

KEMAMPUAN HIDUP LARVA *Culex quinquefasciatus* Say.

PADA HABITAT LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan guna
memperoleh gelar sarjana sains



Oleh :

Ikwi Wijaya Novianto

M 0401035

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2007

PENGESAHAN

SKRIPSI

**KEMAMPUAN HIDUP LARVA *Culex quinquefasciatus* Say.
PADA HABITAT LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA**

Oleh :

Ikwi Wijaya Novianto

NIM. M 0401035

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan telah memenuhi syarat.

Surakarta, Mei 2007

Penguji III / Pembimbing I

Penguji I

Drs. Wiryanto, M.Si
NIP. 131 124 613

Dr. Sugiyarto, M.Si
NIP. 132 007 622

Penguji IV / Pembimbing II

Penguji II

Drs. Hadi Suwasono, M.S.
NIP. 140 087 822

Nita Etikawati, M.Si
NIP. 132 161 217

Mengesahkan

Dekan F MIPA

Ketua Jurusan Biologi

Drs. Marsusi, M.S.
NIP. 130 906 776

Drs. Wiryanto, M.Si
NIP. 131 124 613

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari dapat ditemukan adanya unsur penjiplakan maka gelar kesarjanaan yang telah diperoleh dapat ditinjau dan / atau dicabut.

Surakarta, April 2007

Ikwi Wijaya Novianto

NIM.M 0401035

ABSTRAK

Ikwi Wijaya Novianto. 2007. KEMAMPUAN HIDUP LARVA *Culex quinquefasciatus* Say. PADA HABITAT LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA. Jurusan Biologi. F MIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta

Nyamuk *Culex quinquefasciatus* Say. menempati perindukan di air yang kotor dan tercemar, serta merupakan vektor penyakit filaria, virus Nil Barat dan *Japanese Encephalitis* (JE). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh macam air limbah rumah tangga terhadap pertumbuhan larva *Cx. quinquefasciatus* Say., serta mengetahui kemampuan bertahan hidup larva *Cx. quinquefasciatus* Say. pada habitat air limbah rumah tangga yang berbeda.

Penelitian percobaan dilakukan di Laboratorium Pusat MIPA, sub Lab. Biologi dan sub Lab. Kimia UNS pada bulan Juli-November 2006. Air limbah rumah tangga diperoleh dari tempat panampungan air limbah rumah tangga sebelum dialirkan ke selokan. Limbah yang digunakan diambil dari empat lokasi, dengan karakteristik kandungan organik, deterjen, sabun dan cairan berminyak. Air limbah diukur parameter lingkungan (fisika dan kimia), yaitu suhu, pH, DO, BOD dan COD. Sampel limbah 100 ml dimasukkan larva instar 1 sebanyak 25 ekor. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 12 hari yang meliputi jumlah individu yang mati (mortalitas), jumlah individu pada umur x (Lx), laju mortalitas (qx), laju survival (Sx), harapan hidup (ex), serta pengukuran berat basah dan berat kering larva. Data kemudian dianalisis dengan analisis Tabel Kehidupan (*life table*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, pengaruh macam media terhadap pertumbuhan larva *Cx. quinquefasciatus* Say. berturut-turut dari yang terbaik sampai terjelek adalah media cairan berminyak, media sabun, media deterjen, serta media kandungan organik, Pengaruh macam media terhadap kemampuan hidup larva *Cx. quinquefasciatus* Say. berturut-turut dari yang paling tahan adalah media cairan berminyak, media kandungan organik, media sabun, serta media deterjen. Larva yang telah mati ditandai dengan bagian kepala berwarna merah, tubuh bengkok, serta bagian dalam tubuh terlihat berwarna hijau.

Kata Kunci : kemampuan hidup, pertumbuhan, *Culex quinquefasciatus* Say., Limbah rumah tangga, Tabel Kehidupan

ABSTRACT

Ikwi Wijaya Novianto. 2007. THE LARVA VIABILITY OF *Culex quinquefasciatus* Say. IN DOMESTIC WASTEWATER HABITAT. Biology Department. Faculty of Mathematics and Natural Science. Sebelas Maret University. Surakarta

The *Culex quinquefasciatus* Say. is occupy on the dirty and polluted water, and it was the filarial, West Nil virus and *Japanese Encephalitis* (JE) vectors. The objectives of this research are to determine influence of various domestic wastewater on the growth of *Culex quinquefasciatus* Say. larvae, and to determine viability of *Cx. quinquefasciatus* Say. larvae on various domestic wastewater habitat.

Research was conducted at MIPA Laboratory Central, sub Lab. Biology and sub Lab. Chemistry of UNS on Juli - November 2006. The samples taken from four different domestic wastewater catchments before come up to the ditch where predominantly content of organic matters, detergents, soap and the oil respectively. Physics water parameter as well as chemical such as temperature, pH, DO, BOD and COD were measured. Laboratory reared of 25 first instar larvae were transferred to small plastic cup each containing 100 ml of domestic wastewater. The mortality, number of larva on one time (Lx), mortalitas rate (qx), survival rate (Sx), life expectancy (ex), and wet-dried weigth of larva were assessed every day up to twelfth day. The collected data was analyzed using Life Table.

The result showed indicate that oily wastewater medium affected to the best growth of *Cx. quinquefasciatus* Say. larvae among the other media such as soapy, detergents and organic matters. The best survival of larvae were encountered in oily medium then followed by organic matters, soapy, and detergents media consecutively. The died larva were marked by reddish, bended body, and greenish color of internal body of larvae.

Keywords : viability, growth, *Culex quinquefasciatus* Say., domestic wastewater, Life table

MOTTO

“Dan, barangsiapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah akan menjadikan baginya jalan kemudahan dalam urusannya.”

(QS. Ath. Thalaq: 4)

Jika kita memulai dengan kepastian, kita akan berakhir dengan keraguan; tetapi jika kita memulainya dengan keraguan, dan bersabar menghadapinya, kita akan berhasil dalam kepastian

(Francis Bacon)

Hal terindah yang dapat kita alami adalah misteri. Misteri adalah sumber semua seni sejati dan semua ilmu pengetahuan

(Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

Teruntuk :

Ayah dan Ibu atas pengorbanan, kasih sayang,

dan iringan doa sepanjang waktu

Kakak dan adik-adikku yang kusayangi

Rekan-rekan seperjuangan

KATA PENGANTAR

Limbah rumah tangga mengandung bahan buangan berupa bahan organik, anorganik, bahan kimia (sabun dan deterjen) serta cairan berminyak. Salah satu hewan yang mampu bertahan pada kondisi tersebut adalah larva nyamuk *Culex quinquefasciatus* Say., yang pada tahap dewasanya merupakan vektor penyakit filaria, virus Nil Barat dan *Japanese Encephalitis* (JE).

Tidak semua limbah rumah tangga dapat digunakan sebagai tempat perindukan nyamuk, karena ada batas-batas tertentu nyamuk tidak menyukai perairan yang tercemar, dan setiap larva nyamuk berbeda kemampuan hidupnya pada limbah rumah tangga yang mengandung berbagai komponen bahan buangan sebagai pencemar air. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan judul **“Kemampuan Hidup Larva *Culex quinquefasciatus* Say. pada Habitat Limbah Cair Rumah Tangga”**. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kelangsungan hidup nyamuk *Cx. quinquefasciatus* Say. sebagai bahan untuk penyuluhan kepada masyarakat.

Penulis

Ikwi Wijaya Novianto

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	ivx
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II. LANDASAN TEORI	6
A. Tinjauan Pustaka	6
1. Klasifikasi nyamuk <i>Culex quinquefasciatus</i> Say.	6

2. Daur hidup nyamuk <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say.	7
3. Bionomik <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say.	10
4. Lingkungan hidup nyamuk	12
5. Reaksi terhadap Lingkungan	14
6. Vektor Penyakit	14
7. Pencemaran air	15
8. Limbah Rumah Tangga	16
B. Kerangka Pemikiran	20
BAB III. METODE PENELITIAN	21
A. Tempat dan Waktu Penelitian	21
B. Alat dan Bahan	21
C. Cara Kerja	22
D. Analisa Data	29
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Parameter Lingkungan Limbah Rumah Tangga	30
1. Suhu	31
2. Derajat Keasaman (pH)	33
3. <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	35
4. <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	36
B. Pertumbuhan	38
1. Berat Larva	38
2. Daur Hidup dan Perilaku Larva	42
a. Pergantian Kulit (<i>Moulting</i>).	44

b. Aktivitas Makan	46
c. Respirasi	47
d. Pupa dan Imago	48
C. Kemampuan Hidup	49
1. Mortalitas	49
2. Kemampuan Hidup Larva pada Media	52
BAB V. PENUTUP	59
A. Kesimpulan.....	59
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil kuisisioner dengan masyarakat tentang jenis bahan buangan pada area lokasi limbah.....	30
Tabel 2. Hasil pengukuran suhu pada limbah	31
Tabel 3. Hasil pengukuran pH pada limbah	33
Tabel 4. Hasil pengukuran BOD pada limbah.....	35
Tabel 5. Hasil pengukuran COD pada limbah.	36
Tabel 6. Rata-rata berat larva <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say. (dalam gram)	39
Tabel 7. Tabel kehidupan 25 larva <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say. yang dipelihara pada media limbah	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Daur hidup nyamuk <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say.	10
Gambar 2. Kurva Survivorship larva <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say. yang dipelihara dalam media limbah rumah tangga	51
Gambar 3. Rumus kimia <i>Dodecylbenzen sulfonat</i> (bahan deterjen).....	54
Gambar 4. Kondisi larva <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say. yang mengalami kematian karena penyakit dan patogen	55
Gambar 5. Media limbah larva <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say. yang banyak mengandung sabun dengan endapan berwarna hijau	69
Gambar 6. Media limbah larva <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say. yang banyak mengandung deterjen dengan endapan berwarna hijau tua.....	69
Gambar 7. Media limbah larva <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say. yang banyak mengandung cairan berminyak dengan suspensi pada permukaan	70
Gambar 8. Laboratorium tempat pemeliharaan larva	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data nilai COD 64
Lampiran 2	Data pengamatan kemampuan hidup larva <i>Cx. quinquefasciatus</i> Say. pada habitat limbah rumah tangga 65
Lampiran 3	Analisis tabel Kehidupan 66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan di bumi. Air yang relatif bersih sangat didambakan setiap makhluk hidup, terutama manusia, baik untuk keperluan sehari-hari, untuk keperluan industri, untuk kebersihan sanitasi kota, maupun untuk keperluan pertanian dan lain sebagainya (Sumarwoto, 1991).

Kuantitas air di alam adalah tetap dengan jumlah masukan ke sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS) sama dengan jumlah keluarannya, atau jumlah curah hujan sebagai masukan sama dengan jumlah keluaran evapotranspirasi ditambah perubahan air simpanan dan aliran air (Soemarwoto, 1991). Dapat dikatakan juga bahwa jumlah air yang digunakan oleh manusia sama dengan jumlah buangnya (limbah). Manusia sebagai makhluk hidup selain mendayagunakan unsur-unsur alam, ia juga membuang segala sesuatu yang tidak dipergunakan lagi kembali ke alam. Tindakan ini akan berakibat buruk terhadap limbah apabila jumlah buangan terlalu banyak, sehingga alam tidak dapat lagi membersihkan diri (*self purification*) (Soemirat, 1994).

Salah satu macam limbah ialah limbah yang berasal dari rumah tangga (limbah domestik) yang merupakan pencemar air terbesar selain limbah-limbah industri, pertanian dan bahan pencemar lainnya. Limbah rumah tangga

akan mencemari selokan, sumur, sungai, dan lingkungan sekitarnya. Semakin besar populasi manusia, semakin tinggi pula tingkat pencemarannya ([http://www.voctech.org.bn/virtual lib/swisscontact/Siklus%20Air/Siklus%20Air.htm](http://www.voctech.org.bn/virtual_lib/swisscontact/Siklus%20Air/Siklus%20Air.htm)).

Air limbah rumah tangga mengandung komponen pencemar berupa bahan buangan organik, anorganik, cairan berminyak serta bahan buangan zat kimia, misalnya sabun, deterjen, air seni, feses, sisa makanan dan minuman. Menurut Soemirat (1994), kebutuhan air yang terbanyak bagi rumah tangga di Indonesia adalah untuk mencuci pakaian.

Dengan melimpahnya komponen pencemar pada limbah akan mempengaruhi perkembangan organisme di dalamnya. Cairan berminyak akan menghalangi masuknya cahaya matahari dan dapat mengurangi oksigen hasil dari fotosintesis serta menghalangi difusi oksigen dari udara ke dalam air. Buangan zat kimia seperti sabun dan deterjen akan menaikkan pH air, serta tambahan bahan antiseptik di dalamnya dapat mengganggu kehidupan organisme di air . Demikian pula dengan bahan buangan organik dan anorganik dapat mempengaruhi kehidupan organisme (Wardhana, 1995).

Air limbah rumah tangga dapat menyebabkan penyakit yang berpengaruh langsung pada kesehatan, karena air limbah rumah tangga dapat dijadikan sebagai tempat perindukan vektor penyakit. Salah satu vektor tersebut adalah *Culex quinquefasciatus* Say., yang banyak didapat terutama di daerah perkotaan, karena relung ekologi nyamuk tersebut dapat menempati

habitat perairan tercemar sedang sampai dengan tercemar berat (Soemirat, 1994; Seregeg, 1995; Harsfall, 1972)

Nyamuk *Culex* merupakan nyamuk pembawa (vektor) penyakit filaria (Brotowidjoyo, 1987). Selain itu nyamuk ini juga menyebarkan penyakit radang otak atau biasa disebut *West Nile Virus* alias virus Nil Barat serta *Japanese Encephalitis* (JE) (Iptek, 2006). Umur *Culex* di alam bebas kurang lebih 10 hari, dan waktu tersebut cukup untuk berkembang biak bibit penyakit di dalam tubuh nyamuk.

Nyamuk mampu berkembang biak pada air tercemar, yang berisi banyak mikroorganisme dan bakteri patogen yang sangat membahayakan larva. Larva nyamuk sangat aktif memakan mikroorganisme, algae dan kotoran organik, karena partikel-partikel organik yang berada di dalam air merupakan salah satu makanannya (Borrer *et al*, 1992).

