

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit

Berdasarkan Permenkes RI No. 50 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya, pengendalian vektor adalah semua kegiatan atau tindakan yang ditujukan untuk menurunkan populasi Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit serendah mungkin, sehingga keberadaannya tidak lagi berisiko untuk terjadinya penularan penyakit di suatu wilayah.

Pengendalian nyamuk baik sebagai pengganggu atau vektor penyakit, telah dilakukan dengan berbagai macam cara sejak beberapa abad yang lalu dengan tujuan untuk mengurangi terjadinya kontak antara nyamuk dengan manusia. Pengendalian nyamuk dilakukan dengan pendekatan pengurangan sumber (*source reduction*), pengelolaan lingkungan (*environmental management*), dan perlindungan pribadi (*personal protection*). Upaya mencegah agar vektor nyamuk tidak meluas penyebarannya merupakan bagian integral dari upaya pencegahan perluasan penyakit bersumber nyamuk (PBN) (Sucipto, 2011).

Beberapa metode pengendalian vektor dan binatang pembawa penyakit yaitu dengan metode fisik, biologi, kimia, dan pengelolaan lingkungan (Permenkes RI No. 50 Tahun 2017).

a. Pengendalian Metode Fisik

Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit dengan metode fisik dilakukan dengan cara menggunakan atau menghilangkan material fisik untuk menurunkan populasi Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit. Beberapa metode pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit dengan metode fisik antara lain sebagai berikut:

- 1) Mengubah salinitas dan/atau derajat keasaman (pH) air
- 2) Pemasangan Perangkap
- 3) Penggunaan raket listrik
- 4) Penggunaan kawat kassa

b. Pengendalian Metode Biologi

Pengendalian metode biologi dilakukan dengan memanfaatkan organisme yang bersifat predator dan organisme yang menghasilkan toksin. Organisme yang bersifat predator bagi larva nyamuk antara lain ikan kepala timah, ikan cupang, ikan nila, ikan sepat, *Copepoda*, nimfa capung, berudu katak, larva nyamuk *Toxorhynchites*. dan organisme lainnya. Organisme yang menghasilkan toksin antara lain *Bacillus thuringiensis israelensis*, *Bacillus sphaericus* (BS), virus, parasit, jamur dan organisme lainnya, selain itu juga dapat

memanfaatkan tanaman pengusir/anti nyamuk (Permenkes RI No. 50 Tahun 2017).

Pengendalian secara biologi merupakan upaya pemanfaatan *agent* biologi untuk pengendalian vektor nyamuk. Beberapa *agent* biologis yang sudah digunakan dan terbukti mampu mengendalikan populasi larva vektor adalah dari kelompok bakteri, predator seperti ikan pemakan jantik, larva nyamuk dari genus *Toxorhynchites*, larva capung dan *cyclops* (Copepoda) (Supartha, 2008).

c. Pengendalian Metode Kimia

Metode kimia adalah metode yang dilakukan dengan cara penyemprotan zat kimia seperti insektisida ke sarang nyamuk seperti selokan, semak-semak dan tempat-tempat yang kumuh. Selain penyemprotan dapat juga dilakukan pengendalian pada larva nyamuk yang berada di tempat penampungan air atau tempat yang dapat menampung air. Penggunaan anti nyamuk bakar juga digolongkan ke dalam pengendalian secara kimia karena mengandung bahan beracun, misalnya piretrin (Supartha, 2008). Metode pengaplikasian pestisida dalam pengendalian vektor dan binatang pembawa penyakit yaitu dengan *Surface spray (Indoor Residual Spray)*, kelambu berinsektisida, larvasida, penyemprotan udara (*Space spray*) seperti pengkabutan panas (*thermal fogging*) dan pengkabutan dingin (*cold fogging*)/Ultra Low Volume (ULV) (Permenkes RI No. 50 Tahun 2017).

d. Pengelolaan lingkungan

Pengelolaan lingkungan (*environmental control*) dapat dilakukan dengan cara mengelola lingkungan (*environmental management*), yaitu memodifikasi atau memanipulasi lingkungan sehingga terbentuk lingkungan yang tidak cocok (kurang baik) yang dapat mencegah atau membatasi perkembangan vektor. Pengelolaan lingkungan (*environmental control*) meliputi modifikasi lingkungan (permanen) dan manipulasi lingkungan (temporer):

1) Modifikasi lingkungan (*environmental modification*)

Modifikasi lingkungan atau pengelolaan lingkungan bersifat permanen dilakukan dengan penimbunan habitat perkembangbiakan, mendaur ulang habitat potensial, menutup retakan dan celah bangunan, membuat konstruksi bangunan anti tikus (*rat proof*), pengaliran air (*drainase*), pengelolaan sampah yang memenuhi syarat kesehatan, peniadaan sarang tikus, dan penanaman mangrove pada daerah pantai. Cara ini paling aman terhadap lingkungan, karena tidak merusak keseimbangan alam dan tidak mencemari lingkungan, tetapi harus dilakukan terus-menerus.

