

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/237671079>

Pengendalian Terpadu Vektor Virus Demam Berdarah Dengue, *Aedes aegypti* (Linn.) dan *Aedes albopictus* (Skuse)(Diptera: Culicidae)

Article · September 2008

CITATIONS

23

READS

22,925

1 author:



I Wayan Supartha

Udayana University

83 PUBLICATIONS 98 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Invasive Pest, *Phenacoccus manihoti* and Natural Enemies Fauna Associated with Several Cassava Cultivars in Bali [View project](#)



Bionomy of *Spodoptera axigua* on onion [View project](#)

Pengendalian Terpadu Vektor Virus Demam Berdarah Dengue, *Aedes aegypti*(Linn.) dan *Aedes albopictus*(Skuse)(Diptera: Culicidae)

I Wayan Supartha

Senior *Entomologist*, Guru Besar Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar,
Bali – Indonesia; yansupartha@yahoo.com; wayansupartha@unud.ac.id

SUMMARY

Integrated Control of Dengue Hemorrhagic Fever Vectors, *Aedes aegypti* (Linn.) And *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae).

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is one of several infectious diseases that become health problems in the world especially developing countries. The disease is caused by flavivirus that is transmitted by insects (arbovirus). Insects that become vectors of the disease are *Aedes aegypti* (Linn.) and *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). Between the two vectors *Ae. Aegypti* is known as the main vector of DHF because its main host (99%) is human and less than 1% in animals when the host is not available. While *Ae. Albopictus* has many alternative hosts other than humans. Both species of mosquitoes live in water in the preterm phase (eggs, larvae and pupa) and out of water in the adult phase (imago). Both species favor clean water for egg laying medium and prestige survival. *Ae. aegypti* adult prefers habitat within the home while *Ae. albopictus* is outdoors. Pre-adult life habitats *Ae aegypti* more in the neighborhood near the house such as bathtubs, flower pots, place to drink pets, and the like while the *Ae. albopictus* adult is commonly found in out-of-home habitats such as grooves that contain clean water.

Male and female adults feed on nectar and plant juice for their energy purposes, while the female adult feeds on human and or human blood fluids for the production and maturation of the eggs. The need to eat the blood fluid is done every female adult will do nesting. Female adult who suck blood from hosts infected with dengue virus can be infected after 8 - 10 days and become transmitters of the virus in healthy host while sucking back the blood fluid from the host. Infected *Ae. aegypti* has multiple bitters that may bite several people in turn, thus potentially transmitting the virus rapidly in a short period of time. Infected adults can also transmit the virus to their descendants transovarially so that the offspring that emerge from the infected egg are already capable of transmitting the virus to a healthy host. The dynamics of the mosquito population are influenced by biotic factors (predators, parasites and food) and abiotic factors (geography, temperature, rainfall). The most critical environmental factors to the adult are the availability of water and temperature. However eggs, larvae and pupa can still live under minimum water conditions. In the state of the dry habitat all pre-adult will die, except eggs can still survive between 3 months to 1 year. The eggs, will hatch when enough water especially during the rainy season. Population explosions usually occur early in the wet season.

To address the problem, an integrated control strategy is needed by integrating potential, economic and ecological potential control measures to suppress insect vector populations at a tolerable level. These potential control measures can be derived from emerging technologies such as biological, physical, mechanical, chemical, and regulatory methods that are adapted to the dynamics of population vectors, disease status, environmental conditions and local communities. The basic principles of applying the concept of integrated vector control are the healthy environmental management program for eradicating mosquito breeding, epidemiological and entomological surveillance, insect vector bioecological studies, antervative technology development, socialization and health action programs across agencies, and active community

participation. To increase community participation, regulatory strengthening (at the provincial, district and village levels), socialization, coordination and ammunition (funding) is also needed. Make the movement against eradicating mosquito breeding as the main bastion of vector control effort. The intensity and sustainability of these efforts can suppress vector and dengue cases that are always sticking out at the beginning of the rainy season. Thus the sense of security is increasingly guaranteed and the image of Bali as a tourist destination is no longer news.

