

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nyamuk *Aedes aegypti*

2.1.1 Klasifikasi Nyamuk *Aedes aegypti*

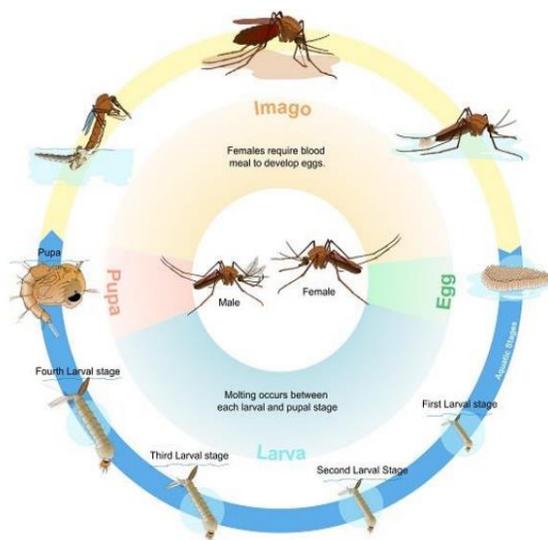
Menurut Syarifah (2017) taksonomi dari Nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut: Kingdom: *Animalia*, Phylum: *Arthropoda*, Subphylum: *Uniramia*, Kelas: *Insekta*, Ordo: *Diptera*, Subordo: *Nematosera*, Familia: *Culicidae*, Subfamili: *Culicinae*, Tribus: *Culicini*, Genus: *Aedes*, Spesies: *Aedes aegypti*.

2.1.2 Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

Tubuh nyamuk *Aedes aegypti* terdiri dari kepala (caput), dada (thorax), perut (abdomen). Nyamuk mempunyai 3 pasang kaki, sepasang sayap dan halter dan pada bagian kepala nyamuk terdapat sepasang mata majemuk, sepasang antena, dan sepasang palpi serta memiliki mulut yang panjang seperti jarum. Nyamuk *Aedes aegypti* biasa disebut *black-white mosquito*, karena terdapat ciri khusus yaitu pita atau garis-garis putih keperakan di atas dasar hitam, dengan ukuran badan nyamuk berkisar sekitar 3-4 mm dengan ring putih pada bagian kakinya (Agustin *et al.*, 2017). Terdapat bercak yang khas berupa dua garis sejajar di bagian tengah di bagian dorsal dari toraks serta dua garis lengkung di tepi. Ujung abdomen nyamuk betina berbentuk lancip, memiliki alat kelamin (cerci) yang lebih panjang dari cerci pada nyamuk-nyamuk lain dan ukuran tubuh nyamuk betinanya lebih besar dibandingkan nyamuk jantan (Ngadino *et al.*, 2021).

2.1.3 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna, terdiri dari empat fase, meliputi: Telur, Larva, Pupa dan Nyamuk Dewasa. Stadium telur, larva dan pupa hidup di dalam air, sedangkan nyamuk dewasa hidup di darat (Anggriany dan Tarigan, 2018).

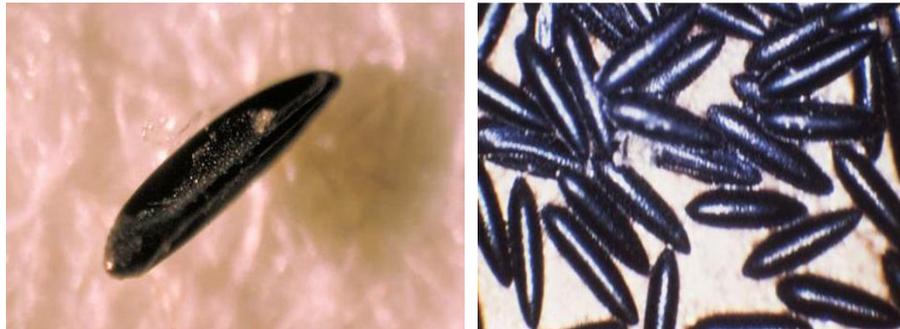


Gambar 2.1 Siklus hidup *Aedes aegypti* (Safiudin *et al.*, 2017)

Perubahan dari fase telur menjadi larva memerlukan waktu selama 2 hari, kemudian memasuki empat tahapan dalam perkembangan larva yang disebut instar. Perkembangan dari instar 1 ke instar 4 memerlukan waktu sekitar 5 hari, saat mencapai instar ke-4 larva berubah menjadi pupa dimana larva memasuki masa dorman. Pupa bertahan selama 2 hari hingga nyamuk dewasa keluar dari pupa. Perkembangan dari telur sampai nyamuk dewasa membutuhkan waktu 9 – 10 hari, namun dapat lebih lama jika kondisi lingkungan tidak mendukung (Agustina *et al.*, 2019).

