. Titik tangkap pada serangga biasanya berupa enzim atau protein. Beberapa jenis insektisida dapat mempengaruhi lebih dari satu titik tangkap pada serangga.

Cara kerja insektisida yang digunakan dalam pengendalian vektor terbagi dalam 5 kelompok yaitu : (1) mempengaruhi sistem saraf, (2) menghambat produksi energi, (3) mempengaruhi sistem endokrin, (4) menghambat produksi kutikula dan (5) menghambat keseimbangan air.

2.4.4 Toksisitas Insektisida

Penggolongan toksisitas suatu insektisida dilakukan oleh badan internasional seperti WHO dan EPA (Environmental Protection Agency) 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) (Kementerian Kesehatan RI, 2012).

LC₅₀ (*lethal concentration*) adalah konsentrasi suatu insektisida (biasanya dalam makanan, udara, air) untuk mematikan 50% hewan coba. Semakin kecil nilai LC₅₀, semakin beracun insektisida tersebut (Kementerian Kesehatan RI, 2012). Suatu bahan kimia dinyatakan berkemampuan toksik akut bila aksi langsungnya mampu membunuh 50% atau lebih populasi uji dalam selang waktu pendek, misal 24 jam, 48 jam sampai dengan 14 hari (Meyer, 1982 dalam UNPAD, 2009).

2.4.5 Dampak Insektisida

Penggunaan insektisida kimiawi/sintetik yang melebihi dosis menyebabkan berbagai jenis burung pemakan serangga juga mati karena telah memakan serangga yang tercemar insektisida. Apabila burung pemangsa serangga menjadi langka atau punah maka hama serangga berkembang tak terkendali. Di samping itu, penyemprotan insektisida dapat menyebabkan serangga tertentu kebal (*resisten*). Akibatnya untuk memberantas serangga, diperlukan dosis insektisida yang lebih tinggi. Kondisi demikian yang dibiarkan berlangsung terus menerus akan menimbulkan pencemaran yang makin meningkat (Novizan, 2002).

Punahnya spesies tertentu dalam suatu ekosistem akan mengubah rantai makanan dan jaring-jaring makanan di dalamnya. Hal itu mengakibatkan perubahan dan gangguan dalam keseimbangan ekosistem. Pestisida yang digunakan untuk memberantas hama juga dapat mematikan cacing tanah. Pencemaran tersebut dapat menurunkan kesuburan tanah karena cacing tanah mempercepat pembentukan humus tanah. Kesuburan tanah pertanian juga dapat menurun karena penggunaan pupuk buatan secara terus-menerus. Bahan pencemar dapat juga menimbulkan keracunan dan penyakit. Orang yang mengonsumsi sayur, buah, ikan, atau bahan makanan lain yang tercemar dapat mengalami keracunan. Keracunan mengakibatkan kerusakan hati dan ginjal, maupun kanker (Novizan, 2002 dalam Imas, 2016).

Pencemaran udara oleh gas CFC dapat menyebabkan terbentuknya lubang ozon. Akibatnya, terjadilah efek rumah kaca, yaitu peningkatan suhu di permukaan bumi. Lapisan ozon pada atmosfer bumi yang berlubang mengakibatkan radiasi sinar ultraviolet dari matahari dapat mencapai bumi. Akibatnya terjadi kematian beberapa jenis organisme, tumbuhan kerdil dan menyebabkan kanker kulit atau kanker retina mata (Novizan, 2002 dalam Imas, 2016).

2.5 Peranan Daun Rambutan

Mengingat cukup besarnya dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan insektisida sintetik, maka perlu dilakukan tindakan untuk meminimalisir dampak-dampak tersebut. Salah satunya dengan penggunaan insektisida yang aman digunakan dalam jangka panjang. Insektisida alternatif yang

banyak direkomendasikan para ahli berupa insektisida nabati yang dihasilkan oleh tanaman. Tanaman yang dimaksud adalah tanaman yang mengandung zat aktif yang mampu membunuh nyamuk dan larvanya (Prasetyowati, 2007).