2) Manipulasi lingkungan

Manipulasi lingkungan atau pengelolaan lingkungan bersifat sementara (temporer) dilakukan dengan pengangkatan lumut, serta pengurasan penyimpanan air bersih secara rutin dan berkala.

Cara ini berkaitan dengan pembersihan atau pemeliharaan sarana fisik yang telah ada supaya tidak terbentuk tempat-tempat perindukan atau tempat istirahat serangga.

2. Klasifikasi dan Morfologi *Toxorhynchites*

Toxorhynchites termasuk dalam Ordo Diptera, Famili Culicidae. Nyamuk ini dikenal dengan nama umum nyamuk Toxor. *Toxorhynchites* merupakan salah satu genus dalam tribus *Toxorhynchitinae* sub famili culicidae (Schreiber, 2007). Genus ini berisi sekitar 89 spesies yang ditempatkan dalam 4 sub genus, yaitu *Aforhynchus* (19 spesies), *Ankyllorrhynchus* (4 spesies), *Lynchella* (16 spesies) dan *Toxorhynchites* (50 spesies) (Tyagi *et al.*, 2015).

Klasifikasi *Toxorhynchites*:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Diptera

Famili : Culicidae

Genus : *Toxorhynchites*

Contoh spesies : *Tx. amboinensis*, *Tx. splendens*, *Tx. inomatus*, *Tx.*

acaudatus, *Tx. albipes*, *Tx. auranticauda*, *Tx.*

coeruleus, *Tx. kempfi*, *Tx. metallicus*, *Tx. quasiferox*,

Tx. speciosus, *Tx. sumatranus* (Tyagi, et all)

Secara morfologis, sebagian besar spesies sangat mirip dan sulit untuk diidentifikasi. *Toxorhynchites* merupakan nyamuk yang berukuran paling besar, tidak menghisap darah, bentuk probosisnya setengah distal membengkok ke bawah dan larvanya bersifat kanibalistik. Nyamuk *Toxorhynchites* memiliki ciri yaitu panjang sayap dapat mencapai 12 mm (0,4 inchi) dan panjang tubuh dapat mencapai 7 mm (0,2 inchi) (Dewi, Rainarli and Widiastuti, 2009). Tubuh nyamuk dewasa ditutupi dengan skala warna-warni, sisik berwarna metalik dan mempunyai probosis yang jelas berbentuk kurva 90° ke arah bawah (Jones dan Schreiber, 1994). Nyamuk dari genus *Toxorhynchites* mudah dikenali karena mempunyai ukuran tubuh paling besar dan larva berukuran paling besar dibandingkan dengan larva dari jenis nyamuk lain (Suwito, 2007).

3. Distribusi dan Habitat *Toxorhynchites*

Toxorhynchites mendiami sebagian besar wilayah tropis dan beberapa juga ditemukan di wilayah sub tropis. Spesies *Toxorhynchites* ditemukan di wilayah Asia, dimana terdapat 24 spesies yang tersebar di delapan negara yaitu seperti Indonesia (12 spesies), India (9 spesies), Thailand (8 spesies), Bangladesh (2 spesies), Sri Lanka (2 spesies), Korea (1 spesies), Myanmar (1 spesies) dan Nepal (1 spesies), dimana *Toxorhynchites* endemik di wilayah Asia Tenggara.

Toxorhynchites pada dasarnya adalah nyamuk hutan atau kebun. Habitat stadium pradewasa (larva) biasa ditemukan pada lubang pohon, tanggul bambu (bekas potongan bambu), bekas tempurung kelapa, dan

ketiak daun yang terisi air. *Toxorhynchites* banyak ditemukan pada lingkungan dengan kisaran suhu 27,5°C - 28,5°C dan pada curah hujan 170 mm (Bandaranayake, 2009). *Toxorhynchites* dapat hidup selama beberapa bulan di dalam ruangan dengan kondisi suhu sedang yaitu sekitar 26°C dan pada kelembaban sekitar 80%. Nyamuk dewasa biasanya ditemukan beristirahat di dekat tempat oviposisi seperti di kulit pohon, di semak-semak dan batang bambu (Focks, 2007).