2.1.3.1 Telur

Nyamuk *Aedes aegypti* menyukai air bersih sebagai tempat untuk meletakkan telur dan tempat untuk berkembangbiak. Nyamuk *Aedes aegypti* betina meletakkan telurnya di beberapa sarang selama satukali siklus gonotropik. Setiap kali bertelur, nyamuk *Aedes aegypti* betina dapat menghasilkan 100-300 butir dalam keadaan telur terendam air. Telur nyamuk awalnya akan berwarna putih dan dalam beberapa saat akan menjadi hitam mengkilap. Telur yang dihasilkan berbentuk oval, berukuran 0,7 mm (Mawardi dan Busra, 2019).

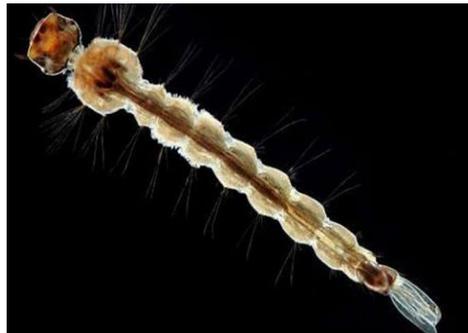


Gambar 2.2 Telur nyamuk *Aedes aegypti* (Zattel dan Kaufman, 2013)

Telur yang diletakkan dalam air akan menetas dalam waktu 1-3 hari pada suhu 30⁰C, tetapi membutuhkan waktu 7 hari pada suhu 16⁰C. Telur dapat bertahan dalam kondisi kering pada waktu dan intensitas yang bervariasi hingga beberapa bulan. Beberapa faktor yang mempengaruhi nyamuk betina memilih tempat untuk bertelur yaitu temperatur, pH, kadar ammonia, nitrat, sulfat dan kelembapan serta nyamuk ini biasanya memilih tempat yang letaknya tidak terpapar matahari secara langsung (Agustin *et al.*, 2017).

2.1.3.2 Larva

Perkembangannya larva Terdiri dari 4 tahap yang dikenal sebagai instar. Instar I: berukuran paling kecil, yaitu 1-2 mm, instar II: ukuran 2,5 – 3,8 mm, instar III: lebih besar sedikit dari larva instar II, instar IV: berukuran paling besar 5 mm. Perkembangan dari instar I ke instar IV membutuhkan waktu kurang lebih 5 hari. Larva *Aedes aegypti* memiliki sifon yang besar dan pendek serta hanya terdapat sepasang sisik subsentral dengan jarak lebih dari seperempat bagian dari pangkal sifon. Dapat dibedakan larva *Aedes aegypti* dengan genus yang lain yaitu dengan ciri-ciri tambahan seperti sekurang-kurangnya ada tiga pasang yang satu pada sirip ventral, antenna tidak melekat penuh dan tidak ada setae yang besar pada toraks (Susanti dan Suharyo, 2017).



Gambar 2.3 Larva *Aedes aegypti* (Zattel dan Kaufman, 2013)

Karakteristik jentik *Aedes aegypti* yaitu bergerak aktif dan lincah di dalam air bersih dari bawah ke permukaan untuk mengambil udara nafas lalu kembali lagi kebawah, posisinya membentuk 45 derajat, jika istirahat larva terlihat agak tegak lurus dengan permukaan. Siklus hidup dan pertumbuhan larva diukur

dengan jumlah telur, lama menetasnya telur, jumlah larva, lama waktu stadium larva, jumlah pupa dari larva, lama waktu stadium pupa, jumlah imago dari pupa dan lama waktu imago hingga bertelur dan mati (Agustin *et al.*, 2017).

2.1.3.3 Pupa (Kepompong)

Pupa *Aedes aegypti* atau stadium pupa adalah fase terakhir siklus nyamuk yang berada di dalam lingkungan air. Stadium ini hanya berlangsung 2-3 hari tetapi dapat diperpanjang sampai 10 hari pada suhu rendah, dibawah suhu 10°C tidak ada perkembangan (Mawardi dan Busra, 2019).



