

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nyamuk *Culex sp.*

2.1.1 Taksonomi

Culex merupakan salah satu genus nyamuk yang tersebar di seluruh dunia, yang di dalam sistem nomenklatur menempati tempat sebagai berikut (FKUB, 2004):

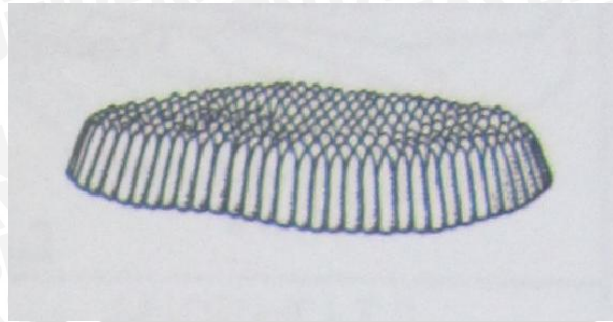
Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Ordo	: Diptera
Subordo	: Nematocera
Famili	: Culicidae
Subfamili	: Culicinae
Tribus	: Culicini
Genus	: <i>Culex</i>
Species	: <i>Culex sp.</i>



2.1.2 Morfologi

2.1.2.1 Telur

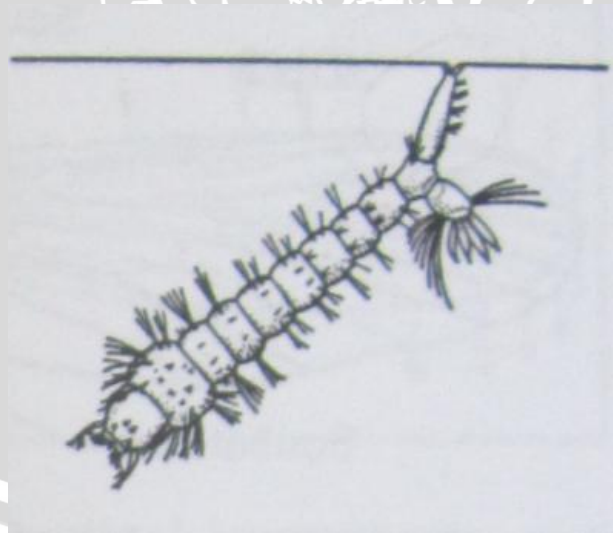
Telur nyamuk *Culex* berbentuk lonjong berukurang panjang sekitar 0,7 mm dengan korona/mahkota yang berbentuk mangkuk, ditempatkan di permukaan air dalam bentuk menggerombol menyerupai rakit (*raftlike*) (Brown, 1994).



Gambar 2.1 Kumpulan Telur Nyamuk *Culex sp.* (Soedarto, 2008)

2.1.2.2 Larva

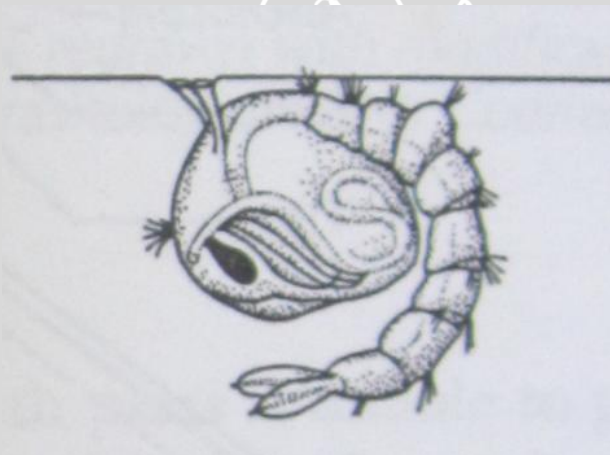
Larva nyamuk *Culex sp.* terdapat di dalam air dengan posisi membentuk sudut dengan permukaan air. Ciri morfologi larva dapat dipelajari dengan mudah pada larva stadium 3 dan 4. Pada dasarnya larva terdiri dari bagian-bagian tubuh yaitu kepala, thorax dan abdomen (Suwasono dkk., 2002).