4. *Toxorhynchites splendens*

Toxorhynchites splendens adalah salah satu spesies yang diketahui dari genus *Toxorhynchites*. *Toxorhynchites splendens* merupakan spesies yang paling umum ditemukan, salah satunya ditemukan di Indonesia. Larva *Toxorhynchites splendens* bersifat karnivora dan telah terbukti sebagai agen biokontrol larva nyamuk spesies lain di banyak negara, seperti Bangladesh (Begum et al., 1988), Malaysia (Furumizo & Rudnick, 1978), Singapura (Chan, 1968), Indonesia (Annis et al., 1990), dan Thailand (Choochote et al., 2003). Ciri yang membedakan antara instar larva *Toxorhynchites splendens* dengan instar larva spesies lain yaitu dapat dilihat pada siphon dan sadel larva. Penggunaan larva *Toxorhynchites splendens* sebagai predator larva vektor di perkotaan lebih efektif daripada penggunaan larva *Toxorhynchites* spesies lain. *Toxorhynchites splendens* dapat memberikan kontrol musiman atau jangka panjang dengan syarat keadaan lingkungan sesuai dan tersedia

sumber makanan, baik dalam wadah buatan maupun dalam wadah alami (E. T. Schreiber, 2007).



Gambar 1. *Toxorhynchites splendens*
(URL: <http://www.mosquito-taxonomic-inventory.info/file/3903>)

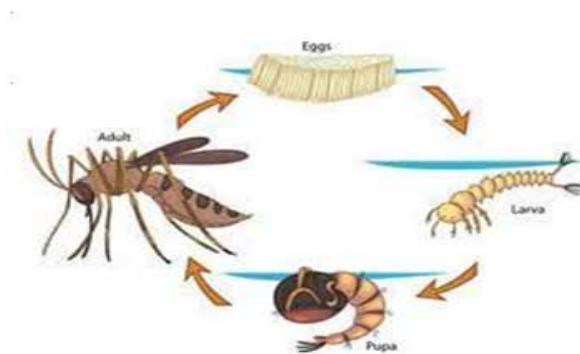
5. Karakteristik Tempat Perindukan *Toxorhynchites*

Toxorhynchites pada dasarnya adalah nyamuk hutan. Secara alami *Toxorhynchites* berkembang biak pada lubang pohon dan bambu, tetapi beberapa spesies ditemukan di axils daun, tanaman pengumpan, kolam batu dan wadah buatan. Karakteristik tempat perindukan *Toxorhynchites* yaitu pada lingkungan yang dapat menyediakan semua yang dibutuhkan oleh *Toxorhynchites* untuk dapat berkembang. Perkembangan nyamuk *Toxorhynchites* terutama stadium larvanya sangat dipengaruhi oleh makanan yang terdapat pada tempat perindukan terutama mikroorganisme yaitu bakteri, spora jamur dan jentik nyamuk spesies lain. Suhu media tempat perindukan yang optimal berkisar antara 25-27°C. Suhu ini merupakan keadaan optimal untuk perkembangan

larva nyamuk *Toxorhynchites*, pH air media tempat perindukan juga mempengaruhi perkembangan larva.

6. Siklus Hidup *Toxorhynchites*

Masa pertumbuhan dan perkembangan nyamuk *Toxorhynchites* dibagi menjadi 4 tahap yaitu telur, larva, pupa, dan dewasa, sehingga termasuk metamorfosis sempurna (holometabola). Siklus hidup *Toxorhynchites* dapat ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Siklus Hidup *Toxorhynchites*
(URL: <https://simplyilka.com/tag/toxorhynchites/>)

a. Stadium Telur

Telur *Toxorhynchites* berwarna putih atau kekuningan, berbentuk oval, bersifat hidrofobik dan tidak tahan terhadap kekeringan, sehingga selalu membutuhkan air. Panjang telur $\pm 0,0038-0,112$ mm dan lebar $\pm 0,0036-0,083$ mm. Telur ditemukan mengapung di atas permukaan air dalam keadaan diletakkan satu per satu (tunggal) terpisah di air (Choochote *et al.*, 2003). *Toxorhynchites* menghasilkan sebanyak 57-332 telur dan daya tetasnya sebesar 79,48%.

Sel telur nyamuk *Toxorhynchites* tidak memerlukan darah untuk perkembangannya.