Gambar 2.4 Pupa *Aedes aegypti* (Zattel dan Kaufman, 2013).

Bentuk tubuh pupa nyamuk *Aedes aegypti* bengkok, dengan bagian kepala-dada (*cephalothorax*) lebih besar dibandingkan dengan bagian perutnya sehingga tampak seperti tanda baca ‘koma’, dan pada ruas ke delapan terlihat sepasang paddles (alat pengayuh) yang digunakan untuk bergerak di dalam air. Pupa tidak membutuhkan makanan tetapi membutuhkan udara yang cukup. Pupa bernafas pada permukaan air melalui sepasang struktur seperti terompet kecil pada toraks (Lema *et al.*, 2021).

2.1.3.4 Nyamuk dewasa

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa mempunyai ukuran yang sedang dengan warna tubuh hitam kecoklatan. Pada tubuh dan juga tungkainya ditutupi oleh sisik dengan garis-garis putih keperakan. Pada bagian punggung tubuh tampak ada dua garis yang melengkung vertikal yaitu bagian kiri dan bagian kanan yang menjadi ciri-ciri dari spesies tersebut. Ukuran dan warna nyamuk jenis ini terlihat sering berbeda antar populasi, tergantung pada kondisi di lingkungan dan juga nutrisi yang didapat nyamuk selama masa perkembangan (Susanti dan Suharyo, 2017).



Gambar 2.5 Nyamuk dewasa *Aedes aegypti* (Zattel dan Kaufman, 2013)

Nyamuk betina menghisap darah menggunakan probosis yang ada pada bagian kepala. Nyamuk jantan tidak menghisap darah dan memperoleh sumber energi dari nektar bunga ataupun tumbuhan. Nyamuk memiliki antenna sebagai peraba dan pembau yang pada nyamuk betina disebut dengan pilose, sedangkan pada jantan disebut dengan plumose. Usia nyamuk betina lebih lama yaitu 8-15 hari dibandingkan dengan jantan 3-6 hari. Nyamuk betina memiliki alat kelamin yang disebut dengan cerci sedangkan pada nyamuk jantan disebut dengan hypopigidium (Lema *et al.*, 2021).

2.1.4 Habitat dan Perilaku Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* suka hidup pada genangan air di kontainer, baik di dalam maupun di luar rumah. Nyamuk betina suka meletakkan telurnya di permukaan air di dalam kontainer yang berwarna gelap, terbuka dan terutama yang terletak di tempat-tempat terlindung dari sinar matahari (Ambarita *et al.*, 2016). Nyamuk *Aedes aegypti* menggigit pada siang hari dan bersifat *antropofilik*, sehingga sangat berpotensi sebagai vektor penular penyakit. Nyamuk ini biasanya ditemukan beristirahat pada gantungan baju, tempat yang lembab, gelap terlindung dari sinar matahari langsung (Ngadino *et al.*, 2021).

Adanya vektor nyamuk tergantung pada faktor lingkungan abiotik dan biotik. Faktor lingkungan abiotik yaitu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan nyamuk dari telur hingga dewasa diantaranya berupa curah hujan, evaporasi, hingga temperature. Faktor lingkungan biotik merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup pradewasa nyamuk meliputi competitor, predator, makanan ditempat berkembangbiak, bahan organik, dan serangga air (Agustin *et al.*, 2017).

2.1.5 Pengendalian

Manajemen lingkungan merupakan cara yang efektif untuk mengendalikan vektor yaitu dengan meningkatkan kualitas supply air dengan penyimpanannya, pengelolaan atau daur ulang sampah yang menyebabkan genangan air. Kurangnya kesadaran masyarakat, metode atau cara seperti ini tidak mencapai sasaran (Halomoan dan Suwandi, 2017)

Pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilakukan dengan pengendalian fisik dengan kegiatan 3M (Menguras, Menutup, Mengubur) pada tempat penampungan air. Pengendalian biologi yaitu dengan memelihara ikan pemakan jentik seperti ikan kepala timah, ikan gupi. Pengendalian kimia yaitu menggunakan insektisida pembasmi jentik (larvasida). Pengendalian yang saat ini sering dilakukan adalah pengendalian secara kimiawi menggunakan insektisida, karena lebih efektif dan hasilnya cepat terlihat bila dibandingkan dengan pengendalian biologis. Namun, penggunaan insektisida mempunyai dampak negatif, antara lain pencemaran lingkungan, kematian predator, resistensi serangga sasaran, dapat membunuh hewan peliharaan, bahkan dapat meracuni manusia (Anggriany dan Tarigan, 2018).