Gambar 2.2 Larva Nyamuk *Culex sp.* (Soedarto, 2008)

2.1.2.3 Pupa

Pupa adalah suatu bentukan menyerupai koma, merupakan stadium *non feeding* (tidak makan). Kepala pupa menyatu dengan thorax, disebut juga *cephalothorax*. Pupa memiliki gerakan yang khas (*jerky movement*), dan pada waktu istirahat akan mendekati permukaan air untuk bernafas dengan *breathing tube* berbentuk segitiga yang terdapat pada sisi dorsal thorax. Pada segmen terakhir dari abdomen terdapat sepasang "*paddles*" (dayung) untuk berenang (FKUB, 2004).



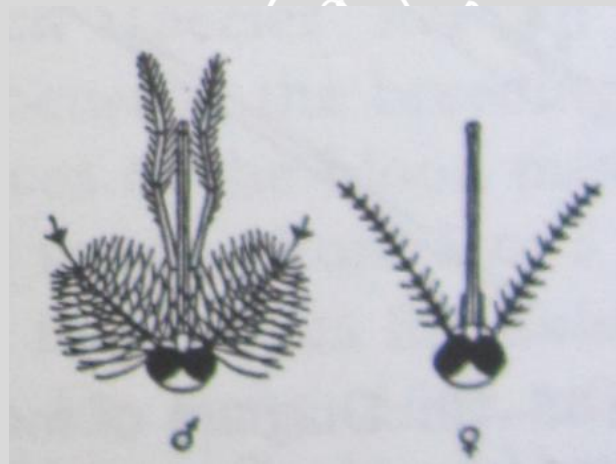
Gambar 2.3 Pupa Nyamuk *Culex sp.* (Soedarto, 2008)

2.1.2.4 Nyamuk Dewasa

Culex merupakan genus nyamuk dari ordo *Diptera* yang terdiri dari kepala, thorax dan abdomen. Bentuk kepa bulat (*spheres*), memiliki sepasang mata majemuk yang menyatu (*holoptic*) untuk jantan, dan mata majemuk yang terpisah (*dichoptic*) untuk nyamuk betina (Hadi dan Soviana, 2002).

Bagian mulut termasuk jenis penusuk (*piercing*) dan penghisap (*sucking*), terdiri atas dua *palpus* dan *proboscis*. Proboscis terdiri atas *labium* pada bagian bawah yang memiliki saluran makanan (Hadi dan Soviana, 2002).

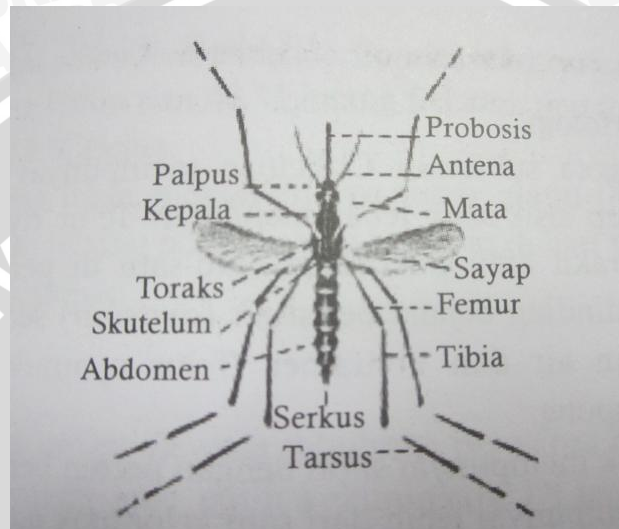
Pada bagian atas terdapat *labium-epifarings*, *hipofarings*, sepasang *mandibula* seperti pisau dan *maxilla* yang bergerigi (Hadi dan Soviana, 2002). *Maxillary palps* pada nyamuk betina pendek dan berbulu, sedangkan pada nyamuk jantan pendek dan dihiasi jumbai-jumbai rambut seperti antena sehingga nampak seperti bulu ayam. (Hadi dan Soviana, 2002).



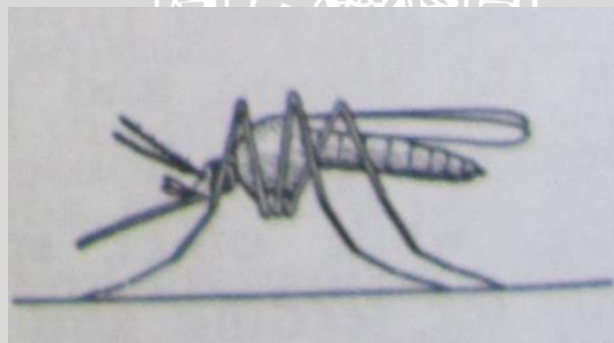
**Gambar 2.4 Bentuk Kepala Nyamuk *Culex* sp. Kiri: jantan; kanan: betina
(Soedarto, 2008)**