Kemampuan larva *Culex* memakan bahan partikel-partikel organik dan mikroorganisme dalam air limbah rumah tangga bergantung pada faktor internal seperti kepadatan, laju pertumbuhan, lamanya fase larva dan daya tahan atau adaptasi larva, serta faktor eksternal seperti suhu, pH, ketersediaan makanan dan sebagainya (Suryani, 1997).

Penyebaran populasi *Culex* berkaitan dengan alat transportasi yang mengangkut alat penampungan air hujan seperti drum, kaleng, ban bekas dan benda lain yang mengandung larva nyamuk, juga berkaitan dengan perkembangan pemukiman penduduk akibat didirikannya rumah-rumah baru

yang dilengkapi dengan sarana pengadaan air untuk keperluan sehari-hari (Hamzah, 2004).

Tidak semua limbah rumah tangga dapat digunakan sebagai tempat perindukan nyamuk. Hal ini karena ada hal-hal tertentu nyamuk tidak menyukai perairan yang tercemar, dan setiap larva nyamuk berbeda kemampuan hidupnya pada limbah rumah tangga yang mengandung berbagai komponen bahan buangan sebagai pencemar air.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai “Kemampuan hidup larva *Culex quinquefasciatus* Say. pada habitat limbah cair rumah tangga “.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh macam air limbah rumah tangga terhadap pertumbuhan larva *Culex quinquefasciatus* Say.?
2. Bagaimana kemampuan bertahan hidup larva *Culex quinquefasciatus* Say. pada habitat air limbah rumah tangga yang berbeda?

C. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh macam air limbah rumah tangga terhadap pertumbuhan larva *Culex quinquefasciatus* Say.

2. Mengetahui kemampuan bertahan hidup larva *Culex quinquefasciatus* Say. pada habitat air limbah rumah tangga yang berbeda.

D. Manfaat

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah :

1. Memberikan informasi tentang kelangsungan hidup nyamuk *Culex quinquefasciatus* Say. sebagai bahan untuk penyuluhan kepada masyarakat.
2. Memberikan masukan kepada para peneliti tentang kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva *Culex quinquefasciatus* Say. pada limbah rumah tangga, sehingga dapat dikembangkan penelitian-penelitian lebih lanjut.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Klasifikasi nyamuk *Culex quinquefasciatus* Say.

Menurut Clement (1963) dan Dharmawan (1993) klasifikasi dari nyamuk *Culex quinquefasciatus* Say. adalah :

Kingdom	: Animalia
Phyllum	: Arthropoda
Sub phyllum	: Mandibulata
Classis	: Insecta
Sub classis	: Pterygota
Ordo	: Diptera
Sub ordo	: Nematocera
Familia	: Culicidae
Sub familia	: Culicinae
Tribus	: Culicini
Genus	: <i>Culex</i>
Spesies	: <i>Culex quinquefasciatus</i> Say.

Culex quinquefasciatus Say. termasuk dalam ordo Diptera (sayap sepasang) yang mengalami metamorfosis sempurna, yaitu melewati tahapan telur – larva – pupa – dewasa. Dari larva sampai dengan pupa

berkembang di dalam air. Dalam waktu 1-2 hari telur menetas menjadi larva yang disebut larva instar 1. Selanjutnya larva instar 1 berkembang menjadi larva instar 2, 3, dan 4. Setiap pergantian instar ditandai dengan pengelupasan kulit yang disebut dengan ekdisis (*moulting*). Setelah mengalami pengelupasan kulit, larva instar 4 akan berubah menjadi stadium pupa. Nyamuk dewasa merupakan tahapan serangga yang aktif terbang, sedangkan larva dan pupa merupakan tahapan organisme akuatik yang hanya hidup di air. Dalam keadaan optimal perkembangan larva sekitar 6-8 hari dan perkembangan pupa 2-4 hari (Pranoto *et al.*1989).

2. Daur hidup nyamuk *Culex quinquefasciatus* Say.

Daur hidup nyamuk *Cx. quinquefasciatus* Say. terdiri atas stadium telur, larva (jentik), pupa (kepompong), dan nyamuk dewasa.

a. Telur

Nyamuk *Culex* biasa bertelur dan menetas di perairan tawar yang relatif kotor, seperti di got saluran air dan di pembuangan air limbah rumah tangga. Telur *Culex* diletakkan dalam bentuk 'rakit-rakit' di atas permukaan air (Borror *et al.*, 1992). Pada waktu dikeluarkan oleh induk, telur berwarna putih, setelah beberapa menit telur berubah menjadi berwarna abu-abu, dan setelah kurang lebih 30 menit telur berwarna hitam.

b. Larva

Dalam waktu 1 – 3 hari telur menetas menjadi larva yang disebut larva instar 1, selanjutnya berkembang menjadi larva instar 2, 3, dan 4. Setiap akhir instar, larva melakukan pergantian kulit atau ecdisis (*moulting*). Larva *Culex* terdiri atas kepala, thorax, dan abdomen (Borror *et al*, 1992). Larva nyamuk bergerak sangat lincah dan aktif (*mobil*), dengan memperlihatkan gerakan naik ke permukaan dan turun ke dasar tempat perindukan.

Sebagian besar larva nyamuk adalah “*filter feeder*” atau memakan mikroorganisme lainnya dalam air, algae dan kotoran organik (Borror *et al*, 1992; www.geocities.com/kuliah_farm/parasitologi/insecta.doc). Selain itu larva sangat aktif makan dengan sifat *bottom feeder*, karena mengambil makanan di dasar tempat perindukan. Partikel-partikel organik yang berada di dalam air, merupakan salah satu makanan bagi larva nyamuk.

Larva menyerap oksigen melalui seluruh permukaan tubuh, dan menghirup udara dari permukaan air melalui corong pernapasan atau sifon (Anonim, 1988). Posisi larva *Culex quinquefasciatus* Say. pada permukaan air adalah menyudut. Hal ini dikarenakan hanya ujung sifon saja yang menempel pada permukaan air (Borror *et al*, 1992).

c. Pupa

Pupa *Cx. quinquefasciatus* Say. bergerak sangat aktif dan seringkali disebut akrobat (*tumblers*), yang bernapas pada permukaan air melalui perantaraan corong pernapasan yang berpasangan berbentuk seperti terompet kecil pada toraks (Borror *et al*, 1992; Anonim, 1988).

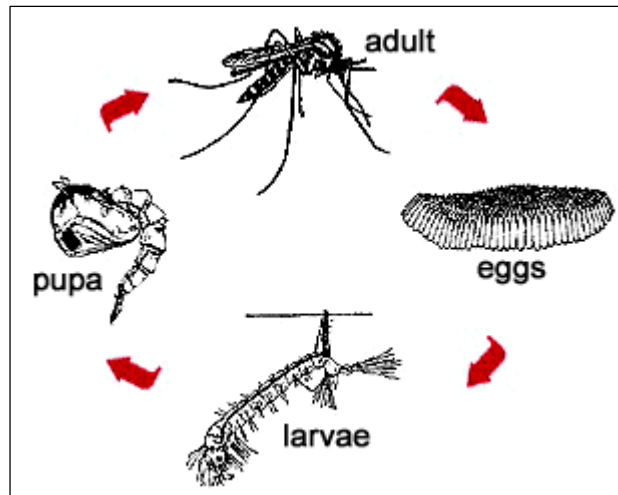
Pupa berbentuk seperti koma. Pada bagian distal abdomen terdapat sepasang pengayuh yang lurus dan runcing. Jika terkena gangguan oleh gerakan atau tempat perindukannya tersentuh, pupa akan bergerak cepat masuk ke dalam air selama beberapa detik kemudian muncul kembali ke permukaan air (Christopers, 1960).

d. Nyamuk dewasa

Setelah 2-3 hari, dari pupa akan muncul nyamuk dewasa melalui proses robeknya kulit pada bagian thorax (www.geocities.com/kuliah_farm/parasitologi/insecta.doc). Nyamuk jantan muncul lebih dahulu daripada nyamuk betina. Tubuh nyamuk *Culex* dewasa terdiri dari bagian kepala, thoraks, dan abdomen. Nyamuk berwarna hitam coklat baik tubuh maupun kakinya (Borror *et al*, 1992).

Nyamuk dewasa betina dapat tahan hidup selama 4-5 bulan, terutama pada periode hibernasi (musim dingin). Pada musim panas (kemarau) merupakan masa aktif dan nyamuk betina hanya hidup selama 2 minggu. Nyamuk jantan hanya hidup sekitar 1 minggu, tetapi

pada kondisi optimal (cukup makan dan kelembaban), dapat hidup lebih dari 1 bulan (www.geocities.com).



Gambar 1. Daur hidup nyamuk *Cx. quinquefasciatus* Say.

(Sumber : www.geocities.com)

3. Bionomik *Culex quinquefasciatus* Say.

Bionomik nyamuk mencakup pengertian tentang perkembangbiakan, perilaku, umur, populasi, penyebaran, fluktuasi kepadatan musiman, serta faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhinya, berupa lingkungan fisik (kelembaban, musim, matahari, arus air), lingkungan kimiawi (kadar garam, pH) dan lingkungan biologik (tumbuhan, ganggang, vegetasi, di sekitar perindukan) (Depkes RI, 1995). Distribusi dan kepadatan serangga sangat ditentukan oleh faktor alami setempat, seperti cuaca, kondisi fisik dan kimiawi medium.

Kondisi lingkungan (pada skala laboratorium) yang mendukung pertumbuhan telur sampai dewasa adalah suhu 27° C serta kelembaban udara 80 %. Mardihusodo dalam Republika (2003) menyatakan bahwa

suhu tinggi akan meningkatkan aktivitas nyamuk dan perkembangannya dapat menjadi lebih cepat, yaitu dari waktu normal 10 hari untuk perkembangan dari telur sampai dewasa, menjadi 7 hari pada udara yang panas.

Nyamuk jantan tidak pergi jauh dari tempat perindukan karena menunggu nyamuk betina untuk melakukan kopulasi. Setelah kopulasi nyamuk betina menghisap darah mamalia untuk pemasakan telur. Seekor nyamuk betina umur 3-4 hari, setelah menghisap darah mampu bertelur sekitar 200 butir setiap harinya. Frekuensi menghisap darah bergantung pada spesies dan dipengaruhi oleh suhu serta kelembaban yang disebut dengan siklus gonotrofik. Untuk iklim tropis, biasanya siklus ini berlangsung sekitar 48 – 96 jam (Nalim, 1989). Nyamuk betina bertelur pada sore hari menjelang matahari terbenam, dan setelah bertelur siap menghisap darah lagi (Christopers, 1960).

Tempat perindukan *Cx. quinquefasciatus* Say. di air keruh dan kotor dekat rumah, dan nyamuk dewasa menghisap darah di malam hari. *Resting place* atau tempat istirahat nyamuk *Culex* di dalam rumah pada siang hari, yaitu di tempat gelap dan lembab, di gantungan baju, dan di balik perabotan rumah tangga yang berwarna gelap.

Jenis kelamin nyamuk *Cx. quinquefasciatus* Say. dapat ditentukan dengan mudah oleh bentuk sungut (*antenna*). *Antena* nyamuk jantan berambut sangat lebat (*plumosa*), sedangkan pada nyamuk betina berambut jarang berupa rambut-rambut yang pendek (Borror *et al*, 1992)

Nyamuk *Culex* bersifat anthropofilik, artinya menyukai darah manusia sebagai makanannya. *Culex* juga menghisap darah hewan vertebrata berdarah panas lainnya, seperti mamalia dan burung, sehingga dalam hal ini *Culex* juga bersifat zooanthropofilik (Harsfall, 1972; Anonim, 1988).

Umur *Culex* di alam bebas kurang lebih 10 hari. Dalam waktu 10 hari cukup untuk berkembangbiaknya bibit penyakit di dalam tubuh nyamuk tersebut. Nyamuk yang dipelihara di laboratorium dengan suhu tertentu (28°C) dan kelembaban tertentu (80 %) dapat bertahan hidup sampai 2 bulan. Tambahan makanan berupa madu yang terkenal sebagai pakan alami, baik untuk memperpanjang umur nyamuk melebihi nyamuk yang tanpa tambahan madu, atau hanya menghisap darah dan cairan tumbuhan saja.

4. Lingkungan hidup nyamuk

Menurut Depkes RI (1999), faktor lingkungan yang mempengaruhi ada 2 yaitu :

a. Lingkungan Fisik

1). Suhu

Suhu mempengaruhi perkembangan dan mortalitas larva nyamuk.

2). Kelembaban udara

Kelembaban udara yang rendah dapat memperpendek umur nyamuk. Kelembaban mempengaruhi kecepatan berkembang biak, kebiasaan menggigit dan istirahat.

3). Curah hujan

Terdapat hubungan langsung antara curah hujan dan perkembangan larva nyamuk menjadi nyamuk dewasa. Besar kecilnya pengaruh, bergantung pada; jenis vektor, derasnya hujan dan jenis tempat perindukan. Hujan yang diselingi oleh panas, akan memperbesar kemungkinan berkembangbiaknya nyamuk.

b. Lingkungan biotik

Tumbuhan atau tanaman air seperti ganggang dapat mempengaruhi kehidupan larva nyamuk, karena dapat menghalangi sinar matahari yang masuk atau melindungi dari serangan serangga lain. Adanya berbagai jenis ikan pemakan larva dapat menurunkan populasi nyamuk.

Pada musim penghujan banyak tempat penampungan alamiah terisi air hujan, yang dapat digunakan sebagai tempat berkembang biak. Oleh karena itu musim penghujan populasi nyamuk meningkat. Populasi nyamuk *Culex* biasanya meningkat antara bulan September sampai Mei dengan puncaknya antara bulan Maret sampai Mei, karena tempat perindukan akan terisi oleh air hujan (Depkes RI, 1992).

5. Reaksi terhadap Lingkungan

Struktur suatu makhluk berhubungan dengan kebutuhan-kebutuhannya secara fungsional, dan menunjang kesempatan demi kelangsungan hidup. Meskipun sedikit perubahan struktur yang terjadi, dapat mempengaruhi kemampuan dan kelangsungan hidup. Beragam faktor lingkungan menyebabkan pengaruh yang khas terhadap perubahan morfologi, fisiologis maupun tingkah laku makhluk hidup (Michael, 1994).