2.2 *Aedes aegypti* sebagai Vektor Penyakit

Arbovirus adalah istilah yang digunakan untuk merujuk kepada sekelompok virus dari berbagai family, yang ditularkan oleh vektor arthropoda. Penyakit zoonotik virus Arbo disebabkan oleh berbagai macam virus RNA, menular dari hewan kepada manusia melalui vektor arthropoda. Di dalam tubuh vektor, virus menginfeksi dan mereplikasi diri pada kelenjar air liur sehingga menyebabkan viremia, dimana virus berada dalam aliran darah vektor. Vektor arthropoda menularkan virus pada saat menggigit sehingga virus masuk ke sistem peredaran darah manusia atau induk semang lainnya. Nyamuk *Aedes aegypti* berperan sebagai pembawa vektor penyakit zoonosis yang dapat mengakibatkan penyakit Chikungunya dan Demam Berdarah *Dengue*. Penyakit zoonosis tersebut ada pula yang ditemukan di Indonesia, bahkan

ada yang masuk ke dalam kejadian luar biasa (KLB), sebagai contoh adalah wabah Demam Berdarah *Dengue* (Ekawasti dan Martindah, 2016).

2.2.1 Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus *Dengue* yang tergolong genus *Flavivirus*, dan famili *Flaviviridae* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes sp.* terutama *Aedes aegypti*. Virus *Dengue* terdiri dari empat serotipe yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4. Penyakit ini berkaitan dengan kondisi lingkungan, iklim, mobilisasi yang tinggi, kepadatan penduduk, perluasan perumahan dan perilaku masyarakat (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Virus *dengue* ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* pada manusia yang sedang mengalami viremia. Kemudian virus yang berada di kelenjar liur berkembang biak dalam waktu 8 – 10 hari (*extrinsi incubation period*) sebelum dapat di tularkan kembali pada manusia pada saat gigitan berikutnya. Dalam tubuh manusia, virus memerlukan waktu masa tunas 4–6 hari (*intrinsic incubation period*) sebelum menimbulkan penyakit (Sukohar, 2014).

Virus *Dengue* mampu bereplikasi dalam tubuh manusia, hewan sebangsa monyet, simpanse, kelinci, mencit, marmot, tikus, hamster dan nyamuk. Masa viraemia pada hewan primata berkisar antara 1-2 hari, tetapi titer virus dalam darah

manusia dapat mencapai lebih dari seratus kali dibandingkan dengan pada darah hewan primata (Widhidewi, 2019).

Gejala pada penyakit demam berdarah *dengue* diawali oleh demam tinggi mendadak 2-7 hari, bintik-bintik perdarahan, hepatomegaly, syok, tekanan nadi menurun, dari hari 3-7 ditemukan penurunan trombosit, dan ruam pada tubuh bagian wajah, ada, kaki, tangan. Gejala-gejala klinik lainnya yang dapat menyertai yaitu, anoreksia, mual, muntah, lemah, sakit perut, diare kejang, sakit kepala, rasa sakit pada otot dan persendian (Prasetyani, 2015).

Menurut Sukohar (2014), pencegahan penyakit demam berdarah sangat tergantung pada pengendalian vektornya, yaitu nyamuk *Aedes aegypti*. Pengendalian nyamuk dapat dilakukan gerakan 3M, yaitu Menguras bak mandi atau penampungan air, vas bunga dan tempat minum hewan kesayangan seminggu sekali. Menutup dengan rapat tempat penampungan air. Mengubur kaleng-kaleng bekas, aki bekas dan ban bekas di sekitar rumah.

Pengendalian hayati atau biologik, menggunakan kelompok hidup, dari golongan mikroorganisme hewan invertebrata atau vertebrata yang dapat berperan sebagai patogen, parasit, dan pemangsa. Beberapa jenis ikan pemakan jentik yaitu, kepala timah (*Panchaxpanchax*), ikan gabus (*Gambusia affinis*). Pengendalian kimiawi ini antara lain dengan pengasapan/fogging (dengan menggunakan *malathion* dan *fenthion*), memberikan bubuk abate (*temephos*) pada tempat-tempat

penampungan air seperti, gentong air, vas bunga, kolam, dan lain-lain (Putri dan Huvaid, 2018).