Periode inkubasi telur berkisar antara 40-60 jam tergantung pada suhu lingkungan (Collins and Blackwell, 2000). Menurut Steffan dan Evenhuis (1981) kelangsungan hidup telur yaitu 57-100% dan menurun seiring bertambahnya usia nyamuk betina pada beberapa spesies. Perkembangan embrio pada *Tx. brevialpis* berlangsung antara suhu 14°C-32°C, optimal pada suhu 30°C dan di atas 32°C adalah letal bagi perkembangan embrio (Trpis, 1972 dalam Steffan dan Evenhuis, 1981).

Tempat-tempat yang digunakan nyamuk betina untuk meletakkan telurnya adalah perairan berarus tenang, misalnya di genangan air yang terdapat pada lubang pohon, tempurung kelapa, ban mobil bekas dan pada tempat-tempat yang dapat menampung air yang berada di luar rumah. Nyamuk betina melakukan oviposisi (meletakkan telur) sambil terbang melayang di atas permukaan air dan tampak "melempar" telur mereka dalam kelompok-kelompok kecil (Schreiber, 2007).

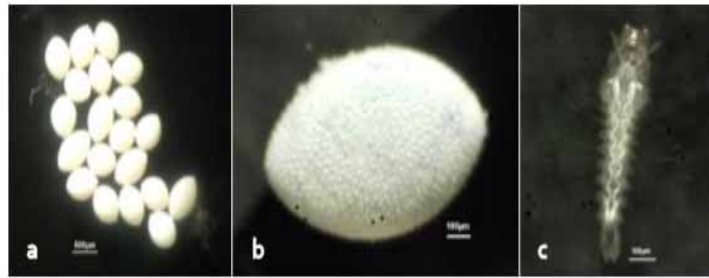


Figure 2. Hydrophobic eggs of *Toxorhynchites splendens* floating on water-filled black oviposition cups and c) a newly hatched first instar larva.

Gambar 3. Telur *Toxorhynchites splendens*
 (URL:http://www.thephilippineentomologist.org/files/PDFs/Oct2017-millado_et_al.pdf)

b. Stadium Larva

Setelah menetas telur berkembang menjadi larva. Kelangsungan hidup pada stadium larva ini dipengaruhi oleh suhu, pH air perindukan, ketersediaan makanan, cahaya dan kepadatan larva, pada lingkungan hidup. Larva *Toxorhynchites* berukuran besar, kekar dan berwarna coklat gelap. Umumnya larva berwarna coklat tua atau kemerahan dengan rambut di bagian perut. Terdapat sepasang rahang yang kuat pada kapsul kepala. Semua instar larva dari genus *Toxorhynchites* adalah predator bagi larva nyamuk spesies lain dan juga bersifat kanibal intraspesifik. Kepala larva berbentuk persegi dengan sikat mulut yang terdiri dari sekitar 10 setae berbentuk batang. Kuas mulut multifalcate ini berbeda dengan jumlah besar setae pektinat yang dimiliki oleh sebagian besar larva culicine. Larva menghabiskan sebagian besar waktunya di permukaan tempat mereka menggantung dan membentuk sudut 45°. Sebagian besar spesies memiliki siphon yang kokoh (Millado *et al.*, 2017).

Tahap larva *Toxorhynchites* ditemukan pada wadah buatan dan wadah alami. Jenis wadah alami yang paling umum adalah lubang pohon dan tunggul bambu, wadah alami lainnya termasuk kapak daun, sabut kelapa, dan lubang pada batu dan karang. Hampir semua jenis wadah buatan manusia yang tahan air dapat memenuhi kebutuhan *Toxorhynchites* asalkan sebagian teduh atau dekat dengan vegetasi.

Semua instar dari larva *Toxorhynchites* adalah predator. Ukuran mangsa larva *Toxorhynchites* kira-kira sama dengan atau lebih kecil dari ukuran mereka. Larva nyamuk dari spesies lain adalah mangsa yang paling umum karena mereka sama-sama menempati wadah yang sama. Organisme lain yang juga dijadikan sebagai mangsa dari *Toxorhynchites* adalah chironomids, tipulids, psychodids, syrphids, berudu kecil, nimfa capung kecil, *Artemia* krustasea, cacing *Enchytracus* dan *Tubifex*, rayap, ulat bulu, larva *Drosophila*, dan muscoid. Larva *Toxorhynchites* juga telah diamati menangkap berbagai serangga dewasa yang sedang dalam proses muncul atau ovipositing di permukaan air. Tingkat pemberian makan dan total konsumsi mangsa selama pengembangan larva tergantung pada sejumlah faktor, termasuk ukuran wadah, ukuran mangsa, jenis mangsa, suhu air dan tingkat cahaya (Steffan and Evenhuis, 1981). Selama perkembangannya, satu larva *Toxorhynchites* membutuhkan sekitar 5000 larva instar I, dan 300 larva mangsa instar IV (Collins and Blackwell, 2000).