Keywords: Integrated Control, Dengue Hemorrhagic Fever Vectors, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*

PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) yang biasa disebut *Dengue Haemorrhagic Fever* (DHF) merupakan satu dari beberapa penyakit menular yang menjadi masalah kesehatan di dunia terutama negara berkembang. Di Indonesia, masalah penyakit tersebut muncul sejak tahun 1968 di Surabaya. Belakangan ini, masalah DBD telah menjadi masalah klasik yang kejadiannya hampir dipastikan muncul setiap tahun terutama pada awal musim penghujan (Depkes, 2005). Kasus itu juga terjadi di seluruh kabupaten/kota se Bali yang jumlah kasusnya paling banyak terjadi di Denpasar (Diskes Bali, 2008). Serangan penyakit DBD berimplikasi luas terhadap kerugian material dan moral berupa biaya rumah sakit dan pengobatan pasien, kehilangan produktivitas kerja bagi penderita, kehilangan wisatawan akibat pemberitaan buruk terhadap daerah kejadian dan yang paling fatal adalah kehilangan nyawa (Lloyd, 2003).

Penyakit itu disebabkan oleh virus dari famili Flaviridae yang ditularkan oleh serangga (*arthropod borne virus = arbovirus*). Virus tersebut mempunyai 4 *serotype* yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3 dan DEN-4. Seseorang yang pernah terinfeksi oleh salah satu serotypes virus tersebut biasanya kebal terhadap *serotype* yang sama dalam jangka waktu tertentu, namun tidak kebal terhadap serotypes lainnya, bahkan menjadi sensitif terhadap serangan demam berdarah Dengue. Serangga yang diketahui menjadi vector utama adalah nyamuk *Aedes aegypti* (Linn.) dan nyamuk kebun *Aedes albopictus* (Skuse.) (Diptera: Culicidae). Kedua spesies nyamuk itu ditemukan di seluruh wilayah Indonesia kecuali pada ketinggian di atas 1000 di atas permukaan laut (Kristina *et al*, 2004). Penyakit demam yang ditularkan oleh nyamuk *Ae. aegypti* selain demam berdarah dengue (*Dengue Hemorrhagic Fever*) adalah demam dengue (*Dengue Fever*) yang dikenal sebagai Cikungunya (*Break Bone Fever*) di Indonesia (Roche, 2002).

Indonesia pernah mengalami kasus terbesar (53%) DBD pada tahun 2005 di Asia Tenggara yaitu 95.270 kasus dan kematian 1.298 orang (CFR = 1,36 %)(WHO, 2006). Jumlah kasus tersebut meningkat menjadi 17% dan kematian 36% dibanding tahun 2004. Banyak faktor yang mempengaruhi kejadian

penyakit Demam Berdarah Dengue. Beberapa diantaranya adalah factor inang (*host*), lingkungan (*environment*) dan faktor penular serta patogen (virus).

Faktor inang menyangkut kerentanan dan imunitasnya terhadap penyakit, sedangkan faktor lingkungan menyangkut kondisi geografi (ketinggian dari permukaan laut, curah hujan, angin, kelembaban, musim), kondisi demografi (kepadatan, mobilitas, perilaku, adat istiadat, sosial ekonomi penduduk), dan jenis dan kepadatan nyamuk sebagai vektor penular penyakit tersebut. Menurut Suwarja (2007) kepadatan populasi nyamuk *Ae. aegypti* yang diukur melalui kepadatan jentik dan jumlah kontener sangat nyata pengaruhnya terhadap kasus penularan DBD. Meningkatnya kasus tersebut terkait erat dengan buruknya sanitasi lingkungan di daerah kejadian (kasus di Kecamatan Tikalka, Manado).