2.2.2 Chikungunya

Chikungunya termasuk penyakit tular vektor (*vector-borne disease*) disebabkan *arbovirus* dari genus *Alphavirus* (famili *Togaviridae*) yang ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* yang terinfeksi virus tersebut. Chikungunya berasal dari kata dalam bahasa Swahili yang berarti melengkung keatas berdasarkan gejala pada penderita yang bentuk tubuhnya melengkuk dan mengacu pada posisi tubuh yang melengkung akibat dari nyeri sendi (Hamdani *et al.*, 2022).

Manusia yang terinfeksi virus Chikungunya umumnya mengalami nyeri sendi parah disertai sindrom lain seperti demam tinggi, sakit kepala, mialgia, dan ruam. Periode inkubasi penyakit antara satu atau dua sampai 12 hari tetapi umumnya tiga sampai tujuh hari (Sitepu dan Depari, 2019). Babon dan monyet *Cercopithecus* dianggap berperan sebagai inang antara yang menyebarkan virus ke manusia. Chikungunya yang semula termasuk siklus zootik dari satwa primata-nyamuk-satwa primata, beberapa lama kemudian berubah menjadi menyerang manusia. Diagnosis chikungunya tidak dapat dipastikan hanya berdasarkan gejala klinis tetapi perlu dilakukan konfirmasi secara molekuler dan/atau serologis (Natrajan *et al.*, 2019).

Chikungunya merupakan penyakit yang dapat sembuh sendiri dan belum ada vaksin atau pengobatan khusus/spesifik untuk penyakit tersebut. Chikungunya umumnya tidak menyebabkan kematian tetapi mampu melumpuhkan sementara dari

penderitanya. Pengendalian vektor masih dipandang sebagai cara yang tepat untuk pencegahan penyebaran penyakit chikungunya dan menurunkan risiko penularan. Strategi pengendalian vektor terintegrasi dan surveilans yang efektif serta pengembangan vaksin atau terapi anti-virus sangat penting untuk pengendalian infeksi (Pramestuti *et al.*, 2021).

2.2 Jeruk Lemon (*Citrus limon L.*)

2.3.1 Klasifikasi Tanaman Jeruk Lemon (*Citrus limon L.*)

Menurut Dev dan Nidhi (2016) taksonomi dari tanaman jeruk lemon (*Citrus limon L.*) adalah sebagai berikut: Kingdom: *Plantae*, Subkingdom: *Tracheobionta*, Superdivisi: *Spermatophyta*, Divisi: *Magnoliophyta*, Kelas: *Magnoliopsida*, Sub Kelas: *Rosidae*, Ordo: *Sapindales*, Famili: *Rutaceae*, Genus: *Citrus*, Spesies: *Citrus limon L.*

2.3.2 Karakteristik Jeruk Lemon (*Citrus limon L.*)

Jeruk lemon dengan nama latin *Citrus limon L.* merupakan salah satu jenis tanaman jeruk asli dari Benua Asia yang paling banyak dibudidayakan secara global serta tumbuh dengan sangat baik di negara tropis dan subtropic (Pradika, 2020).

Jeruk memiliki 6 generasi, antara lain: 1) *Citrus*, 2) *Microcitrus*, 3) *Fortunella*, 4) *Poncirus*, 5) *Cymenia* dan 6) *Eremocitrus*. Dari keenam generasi diatas, masyarakat lebih banyak mengenal citrus yang salah satunya adalah citrus lemon atau jeruk lemon. Bentuk jeruk lemon berupa pohon (dapat mencapai 6 m)

dengan buah yang berdaging dengan rasa asam yang segar. Buah lemon mengandung asam sitrat yang berperan pada pembentukan rasa asam buah (Hasanah dan Yulianti, 2020).