Larva dari banyak spesies *Toxorhynchites*, selain menjadi predator, juga bersifat kanibalistik pada semua instar. Tingkat kanibalisme tergantung pada kepadatan mangsa, perilaku mangsa dan jumlah mangsa dalam wadah (Collins and Blackwell, 2000). Durasi perkembangan larva nyamuk *Toxorhynchites* bervariasi yaitu dari 1-91 hari, tergantung pada spesies, suhu dan kepadatan mangsa (Steffan and Evenhuis, 1981).

Panjang instar pertama yaitu $\pm 2,46$ mm. Larva yang baru menetas tampak putih bening dengan aorta dorsal, trakea dan tonjolan-tonjolan panjang yang mengelilingi tubuhnya yang terlihat dengan jelas. Kepala instar pertama berbentuk bulat dengan dua bintik mata hitam (Gambar 3a). Siphon pendek dan gagah tanpa rambut siphon yang jelas. Saddle tidak memiliki sikat punggung dan juga perut. Segera setelah menetas, larva instar pertama akan mampu bergerak dan mencari makan.

Instar kedua mempunyai panjang $\pm 3,08$ mm. Berbentuk silindris, dengan warna tubuh keunguan-merah dengan penampilan awal pigmentasi coklat-ungu pada thorax, dan spikula berwarna coklat tua hingga hitam. Kepala berwarna coklat muda dengan area bukal gelap (Gambar 3b). Siphon dengan satu rambut di setiap sisi. Sadel dengan tiga cabang sikat punggung bagian atas pada setiap sisi dan dua cabang pada sikat punggung bagian bawah. Sikat ventral juga muncul di instar ini.

Instar ketiga mempunyai panjang $\pm 8,12$ mm, pada tahap ini larva tampak memiliki tubuh yang lebih besar tetapi dengan kepala yang lebih kecil dan lebih kuadrat. Kepala lebih bulat dibandingkan dengan instar kedua (Gambar 3c) tetapi siphon memiliki 3-4 cabang berduri ringan. Bagian atas dari sikat punggung dengan masing-masing 4-5 cabang dan bagian bawah masing-masing dengan tiga cabang. Sikat ventral sama dengan instar sebelumnya tetapi rambut lebih kasar.

Instar keempat adalah instar yang terbesar di antara keempatnya, yaitu sekitar 13,63 mm (Gambar 3d). Periode larva instar keempat *Toxorhynchites* biasanya membutuhkan waktu 7-8 hari dalam kondisi laboratorium. Instar keempat memiliki ciri-ciri tubuh kuat dan padat, tetapi spikula pendek di bagian lateral setiap tergite. Rasio kepala-pronotum kurang dari instar ketiga, tubuh ungu tua-merah, dan kepala lebih kuadrat. Rambut siphon memiliki 4-7 cabang berduri masing-masing, sementara rambut pelana tampak menyatu dengan 10-12 cabang pada sikat punggung atas dan 8-10 cabang pada sikat punggung bawah. Dari warna ungu-merah, larva yang lebih tua tampak lebih gelap dan merah kecoklatan dengan bagian luar yang seperti tambalan di sekitar bagian punggung dada. Perbandingan dari empat instar larva dapat dilihat pada Gambar 4. Setelah beberapa hari, bagian lateral dari daerah toraks tampak keputihan ketika kutikula mengendur dalam persiapan untuk pupation seperti dengan *T. rutilus rutilus*.



Figure 4. Larval instars of *Toxorhynchites splendens*: a. first, b. second, c. third, and d. fourth instar.

Gambar 4. Perbedaan Instar Larva *Toxorhynchites splendens*
(URL:http://www.thephilippineentomologist.org/files/PDFs/Oct2017-millado_et_al.pdf)

c. Stadium Pupa

Pupa memiliki bentuk kepala yang melengkung ke bawah, berwarna gelap dan seiring dengan perkembangan warnanya akan semakin gelap (Faust et al., 1970 dalam Asih, 2004). Periode pupa *Toxorhynchites* biasanya membutuhkan waktu 4-6 hari dalam kondisi laboratorium, sedangkan pada kondisi alami yaitu 3-12 hari yang dipengaruhi oleh faktor suhu (Steffan & Evenhuis, 1981). Suhu dingin akan memperpanjang masa perkembangan. Pupa dapat dikenali dengan memeriksa dorsum dayung. Berat pupa berkisar antara 20–50 mg sesuai dengan spesies dan kondisi pemeliharaan.