6. Vektor Penyakit

Secara luas vektor berarti pembawa atau pengangkut. Sedangkan dalam arti sempit vektor berarti pengangkut/pembawa agen penyakit (patogen) baik virus, bakteri, maupun rickettsia. Hewan yang memindahkan agen penyakit, aktif bergerak dari satu tempat ke tempat lain, atau dengan arah tujuan tertentu yang dikerjakan oleh insekta.

Vektor dibagi menjadi dua, yaitu vektor primer dan vektor sekunder. Vektor primer adalah penanggungjawab utama atau penyebab utama terjadinya penularan, baik pada hewan atau orang yang secara klinis terbukti sakit. Vektor sekunder adalah bukan penyebab utama penularan, tetapi dalam keadaan wabah vektor sekunder dianggap penting. Salah satu contoh vektor primer untuk filariasis pada manusia adalah nyamuk *Culex* yang menyebarkan penyakit filaria (Brotowidjoyo, 1987). Selain itu *Culex* juga menyebarkan penyakit radang otak atau biasa

disebut *West Nile Virus* alias virus Nil Barat serta *Japanese Encephalitis* (JE) (Anonim, 2006).

7. Pencemaran air

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Bab I Pasal 1 butir (11) menyebutkan bahwa “Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya”. Pencemaran air berasal dari limbah-limbah rumah tangga, lalu lintas, pertanian, industri/pertambangan maupun penebangan hutan.

Air limbah merupakan sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair [PP RI Nomor 82 Tahun 2001, Bab I Pasal 1 butir (14)]. Menurut Azwar (1996), yang dimaksud dengan air limbah atau air kotor atau air bekas ialah air yang tidak bersih dan mengandung material yang bersifat membahayakan kehidupan makhluk hidup, dan lazimnya muncul karena hasil perbuatan manusia (termasuk industri).

Dalam kehidupan sehari-hari, sumber air limbah yang lazim dikenal ialah :

- a. berasal dari rumah tangga (*domestic sewage*), misalnya air dari kamar mandi dan dapur;

- b. berasal dari perusahaan (*commercial wastes*), misalnya dari hotel, restoran, kolam renang;
- c. berasal dari industri (*industrial wastes*), seperti dari pabrik baja, pabrik tinta, pabrik cat;
- d. berasal dari sumber lainnya, seperti air hujan yang bercampur dengan air comberan, dan lain sebagainya (Azwar, 1996).

8. Limbah Rumah Tangga

Limbah rumah tangga merupakan pencemar air terbesar selain limbah-limbah industri, pertanian dan bahan pencemar lainnya yang mencemari selokan, sumur, sungai, dan lingkungan sekitarnya. Limbah rumah tangga dapat berupa padatan (kertas, plastik dll.) maupun cairan (air cucian, minyak goreng bekas, dll.).

Sumber domestik terdiri dari air limbah yang berasal dari perumahan dan pusat perdagangan maupun perkantoran, hotel, rumah sakit, tempat rekreasi, dll. Limbah jenis ini sangat mempengaruhi tingkat kekeruhan, BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan kandungan organik sistem pasokan air.

Karakteristik limbah cair dapat dibedakan menjadi sifat fisik, kimia, dan hayati. Perbedaan ketiga sifat tersebut berdasarkan pada kandungan dan konsentrasi senyawa organik dan anorganik yang bervariasi macam dan jumlahnya.

a. Sifat Fisik

Sifat fisik sangat bergantung pada jumlah padatan total yang terkandung di dalamnya, meliputi : bahan padatan tersuspensi dan koloid serta bahan padatan terlarut.

b. Sifat Kimia

Sifat kimia dapat ditentukan berdasarkan hasil analisis kimia yang meliputi :

- 1). Kandungan karbon organik yaitu kandungan total yang mencakup : keperluan oksigen kimia (COD), keperluan oksigen biologi (BOD), serta total senyawa organik / *Total Organic Compound* (TOC).
- 2). Kandungan Nitrogen, Fosfor, Klorida, dll.

c. Sifat Biologi

Sifat biologi dapat diamati berdasarkan kandungan mikroflora yang sangat karakteristik. Hasil penelitian oleh para ahli menunjukkan bahwa limbah mengandung mikroorganisme sebanyak 3–16 juta per mililiter limbah. Hampir sebagian besar mikroorganisme yang terkandung di dalamnya adalah bakteri pembusuk. Mikroorganisme mempunyai peran penting dalam proses perombakan senyawa organik limbah. Urutan mikroorganisme yang terkandung dalam limbah adalah bakteri, fungi, algae, dan protozoa (Soetiman, 1990).

Mikroorganisme yang terkandung dalam limbah dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk :

- 1) Menurunkan dan menghilangkan BOD karbon.
- 2) Mengumpulkan bahan padatan lendir (koloid) yang terapung di permukaan air limbah.
- 3) Menstabilisasikan bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah (Sutariningsih, 1993).

Bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang paling banyak terdapat dalam limbah. Bakteri terdiri dari berbagai jenis yang mempunyai peran berbeda-beda satu dengan yang lain, yaitu:

- 1) Bakteri pembusuk, adalah bakteri yang berperan merombak senyawa organik atau anorganik yang terkandung dalam limbah. Contohnya adalah *Pseudomonas fluorescens*, *P. aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Aerobacter cloacae*, *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *Zoogloea ramigera*, dll.
- 2) Kelompok bakteri bentuk koli, merupakan bakteri indikator penting dalam pencemaran lingkungan. Tingginya populasi bakteri bentuk koli menunjukkan bahwa air limbah tercemar tinja manusia atau hewan, sehingga dapat menjadi sumber penyakit (Hoedojo, 1989). Contohnya adalah: *Escherichia coli*, mencapai jumlah yang sangat tinggi dari puluhan sampai ratusan juta sel per ml limbah selain *Aerobacter aerogenei*, *Streptococcus* sp.

Semua bakteri di atas dinamakan bakteri heterotrof, yaitu bakteri yang mampu menggunakan berbagai senyawa organik sebagai sumber karbon dan tenaga.

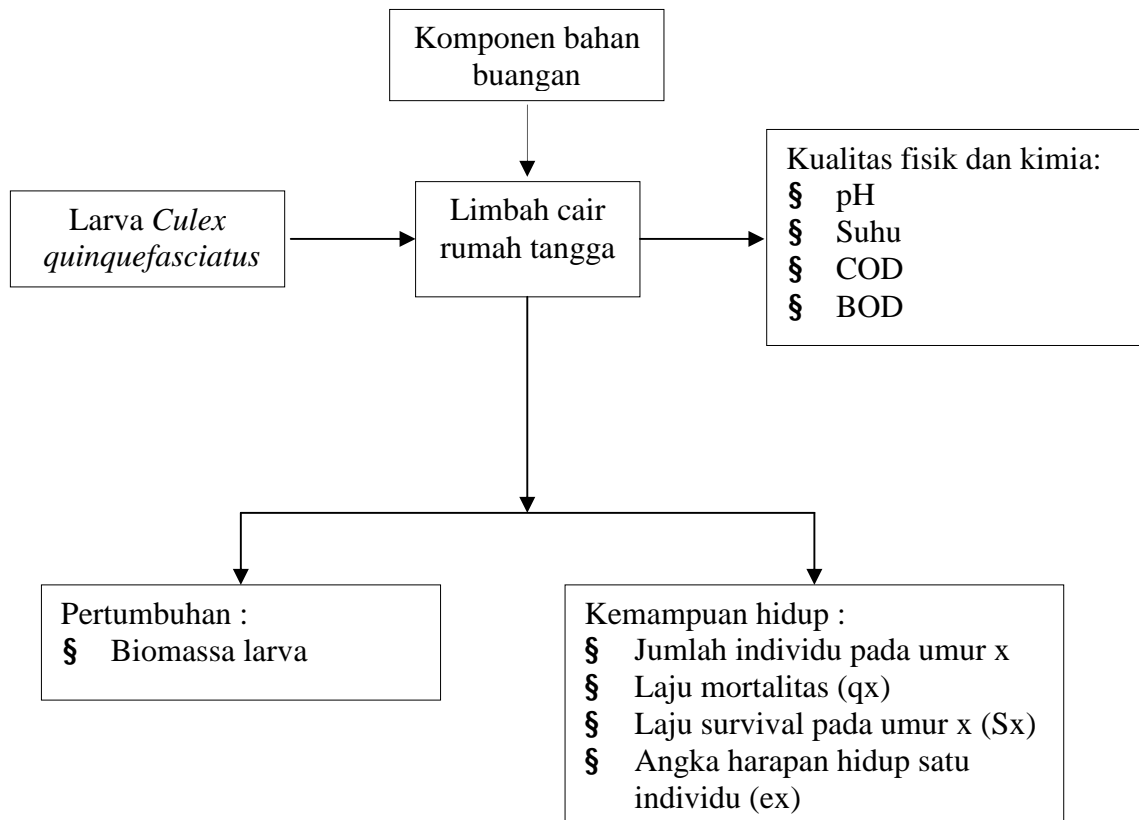
3) Bakteri berselaput atau berkapsula (*sheathed bacteria*)

Bakteri ini biasa disebut sebagai jamur limbah (*sewage fungi*). Bakteri ini paling banyak terdapat dalam limbah yang kaya senyawa organik terutama karbohidrat, protein dan asam amino, tumbuh pada suhu 20⁰ C, pH 6-9 dan membutuhkan oksigen terlarut. Apabila bakteri tersebut tenggelam dan mengendap ke dasar pembuangan limbah, berarti kandungan oksigen di dalam limbah sangat rendah. Contoh yang paling dominan adalah *Sphaerotilus natans* (Sutariningsih, 1993).

B. Kerangka Pemikiran

Nyamuk *Culex quinquefasciatus* Say. tempat perindukannya di air keruh dan kotor karena mampu bertahan hidup pada lingkungan tersebut. Larva memakan mikroorganisme dan bahan organik, sehingga dimungkinkan dapat hidup pada limbah cair rumah tangga yang tinggi kandungan organiknya. Adanya komponen bahan buangan lain pada limbah rumah tangga akan mempengaruhi kemampuan hidup larva. Perbedaan komponen penyusun limbah cair rumah tangga, berpengaruh pada pertumbuhan larva *Cx. quinquefasciatus* Say.

Berikut adalah bagan kerangka pemikiran penelitian :



Gambar 2. Kerangka pemikiran

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai Nopember 2006 di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit (BBPPVRP) Salatiga, Laboratorium Pusat MIPA, sub Lab. Biologi dan sub Lab. Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah : termometer, DO meter, pH meter, pipet tetes, wadah / mangkuk plastik tempat pemeliharaan larva, ember, gelas ukur, mikroskop, erlenmeyer, cawan petri, autoklaf, oven, lemari *hot-cold*, botol sampel, COD reaktor, spektrofotometer, labu refluk, botol semprot, labu ukur 1000 ml, pipet volume (1 ml, 5 ml, 10 ml dan 50 ml), botol winkler, gelas piala 400 ml, erlenmeyer 125 ml, tabung reaksi, kamera digital.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah : larva *Culex quinquefasciatus* Say. umur 2 hari yang diperoleh dari BBPPVRP Salatiga, air limbah rumah tangga, air sumur, aquades, *dog food*, kertas tisu, kapas, kertas saring, larutan $K_2Cr_2O_7$, $AgSO_4$, H_2SO_4 pekat, Hg_2SO_4 , larutan $FeCl_3$, larutan

CaCl₂, larutan MgSO₄, larutan buffer fosfat, NaOH, larutan pencerna (*digestion solution*), larutan pereaksi asam sulfat, dan larutan standar *kalium hydrogen phtalat*, HOCC₆H₄COOK (KHP).

Air limbah rumah tangga diambil dari 4 lokasi, yaitu :

No.	Lokasi limbah	Kandungan
1.	I (Palur)	Organik
2.	II (Jebres)	Deterjen
3.	III (Jebres)	Sabun
4.	IV (Jebres)	Minyak

C. Cara Kerja

1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan : koleksi telur dan *rearing* atau pemeliharaan larva nyamuk, pengambilan sampel air limbah rumah tangga serta persiapan alat dan bahan. Telur nyamuk didapatkan dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit (BBPPVRP) Salatiga. Telur kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air limbah kemudian dibiarkan hingga menetas menjadi larva. Kondisi ruangan harus disesuaikan dengan suhu optimum yaitu pada 27⁰C (80⁰ F). Kemudian larva ini digunakan sebagai larva uji. Sebagai kontrol, telur-telur dimasukkan dalam wadah yang berisi air sumur dan dibiarkan hingga menetas.

Air limbah rumah tangga diperoleh dari tempat penampungan air limbah rumah tangga di daerah pemukiman penduduk sebelum dialirkan ke

selokan, sebanyak 4 titik pada tempat yang berbeda. Karakteristik limbah yang diambil adalah yang terdapat banyak kandungan bahan organik, anorganik, cairan berminyak, serta zat kimia (sabun dan deterjen). Sampel air limbah ditampung pada ember. Kemudian air limbah diukur kualitas fisik dan kimia yang mencakup suhu, warna, pH, BOD dan COD.

Sebelum mengambil beberapa sampel air limbah didahului dengan wawancara terhadap masyarakat tentang jenis limbah yang dibuang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jenis buangan dalam limbah rumah tangga.

2. Perlakuan

Penelitian ini menggunakan 100 ml limbah rumah tangga (media pertumbuhan), kemudian dimasukkan larva *Culex quinquefasciatus* Say. instar I sebanyak 25 ekor. Besar sampel larva disesuaikan dengan standar WHO untuk uji bio essay adalah 25 ekor, setiap perlakuan pada masing-masing media dengan pengulangan sebanyak 6x ulangan. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 10 hari setelah perlakuan.

3. Pengukuran parameter

1. Pengukuran COD (*Chemical Oxygen Demand*):

Cara uji COD atau kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri berdasarkan SNI 06-6989.2-2004

a. Persiapan Bahan :

- 1) Air suling bebas klorida dan bebas organik.

2) Larutan pencerna (*digestion solution*).

$K_2Cr_2O_7$ sebanyak 1,022 gram yang telah dikeringkan pada suhu 150^0 C selama 2 jam ditambahkan ke dalam 500 ml air suling, ditambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 gram Hg_2SO_4 , kemudian dilarutkan dan didinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.