Gambar 2.6 Jeruk lemon (*Citrus limon L.*) (Mohanapriya *et al.*, 2013)

Jeruk Citrus (berasal dari bahasa Belanda *citroen*), atau lemon termasuk salah satu bahan alami yang dapat dimanfaatkan buah dan kulitnya untuk berbagai macam kegunaan yaitu sebagai bahan dapur untuk penyedap rasa, minuman penyegar, pengobatan tradisional dan lain sebagainya. *Citroen* banyak dibudidayakan di Spanyol, Portugal, Argentina, Brasil, Amerika Serikat dan negara-negara lainnya di sekitar Laut Tengah. Tumbuhan ini cocok tumbuh di daerah beriklim kering dengan musim dingin yang relatif hangat dan pada suhu ideal antara 15-30 °C (60-85°F) serta dapat tumbuh baik di dataran rendah hingga ketinggian 800 meter di atas permukaan (Priambodo *et al.*, 2017).

2.3.3 Morfologi jeruk lemon (*Citrus limon L.*)

2.3.3.1 Daun

Daunnya berwarna hijau dengan tepi yang rata, tunggal, berseling, berbentuk oval/lonjong. Ujung dan pangkal daun meruncing, panjang 7-8 cm, lebar 4-5 cm,

tangkai silindris, permukaan daun biasanya licin dan agak berminyak, sayap daun sempit/marginal (Indriani, 2015).

2.3.3.2 Batang

Tanaman jeruk lemon memiliki batang berwarna hijau, berduri panjang tetapi tidak rapat, tegak, bulat, percabangan simpodial. Rantingnya tidak berduri dan lebar tangkai daunnya 1-1,5 mm (Ariyani,2017).

2.3.3.3 Akar

Jenis akar tanaman jeruk lemon adalah akar tunggang atau akar primer dimana akar jenis ini dimiliki oleh tumbuhan dikotil. Akar jeruk lemon berfungsi untuk menyimpan makanan (Ariyani,2017).

2.3.3.4 Bunga

Bunga tanaman jeruk lemon majemuk, terdapat di ujung batang dan di ketiak daun. Kelopak bunga berbentuk bintang, warnanya hijau dan benang sari panjangnya 1,5 cm, kepala benang sari berbentuk ginjal, warnanya kuning. Tangkai putik berbentuk silindris, panjangnya 1 cm, kepala putik bentuknya bulat dan berwarna kuning. Mahkota bunga lima helai bentuk bintang, warnanya putih kekuningan dan tangkai bunga berbentuk segitiga, panjang 1-1,5 cm, berwarna hijau (Ariyani, 2017).

2.3.3.5 Buah

Buah lemon memiliki kulit kasar, tebal kulitnya 0,5-0,7 cm, berwarna kuning orange, bentuknya agak bulat dan panjang 5-8 cm, dengan dasarnya agak menonjol. Buah lemon yang baik berwarna kuning tua, padat, berdaging tebal dan permukaan

kulit mengkilap dan rata. Warna akan berubah lebih pucat ketika matang (Ariyani,2017).

Buah ini termasuk dalam kelompok jeruk yang disebut “Hesperidium” yaitu variasi dari buah dengan tiga lapisan dinding buah. Buah lemon yang sudah matang akan berubah warna dari hijau menjadi warna kuning, beratnya sekitar 50-80 gr dan diameternya 5-8 cm (Batubara, 2017).

Buah lemon terdiri atas dua lapisan kulit yaitu lapisan luar dan lapisan dalam. Buah lemon mempunyai rasa asam kuat khas sitrus yang berasal dari air kulit lemon itu sendiri serta terasa lebih segar karena terdapat campuran rasa asam mint. Jeruk lemon ini berguna untuk bahan pengobatan, karena mengandung kadar vitamin C cukup tinggi. Obat-obatan yang berasal dari jeruk lemon dapat digunakan untuk mencegah pendarahan pada pembuluh darah dan menyegarkan rambut, karena mengandung vitamin A dan B (Priambodo *et al.*, 2017).

2.3.3.6 Biji

Biji buah lemon kecil, berbentuk bulat, warnanya putih berkerut, dan permukaan bijinya halus. Banyaknya biji pada satu buah lemon rata-rata 10-15 biji (Indriani, 2015).

2.3.4 Kandungan jeruk lemon (*Citrus limon L.*)

Jeruk lemon merupakan bahan alami dengan komposisi utama gula dan asam sitrat yang dapat dimanfaatkan buah dan kulitnya. perasan buah lemon mengandung

banyak senyawa bioaktif seperti flavonoid, karotenoid, limonoid, tanin, dan terpenoid (Priyambodo, 2019).