Gambar 5. Stadium pupa *Toxorhynchites splendens*
(URL:https://www.fehd.gov.hk/english/pestcontrol/photo_page2/Culicidae/Toxorhynchites_splendens.html)

d. Stadium Dewasa

Nyamuk *Toxorhynchites* betina bersifat non-hematofag, yang artinya nyamuk betina hanya memakan sari buah sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidupnya, ini berlaku untuk nyamuk jantan maupun betina. Kebutuhan protein untuk proses pemasakan telur telah dipenuhi pada stadium (masa) pradewasa (larva). Sifat inilah yang membedakan nyamuk betina *Toxorhynchites* dengan genus nyamuk lainnya. *Toxorhynchites* dewasa berukuran sangat besar dan berwarna-warni dengan tubuh ditutupi dengan sisik berwarna hijau metalik, ungu atau merah. Mereka aktif di siang hari untuk mencari makan nektar bunga yang terletak ditempat yang teduh.

Nyamuk dewasa biasanya ditemukan beristirahat di dekat tempat oviposisi yaitu dikulit pohon, di semak-semak dan pada batang bambu (Focks, 2007). *Toxorhynchites* oviposisi selama musim hujan tetapi tidak selama musim kemarau. Mereka bertahan hidup di musim

kemarau sebagai larva instar keempat, kemudian menyelesaikan perkembangan dan pergi pada awal musim hujan saat kepadatan mangsa meningkat. Sebagai contoh, *Tx. rutilus* jauh sekitar dua minggu setelah awal musim hujan (Bradshaw & Holzapfel, 1984).



Gambar 6. Stadium Dewasa *Toxorhynchites splendens*
(URL: https://www.fehd.gov.hk/english/pestcontrol/photo_page2/Culicidae/Toxorhynchites_splendens.html)

7. Pengendalian Hayati Nyamuk Menggunakan *Toxorhynchites*

Predator alami larva nyamuk vektor *Aedes* sp yang telah diidentifikasi sebagai agen biokontrol adalah nimfa capung, larva *Toxorhynchites* dan ikan pemakan jentik. Kelemahan dalam penggunaan agen biokontrol nimfa capung dan ikan pemakan jentik yaitu, mereka secara manual harus diperkenalkan dengan habitat larva vektor dan membutuhkan perawatan rutin.

Larva *Toxorhynchites* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bentuk kontrol biologis. Penggunaan larva *Toxorhynchites* sebagai agen biokontrol larva *Aedes* sp mempunyai keunggulan daripada agen

biokontrol lain yaitu, nyamuk *Toxor* betina melakukan oviposisi pada tempat yang sama dengan nyamuk *Aedes* sp. Biasanya nyamuk *Toxorhynchites* betina dewasa oviposisi pada tempat yang tidak dapat dijangkau dengan metode kontrol kimia. Larva dari beberapa spesies telah digunakan dengan beberapa keberhasilan untuk mengendalikan nyamuk yang secara ekonomis penting dimana larva menghuni rongga-rongga tanaman dan wadah buatan. Larva *Toxorhynchites* juga mempunyai kemampuan beradaptasi dengan lingkungan. Terlihat ketika di lingkungan hidupnya tidak terdapat mangsa, larva *Toxorhynchites* mampu menggunakan sisa-sisa bahan organik sebagai sumber nutrisi. Kemampuan lainnya yaitu larva *Toxorhynchites* mampu bertahan hidup yang cukup lama pada kondisi lingkungan tanpa nutrisi. Larva *Toxorhynchites* pada instar I, II, III, dan IV masing-masing mampu bertahan hidup hingga sekitar 7, 14, 19 dan 54 hari. Kemampuan inilah yang menjadi pertimbangan bahwa larva *Toxorhynchites* dapat menjadi alternatif pengendalian vektor demam berdarah secara biologis. Larva *Toxorhynchites* mempunyai daya predasi (kemampuan memangsa) terhadap larva *Aedes aegypti* yang cukup besar, dalam sehari larva *Toxorhynchites* instar IV dapat memangsa sekitar 10-20 jentik *Aedes aegypti*. Larva *Toxor* mempunyai kemampuan memangsa larva nyamuk yang mempunyai ukuran 2 sampai 3 kali lebih besar dari ukuran tubuhnya.