Insektisida nabati ini relatif aman digunakan dalam jangka waktu panjang, karena tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Yang mana, zat aktif dari tanaman itu akan diuraikan kembali ke alam oleh mikroorganisme pengurai. Selain itu, insektisida nabati ini bersifat spesifik, artinya hanya membunuh serangga sasaran tanpa membunuh hewan lain yang bukan target. Insektisida ini juga relatif aman bagi manusia dan hewan peliharaan serta tidak menimbulkan resistensi pada nyamuk (Prasetyowati, 2007).

Menurut Ulfa (2010) senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati terdapat dalam tumbuhan yang mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid, saponin, tanin dan sebagainya. Salah satu tanaman yang mengandung beberapa senyawa tersebut adalah daun rambutan. Daun rambutan positif mengandung senyawa flavonoid, saponin dan tanin (Sonia, 2016).

Senyawa flavonoid bersifat sama sebagai stomach poisoning atau racun perut. Senyawa tersebut akan larut di dalam air dan akhirnya masuk ke sistem pencernaan serta mengakibatkan gangguan sistem pencernaan sehingga serangga gagal tumbuh dan akhirnya mati. Flavonoid juga mampu menghambat hormon pertumbuhan serangga seperti hormon otak, hormon edikson dan hormon pertumbuhan. Tidak berkembangnya hormon tersebut dapat menghambat pertumbuhan serangga. Dan apabila terabsorpsi dan masuk dalam rongga badan yang berlebihan mengakibatkan terjadinya permeabilitas rongga badan sehingga

menjadi rusak dan hemolinfe tidak dapat di distribusikan dengan sempurna. Kerusakan pada sistem pernafasan dan rongga badan akan mengakibatkan kematian (Dalimartha, 2015 dalam Imas, 2016).

Saponin merupakan senyawa kimia yang dihasilkan tanaman. Saponin bertanggung jawab dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap predator, memberikan zat warna, rasa dan bau tanaman. Saponin merupakan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan spesies dari tanaman yang berbeda. Saponin juga mempunyai efek sebagai anti mikroba, menghambat jamur dan melindungi tanaman dari serangga-serangga. Saponin juga merupakan senyawa yang memegang peranan penting terhadap kematian larva *Aedes aegypti*. Saponin mengandung hormon steroid yang berpengaruh di dalam pertumbuhan larva nyamuk. Kematian larva disebabkan adanya kerusakan traktus digestivus, dimana saponin dapat menurunkan tegangan permukaan traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi korosif (Dewi, 2013).

Tanin merupakan polifenol tanaman yang larut dalam air dan dapat menggumpalkan protein (Westerdarp, 2006). Apabila tanin kontak dengan lidah maka reaksi pengendapan protein ditandai dengan rasa sepat atau astringen. Tanin terdapat pada berbagai tumbuhan berkayu dan herbal, berperan sebagai pertahanan tumbuhan dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan. Tanin dapat menurunkan kemampuan mencerna makanan dengan cara menurunkan aktifitas enzim pencernaan (protease dan amylase) serta mengganggu aktivitas protein usus. Serangga yang memakan tumbuhan dengan kandungan tanin tinggi akan memperoleh sedikit makanan akibatnya akan terjadi penurunan tumbuhan. Respon jentik terhadap senyawa ini adalah menurunkan laju

pertumbuhan dan nutrisi (Dinata, 2008).

Ketiga senyawa tersebut memiliki efek toksik terhadap larva, serangga ataupun bakteri. Ekstrak etanol daun rambutan (*Nephelium lappaceum* Linn) efektif untuk membunuh larva *Aedes aegypti* instar III (Asiah, et al. 2008) dan memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25925 (Maradona, 2013) serta memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan tanaman temulawak (Dharmadewi, Astiti dan Wrsiati, 2014).

2.6 Hipotesis

Ada pengaruh pemberian ekstrak daun rambutan (*Nephelium lappaceum* Linn) terhadap tingkat kematian nyamuk *Aedes aegypti*.