Tabel 2.1 Kandungan fitokimia pada Perasan Jeruk Lemon yang berpotensi sebagai insektisida (Shiyan *et al.*, 2022).

No.	Senyawa	Hasil
1.	Limonoid	2,95%
2.	Tanin	2,66%
3.	Flavonoid	1,95 %
4.	Saponin	0,93%

Kulit buah jeruk lemon bermanfaat sebagai antioksidan alami karena kandungan di dalamnya yaitu vitamin C, asam sitrat, minyak atsiri, bioflavonoid, polifenol, kumarin, dan flavonoid (Pradika, 2020). Komposisi senyawa yang terdapat di dalam minyak atsiri antara lain adalah limonen, sitronelal, geraniol, β -kariofilen dan α -terpineol. Kulit lemon terdiri atas dua lapisan yaitu lapisan luar dan lapisan dalam. Lapisan luar, mengandung minyak esensial yang terdiri dari citral (5%) dan limonen, α -terpineol, geranil asetat dan linali. Sedangkan lapisan dalam, mengandung kumarin, glikosida dan flavonoid. Ekstrak etanol kulit jeruk lemon mengandung senyawa metabolit sekunder flavonoid, glikosida, tanin, steroid, dan triterpenoid (Dev dan Nidhi, 2016).

Tabel 2.1 Kandungan fitokimia pada Kulit Jeruk Lemon yang berpotensi sebagai insektisida (Thapa *et al.*, 2022).

No.	Senyawa	Hasil
1.	Limonoid	28,94%
2.	Tanin	13,83%
3.	Flavonoid	1,81%
4.	Saponin	1,70 %

2.3.4.1 Limonoid

Minyak atsiri merupakan salah satu senyawa yang cukup tinggi pada jeruk lemon yang dapat menolak nyamuk. Minyak atsiri pada lemon mengandung limonoid yang merupakan kandungan aktif yang berfungsi sebagai racun perut yang masuk ke dalam sistem pencernaan dan menyebabkan mekanisme penghambat makanan. Limonoid menyebar ke jaringan syaraf dan dapat mempengaruhi fungsi dan kerja syaraf. Hal ini menyebabkan terjadinya aktifitas pada syaraf pusat sehingga nyamuk kejang. Limonen dapat masuk ke bagian pencernaan nyamuk lalu insektisida akan diserap oleh dinding pencernaan kemudian beredar dalam tubuh nyamuk. Pada akhirnya nyamuk akan mengalami gangguan aktivitas dan mati (Clarissa *et al.*, 2021).

2.3.4.2 Tanin

Tanin menyebabkan rasa jeruk lemon menjadi agak pahit dan asam ditemukan pada kulit dan daun jeruk lemon yang dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan. Tanin pada umumnya bekerja dengan menghambat aktivitas enzim dengan membentuk ikatan kompleks dengan protein pada enzim substrat yang dapat menyebabkan gangguan pencernaan dan merusak dinding sel, sehingga mekanisme kerja tanin sebagai racun perut (Hasanah dan Yulianti, 2020).

2.3.4.3 Flavonoid

Kandungan flavonoid menyebabkan rasa pahit sehingga dapat memacu dan merangsang sekresi kelenjar saliva dalam meningkatkan produksi saliva dengan cara kimiawi. Rangsangan rasa pahit ini akan menghasilkan sekresi saliva seperti air, yang menunjukkan suatu rangsangan kolinergik. Zat-zat yang larut di dalam saliva dapat

mempengaruhi ujung apikal sel-sel pengecap dan kemudian akan menghasilkan impuls syaraf melalui serabut syaraf. Flavonoid yang masuk ke dalam mulut serangga dapat menimbulkan kelayuan pada syaraf (Agnes, 2014).

2.3.4.4 Saponin

Saponin merupakan senyawa yang termasuk ke dalam senyawa terpenoid. Aktivitas saponin ini di dalam tubuh serangga adalah mengikat sterol bebas dalam saluran pencernaan makanan dimana sterol itu sendiri adalah zat yang berfungsi sebagai *prekursor hormon ecdison*, sehingga dengan menurunnya jumlah sterol bebas dalam tubuh serangga akan mengakibatkan terganggunya proses pergantian kulit (*moulting*) pada serangga. Selain itu, saponin bersifat bisa menghancurkan butir darah merah dan bersifat racun bagi hewan berdarah dingin (Saleh *et al.*,2017).