Penggunaan *Toxorhynchites* dalam pengendalian hayati larva vektor telah berhasil dilakukan pada beberapa negara yaitu penggunaan larva *Toxorhynchites splendens* di Pudapet, sebuah desa pesisir di Pantai Coromandel India, dimana terjadi penurunan jumlah *Aedes aegypti*, *Armigeres subalbatus* (Coquillett) dan *Culex quinquefasciatus* yang berkembang biak di air domestik, penurunan terjadi setelah pengaplikasian larva toxor selama enam bulan dalam wadah air domestik. Larva *Toxorhynchites* instar kedua juga telah digunakan dan berhasil menekan populasi *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* pada wadah air domestik di Malaysia (Chuah & Yap, 1984). Penggunaan larva *Toxorhynchites splendens* instar keempat juga pernah dilakukan dan berhasil mengurangi populasi *Aedes aegypti* di Pulau Samed, Thailand pada tahun 1979 (Vongtangswad *et al.*, 1983 dalam Collins, 2000). Akan tetapi penggunaan larva *Toxorhynchites splendens* instar pertama yang dilakukan di Jakarta pada tahun 1987 tidak berhasil, karena tidak terjadi penurunan populasi *Aedes aegypti*. Berdasarkan penelitian (Lucky, 1999), diperoleh perbandingan yang tepat dan efisien dalam pengendalian populasi larva *Aedes aegypti* dengan menggunakan larva *Toxorhynchites amboinensis* sebagai agensia pengendali hayati adalah 1 larva *Toxorhynchites amboinensis* instar IV untuk setiap 25 larva *Aedes aegypti* instar III-IV.

8. Media Perkembangan *Toxorhynchites*

Media yang paling sesuai untuk perkembangan *Toxorhynchites* merupakan media yang dapat menyediakan semua yang dibutuhkan oleh *Toxorhynchites* untuk dapat berkembang. Perkembangan nyamuk *Toxorhynchites* terutama stadium larvanya dipengaruhi oleh makanan yang terdapat pada media terutama mikroorganisme yaitu bakteri, spora jamur dan jentik nyamuk spesies lain. Suhu media tempat perindukan yang optimal berkisar antara 25-27°C merupakan keadaan optimal untuk perkembangan larva nyamuk *Toxorhynchites*, pH air media tempat perindukan juga mempengaruhi perkembangan larva.

a. Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa (Batok Kelapa) merupakan bagian dari buah kelapa yang bersifat keras yang diselimuti sabut kelapa, yaitu sekitar 35% dari bobot buah kelapa. Tempurung kelapa merupakan lapisan keras dengan ketebalan 3-5 mm. Tempurung kelapa merupakan lapisan keras yang terdiri dari *lignin*, *selulosa*, *metakosil* dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai jenis kelapanya. Struktur lapisan keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung. Kandungan kimia tempurung kelapa diantaranya lignin, cellulosa dan hemicelluloses. Tempurung kelapa diperoleh setelah melakukan pemisahan buah daging kelapa yang menempel pada tempurung (Setiowati and Tirono, 2014). Peneliti mengambil tempurung kelapa sebagai media untuk nyamuk

Toxor karena tempurung kelapa merupakan salah satu tempat/media yang terbukti sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk *Toxorhynchites* betina dan tempurung kelapa mudah ditemukan dilingkungan sekitar.



Gambar 7. Tempurung Kelapa
(URL:<https://www.kompasiana.com/loishintanaraa/5c8ce26d95760e3cb510fc46/pupuk-organik-dari-arang-tempurung-kelapa>)

b. Potongan Bambu

Bambu adalah jenis tanaman Rumput-rumputan dengan rongga dan ruas di batangnya. Potongan bambu merupakan salah satu media alami yang dijadikan dan disukai nyamuk *Toxorhynchites* betina untuk meletakkan telur. Bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu jenis Wulung. Bambu mempunyai karakteristik yaitu berwarna gelap, mengkilap, dan dapat menjaga suhu air di dalamnya.