Thorax nyamuk *Culex* sp. berwarna coklat muda ditutupi oleh *scutelum* pada bagian dorsal, dilengkapi tiga pasang kaki yang panjang dan langsing. Bagian abdomen berbentuk memanjang silindris terdiri dari sepuluh segmen, di mana dua segmen terakhir mengadakan modifikasi menjadi organ genitalia dan anus, sehingga yang nampak hanya delapan segmen. Posterior abdomen memiliki dua sersi kaudal yang berukuran kecil pada nyamuk betina, sedangkan

yang jantan memiliki organ seksual yang disebut *hiphophigidium*. Nyamuk dewasa memiliki skutelum dengan tiga lobus. Posisi hinggap nyamuk *Culex sp.* adalah mendatar (Hadi dan Soviana, 2002)..



Gambar 2.5 Struktur Anatomi Umum Nyamuk Dewasa (Soedarto, 2008)

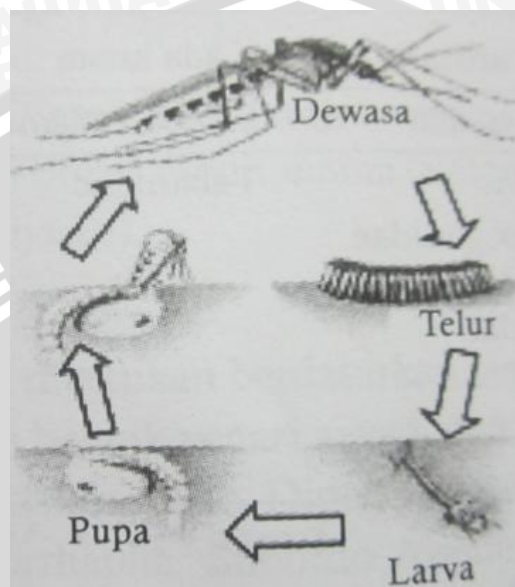


Gambar 2.6 Posisi Hinggap Nyamuk *Culex sp.* Dewasa (Soedarto, 2008)

2.1.3 Distribusi dan Siklus Hidup

Sejumlah besar spesies dari genus *Culex* tersebar di seluruh dunia, terutama di wilayah-wilayah yang hangat. Jenis nyamuk yang berukuran kecil-

sedang ini berkembang biak terutama di badan-badan air dan tersebar baik di wilayah perkotaan maupun pedesaan (Brown, 1994).



Gambar 2.7 Siklus Hidup Nyamuk (Soedarto, 1990)

Nyamuk mengalami metamorfosis sempurna (*holometabola*) yaitu telur, larva, pupa dan dewasa, di mana larva dan pupa memerlukan air untuk kehidupannya. Pada nyamuk genus *Culex*, telur diletakkan di permukaan air berderet-deret seperti rakit (Soedarto, 1990), dan akan menetas menjadi larva dalam 1-3 hari pada suhu 30°C, atau hingga 7 hari pada suhu 16°C (Brown, 1994). Larva kemudian mengalami 4 kali pergantian kulit dan berubah menjadi pupa, yaitu fase tanpa makan yang sangat aktif dan sangat sensitif terhadap pergerakan air, selama 2-3 hari. Nyamuk dewasa jantan umumnya hanya dapat bertahan hidup selama 6-7 hari, sedangkan nyamuk betina dapat bertahan hingga 2 minggu. Nyamuk-nyamuk laboratorium yang dipelihara dengan cukup

karbohidrat di laboratorium dapat mencapai usia beberapa bulan (Soedarto, 1990)

2.1.4 Perilaku

Nyamuk tertarik pada cahaya terang, pakaian berwarna gelap, serta keberadaan manusia dan binatang. Ketertarikan jarak jauh pada nyamuk disebabkan oleh rangsangan penciuman (*olfactory stimulus*), terutama akibat CO₂ dan asam amino tertentu, dan lokalisasi cepat terhadap suhu dan kelembaban. Hanya nyamuk betina yang menghisap darah, dan nyamuk betina tidak dapat memproduksi telur yang fertil tanpa menghisap darah (Brown, 1994).