3) Larutan pereaksi asam sulfat

Serbuk atau kristal $AgSO_4$ teknis ditambahkan ke dalam H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 g $AgSO_4$ untuk tiap 1 kg H_2SO_4 pekat atau 10,12 g $AgSO_4$ untuk tiap 1000 ml H_2SO_4 pekat, kemudian dibiarkan selama 1 jam sampai 2 jam sampai larut, diaduk.

4) Larutan standar kalium hydrogen phtalat, $HOOCC_6H_4COOK$ (KHP).

KHP digerus perlahan, lalu dikeringkan sampai berat konstan pada suhu 110^0 C. KHP sebanyak 425 mg dilarutkan ke dalam air suling, diencerkan sampai 1000 mL. Secara teori, KHP mempunyai nilai KOK 1,176 mg O_2 /mg KHP dan larutan ini secara teori, KHP mempunyai nilai KOK 500 μg O_2 /mL. Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin. Hati-hati terhadap pertumbuhan Biologi. Larutan disiapkan dan dipindahkan dalam kondisi steril. Sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu.

b. Persiapan contoh uji :

- 1) Contoh uji dihomogenkan.
- 2) Tabung refluks dicuci dengan H_2SO_4 20% sebelum digunakan .

- 3) Sampel diambil sebanyak 2,5 mL, larutan pencerna 1,5 mL, larutan pereaksi asam sulfat 3,5 mL.
- 4) Tabung ditutup dan dikocok perlahan sampai homogen.
- 5) Tabung diletakkan pada tabung pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150⁰C, lakukan refluks selama 2 jam.

c. Pembuatan kurva kalibrasi :

- 1) Dilakukan pengoptimalan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian KOK.
- 2) Sebanyak 5 larutan standar KHP ekuivalen dengan KOK disiapkan untuk mewakili kisaran konsentrasi.
- 3) Volume pereaksi yang digunakan sama antara contoh dan larutan standar KHP.
- 4) Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 600 nm.
- 5) Dibuat kurva kalibrasi.

d. Prosedur :

- 1) Contoh yang sudah direfluks dinginkan perlahan-lahan sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas.
- 2) Suspensi dibiarkan mengendap sampai bagian yang akan diukur benar-benar jernih.

- 3) Contoh dan larutan standar diukur pada panjang gelombang yang telah ditentukan yaitu 600 nm.
- 4) Pada panjang gelombang tersebut, digunakan blangko yang tidak direfluks sebagai larutan referensi.
- 5) Jika konsentrasi KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L, pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm, serta digunakan pereaksi air sebagai larutan referensi.
- 6) Pengukuran absorsi blangko yang tidak direfluks dan mengandung dikromat, dilakukan dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji, akan memberikan absorpsi dikromat awal.
- 7) Perbedaan absorbansi antara contoh uji yang direfluks dan yang tidak direfluks adalah pengukuran KOK contoh uji.
- 8) Pengeplotan dilakukan terhadap perbedaan absorbansi antara blangko yang direfluks dan absorbansi larutan standar yang direfluks terhadap nilai KOK untuk masing-masing standar.

e. Perhitungan :

Nilai KOK : dalam mg/L O₂

- 1) Hasil pembacaan absorbansi contoh uji dimasukkan ke dalam kurva kalibrasi.
- 2) Nilai KOK adalah hasil pembacaan konsentrasi contoh uji dari kurva kalibrasi.

2. Pengukuran BOD (*Biological Oxygen Demand*):

- a. Larutan pengencer dibuat dengan komposisi : 1 ml larutan FeCl_3 dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml, ditambah 1 ml larutan CaCl_2 dan 1 ml larutan MgSO_4 , serta 1 larutan buffer fosfat, kemudian diencerkan dengan aquades hingga 1000 ml.
- b. Sampel yang bersifat asam atau basa harus dinetralkan hingga pH-nya berada pada daerah netral (6-8) dengan NaOH atau H_2SO_4 , kemudian sampel limbah dicampurkan dengan air pengencer tersebut.
- c. Sebanyak 2 buah larutan dibuat, yang satu diukur DO-nya dan yang lain DO-nya diukur 5 hari kemudian setelah disimpan pada suhu 20°C .

Perhitungan :

$$C = (\text{DO}_0 - \text{DO}_5) \times p$$

Keterangan :

C : harga BOD (ppm)

DO_0 : DO pada hari pertama (ppm)

DO_5 : DO pada hari kelima (ppm)

p : faktor pengenceran

4. Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan memperhatikan larva dimulai dari bentuk morfologi, maupun tingkah laku. Dalam setiap pengamatan dilakukan dengan menggoyang-goyangkan wadah yang berisi larva. Menurut Blondine *et al* (1992), larva yang kurang mampu bertahan hidup menunjukkan gejala-

gejala seperti tampak lemah tidak mau makan, lumpuh, serta tidak banyak bergerak. Di samping gejala-gejala tersebut di atas, larva juga menunjukkan perubahan warna yang mencolok seperti warna hitam, putih, kuning tua, coklat kehitaman bergantung pada patogen penyebabnya.

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Jumlah individu yang mati (mortalitas) dengan menghitung jumlah individu yang mengalami kematian pada interval waktu x .
2. Lx merupakan jumlah individu pada umur x , biasanya dinyatakan sebagai jumlah individu yang hidup pada nilai tengah kelas umur x .
3. Hx adalah jumlah individu yang hidup pada awal atau permulaan kelas umur x , dinyatakan dengan rumus :

$$Hx = 2 Lx - Hx + 1$$

4. Dx adalah jumlah individu yang mati dalam interval x dinyatakan dengan :

$$Dx = Hx - Hx + 1$$

5. Laju mortalitas pada umur x (qx) adalah perbandingan jumlah individu yang mati pada suatu interval umur x (dx) dengan jumlah individu yang hidup pada saat awal suatu interval umur x (Hx).

$$qx = \frac{dx}{Hx}$$

6. Sx adalah laju survival pada umur x , merupakan perbandingan antara jumlah yang hidup pada saat suatu interval umur x dengan jumlah individu yang hidup pada saat awal suatu interval umur x , dinyatakan dengan :

$$Sx = 1 - qx$$

7. Harapan hidup untuk individu umur x (e_x) merupakan rata-rata masa hidup yang tersisa bagi suatu individu dari suatu umur spesifik.

$$e_x = \frac{T_x}{H_x}$$

Dimana T_x dicari menggunakan persamaan berikut :

$$T_x = \sum L_x$$

$$L_x = \frac{L_x + L_{x+1}}{2}$$

8. Berat larva yang terbagi dalam berat basah dan berat kering, dilakukan dengan uji biomassa larva yaitu mengambil kertas saring yang sudah konstan (kertas saring dioven pada suhu 100^0 C selama 3 hari kemudian ditimbang ulang hingga 3 kali), kemudian menaruh larva uji yang sudah dipanen ke dalamnya.

D. Analisis Data

Data hasil percobaan ditabulasikan, kemudian di analisis dengan menggunakan Analisis Tabel Kehidupan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Parameter Lingkungan Limbah Rumah Tangga

Penelitian tentang kemampuan hidup larva *Cx. quinquefasciatus* Say. pada limbah rumah tangga, menggunakan 4 sampel limbah dari lokasi yang berbeda. Karakteristik sampel limbah tersebut sebagai berikut : lokasi 1 dengan kandungan organik, lokasi 2 dengan kandungan deterjen, lokasi 3 dengan kandungan sabun, serta lokasi 4 dengan kandungan cairan berminyak.

Tabel 1. Hasil kuisisioner dengan masyarakat tentang jenis bahan buangan pada area lokasi limbah

No.	Limbah	Bahan buangan
1.	I (Palur)	Cenderung sisa-sisa makanan, minuman dan deterjen Sunlight
2.	II (Jebres)	Sisa-sisa makanan dan minuman, deterjen merk Rinso, Daia dan Dangdut serta Sunligth (pencuci piring)
3.	III (Jebres)	Sisa makanan, sabun mandi
4.	IV (Jebres)	Sisa-sisa makanan dan minuman, minyak sisa penggorengan

Air serta bahan-bahan energi yang terkandung di dalamnya merupakan lingkungan hidup organisme perairan, yang meliputi sifat-sifat fisika, kimia, dan biologi. Sifat-sifat fisika dan kimia pada umumnya merupakan sifat yang menunjang kehidupan organisme perairan secara keseluruhan. Air sebagai

pembawa zat-zat hara diperlukan untuk proses pertumbuhan produksi primer, dan akan mempengaruhi produksi organisme yang ada di dalamnya. Oleh sebab itu, kualitas air sangat menentukan kehidupan perairan.

Kualitas air bagi kehidupan larva, pada hakekatnya ditentukan oleh sifat kimia-fisika dan biologi perairan yang relevan bagi kehidupan jasad-jasad perairan, seperti halnya larva *Cx. quinquefasciatus* Say. Bahan-bahan yang terlarut dan mengalami perombakan menentukan sifat kimia perairan tersebut. Tolok ukur yang digunakan pada pengukuran kualitas limbah cair rumah tangga ialah parameter kunci yang dapat mewakili kualitas lingkungan (Hadi, 2005). Pada penelitian ini, parameter kunci tersebut meliputi suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen kimiawi (COD), serta kebutuhan oksigen biologis (BOD).

1. Suhu

Tabel 2. Hasil pengukuran suhu pada 4 macam media limbah

No	Media Limbah	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			
		Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	Kontrol	26.9	27.2	27.1	27.07
2	I	25.7	25.5	25.6	25.60
3	II	26.9	27.1	26.9	26.97
4	III	25.7	25.8	26.0	25.83
5	IV	26.1	25.9	26.2	26.07

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap daur hidup nyamuk adalah suhu (Imms, 1970), sedangkan Chandler dan Read (1961) menyebutkan bahwa perkembangan larva *Cx. quinquefasciatus* Say. bergantung pada jenis nyamuk dan

penyediaan makanan. Hasil pengukuran suhu menunjukkan bahwa, tidak terdapat perbedaan yang mencolok pada semua lokasi limbah rumah tangga. Rata-rata suhu limbah rumah tangga berkisar antara 25,6⁰ hingga 26,97⁰ C, dengan suhu terendah pada lokasi I yaitu di Palur dengan rata-rata 25,6⁰ C serta suhu tertinggi pada lokasi II yaitu di Jebres dengan rata-rata 26,97⁰ C. Urutan suhu mulai dari yang terendah hingga tertinggi adalah lokasi I < III < IV < II.

Permono (1985) menyatakan bahwa, banyak terdapat larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang hidup pada suhu 26⁰ C. Hal ini kemungkinan karena suhu mempengaruhi metabolisme dalam tubuh larva, sehingga nafsu makan larva tersebut akan terpengaruh pada suhu-suhu tertentu. Nalim (1975) menyatakan bahwa, suhu mempengaruhi perkembangan larva nyamuk dan mortalitas larva yang terendah adalah pada suhu 25⁰- 26⁰ C. Di samping itu, suhu air mempengaruhi secara langsung toksisitas bahan kimia pencemar, pertumbuhan mikroorganisme dan virus (Kristanto, 2002).

Larva yang hidup di dalam air yang bersuhu relatif tinggi akan mengalami kenaikan kecepatan respirasi serta menurunkan jumlah oksigen terlarut di dalam air, sehingga mengakibatkan larva akan mati karena kurangnya oksigen. Oksigen terlarut dalam air berasal dari udara yang secara lambat terdifusi ke dalam air. Makin tinggi kenaikan suhu air, makin sedikit oksigen yang terlarut di dalamnya. Suhu air limbah yang relatif tinggi ditandai antara lain dengan munculnya hewan-hewan air ke permukaan untuk mencari oksigen. (Wardhana, 1995; Kristanto, 2002).

Pada umumnya organisme air seperti larva *Cx. quinquefasciatus* Say. lebih

cepat beraklimatisasi pada suhu yang lebih tinggi daripada terhadap suhu yang lebih rendah. Berdasarkan batas maksimum aklimatisasi, hampir semua organisme air dapat bertoleransi pada batas suhu air dari 25⁰ sampai dengan 36⁰C (Darmono, 2001).

2. Derajat Keasaman (pH)

Tabel 3. Hasil pengukuran pH pada macam media limbah

No	Media Limbah	pH			
		Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	Kontrol	7.64	7.86	7.84	7.78
2	I	6.81	6.86	6.84	6.84
3	II	8.18	8.25	8.21	8.21
4	III	8.28	8.24	8.32	8.28
5	IV	6.12	5.95	6.00	6.02

Salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan atau kehidupan mikroorganisme dalam air adalah derajat keasaman (pH) yaitu intensitas keadaan asam atau basa sesuatu larutan dalam air. Hasil pengukuran pH pada limbah menunjukkan sedikit perbedaan antar lokasi limbah. Derajat keasaman (pH) tertinggi terdapat pada lokasi III (Jebres) dengan rata-rata 8,28. Sedangkan pH terendah didapat pada lokasi IV (Jebres) dengan rata-rata 6,02. Nilai pH tersebut merupakan nilai pH yang masih dapat ditolerir oleh larva *Cx. quinquefasciatus* Say. karena banyak larva yang hidup pada kisaran pH 7 yang merupakan pH optimum pertumbuhan larva *Cx. quinquefasciatus* Say. Berdasarkan penelitian Permono (1985), larva *Cx. quinquefasciatus* Say. mempunyai kemampuan hidup paling tinggi pada pH 7 antar suhu yang berbeda

dan pada pH 6 dengan suhu 26⁰ C. Kebanyakan mikroorganisme yang merupakan makanan larva, pertumbuhan optimalnya pada pH 6,0 sampai 8, sedangkan beberapa jenis organisme pada pH kurang atau melebihi kisaran tersebut. Larva *Cx. quinquefasciatus* Say. tidak tahan terhadap pH 2,0 (Daly *et al.*, 1981).

Kondisi lingkungan yang cenderung basa, dapat mempengaruhi kandungan air dalam tubuh larva, sehingga keaktifan larva terganggu. Daya adaptasi larva terhadap lingkungan (asam – basa) lemah, sehingga responnya pun akan berbeda-beda. Respon larva terhadap lingkungan mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhannya. Menurut Edney (1957), adanya ion-ion tertentu yang berlebihan (misalnya ion K⁺) akan mempengaruhi syaraf, sedangkan adanya ion Na⁺ yang berlebihan akan mempengaruhi banyaknya air di dalam tubuh larva. Keadaan lingkungan perairan yang asam juga dapat mempengaruhi anatomi tubuh larva sehingga perkembangan larva secara tidak langsung akan terganggu.