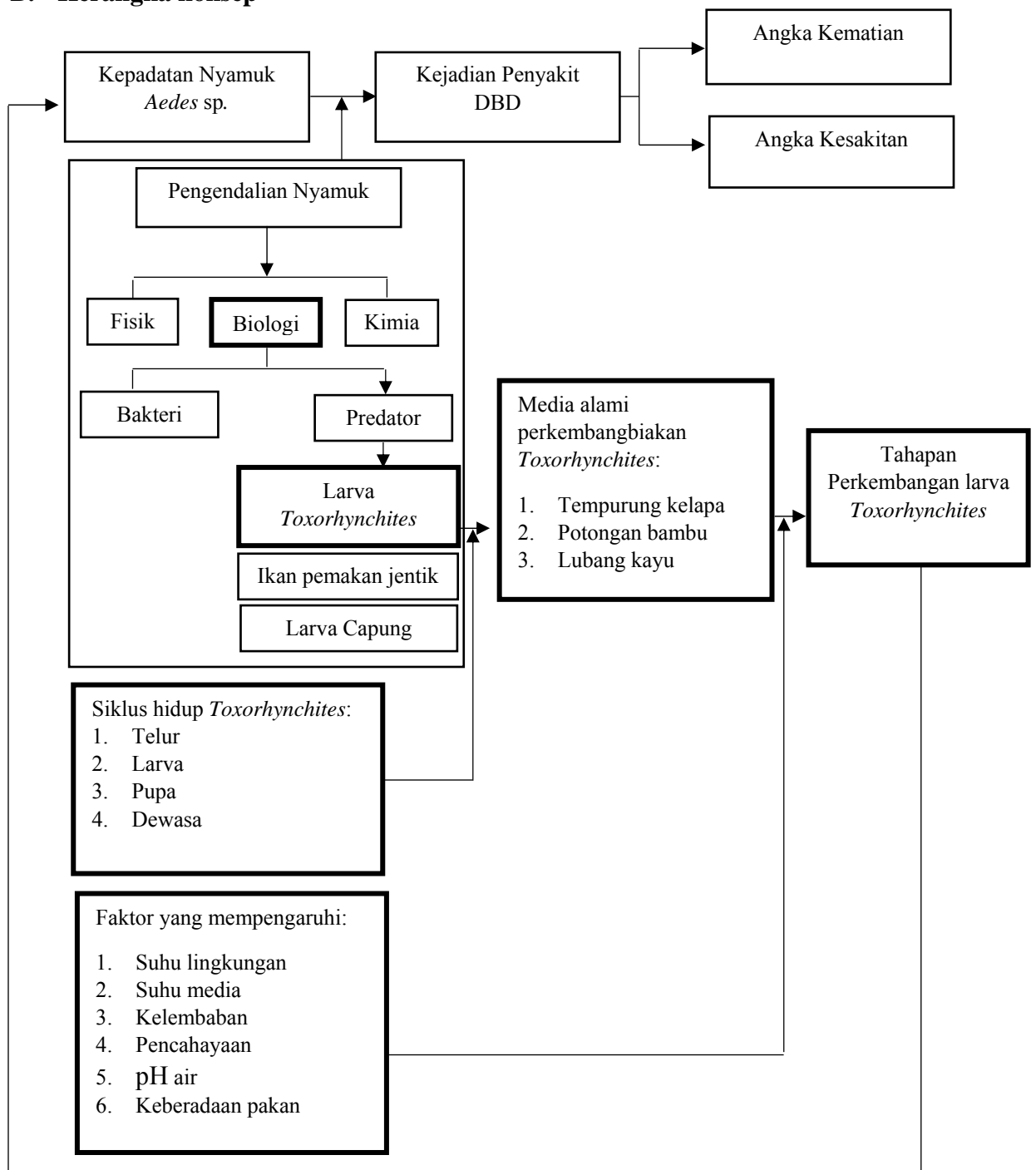
Gambar 8. Potongan Bambu

(URL:<https://gootex.blogspot.com/2016/06/produksi-biogas-berlipat-ganda-dengan.html>)

c. Lubang Kayu

Lubang kayu merupakan salah satu media alami yang disukai nyamuk *Toxorhynchites* betina untuk meletakkan telur (Oviposisi) (Bandaranayake, 2009). Kayu yang digunakan adalah kayu meranti. Karakteristik media lubang kayu yaitu keras, berwarna cokelat dan dapat menjaga suhu air di dalamnya

B. Kerangka konsep



Keterangan: : Variabel yang diteliti
 : Variabel yang tidak diteliti

Gambar 9. Kerangka Konsep Penelitian

C. Hipotesis

Ada perbedaan lama waktu tahapan perkembangan larva *Toxorhynchites* pada masing-masing media. Semakin lama, waktu tahapan perkembangan larva *Toxorhynchites* maka semakin baik sebagai pengendali larva *Aedes* sp.