Pada beberapa spesies nyamuk, perilaku kawin didahului oleh munculnya kerumunan nyamuk jantan. Jumlah maksimal telur yang diletakkan sekali bertelur adalah antara 100 hingga 400 butir. Lama rentang hidup nyamuk betina dewasa adalah sekitar 14 hingga 30 hari (Brown, 1994).

Selain itu, beberapa sifat nyamuk *Culex sp.* antara lain menggigit pada malam hari (*night biters*), memangsa baik hewan maupun manusia (*zooanthrophilic*), dan memiliki jarak terbang antara 1,25 – 5,1 km (FKUB, 2004).

2.1.5 Patogenisitas

Ketika menggigit, proboscis menusuk ke dalam kulit hingga darah terhisap dari pembuluh darah atau dari darah yang terekstrasvasasi. Saliva nyamuk yang terinjeksi dapat berisi substansi yang memicu pelebaran pembuluh darah atau pembekuan darah lambat. Beberapa gigitan nyamuk menyebabkan iritasi ringan yang diikuti eritema, pembengkakan, dan rasa gatal. Gigitan nyamuk dapat memunculkan bula vesikal, dan infeksi sekunder dapat terjadi

akibat menggaruk bekas gigitan nyamuk. Antigen saliva nyamuk dapat memicu reaksi alergi tipe cepat, juga reaksi tipe lambat pada kulit (Brown, 1994).

2.1.6 Kepentingan Medis Nyamuk *Culex sp.*

2.1.6.1 Filariasis

Filariasis adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh cacing parasit filarial *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, atau *Brugia timori*. Cacing parasit ini ditransmisikan kepada manusia melalui gigitan nyamuk yang terinfeksi dan berkembang menjadi bentuk dewasa dalam pembuluh limfe, mengakibatkan kerusakan dan pembengkakan hepat (*lymphoedema*) (WHO, 2014a). Infeksi biasanya didapat pada masa kanak-kanak, mengakibatkan kerusakan tersembunyi pada system limfatik (WHO, 2014b). *Elephantiasis* (pembengkakan yang nyeri dan membuat cacat (*disfiguring*) pada tungkai (disebut juga “kaki gajah”) dan organ genitalia merupakan tanda klasik dari stadium lanjut filariasis (WHO, 2014a). Ini dapat menyebabkan pasien tidak hanya cacat secara fisik, namun juga secara mental dan sosial, juga menyebabkan kerugian financial yang dapat berujung pada stigma masyarakat dan kemiskinan (WHO, 2014b).



Gambar 2.8 Cacing Filaria (Kiri: *Wuchereria bancrofti*; Kanan: *Brugia malayi*)

(CDC, 2013a)

Dewasa ini, terdapat lebih dari 1,4 milyar orang di 73 negara yang tinggal di daerah transmisi filariasis dan berisiko untuk terinfeksi. Setidaknya 80% dari jumlah ini tinggal di 10 negara: Bangladesh, Kongo, Etiopia, India, Indonesia, Myanmar, Nigeria, Nepal, Filipina dan Tanzania. Secara global, diperkirakan 25 juta orang menderita *elephantiasis* kelamin akibat filariasis dan 15 juta orang menderita lymphoedema. Mengeliminasi filariasis dapat mencegah kerugian yang tidak diharapkan, dan berperan dalam mengurangi kemiskinan (WHO, 2014b).

Infeksi filariasis dapat disembuhkan dengan obat. Namun, pada kondisi kronis mungkin tidak dapat disembuhkan dengan obat antifilaria dan membutuhkan tindakan lain seperti pembedahan hydrocele, perawatan kulit dan latihan untuk meningkatkan drainase cairan limfatik pada lymphoedema (WHO, 2014a).

2.1.6.2 Chikungunya

Chikungunya adalah penyakit virus (genus *Alphavirus*) yang ditularkan ke manusia oleh nyamuk yang terinfeksi virus tersebut. Nama "*chikungunya*" berasal dari kata kerja dalam bahasa Kimakonde, yang berarti "menjadi berkerut". Hal ini mengacu pada tampilan "membungkuk" mereka yang menderita nyeri sendi (WHO, 2014c).

Gejala chikungunya muncul antara 4-7 hari setelah gigitan nyamuk yang terinfeksi. Gejala-gejala ini meliputi demam tinggi (40°C), nyeri sendi (pada punggung bawah, tumit, lutut, pergelangan tangan, atau jari-jari tangan), pembengkakan sendi, ruam kulit, nyeri kepala, nyeri otot, mual, dan keletihan. Chikungunya jarang bersifat fatal, di mana gejala biasanya dapat sembuh sendiri dan berlangsung selama 2-3 hari. Virus bertahan dalam tubuh manusia selama

5-7 hari, dan nyamuk yang menggigit orang yang terinfeksi dalam rentang waktu ini dapat terinfeksi juga (WHO, 2014c).