Untuk mengantisipasi masalah tersebut diperlukan taktik dan strategi yang komprehensif melalui penelusuran informasi tentang bioekologi *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* yang menyangkut karakter morfologi, biologi, dan kemampuan adaptasinya terhadap lingkungan. Berdasarkan informasi tersebut, dirumuskan suatu model pengendalian terpadu yang diharapkan mampu mencegah penularan dan bahaya penyakit tersebut. PAHO (2001) melaporkan beberapa cara pencegahan terpadu vektor tersebut sebagai bagian dari kerangka konsepnya dalam program pengendalian terpadu penyakit DBD di Amerika. Beberapa kajian dan kegiatan yang menyangkut program tersebut adalah kajian epidemiologi penyakit dan kajian entomologis vektor, pengelolaan lingkungan, advokasi dan program aksi kesehatan lintas instansi, partisipasi aktif masyarakat, pendidikan dan pelatihan petugas berkaitan dengan ilmu kesehatan dan ilmu social, memasukkan masalah DBD ke dalam kurikulum pendidikan dasar. Melalui program tersebut penanggulangan masalah DBD dapat dilakukan secara terpadu dan simultan dalam skala waktu dan ruang.

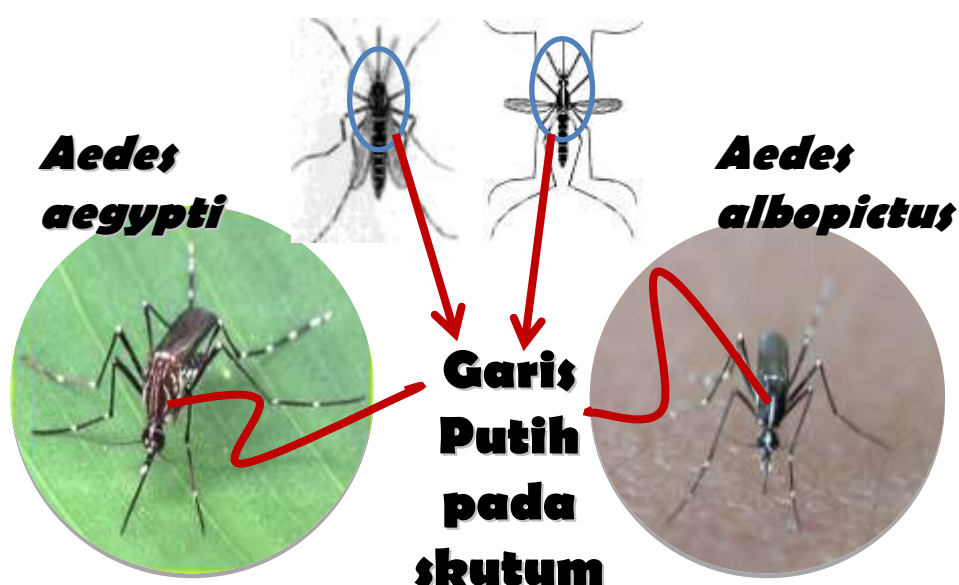
Makalah ini bermaksud memberikan analisis dan kajian entomologis serta gagasan model penanggulangan serangga vector DBD secara terpadu yang pendekatannya diadopsi dari konsep Pengendalian Hama Terpadu (*Integrated Pest Management*) yang diterapkan dalam system pengendalian hama terpadu tanaman Pertanian di Indoensia.

I. SERANGGA VEKTOR VIRUS DBD

Karakristik *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*

Karakteristik *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* sebagai vektor utama virus DBD adalah kedua spesies tersebut termasuk Genus *Aedes* dari Famili Culicidae. Secara morfologis keduanya sangat mirip, namun dapat dibedakan dari strip putih yang terdapat pada bagian skutumnya (Merrit & Cummins, 1978). Skutum *Ae. aegypti* berwarna hitam dengan dua strip putih sejajar di bagian dorsal tengah yang diapit oleh dua garis lengkung berwarna putih (Gambar 1). Sementara

skutum *Ae. albopictus* yang juga berwarna hitam hanya berisi satu garis putih tebal di bagian dorsalnya (Gambar 1). Roche (2002) melaporkan bahwa *Ae. aegypti* mempunyai dua subspecies yaitu *Ae. aegypti queenslandensis* dan *Ae. aegypti formosus*. Subspecies pertama hidup bebas di Afrika sementara subspecies kedua hidup di daerah tropis yang dikenal efektif menularkan virus DBD. Subspecies kedua lebih berbahaya dibandingkan subspecies pertama (Roche, 2002). Informasi tentang karakteristik tersebut sangat membantu mengenali jenis nyamuk tersebut terutama bagi petugas surveilan dan masyarakat dalam rangka mengendalikan penyakit DBD yang ditularkan oleh kedua nyamuk tersebut.