Nilai pH pada air limbah rumah tangga semakin lama semakin menurun apabila tempat pertemuan dengan saluran limbah relatif jauh. Hal ini dikarenakan bertambahnya bahan-bahan organik yang membebaskan CO₂ jika mengalami proses penguraian.

3. Biological Oxygen Demand (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologi

Tabel 4. Hasil pengukuran BOD pada macam media limbah

No.	Media Limbah	BOD (ppm)			
		Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
1	Kontrol	64	58	58	60
2	I	60	41	56	52.3
3	II	112	103	111	109
4	III	153	138	136	142
5	IV	137	142	148	142

Dari data pada tabel 4 di atas diketahui bahwa, lokasi III dan IV memiliki nilai BOD tertinggi yaitu rata-rata nilainya sama, sebesar 142 ppm, kemudian diikuti oleh limbah di lokasi II yang memiliki rata-rata BOD sebesar 109 ppm, dilanjutkan di lokasi I dengan rata-rata nilai BOD sebesar 52,3 ppm. *Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah yang digunakan dalam waktu lima hari oleh organisme pengurai *aerobik* dalam volume tertentu pada suhu 20⁰ C. Rata-rata nilai BOD pada lokasi III dan IV sebesar 142 ppm, berarti bahwa 142 mg oksigen akan digunakan oleh sampel limbah sebanyak 1 liter dalam waktu lima hari pada suhu 20⁰ C.

Nilai-nilai BOD yang diperoleh tersebut adalah sangat tinggi untuk ukuran kualitas limbah yang masih dapat dihuni oleh organisme air. Akan tetapi, nilai BOD pada lokasi I masih dapat ditoleransi. Nilai BOD digunakan untuk mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan dan mengoksidasi (*dekomposisi*) bahan-bahan organik. Jika konsumsi oksigen tinggi,

yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut dalam air, maka berarti kandungan bahan buangan yang membutuhkan oksigen adalah tinggi.

4. Chemical Oxygen Demand (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimia

Tabel 5. Hasil pengukuran COD pada macam media limbah

No.	Media	COD (ppm)		
		Ulangan		Rata-rata
		1	2	
1	Kontrol	323.9	172.0	248.0
2	I	286.5	766.1	526.3
3	II	244.7	355.2	300.0
4	III	273.3	320.5	296.9
5	IV	455.0	653.8	554.4

Pengukuran COD dimaksudkan untuk mengetahui kandungan bahan organik dan anorganik pada limbah rumah tangga. Kandungan bahan organik yang ada dapat diketahui dengan menghitung konsentrasi oksigen berdasarkan reaksi dari suatu bahan oksigen kuat (Alaerts dan Santika, 1984). *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang terdapat di dalam air berasal dari alam (minyak tumbuhan, serat minyak dan lemak hewan, alkohol, dan sebagainya), sintesa (berbagai persenyawaan dan buah-buahan yang dihasilkan dari proses dalam pabrik), dan dari fermentasi (alkohol, aseton, asam-asam yang berasal dari kegiatan mikroorganisme terhadap bahan-bahan organik). Sehingga dapat diketahui bahwa sumber utama dari bahan-bahan tersebut adalah kegiatan rumah tangga dan proses-proses industri.

Berdasarkan data hasil pengukuran di atas menunjukkan bahwa rata-rata nilai COD pada lokasi I adalah sebesar 526,3 ppm, lokasi II sebesar 300 ppm,

lokasi III sebesar 296.9 ppm, lokasi IV sebesar 554,4 ppm serta pada kontrol sebesar 248 ppm. Nilai COD yang ditunjukkan tersebut hampir mendekati kategori sangat buruk (mendekati 1000 ppm) yang dapat mematikan organisme perairan. Hal ini kemungkinan dikarenakan banyaknya jumlah bahan organik yang terbuang dalam air mengalami degradasi dan dekomposisi oleh mikroba (bakteri aerob yang menggunakan oksigen yang terlarut dalam air) sehingga menyebabkan oksigen yang dibutuhkan juga besar. Apabila proses ini berlangsung terus menerus, lama-kelamaan dapat menyebabkan oksigen terlarut di dalam air menjadi berkurang, sehingga menghasilkan nilai COD yang tinggi. Mikroba tersebut mengoksidasi zat-zat organik menjadi CO_2 dan H_2O , *kalium bikromat* dapat mengoksidasi lebih banyak lagi, sehingga menghasilkan nilai COD yang tinggi. Di samping itu, bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan reaksi mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. Hal ini didukung oleh Alaerts dan Santika (1987), bahwa angka COD merupakan ukuran tingkat pencemaran air oleh bahan buangan yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi, serta menurut Daryanto (1995) air limbah rumah tangga dikenal sebagai penghabis oksigen karena tingginya kandungan bahan organik.

Dalam kondisi kekurangan oksigen, hanya spesies organisme tertentu saja yang dapat bertahan hidup (Darmono, 2001). Larva *Cx. quinquefasciatus* Say. merupakan salah satu organisme yang mampu bertahan dalam kondisi tersebut. Nilai COD dalam sampel air yang sama, lama kelamaan akan mengalami penurunan. Berdasarkan penelitian Sugiyarto, dkk (2000), nilai COD mengalami

penurunan baik dengan adanya larva *Cx. quinquefasciatus* Say. maupun tidak. Penguraian bahan organik oleh mikrobia menyebabkan menurunnya nilai COD, namun laju pengurangan bahan organik oleh mikrobia ini jauh lebih rendah dibanding laju penambahan bahan organik baru.

Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran terhadap kekeruhan karena larva nyamuk tidak terpengaruh dengan adanya kekeruhan air. Larva *Cx. quinquefasciatus* Say. mempunyai daya adaptasi yang cukup tinggi terhadap air yang keruh. Hal ini didukung oleh Hosrfall (1972) yang menyebutkan bahwa larva *Cx. quinquefasciatus* Say. dapat bertahan hidup pada air kotor seperti selokan, air limbah, serta pada genangan-genangan (comberan). Selain itu juga ditambahkan oleh Subra (1980), bahwa *Cx. quinquefasciatus* Say. dapat bertahan hidup pada air yang tercemar.

Kekeruhan menunjukkan sifat optis air, yang membatasi cahaya masuk ke dalam air. Kekeruhan terjadi karena adanya bahan yang terapung, dan terurainya zat tertentu, seperti bahan organik, jasad renik, lumpur tanah liat dan benda lain yang melayang atau terapung yang sangat halus. Semakin keruh air, maka semakin tinggi daya hantar listriknya dan semakin banyak pula padatannya (Kristanto, 2002). Menurut Daly *et al.* (1981), cahaya tidak esensial untuk perkembangan larva *Cx. quinquefasciatus* Say.

B. Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan penambahan ukuran, massa dan volume sel yang sifatnya *irreversible*. Parameter pertumbuhan larva *Cx. quinquefasciatus* Say. pada media limbah rumah tangga di laboratorium yaitu berat larva yang mencakup berat basah dan berat kering.

1. Berat Larva

Berat larva terbagi atas; berat basah larva yang diukur pada saat larva masih hidup (diukur saat itu juga), serta berat kering larva yang diukur setelah melalui pemanasan (oven) selama 3 hari dengan suhu 150⁰ C. Pada pengukuran berat kering, larva yang digunakan adalah sama dengan larva untuk pengukuran berat basah. Berdasarkan penelitian didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 6. Rata-rata berat larva *Cx. quinquefasciatus* Say. (dalam gram) :

Media limbah	Berat basah hari ke-			Berat kering hari ke-		
	2	4	6	2	4	6
Kontrol	0.000660	0.001550	0.003285	0.000130	0.000300	0.000805
I	0.000040	0.000050	0.000205	0.000005	0.000005	0.000015
II	0.000095	0.000110	0.000410	0.000005	0.000010	0.000040
III	0.000145	0.000210	0.000870	0.000010	0.000015	0.000090
IV	0.000275	0.001305	0.002135	0.000035	0.000275	0.000420

Berat pupa :

1. Pupa kecil (pupa baru) sebesar ± 0.0014 g
2. Pupa besar (pupa stadium akhir), dengan ciri-ciri berwarna kebiruan (stadium akhir pupa) sebesar ± 0.0032 g.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, berat larva mengalami peningkatan sesuai dengan penambahan umur larva. Penimbangan larva dilakukan pada hari

ke-2, 4 dan 6 serta menggunakan 20 larva uji pada setiap kali penimbangan karena larva memiliki berat yang ringan.

Pengukuran pertama pada berat basah, larva yang dipelihara pada media limbah IV menunjukkan berat tertinggi yaitu dengan 0,0055 gram, diikuti pada media limbah III, II dan terakhir I dengan berat masing-masing 0,0029; 0,0019; 0,0008 gram. Pertumbuhan larva yang ditunjukkan masih sangat kecil. Larva terlihat masih dalam instar awal. Kondisi tubuhnya pada saat baru menetas dari telur terlihat masih lemah, namun kemudian larva akan memulai aktivitas memakan makanan yang ada yang ditandai dengan turun ke dasar media (masuk ke endapan), dan seringkali secara bergerombol.

Pengukuran ke-2, didapatkan peningkatan berat tubuh sangat cepat pada media IV yang lebih banyak mengandung bahan-bahan berminyak, mencapai empat kali lipat dari berat awal menjadi 0,0261 gram. Sedangkan pertumbuhan relatif lambat, ditunjukkan pada larva yang dipelihara pada media I, dengan peningkatan tidak mencapai dua kali lipat dari berat awal yaitu menjadi 0,001 gram. Media I mempunyai kandungan organik cukup banyak, ditandai dengan banyaknya organisme yang hidup. Salah satu organismenya adalah kutu air (*Mesocyclop* sp.) yang dapat mengganggu pertumbuhan larva *Cx. quinquefasciatus* Say. *Mesocyclop* sp. memiliki ukuran lebih kecil dari larva, serta memiliki gerakan yang sangat aktif. Dalam habitatnya di alam, kutu air (*Mesocyclop* sp.) dapat memakan larva nyamuk, sehingga merupakan musuh alami (*predator*) bagi larva *Cx. quinquefasciatus* Say. *Mesocyclop* sp. dapat digunakan sebagai pengendali vektor nyamuk secara biologi. Oleh karena itu,

larva yang hidup pada limbah ini mengalami pertumbuhan yang terhambat akibat dimangsa oleh *Mesocyclop* sp. Larva terlihat digerogeti sedikit demi sedikit, beberapa diantaranya ada yang dimakan dan ada pula yang dibiarkan, sehingga larva yang tidak dimakan menderita sakit. Larva yang berusaha menghindar akan tetap tertangkap karena kemampuan berenang *Mesocyclop* sp. lebih cepat dari larva.

Pada pengukuran ke-3, terjadi peningkatan yang hampir sama besar pada larva yang dipelihara di semua media pemeliharaan. Peningkatan yang terjadi sebesar empat kali dari berat penimbangan sebelumnya (ke-2). Hal ini dikarenakan oleh tingginya aktivitas makan larva. Aktivitas makan larva dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal berupa kondisi fisiologis larva dan faktor eksternal berupa kondisi lingkungan yang meliputi suhu, kelembaban, faktor makanan dan predator. Menurut Horsfall (1972), hal yang mempengaruhi pertumbuhan larva adalah makanan, suhu, dan kelimpahan dari larva, sedangkan cahaya tidak esensial untuk perkembangan larva. Kondisi fisiologis larva sangat berperan dalam pertumbuhan larva. Larva yang sehat memiliki aktivitas makan yang lebih tinggi daripada larva yang sakit, sehingga pertumbuhan larva yang sehat akan lebih cepat daripada larva yang sakit.

Pada hari ke-5 pemeliharaan atau umur mencapai 7 hari, larva telah berkembang menjadi pupa. Hasil ini ditunjukkan pada larva yang dipelihara di media limbah IV dan pada kontrol. Meskipun ada beberapa yang belum menjadi pupa, perkembangan ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan mempengaruhi pertumbuhan larva. Media yang kaya akan kandungan bahan organik (dari sisa

buangan minyak yang telah mengalami dekomposisi oleh mikroba) menyebabkan pertumbuhan semakin cepat. Larva yang belum berkembang menjadi pupa, setidaknya sudah mencapai instar IV dan dengan kondisi tubuh yang sehat serta kelihatan gemuk. Ciri larva yang sehat ditunjukkan oleh adanya aktivitas makan yang tinggi serta gerakan yang aktif.

Pada media kontrol digunakan *dog food* sebagai makanan larva. Sedikit atau bahkan tidak adanya kandungan bahan organik dalam media, dapat mempengaruhi pertumbuhan larva, sehingga makanan harus didatangkan dari luar berupa *dog food*. Pengaruh yang ditimbulkan oleh makanan ini sangat besar, larva menjadi sangat cepat tumbuh menjadi pupa hanya dalam beberapa hari saja. Kondisi tubuh larva yang sehat, ditandai dengan meningkatnya aktivitas makan serta gerakan yang sangat aktif apabila terkena rangsangan dari luar, seperti sentuhan atau getaran. Berdasarkan percobaan terhadap larva yang dipelihara pada media air biasa tanpa adanya suplai makanan dari luar, didapatkan larva dengan kondisi tubuh lemah serta banyak yang mati. Hal ini ditandai dengan minimnya gerakan larva, kadang-kadang kelihatan seperti sudah mati, dengan melayang-layang di air. Tubuh menjadi transparan sehingga organ bagian dalam kelihatan berwarna hitam. Daya tahan larva pada kondisi ini hanya sampai 2 hari saja, meskipun ada beberapa ekor yang mampu bertahan lebih dari 2 hari. Akan tetapi belum sampai mencapai instar II atau III. Hal ini dikarenakan sebagian larva uji mengalami proses *moulting*, sementara itu kulit larva (*kitin*) yang dilepaskan menambah bahan organik yang dapat dijadikan sebagai makanan. Selain itu larva yang telah mati juga dapat dijadikan makanan bagi larva yang masih hidup.