Chikungunya telah ditemukan di hampir 40 negara di Afrika, Eropa, Amerika, dan Asia, termasuk Indonesia. Sejak 2005, di India, Indonesia, Thailand, Maladewa, dan Myanmar saja, telah dilaporkan terdapat lebih dari 1,9 juta kasus chikungunya (WHO, 2014d).



Gambar 2.9 Distribusi Daerah Berisiko Chikungunya di Dunia (WHO, 2014d)

2.1.6.3 Japanese Encephalitis

Virus *Japanese Encephalitis (JE)* adalah penyebab utama ensefalitis yang dapat dicegah dengan vaksin (*vaccine-preventable encephalitis*) (CDC, 2013b), dengan masa inkubasi biasanya 4-14 hari (Mandal *et.al.*, 2004). Sebagian besar infeksi tidak tampak atau tampak sebagai demam ringan; sekitar 0,2% kasus menjadi ensefalitis yang cenderung berat (Mandal *et.al.*, 2004).

Virus JE merupakan penyebab paling penting ensefalitis virus di Asia Tenggara dan Pasifik bagian barat, di mana lebih dari 50.000 kasus terjadi setiap tahun, dengan angka fatalitas kasus sekitar 25 persen. Ensefalitis akibat virus JE

mempunyai prevalensi di daerah pedesaan dan pertanian di mana babi dan burung berperan sebagai hewan pejamu dan nyamuk menularkan virus dari hewan viremik ke manusia (Mandal *et al.*, 2004).

Terjadi endemik di daerah pedesaan Asia Tenggara, terutama daerah basah seperti sawah padi, di mana terdapat babi dan burung. Risiko infeksi terhadap turis sangat rendah, namun pajanan di pedesaan yang lama selama musim transmisi meningkatkan risiko (Mandal *et.al.*, 2004).

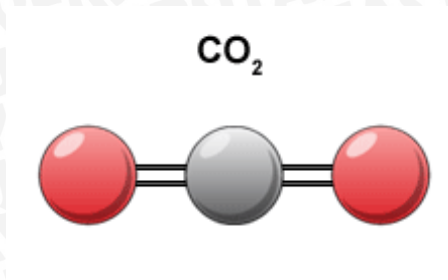
2.1.7 Atraktan

Atraktan adalah sesuatu yang memiliki daya tarik terhadap serangga (nyamuk) baik secara kimiawi maupun visual (fisik). Atraktan dari bahan kimia dapat berupa senyawa amonia, CO₂, asam laktat, octenol, dan asam lemak yang dapat mengganggu saraf penciuman nyamuk (Sayono, 2008 *dalam* Jauhara, 2012). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa CO₂ merupakan atraktan kimiawi bagi nyamuk.

2.2 Karbon Dioksida Hasil Fermentasi Ragi Kering dengan Larutan Gula

2.2.1 Karbon Dioksida

Karbon dioksida (CO₂) adalah senyawa kimia yang terbentuk secara alamiah, yang terdiri dari 2 atom oksigen yang masing-masing berikatan kovalen ganda dengan satu atom karbon. Karbon dioksida berwujud gas pada suhu dan tekanan standar, dan tersebar di atmosfer bumi dalam kondisi ini, dengan konsentrasi 0,04% (400 ppm) berdasarkan volume, pada 2014 (NOAA, 2014).



Gambar 2.10 Molekul Karbon Dioksida (BBC, 2014)

2.2.2 Pengaruh Karbon Dioksida Terhadap Nyamuk

Sel-sel sensoris peka CO₂ pada nyamuk terletak pada organ bernama *maxillary palps* yang berfungsi dalam mengukur kadar CO₂, di mana CO₂ merupakan aktivator yang sangat poten bagi nyamuk. Dalam penelitian Dekker *et.al.* (2005), dibandingkan efek aktivasi pada nyamuk dengan menggunakan aroma tubuh manusia versus CO₂. Hasilnya, pada percobaan menggunakan CO₂, kecepatan terbang (*flight speed*) nyamuk meningkat pada semua konsentrasi yang diujicobakan, sementara pada percobaan menggunakan aroma tubuh manusia, kecepatan terbang nyamuk baru meningkat pada konsentrasi tinggi (Dekker *et.al.*, 2005).