Gambar 1. Karakteristik *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*.

Bioekologi *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*

Habitat dan Kebiasaan Hidup. Secara bioekologis kedua spesies nyamuk tersebut mempunyai dua habitat yaitu *aquatic* (perairan) untuk fase pradewasanya (telur, larva dan pupa), dandaratana atau udara untuk serangga dewasa. Walaupun habitat imago di daratan atau udara, namun juga mencari tempat di dekat permukaan air untuk meletakkan telurnya. Bila telur yang diletakkan itu tidak mendapat sentuhan air atau kering masih mampu bertahan hidup antara 3 bulan sampai satu tahun. Masa hibernasi telur-telur itu akan berakhir atau menetas bila sudah mendapatkan lingkungan yang cocok pada musim hujan untuk menetas. Telur itu akan menetas antara 3 – 4 jam setelah mendapat genangan air menjadi larva. Habitat larva yang keluar dari telur tersebut hidup mengapung di bawah permukaan air. Perilaku hidup larva

tersebut berhubungan dengan upayanya menjulurkan alat pernafasan yang disebut sifon menjangkau permukaan air guna mendapatkan oksigen untuk bernafas. Habitat seluruh masa pradewasanya dari telur, larva dan pupa hidup di dalam air walaupun kondisi airnya sangat terbatas.

Berbeda dengan habitat imagonya yaitu hidup bebas di daratan (*terrestrial*) atau udara (*aborial*). Walaupun demikian masing-masing dari spesies itu mempunyai kebiasaan hidup yang berbeda yaitu imago *Ae. aegypti* lebih menyukai tempat di dalam rumah penduduk sementara *Ae. albopictus* lebih menyukai tempat di luar rumah yaitu hidup di pohon atau kebun atau kawasan pinggir hutan. Oleh karena itu, *Ae. albopictus* sering disebut nyamuk kebun. Sementara *Ae. aegypti* yang lebih memilih habitat di dalam rumah sering hinggap pada pakaian yang digantung untuk beristirahat dan bersembunyi menantikan saat tepat inang datang untuk mengisap darah. Informasi tentang habitat dan kebiasaan hidup nyamuk tersebut sangat penting untuk mempelajari dan memetakan keberadaan populasinya untuk tujuan pengendaliannya baik secara fisik-mekanik, biologis maupun kimiawi.

Dengan pola pemilihan habitat dan kebiasaan hidup imago tersebut *Ae. aegypti* dapat berkembang biak di tempat penampungan air bersih seperti bak mandi, tempayan, tempat minum burung dan barang-barang bekas yang dibuang sembarangan yang pada waktu hujan terisi air (Gambar 2; atas). Sementara *Ae. albopictus* dapat berkembang biak di habitat perkebunan terutama pada lubang pohon atau pangkal babu yang sudah dipotong yang biasanya jarang terpantau di lapangan (Gambar 2; bawah). Kondisi itu dimungkinkan karena larva nyamuk tersebut dapat berkembangbiak dengan volume air minimum kira-kira 0.5 sentimeter setara atau dengan dengan satu sendok teh (Judarwanto, 2007).



Gambar 2. Tempat penampungan air yang ada di sekitar rumah (atas) dan di sekitar kebun (bawah)

Perilaku Makan dan Cara Penularan Penyakit. Imago *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* mempunyai perilaku makan yang sama yaitu mengisap *nectar* dan jus tanaman sebagai sumber energinya. Selain energi, imago betina juga membutuhkan pasokan protein untuk keperluan produksi (*anautogenous*) dan