Larva tumbuh karena adanya makanan dan proses *moulting*. Larva yang telah mengalami empat kali *moulting* akan berkembang menjadi pupa. Stadium pupa (kepompong) merupakan stadium yang tidak memerlukan makanan pada perkembangan nyamuk. Berdasarkan pengamatan, larva yang sudah siap menjadi pupa, selalu berada di permukaan serta sudah meninggalkan aktivitas makan. Tubuh larva mulai melengkung seperti bentuk koma dengan warna tubuh merah. Proses pembentukan pupa diawali dengan *moulting* larva pada instar IV. Dalam beberapa saat kemudian, pupa akan muncul setelah berhasil melakukan pergantian kulit. Pupa *Cx. quinquefasciatus* Say. bergerak sangat aktif dan seringkali disebut akrobat (*tumblers*), yang bernapas pada permukaan air melalui perantaraan corong pernapasan yang berpasangan berbentuk seperti terompet kecil pada ujung dada (toraks) (Borror *et al.*, 1992; Anonim, 1988).

2. Daur Hidup dan Perilaku Larva

Cx. quinquefasciatus Say. mengalami metamorfosis sempurna yaitu melewati tahapan telur – larva – pupa – dewasa. Dari larva sampai pupa berkembang di dalam air. Berdasarkan penelitian, telur yang berbentuk rakit berhasil ditetaskan dalam waktu ± 2 hari, sebagian kecil ada yang tidak menetas. Hal ini dikarenakan telur yang dihasilkan oleh induk betina ada yang tidak mengalami perkawinan, sehingga telur yang menetas adalah telur yang telah dibuahi. Telur yang tidak mengalami perkawinan akan menghasilkan telur yang tidak dapat menetas atau steril. Penetasan telur dapat terjadi oleh beberapa sebab, diantaranya adalah :

- a. Telur yang dihasilkan oleh induk betina telah dibuahi

- b. Kondisi telur terjaga, atau tidak ada gangguan terhadap telur karena proses pemindahan dan perjalanan.
- c. Tidak adanya guncangan-guncangan yang mengakibatkan telur menjadi terpisah-pisah dari rakitnya. Hal ini memungkinkan individu dalam telur mengalami kematian, sehingga telur tidak dapat menetas menjadi larva.

Telur menetas pada kondisi lingkungan yang basah. Penetasan diawali dengan pecahnya bagian dorsal dari kepala (*chorion*) kemudian membelah menjadi terpisah bagian kepala dari telur. Selanjutnya larva terlepas dari telur dan bebas (Horsfall, 1972). Larva yang baru menetas memiliki ukuran yang sangat kecil serta berwarna kecoklatan. Kondisi tubuhnya pada saat baru menetas dari telur, terlihat masih lemah dan hanya bergerak ke samping kanan dan kiri saja. Kemudian larva akan memulai aktivitas memakan makanan yang diberikan, seringkali secara bergerombol.

a. Pergantian Kulit (*Moulting*)

Larva *Cx. quinquefasciatus* Say. mengalami empat tahap perkembangan larva (instar). Pada setiap instar, ciri, ukuran, dan perilaku larva berbeda-beda sesuai dengan perkembangan dan pertumbuhan larva. Pergantian instar ditandai dengan *moulting* (pergantian kulit) pada setiap akhir instar. Larva yang baru menetas disebut sebagai larva instar I. Kemudian berkembang menjadi larva instar II, instar III kemudian terakhir menjadi instar IV. Larva instar IV merupakan larva paling sempurna diantara instar-instar yang lain mengenai struktur tubuhnya serta memiliki ukuran dan bentuk tubuh paling besar dari instar lain. Larva instar ini

merupakan tahapan akhir dari larva, yang selanjutnya akan berkembang menjadi pupa.

Pergantian kulit pada stadium larva sangat diperlukan dalam pertumbuhan dan perkembangan larva, karena kulit larva terdiri dari zat kitin yang telah mengeras dan tidak mungkin lagi untuk tumbuh dan menjadi lebih besar. Pada akhir instar, kulit larva harus dilepaskan dan diganti dengan yang baru untuk melanjutkan pertumbuhan dan perkembangan larva. Pergantian kulit dilakukan pada saat pertumbuhan larva telah mencapai kondisi maksimal, yang ditandai dengan larva diam dan tidak aktif makan. Pergantian kulit terjadi pada seluruh lapisan kutikula dinding tubuh, kepala, lapisan-lapisan kutikula trakea, usus depan, dan usus belakang (Borror *et al.*, 1981).

Proses *moulting* dilakukan dengan posisi tubuh yang membentuk sudut pada permukaan air dengan kepala berada di bawah. Proses ini berlangsung beberapa menit dan dilakukan dengan gerakan kekanan dan kekiri, serta diawali dengan bagian kepala dahulu yang keluar, dilanjutkan seluruh bagian tubuh. Setelah kulit terkelupas larva akan sedikit bergerak untuk menguatkan kulit yang baru.

Aktivitas *moulting* sangat dipengaruhi oleh adanya hormon yang dikeluarkan oleh salah satu bagian tubuh untuk mempengaruhi bagian tubuh yang lain. Menurut Dali *et al.* (1981), hormon pada tubuh serangga mengatur pertumbuhan, diferensiasi dan reproduksi. Hormon yang berpengaruh pada aktivitas *moulting* diantaranya adalah sepasang kelenjar *ecdysial* atau *glandula prothoracis*, terletak di thorak. Kerja *glandula ecdysial* diawali dengan aktivitas

sekretori pada tahapan dari *moulting* dan diferensiasi dari jaringan imarginal, karena rangsangan dari *ecdysiotropin* dalam hemolimfe. Glandula ini mengeluarkan kelompok hormon steroid (dinamakan hormon *moulting* atau *ecdysome*) yang dapat merespon adanya *moulting* dan diferensiasi. *Ecdysome* disintesis dari kolesterol dalam beberapa bentuk. Bagian yang aktif dalam morfogenesis adalah β -*ecdysome* yang dikeluarkan langsung oleh glandula. Hormon kedua yang mempengaruhi *moulting* adalah hormon terpenoid (disebut hormon *juvenile*) yang dikeluarkan oleh sepasang *corpora allata*, letaknya dibelakang otak dan di pusat nervus yang melalui *corpora cardiaca* serta *ganglion sub-esophageal*. Hormon ini berpengaruh pada penghambatan metamorfosis larva dan untuk mendukung larva dalam memperlihatkan sifat larva selama siklus *moulting*. Setelah fase dewasa, hormon berguna untuk menstimulasi lemak tubuh untuk memproduksi protein.

b. Aktivitas Makan

Jumlah dan kualitas makanan atau dalam hal ini ketersediaan bahan organik, berpengaruh terhadap laju pertumbuhan yang berimbang pada ukuran tubuh. Makanan larva berupa hewan-hewan kecil dan perombakan sisa-sisa organik oleh bakteri yang mencakup hal :

- 1) mengapung di permukaan air
- 2) melayang pada medium (tergantung pada medium)
- 3) melekat di bawah permukaan air.

Di alam, larva mengambil makanan pada 3 - 4 mm di bawah permukaan dan kadang makan di dasar. Berdasarkan penelitian Russel dan West (1932), *Culex*

quinquefasciatus Say. di laboratorium mengambil makanan di permukaan sebanyak 12%, 15 % di dasar, dan sisanya di lain tempat. Sangat sedikit larva yang mengambil makanan pada perairan dalam (56 cm).

Cara pengambilan makanan dilakukan dengan posisi badan berputar-putar serta posisi bagian ekor yang berada di atas, kemudian menjadi diam dengan bagian mulut bergerak-gerak (mengunyah). Hal ini dikarenakan makanan yang terdapat dalam media pemeliharaan kebanyakan berada di dasar (*bottom feeder*). Partikel-partikel organik yang berada di dalam air merupakan salah satu makanan bagi larva nyamuk. Hal tersebut juga dilakukan oleh larva apabila posisi makanan berada di permukaan air, seperti pada cairan berminyak. Sebagian besar larva nyamuk adalah *filter feeder* atau memakan dengan cara menyaring makanan yang berupa mikroorganisme lainnya dalam air, algae dan kotoran organik (Borror *et al*, 1992).

c. Respirasi

Larva bernapas atau mengambil udara pada permukaan air melalui sepasang pori-pori di permukaan air atau liang pernapasan pada ujung sifon. Posisi larva *Cx. quinquefasciatus* Say. pada permukaan air adalah menyudut. Hal ini dikarenakan hanya ujung sifon saja yang digenangi lapis permukaan air (Borror *et al*, 1992). Insang mungkin tidak berpengaruh pada respirasi kecuali pada larva yang masih muda. Persentase larva dalam melakukan pernapasan di permukaan adalah : 5 % pada instar I, 10 % pada instar II, 40-50 % pada instar III dan 80-90 % pada instar IV (Horsfall, 1972).

d. Pupa

Larva yang telah mengalami empat kali *moulting* akan berkembang menjadi pupa. Pupa yang masih muda berwarna (kemerahan) kemudian lama-kelamaan akan berubah menjadi hitam kebiru-biruan. Berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan berat pupa yang masih baru sebesar ± 0.0014 g sedangkan yang sudah stadium akhir atau siap berkembang menjadi nyamuk dewasa adalah sebesar ± 0.0032 g.

Pupa berbentuk seperti koma. Pada bagian distal abdomen terdapat sepasang kaki pengayuh yang lurus dan runcing (Christopers, 1960). Pupa sangat sensitif terhadap adanya rangsangan dari luar. Jika terkena gangguan atau rangsangan dari luar, pupa dengan cepat akan bergerak masuk ke dalam air selama beberapa detik, kemudian muncul kembali ke permukaan air.

Stadium pupa, sangat resisten terhadap media, sehingga memiliki kemampuan hidup yang tinggi terhadap limbah. Perkembangan nyamuk setelah pupa adalah dewasa. Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa semua pupa berkembang menjadi nyamuk. Hal ini dikarenakan pupa tidak makan sedikitpun makanan yang tersedia dalam media. Sehingga tidak ada agen yang berbahaya masuk dalam tubuh. Dalam waktu ± 2 hari, pupa berkembang menjadi nyamuk dengan rata-rata tumbuh menjadi nyamuk jantan. Berdasarkan penelitian, perbandingan antara nyamuk jantan dengan betina pada media IV adalah 1:3, sedangkan pada media kontrol adalah 1:4. Perbedaan nisbah jenis kelamin kemungkinan disebabkan karena faktor makanan.

C. Kemampuan Hidup

1. Mortalitas

Larva *Cx. quinquefasciatus* Say. mengalami empat tahap perkembangan larva (instar). Waktu yang dibutuhkan dalam perkembangan berbeda-beda. Dari data jumlah kematian dan jumlah larva awal dapat dianalisis dengan tabel kehidupan (*life table*) dan diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Tabel kehidupan 25 larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang dipelihara pada media limbah

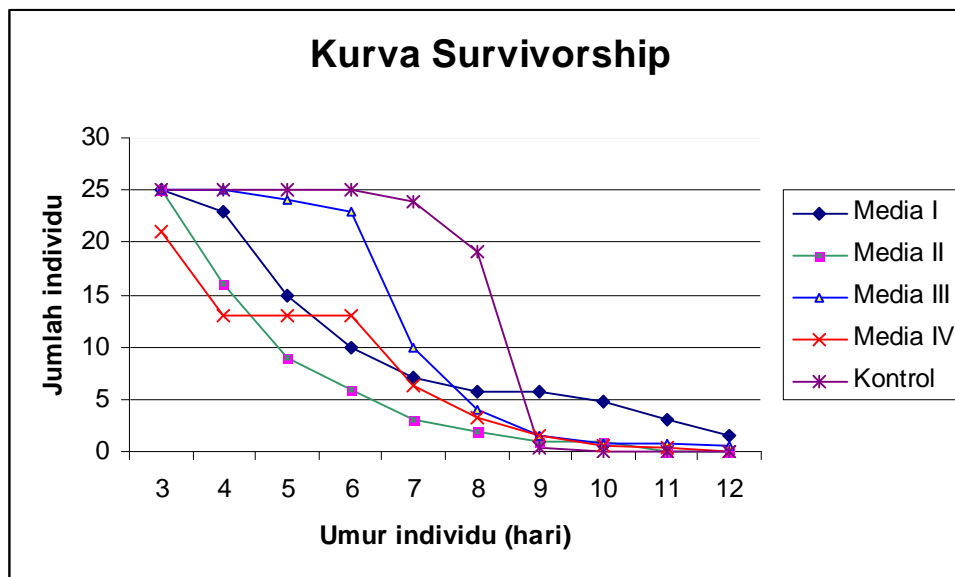
Umur (hari)	Media I			Media II			Media III			Media IV			Kontrol		
	lx*	dx*	kx	lx*	dx*	kx	lx*	dx*	kx	lx*	dx*	kx	lx*	dx*	kx
3	25.0	2.0	0.036	25	9	0.194	25.0	0.0	0	21.0	8.0	0.208	25.0	0	0
4	23.0	8.0	0.186	16	7	0.250	25.0	1.0	0.018	13.0	0	0	25.0	0	0
5	15.0	5.0	0.176	9	3	0.176	24.0	1.0	0.018	13.0	0	0	25.0	0	0
6	10.0	3.0	0.155	6	3	0.301	23.0	13.0	0.362	13.0	6.7	0.315	25.0	1.20	0.021
7	7.0	1.2	0.082	3	1	0.176	10.0	6.0	0.398	6.3	3.0	0.281	23.8	4.60	0.093
8	5.8	0.1	0.008	2	1	0.301	4.0	2.5	0.426	3.3	1.8	0.342	19.2	18.9	1.806
9	5.7	1.0	0.084	1	0	0	1.5	0.7	0.273	1.5	1.0	0.477	0.3	0.3	~
10	4.7	1.7	0.195	1	1	~	0.8	0.1	0.058	0.5	0.2	0.222	0	0	~
11	3.0	1.5	0.301	0	0	~	0.7	0.2	0.146	0.3	0.3	~	0	0	~
12	1.5	1.5	~	0	0	~	0.5	0.5	~	0	0	~	0	0	~
	0			0			0			0			0		

Keterangan : lx : jumlah individu pada umur x
 dx : jumlah individu yang mati dalam interval x
 kx : faktor kunci
 * : ekor

Berdasarkan Tabel 7, pada media I menunjukkan bahwa, pada hari ke-9 pemeliharaan atau larva umur 11 hari memiliki nilai kx tertinggi yaitu 0,301. Hal ini berarti bahwa larva umur 11 hari yang dipelihara pada media I merupakan

faktor mortalitas kunci penyebab utama dalam perubahan ukuran populasi. Jadi kunci untuk keberhasilan pemeliharaan larva *Cx. quinquefasciatus* Say. terletak pada larva berumur 10 hari. Pada media II menunjukkan bahwa pada hari ke-6 dan ke-8 merupakan faktor mortalitas kunci dengan nilai kx sebesar 0,301. Pada media III menunjukkan bahwa pada hari ke-8 pemeliharaan merupakan faktor mortalitas kunci dengan nilai kx sebesar 0,426. Pada media IV menunjukkan bahwa pada pada hari ke-9 pemeliharaan merupakan faktor mortalitas kunci dengan nilai kx sebesar 0,477. Dari hasil pengamatan diduga bahwa faktor penyebab kematian larva adalah penyakit yang ditimbulkan oleh adanya zat-zat berbahaya dalam limbah. Adanya zat-zat berbahaya atau aditif ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang mengoksidasi limbah. Hal ini dapat ditandai dengan bau yang ditimbulkan, serta perubahan warna limbah.