Meskipun CO₂ bukan merupakan penanda spesifik bagi nyamuk, dalam arti sebagai penanda bagi nyamuk untuk menggigit spesies vertebrata tertentu, CO₂ selalu menjadi petunjuk keberadaan mangsa hidup yang potensial. Namun demikian, pada kenyataannya CO₂ adalah satu-satunya zat yang memiliki aroma yang meningkatkan tingkat penangkapan pada sampling berbagai jenis nyamuk di lapangan. Selain itu, sel-sel sensitif CO₂ pada berbagai jenis nyamuk yang menunjukkan sensitivitas yang hampir sama, menunjukkan bahwa CO₂ merupakan kunci bagi sebagian besar spesies nyamuk untuk mendeteksi keberadaan mangsa (Dekker *et.al.*, 2005).

2.3 Perangkap Karbon Dioksida Hasil Fermentasi Ragi dengan Larutan Gula

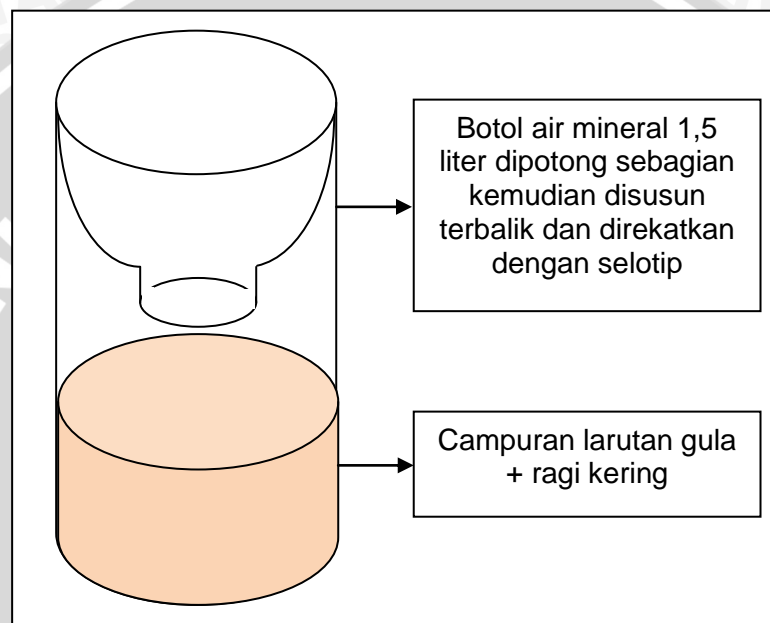
2.3.1 Perangkap

Perangkap dapat diartikan sebagai perangkat yang menghambat atau menghentikan pergerakan/kemajuan suatu organisme. Perangkap digunakan secara luas di bidang entomologi dan dapat meliputi perangkat yang digunakan dengan atau tanpa umpan, atau atraktan lainnya (Gibb dan Oseto, 2006).

Kinerja suatu perangkap bergantung pada konstruksi, lokasi, waktu (hari atau tahun), siang/malam, cuaca, dan jenis umpan/atraktan yang digunakan. Konstruksi dari perangkap yang digunakan dalam penelitian ini mengadaptasi bentuk perangkap belut/lobster (*Lobster/eel trap principle*). Desain perangkap belut ini dapat dibuat dari wadah apapun yang memiliki dua sisi permukaan terbuka, yang kemudian dipasang dua corong yang menghadap ke dalam wadah, dan perangkap diletakkan secara melintang. Ketika corong dihadapkan kepada serangga, serangga akan berjalan atau terbang memasuki perangkap untuk mendekati cahaya yang terlihat di corong satunya, dan terperangkap di dalamnya. Berbagai jenis umpan seperti gula, ragi, atau etil alkohol, dapat digunakan untuk menarik dan mengumpulkan berbagai jenis serangga (Gibb dan Oseto, 2006).

Adapun perangkap umpan adalah perangkap yang digunakan untuk menangkap serangga terbang kelompok tertentu yang tertarik pada umpan yang sesuai jenis makanannya. Cara yang umum dilakukan adalah dengan menggunakan corong/gelas plastik dan meletakkan umpan di dalamnya. Serangga akan datang dan terperangkap karena tertarik oleh bau umpan (Suheriyanto, 2008).