2.4 Insektisida

Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh serangga. Pada keadaan kejadian luar biasa pengendalian vektor untuk memutus rantai penularan adalah pengasapan dengan insektisida. Efektivitas insektisida sebagai pemberantas serangga tergantung pada bentuk, cara masuk ke dalam badan serangga, jenis bahan kimia, konsentrasi dan dosis insektisida. Selain itu hal yang perlu diketahui ialah spesies serangga, ukurannya, susunan badannya, stadium sistem pernafasan dan bentuk mulut (Lesmana, 2017).

Aplikasi pengendalian vektor penyakit secara umum dikenal dua jenis insektisida yang bersifat kontak/non-residual dan insektisida residual. Insektisida

kontak/non-residual merupakan insektisida yang langsung berkontak dengan tubuh serangga saat diaplikasikan. Aplikasi kontak langsung dapat berupa penyemprotan udara space spray seperti pengkabutan panas (*thermal fogging*), dan pengkabutan dingin (*cold fogging*) / *Ultra Low Volume* (ULV). Insektisida residual adalah Insektisida yang diaplikasikan pada permukaan suatu tempat dengan harapan apabila serangga melewati/hinggap pada permukaan tersebut akan terpapar dan akhirnya mati. Menurut cara masuk insektisida ke dalam tubuh serangga sasaran, insektisida dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu racun perut, racun kontak, dan racun pernafasan (Ariwidiani *et al.*, 2021).

Menurut Kemenkes RI (2012), jenis-jenis insektisida untuk pengendalian vektor terdiri atas: Organofosfat merupakan insektisida yang bekerja dengan menghambat enzim kholinesterase. Insektisida ini banyak digunakan dalam kegiatan pengendalian vektor, baik untuk space spraying, IRS (*Indoor Residual Spraying*), maupun larvasidasi. Contohnya: *malathion*, *fenitrothion*, *temefos*, *metil-pirimifos*. Karbamat merupakan insektisida yang dapat mengakibatkan kerusakan syaraf bersifat reversible sehingga relatif lebih aman. Contoh: *bendiocarb*, propoksur.

Piretroid merupakan insektisida yang bekerja mengganggu sistem syaraf. Golongan piretroid banyak digunakan dalam pengendalian vektor untuk serangga dewasa (*space spraying* dan IRS), kelambu celup atau *Insecticide Treated Net* (ITN), *Long Lasting Insecticidal Net* (LLIN), dan berbagai formulasi Insektisida rumah

tangga. Contoh: metoflutrín, transflutrín, d-fenotrín, lamda-sihalotrín, permetrín, sipermetrín, deltametrín, etofenproks (Kusumastuti,2014).

Insect Growth Regulator (IGR) merupakan kelompok senyawa yang dapat mengganggu proses perkembangan dan pertumbuhan serangga. Mikroba atau mikroorganisme berperan sebagai insektisida seperti: *Bacillus thuringiensis var israelensis*, *Bacillus sphaericus*, *abamektin*, *spinosad*. Neonikotinoid merupakan insektisida yang mirip dengan nikotin, bekerja pada sistem saraf pusat serangga yang menyebabkan gangguan pada reseptor post synaptic acetilcholin. Contoh: imidakloprid, tiametoksam, klotianidin (Ngadino *et al.*, 2021).

Fenilpirasol merupakan insektisida yang cara kerjanya memblokir celah klorida pada neuron yang diatur oleh GABA, sehingga berdampak perlambatan pengaruh GABA pada sistem saraf serangga. Contoh: fipronil dan Lain-lain. Insektisida nabati merupakan insektisida yang berasal bahan alami tumbuhan. Bagian tumbuhan seperti daun, bunga, buah, biji, kulit, batang, dan sebagainya dapat digunakan dalam bentuk utuh, bubuk maupun ekstraksi (Naria, 2015).

Repelen merupakan bahan yang diaplikasikan langsung ke kulit, pakaian atau lainnya untuk mencegah nyamuk atau serangga mendekati kulit. Contoh: DEET, etil-butil-asetilamino propionat dan ikaridin. Repelen dari bahan alam adalah minyak serih/sitronela (*citronella oil*) dan minyak eukaliptus (*lemon eucalyptus oil*) (Ngadino *et al.*, 2021).