Dari 25 ekor larva yang dipelihara pada awal penelitian, tidak ada satupun larva yang mencapai fase pupa pada limbah rumah tangga pada media I, II, dan III. Sedangkan pada media IV yang kaya akan kandungan bahan-bahan berminyak (bahan organik), berhasil mencapai fase pupa (kepompong) dan bahkan hingga menjadi nyamuk dewasa (imago). Perubahan jumlah larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang dipelihara pada limbah rumah tangga dapat digambarkan dalam kurva sebagai berikut :



Gambar 2. Kurva Survivorship larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang dipelihara dalam media limbah rumah tangga.

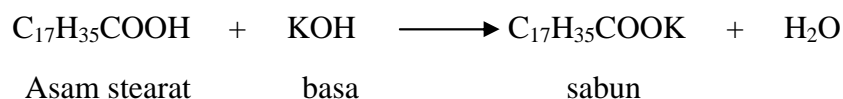
Ada dua faktor yang mempengaruhi keberhasilan hidup larva *Cx. quinquefasciatus* Say. dalam limbah rumah tangga, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor eksternal merupakan faktor yang paling dominan dalam mortalitas. Kebanyakan mortalitas larva disebabkan karena adanya kandungan bahan-bahan yang berbahaya dalam limbah. Mortalitas terbesar pada larva yang dipelihara pada limbah rumah tangga terjadi pada hari ke-4 hingga ke-7 atau larva berumur 6 hingga 9 hari. Kematian pada umumnya disebabkan karena penyakit dan pathogen. Adanya bahan-bahan kimia yang terkandung dalam dalam sabun, sampo, deterjen, larutan pembersih ataupun pewangi pakaian yang terbuang ke dalam limbah dapat menyebabkan larva tidak mampu bertahan hidup. Hal ini diperparah dengan penggunaan produk-produk tersebut secara berlebihan. Produk-produk tersebut akan mengendap, dimana endapan ini merupakan salah satu makanan larva. Larva yang tidak mampu bertahan akan mati.

2. Kemampuan Hidup Larva pada Media Limbah

a. Sabun dan Deterjen

Larva kurang dapat bertahan dalam kondisi yang relatif banyak mengandung bahan-bahan kimia. Hal ini ditunjukkan hasil yang ditunjukkan pada media II dan III yang banyak mengandung sabun, deterjen, cairan pembersih ataupun bahan pewangi pakaian. Darmono (2001) menyatakan bahwa bahan kimia organik seperti minyak, plastik, pestisida, larutan pembersih, deterjen dapat menyebabkan kematian pada organisme air.

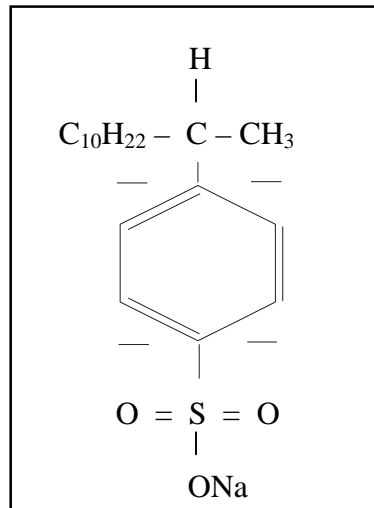
Larutan sabun bereaksi basa karena terjadi hidrolisis sebagian serta mempunyai sifat membersihkan karena dapat mengemulsikan kotoran yang melekat pada badan (Wardhana, 1995). Sabun berasal dari asam lemak (stearat, palmitat atau oleat) yang terbentuk dari reaksi kimia sebagai berikut :



Kotoran yang telah diikat tersebut dapat menyebabkan terjadinya endapan yang terdapat dalam media hidup larva. Endapan yang dihasilkan berwarna kehijauan yang kemungkinan dapat meracuni nyamuk. Larva yang mati dalam media yang banyak mengandung sabun disebabkan karena larva kurang dapat bertahan dengan kondisi media yang lama-kelamaan bersifat aditif. Larva yang mati ditandai dengan bagian kepala berwarna merah, tubuh bengkak, serta bagian dalam tubuh terlihat berwarna hijau, sama seperti endapan yang ada (Gambar 4). Hal ini berarti larva yang mati, akibat memakan endapan tersebut.

Emulsi yang terjadi pada kotoran oleh sabun ditandai dengan terbentuknya misel. Larutan sabun tampak bertukar warna akibat sifat-sifat penghambur cahaya misel yang terbentuk dari anion asam lemak yang membentuk sabun. Daya pembersih sabun bertumpu pada sifat *amfipatik* molekul sabun. Prosesnya dimulai dari material berlemak yang menahan kotoran dihancurkan oleh molekul-molekul sabun pada permukaan dengan mengikatkan diri pada molekul-molekul lemak. Bagian-bagian polar dari molekul-molekul sabun yang bergabung menyebabkan kotoran dan partikel lemak mantap dalam larutan berair sehingga dapat dicuci lepas di dalam air (Lehninger, 1982). Endapan yang terjadi kemungkinan karena terlepasnya partikel-partikel lemak beserta kotorannya di dalam air karena pengaruh lamanya waktu.

Untuk media larva yang banyak mengandung deterjen juga menyebabkan kematian pada larva. Dalam limbah ini juga menghasilkan endapan yang berwarna hijau, yang warnanya lebih kuat dari bahan sabun. Karena deterjen adalah bahan pembersih seperti halnya sabun, akan tetapi dibuat dari senyawa petrokimia. Deterjen mempunyai kelebihan dibandingkan dengan sabun, karena dapat bekerja pada air sadah. Bahan deterjen adalah *Dodecylbenzen sulfonat* yang mempunyai rumus kimia :



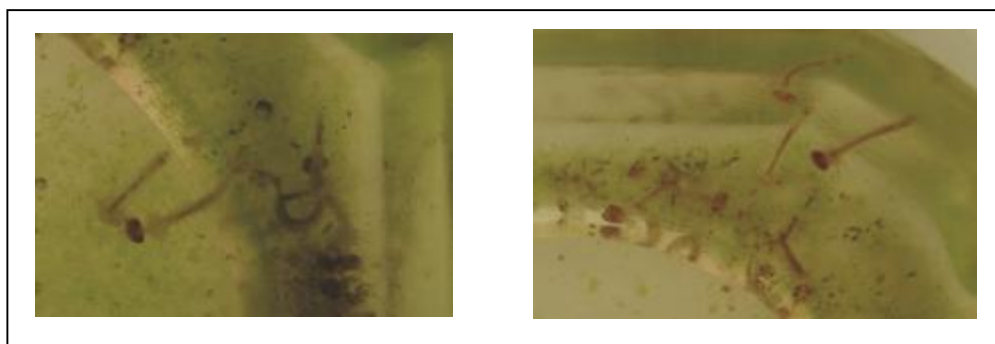
Gambar 3. Rumus kimia *Dodecylbenzen sulfonat* (bahan deterjen)

Deterjen dalam air akan mengalami ionisasi membentuk komponen bipolar aktif yang akan mengikat ion Ca dan atau ion mg pada air sadah (Wardhana, 1995). Bahan buangan deterjen di dalam air akan mengganggu karena berbagai alasan sebagai berikut :

- 1). deterjen yang menggunakan bahan non fosfat akan menaikkan pH air sampai sekitar 10,5 – 11.
- 2). bahan *anti septic* yang ditambahkan ke dalam deterjen juga mengganggu kehidupan mikroorganisme di dalam air, bahkan dapat mematikan.
- 3). ada sebagian bahan deterjen yang tidak dapat dipecah (didegradasi) oleh mikroorganisme yang ada di dalam air. Keadaan ini merugikan lingkungan.

Larva *Cx. quinquefasciatus* Say. dalam media yang banyak mengandung limbah deterjen, banyak menderita sakit atau bahkan kematian. Larva yang sakit terlihat sangat lemah dalam bergerak, sesekali naik ke permukaan dengan gerakan yang

lemah untuk bernapas, kemudian turun dengan tidak melakukan gerakan (berenang), melainkan hanya melayang-layang seperti jatuh tak berdaya. Sehingga sulit untuk dibedakan antara larva yang masih hidup dengan yang sudah mati. Ditambahkan pula, larva tidak banyak bergerak pada perlakuan terhadap wadah yang digoyang-goyangkan. Larva yang mati terlihat memiliki ciri-ciri yang sama dengan larva yang mati dari media III (Gambar 4).



Gambar 4. Kondisi larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang mengalami kematian karena penyakit dan pathogen.

Busa-busa yang ditimbulkan oleh deterjen juga dapat merusak dan mematikan organisme yang ada di dalam air, karena menghalangi sinar matahari yang berguna sebagai *suplai* oksigen bagi biota yang ada di dalam air, sehingga air yang telah tercemar deterjen, kualitasnya tidak baik untuk dikonsumsi.

b. Cairan berminyak

Salah satu bahan buangan dari limbah rumah tangga adalah cairan berminyak, baik dari hewani maupun nabati. Suspensi minyak dalam air merupakan emulsi. Bahan pengemulsi adalah sejenis deterjen (sabun) yang menyebabkan penyebaran butir-butir kecil minyak secara menyeluruh dalam air pengencer. Larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang dipelihara dalam media limbah

yang banyak mengandung cairan berminyak menunjukkan kemampuan hidup yang relatif lebih tinggi dari media larva dari limbah jenis lain.

Pada awalnya cairan tersebut tidak dapat dimakan larva, melainkan menjadi penyebab kematian larva. Akan tetapi, lama-kelamaan karena proses degradasi oleh mikroba, cairan berminyak tersebut berubah menjadi padat dan berwarna putih keruh yang masih mengapung di permukaan serta apabila terjadi penguapan bahan tersebut menempel pada dinding gelas. Bahan ini dapat dimanfaatkan larva sebagai sumber makanan. Oleh karena itu, larva yang dipelihara dalam media yang mengandung material, ketersediaan makanan disuplai oleh mikrobiota yang mendegradasi bahan buangan tersebut.

Minyak tidak dapat larut dalam air, melainkan akan mengapung di atas permukaan air. Apabila buangan cairan berminyak mengandung senyawa yang *volatile* maka akan terjadi penguapan dan luasan permukaan minyak yang menutupi permukaan air akan menyusut. Penyusutan luasan permukaan ini tergantung pada jenis minyaknya dan waktu. Lapisan minyak yang menutupi permukaan air dapat juga terdegradasi oleh mikroorganisme tertentu, namun memerlukan waktu yang cukup lama.

Lapisan minyak di permukaan air lingkungan akan mengganggu kehidupan organisme di dalam air. Hal ini disebabkan oleh lapisan minyak pada permukaan air akan menghalangi difusi oksigen dari udara ke dalam air sehingga jumlah oksigen yang terlarut di dalam air menjadi berkurang. Kandungan oksigen yang menurun akan mengganggu kehidupan organisme air. Adanya lapisan minyak pada permukaan air akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam

air sehingga fotosintesis oleh tumbuhan air tidak dapat berlangsung. Hal ini mengakibatkan sulitnya organisme air seperti larva mencari bahan makanan pertumbuhan dan perkembangannya. Selain itu, faktor yang mempengaruhi kematian larva pada awal pemeliharaan adalah adanya lapisan minyak yang menutupi permukaan sehingga menghalangi larva dalam bernapas yaitu mengambil udara bebas dari luar. Banyak larva yang tertempel atau melekat akibat lengketnya lapisan minyak tersebut.

Pada awalnya media yang digunakan sebesar 100 ml, tetapi lama-kelamaan jumlah tersebut semakin menyusut hingga hari menjadi seperempatnya pada hari ke-10 pemeliharaan larva. Hal ini karena adanya proses penguapan. Apabila jumlah media sedikit dan jumlah larva yang hidup di dalamnya banyak, akan mengakibatkan larva menjadi kurang tahan terhadap lingkungan. Hal ini disebabkan karena larva mengeluarkan sisa-sisa metabolisme yang berbahaya, diantaranya adalah ammonia yang merupakan racun tertinggi dalam air, mempunyai daya larut yang tinggi dalam air serta mengandung 82 % nitrogen; urea yang mengandung 46 % nitrogen dan sisanya asam urea, *allantoin* dan *asam allantoic* dengan kandungan nitrogen 32-35 % (Horsfall, 1972).

Proses ekskresi atau proses pengeluaran sisa-sisa metabolisme dan substansi yang berbahaya dapat mempengaruhi pertumbuhan larva *Cx. quinquefasciatus* Say. Proses ekskresi memegang peranan penting dalam *homeostatik* (misalnya pada menjaga tubuh terhadap kondisi lingkungan agar tetap konstan) pada pengaturan kimia tubuh. Metabolisme protein dan uraian asam nukleat dapat menghasilkan sisa campuran nitrogen yang dapat memicu kematian

larva *Cx. quinquefasciatus* Say. Pengaturan terhadap ekskresi sebagian besar serangga adalah dengan tabung malpighi dan diwakili usus besar.