Perubahan yang dilakukan pada perangkat yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan hanya satu corong, dan perangkat dihadapkan ke atas. Perangkat diberi umpan berupa CO₂ yang dihasilkan dari proses fermentasi dari ragi kering dengan larutan gula.



Gambar 2.11 Konstruksi Perangkat Nyamuk

2.4 Ragi Kering (*Saccharomyces cerevisiae*)

Menurut Walker (2000) dan Sastrahidayat (2011), dalam sistem nomenklatur *Saccharomyces cerevisiae* menempati tempat sebagai berikut:

Kingdom : Myceteae

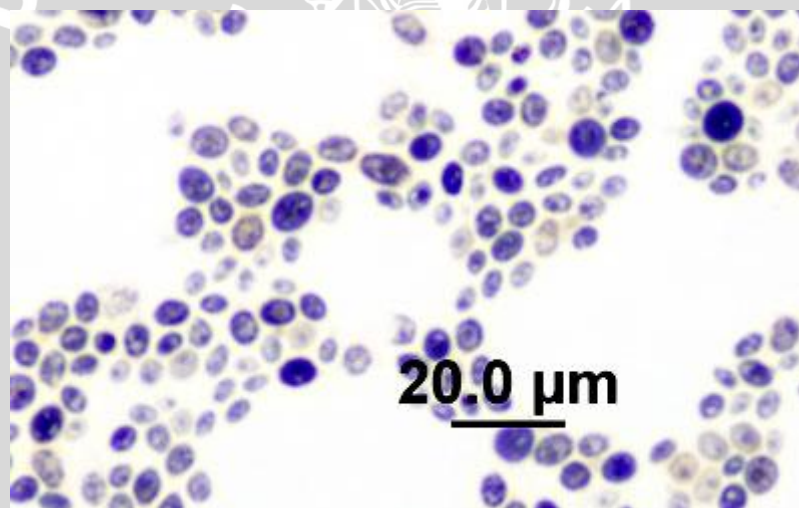
Divisio ; Mastigomycotina

Sub-divisio : Ascomycotina

Class : Ascomycetes

Subkelas : *Hemiascomycetidae*
Ordo : *Endomycetales*
Famili : *Saccharomycetaceae*
Sub-famili : *Saccharomycetoideae*
Genus : *Saccharomyces*
Species : *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae dikenal juga sebagai jamur roti. Dalam nutrisi yang banyak mengandung gula, ragi ini cepat membentuk kuncup/tunas, selnya berbentuk oval yang terisi oleh protoplasma dan vakuola (Sastrahidayat, 2011).



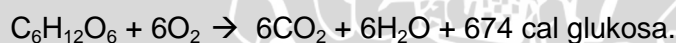
Gambar 2.12 Gambaran Mikroskopis *Saccharomyces cerevisiae* (McCauley, 2011)

Saccharomyces cerevisiae adalah jenis ragi yang mungkin paling berguna bagi kehidupan manusia. *Saccharomyces cerevisiae* berperan untuk pembuatan minuman anggur (wine), kue, dan pembuatan bir sejak zaman kuno. Diyakini bahwa pada awalnya *Saccharomyces cerevisiae* diisolasi dari kulit buah

anggur. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu model organisme eukariotik yang paling intensif dipelajari dalam biologi molekuler dan sel, seperti *Escherichia coli* sebagai model untuk bakteri (Feldmann, 2010).

Saccharomyces cerevisiae adalah mikroorganisme yang paling umum digunakan untuk fermentasi. Sel-sel *S. cerevisiae* bulat untuk bulat telur, berukuran diameter 5-10 mikrometer. *Saccharomyces cerevisiae* bereproduksi melalui proses pembelahan diri, yang dikenal dengan nama *budding* (Feldmann, 2010).

Di bawah kondisi tertentu, anak dari sel ini dapat menghasilkan tunas sebelum lepas dari induknya dan dengan jalan ini suatu miselium dapat dibentuk, tetapi pada dasarnya adalah uniselular. Pertumbuhan ragi dalam larutan gula mengalami respirasi normal, sehingga gula dipecah dengan persamaan (Sastrahidayat, 2011):



Dalam keadaan tidak ada oksigen, pertumbuhan berhenti tetapi terjadi respirasi anaerobic (fermentasi) dengan reaksi sebagai berikut (Sastrahidayat, 2011):