Keberhasilan hidup larva juga dipengaruhi oleh keberhasilan *moulting*. Larva yang akan mengalami *moulting* akan mencari tempat yang cocok atau nyaman. Proses ini merupakan solusi bagi masalah pertumbuhan yang ditimbulkan oleh integument yang tidak fleksibel yaitu memiliki batasan maksimal untuk dapat berkembang. Kegagalan dalam proses *moulting* akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan larva yang menyebabkan larva mengalami kematian.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh macam media terhadap pertumbuhan larva *Culex quinquefasciatus* Say. berturut-turut dari yang terbaik sampai terjelek adalah media IV (cairan berminyak), media III (sabun), media II (deterjen), serta media I (organik).
2. Kemampuan hidup larva *Cx. quinquefasciatus* Say. berturut-turut dari yang paling baik adalah pada media IV (cairan berminyak), media I (organik), media III (sabun), serta media II (deterjen).

B. Saran

1. Berdasarkan hasil di atas, bahwa limbah yang mengandung cairan berminyak merupakan media yang paling baik untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva *Cx. quinquefasciatus* Say., sehingga masyarakat diharapkan lebih intensif dalam pengendaliannya.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui penyebab munculnya nyamuk jantan lebih banyak daripada nyamuk betina pada media limbah cair rumah tangga, serta penelitian lanjutan untuk mengetahui faktor kunci untuk mereduksi larva *Cx. quinquefasciatus* Say. pada limbah cair rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan S.S. Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional
- Anonim. 1973. *Insects and Other Arthropods of Medical Importance*. Edited by Kenneth G. V. S. The Trustees of the British Museum (Natural History). London
- Anonim.1988. *Ensiklopedi Indonesia Seri Fauna Serangga*. Jakarta: PT. Dai Nippon Printing Indonesia
- Anonim. 2005. *Medical entomology*.
www.geocities.com/kuliah_farm/parasitologi/insecta.doc. Senin, 3 Januari 2006
- Anonim. 2006. “Nyamuk si Pembawa Penyakit”.
www.ipitek.net.id/ind/?ch=infopop&id=298&PHPSESSID=81fbfd139aa8fdad77f6dfe54029e172. *Iptek*. Edisi Selasa, 24 Januari 2006
- Azwar, A.1996. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit PT. Mutiara Sumber Widya
- Blondine, Ch P. Umi Widyastuti dan Widiarti. 1992. “Isolasi *Bacillus thuriensis* dari Larva dan Pengujian Patogenisitasnya Terhadap Larva Nyamuk Vektor”. *Buletin Penelitian Kesehatan*. No.20 (3): 20-24
- Borrer, T. dan Johnson. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi Keenam. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada Press
- Boewono, D.T. !999. “Penelitian : Koleksi Referensi Nyamuk di Indonesia”. *J.Depkes RI*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit
- Brotowidjoyo, M.D. 1987. *Parasit dan Parasitisme*. Jakarta : PT Media Sarana Press
- Christopers, S.R. 1960. *Life History, Bionomics and Structures in Aedes aegypti : The Yellow Fever Mosquito*. London : Cambridge University Press. Page 307-333
- Clements, A.N. 1963. *The Physiology of Mosquitoes*. New York : a Pergamon Press Book The Mac Millan Company. Page :314

- Daly, H.V. John T.Doyen. and Paul R.E. 1981. *Introduction to Insect Biology and Diversity*. International Student edition. Japan : Mc Grow-Hill,Inc
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta : Universitas Indonesia Press
- Depkes RI. 1992. *Petunjuk Teknis Pemberantasan Nyamuk Penular Penyakit Demam Berdarah Dengue*. Jakarta : Ditjen P2M dan PLP
- _____. 1995. *Entomologi Malaria*. Jakarta : Depkes RI
- _____. 1999. *Modul Entomologi Malaria*. Jakarta : Depkes RI
- Dharmawan, R. 1993. *Metoda Identifikasi Spesies Kembar Nyamuk Anopheles*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret Press
- Gandahusada, S., I. H. Herry, dan Pribadi W. 2000. *Parasitologi Kedokteran*. Edisi 3. Jakarta : Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Gordon, M. S., George A. B., Alan D. G., C. B. Jorgensen and Fred N. W. 1982. *Animal Physiology : Principles and Adaptations*. 4th edition. New York : Mc Millan Publishing Co.,Inc
- Hadi, A. 2005. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta : Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama
- Hamzah, M. 2004. "Bionomik *Aedes aegypti*". *JKK*. Th.36.No.4:896-901
- Harsfall, W.R.1972. *Mosquitoes, Their Bionomics and Relation to Diseases*. New York: Hafner Publishing Company
- Hoedoyo. 1989. "Vector of Malaria and Filariasis in Indonesia". *Buletin Penelitian Kesehatan*. No. 17 (2):181-184
- Krebs, C. J. 1985. *Ecology : The Experimental Analisis of Distribution and Abundance*. 5th edition. New York : Harper Collins Publisher, Inc
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset
- Lehninger, A.L. 1982. *Principles of Biochemistry*. Jakarta : Erlangga
- Majalah Hati Beriman*. 2003. "BPVRP Satu-satunya Lembaga Peneliti Serangga Berpenyakit di Indonesia". Edisi Januari – Februari
- Mardihusodo, S.G. *Pengamatan Segi-segi Biologi Aedes aegypti di Laboratorium*. F Kedokteran dan F Biologi. Yogyakarta : UGM Press

- Michael, P. 1994. *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Nalim, S. 1989. "Pendekatan Secara Terpadu untuk Pemberantasan Vektor". *Makalah Diskusi Ilmiah Balitbang Kes*. Jakarta : 14 Maret 1989
- Permono, I.N. 1985. "Pengaruh Temperatur, Kekeruhan Air dan pH terhadap Perkembangan Larva *Culex quinquefasciatus* Say.". *Makalah Seminar Entomology Kesehatan. Perhimpunan Entomologi Indonesia*. Jakarta : 28 Agustus 1985
- Pikiran Rakyat*. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2005/0105/12/0302.htm>
Senin, 3 Januari 2006
- Pranoto, Sugito, Suroso T. 1989. *Aspek entomologi Demam Berdarah Dengue. Semiloka DBD, Berbagai aspek DBD dan Penggulungannya*. Depok
- Pratisto, A. 2004. *Cara Mudah Mengatasi Masalah Statistik dan Rancangan Percobaan dengan SPSS 12*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo
- Pratomo, H dan Edi R., 2003. *Studi Populasi Nyamuk Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kelurahan Widodomertani, Yogyakarta*
- Price, P. W. 1984. *Insect Ecology*. 2nd edition. New York : John Willey & Sons
- Republika. 2003. *Waspada Penyakit Bersumber Nyamuk*. www.republika.co.id.
Edisi. Selasa, 26 Agustus 2003
- Romoser, W.S. 1973. *The Science of Entomology*. New York : Macmillan Publishing Co., Inc.
- Santoso, S. 2001. *SPSS Versi 10 : Mengolah Data Statistik secara Profesional*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo
- Seregeg, I G. 2001. "Teknologi Bioremediasi untuk Menurunkan Kepadatan Nyamuk di Pemukiman Perkotaan". *Cermin Dunia Kedokteran*. No.131: 23-26
- Soemarwoto, O.1991. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Penerbit Djambatan

- Soetiman, 1990. Unit Penanganan Limbah Industri secara Kimia dan Hayati dan Kriteria Perencanaan Rancang Bangun Penanggulangan Limbah Industri. *Pedoman Kuliah KS. Penanganan Limbah PAU-Bioteknologi*. Yogyakarta:UGM Press
- Suryani, N.T. 1997. “Preferensi Bertelur dan Daya Tetas Telur Nyamuk *Culex quinquefasciatus* Say. Pada Berbagai Macam Air Limbah.” *Seminar Biologi*. Surakarta: P.Biologi PMIPA FKIP UNS
- Sutariningsih, E. 1993. *Pedoman Kuliah Pengelolaan Limbah Industri*. Yogyakarta : UGM Press
- Wardhana, W.A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset

Lampiran 1. Nilai COD spektrofotometer

File Name: IKWI

Created: 11:36 10/11/06

Data: Original

Wavelength: 600.0

Slit Width: 2.0

Multi-Point Working Curve

Conc = k1 A + k0

k1 = 2003 k0 = -10.37

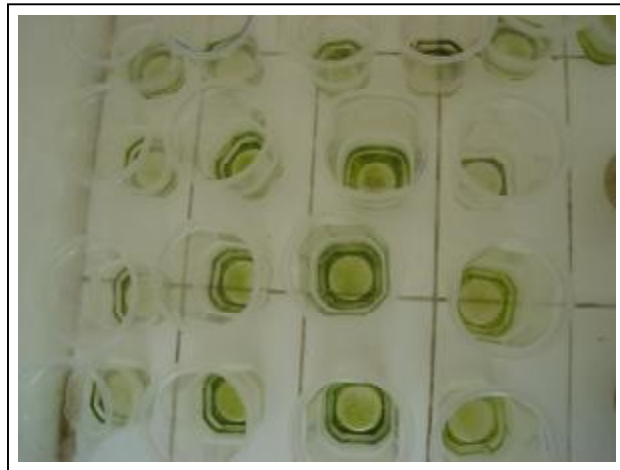
Chi-Square: 0.04122

Number of Points: 10

ID	Conc.	Abs.
1	286.5	0.148
2	766.1	0.388
3	244.7	0.127
4	355.2	0.182
5	273.3	0.142
6	320.5.	0.165
7	455.0	0.232
8	653.8	0.332
9	323.9	0.167
10	172.0	0.091



Gambar 5. Media limbah larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang banyak mengandung sabun dengan endapan berwarna hijau



Gambar 6. Media limbah larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang banyak mengandung deterjen dengan endapan berwarna hijau tua



Gambar 7. Media limbah larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang banyak mengandung cairan berminyak dengan suspensi pada permukaan



Gambar 8. Laboratorium tempat pemeliharaan larva

Lampiran 3. Analisis tabel kehidupan

- a. Tabel kehidupan 25 larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang dipelihara pada media limbah I

No.	Umur (hari)	lx^*	dx^*	qx	Sx	ex	Lx	kx	
1	3	25.0	2.0	0.080	0.920	3.528	24.00	0.036	
2	4	23.0	8.0	0.348	0.652	3.835	19.00	0.186	
3	5	15.0	5.0	0.333	0.667	5.880	12.50	0.176	
4	6	10.0	3.0	0.300	0.700	8.820	8.50	0.155	
5	7	7.0	1.2	0.171	0.829	12.600	6.40	0.082	
6	8	5.8	0.1	0.017	0.983	15.210	5.75	0.008	
7	9	5.7	1.0	0.175	0.825	15.470	5.20	0.084	
8	10	4.7	1.7	0.362	0.638	18.770	3.85	0.195	
9	11	3.0	1.5	0.500	0.500	29.400	2.25	0.301	
10	12	1.5	1.5	1.0000	0	58.800	0.75	~	
11		0							
							T_x	88.20	

* ekor

- b. Tabel kehidupan 25 larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang dipelihara pada media limbah II

No.	Umur (hari)	lx^*	dx^*	qx	Sx	ex	Lx	kx
1	3	25	9	0.360	0.640	2.020	20.5	0.194
2	4	16	7	0.438	0.563	3.156	12.5	0.250
3	5	9	3	0.333	0.667	5.611	7.5	0.176
4	6	6	3	0.500	0.500	8.417	4.5	0.301
5	7	3	1	0.333	0.667	16.830	2.5	0.176
6	8	2	1	0.500	0.500	25.250	1.5	0.301
7	9	1	0	0	1.000	50.500	1.0	0

8	10	1	1	1.000	0	50.500	0.5	~
9	11	0	0	~	~	~	0	~
10	12	0	0	~	~	~	0	~
11		0						
T _x							50.5	

* ekor

c. Tabel kehidupan 25 larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang dipelihara pada media limbah III

No.	Umur (hari)	l_x^*	dx^*	qx	S_x	ex	L_x	kx
1	3	25.0	0	0	1.000	4.080	25.00	0
2	4	25.0	1.0	0.040	0.960	4.080	24.50	0.018
3	5	24.0	1.0	0.042	0.958	4.250	23.50	0.018
4	6	23.0	13.0	0.565	0.435	4.435	16.50	0.362
5	7	10.0	6.0	0.600	0.400	10.200	7.00	0.398
6	8	4.0	2.5	0.625	0.375	25.500	2.75	0.426
7	9	1.5	0.7	0.467	0.533	68.000	1.15	0.273
8	10	0.8	0.1	0.125	0.875	127.500	0.75	0.058
9	11	0.7	0.2	0.286	0.714	145.700	0.60	0.146
10	12	0.5	0.5	1.000	0	204.000	0.25	~
11		0						
T _x							102.00	

* ekor

d. Tabel kehidupan 25 larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang dipelihara pada media limbah IV

No.	Umur (hari)	l_x^*	dx^*	qx	S_x	ex	L_x	kx
1	3	21.0	8.0	0.381	0.619	2.924	17.00	0.208
2	4	13.0	0	0	1.000	4.723	13.00	0

3	5	13.0	0	0	1.000	4.723	13.00	0	
4	6	13.0	6.7	0.515	0.485	4.723	9.65	0.315	
5	7	6.3	3.0	0.476	0.524	9.746	4.80	0.281	
6	8	3.3	1.8	0.545	0.455	18.610	2.40	0.342	
7	9	1.5	1.0	0.667	0.333	40.930	1.00	0.477	
8	10	0.5	0.2	0.400	0.600	122.800	0.40	0.222	
9	11	0.3	0.3	1.000	0	204.700	0.15	~	
10	12	0	0	~	~	~	0	~	
11		0							
							T _x	61.40	

* ekor

e. Tabel kehidupan 25 larva *Cx. quinquefasciatus* Say. yang dipelihara pada media kontrol

No.	Umur (hari)	l _x [*]	dx [*]	qx	S _x	ex	L _x	k _x	
1	3	25.0	0	0	1.000	5.232	25.00	0	
2	4	25.0	0	0	1.000	5.232	25.00	0	
3	5	25.0	0	0	1.000	5.232	25.00	0	
4	6	25.0	1.2	0.048	0.952	5.232	24.40	0.021	
5	7	23.8	4.6	0.193	0.807	5.496	21.50	0.093	
6	8	19.2	18.9	0.984	0.016	6.813	9.75	1.806	
7	9	0.3	0.3	1.000	0	436.000	0.15	~	
8	10	0	0	~	~	~	0	~	
9	11	0	0	~	~	~	0	~	
10	12	0	0	~	~	~	0	~	
11		0							
							T _x	130.80	

* ekor