proses pematangan telurnya. Pasokan protein tersebut diperoleh dari cairan darah inang (Merrit & Cummins, 1978). Di dalam proses memenuhi kebutuhan protein untuk proses pematangan telurnya ditentukan oleh frekuensi kontak antara vector dengan inang. Frekuensi kontak tersebut dapat dipengaruhi oleh jenis dan kepadatan inang. Ada perbedaan perilaku makan darah antara imago yang belum dan sudah terinfeksi virus DBD. Perbedaan itu berimplikasi terhadap frekuensi kontak nyamuk dengan inang. Imago betina terinfeksi lebih sering kontak dengan inang untuk mendapatkan cairan darah untuk produksi dan proses pematangan telurnya. Kejadian itu meningkatkan frekuensi kontak dengan inang sehingga peluang penularan virus DBD semakin cepat dan singkat. Meningkatnya frekuensi kontak antara vector dengan inang tersebut dapat dipengaruhi juga oleh kisaran dan preferensinya terhadap inang. Walaupun *Ae. aegypti* diketahui bersifat antropofilik (Harrington *et al.*, 2001) namun penelitian tentang pola makan terhadap inangnya selain manusia, banyak dilakukan untuk mencari frekuensi kontak vector tersebut dengan inang utama yaitu manusia.



Gambar 3. Imago *Ae. aegypti* mengisap nektar bunga (kiri) dan mengisap darah inang (kanan)

Hasil penelitian Ponlawat & Harrington (2005) yang dilakukan sekitar tahun 2003 dan 2004 di Thailand menunjukkan bahwa *Ae. aegypti* hampir sepenuhnya (99%, 658/664) mengisap darah manusia. Namun beberapa hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tempelis *et al* (1970) di Hawaii menunjukkan bahwa *Ae. aegypti* mempunyai inang selain manusia yaitu binatang peliharaan seperti anjing, kucing, sapi dan kuda. Sementara hasil penelitian di Afrika yang dikutip dari Weitz (1960) oleh Ponlawat & Harrington (2005) juga menyebutkan inang nyamuk tersebut selain manusia adalah kucing, anjing, kambing, anak sapi jantan dan kerbau. Sama dengan *Ae. albopictus* yang dikenal sebagai vector kedua virus DBD tersebut diasumsikan sebagai pemakan yang lebih generalis dibandingkan dengan *Ae. aegypti*. Anggapan tersebut diperkuat oleh penemuan Niebylski *et al.* (1994) dan Savage *et al.* (1993) yang dikutip oleh Ponlawat & Harrington (2005) bahwa inang nyamuk tersebut selain manusia adalah kelinci, tikus, anjing, rusa, lembu, bajing tanah, penyu, tupai, sapi jantan, kucing, dan burung. Walaupun demikian ada juga fakta yang menunjukkan bahwa di daerah tertentu nyamuk *Ae. albopictus* hanya

menjadikan manusia sebagai inang tunggalnya seperti yang dilaporkan oleh Ponlawat & Harington (2005) dari hasil penelitiannya di Sebelah Selatan Thailand pada tahun 2003 dan 2004. Oleh karena itu, kisaran inang dan preferensi vector terhadap inang tersebut menentukan status spesies tersebut sebagai vector utama virus DBD.

Cara Menularkan Virus. Cara penularan virus DBD adalah melalui cucukan stilet nyamuk *Aedes betina* terhadap inang penderita DBD. Nyamuk *Aedes* yang bersifat “antropofilik” itu lebih menyukai mengisap darah manusia dibandingkan dengan darah hewan.

Darah yang diambil dari inang yang menderita sakit mengandung virus DBD, kemudian berkembang biak di dalam tubuh nyamuk sekitar 8 -10 atau sekitar 9 hari. Setelah itu nyamuk sudah terinfeksi virus DBD dan efektif menularkan virus. Apabila nyamuk terinfeksi itu mencucuk inang (manusia) untuk mengisap cairan darah, maka virus yang berada di dalam air liurnya masuk ke dalam sistem aliran darah manusia. Setelah mengalami masa inkubasi sekitar empat sampai enam hari, penderita akan mulai mendapat demam yang tinggi.

Untuk mendapatkan inangnya, nyamuk aktif terbang pada pagi hari yaitu sekitar pukul 08.00-10.00 dan sore hari antara pukul 15.00-17.00. Nyamuk yang aktif mengisap darah adalah yang betina untuk mendapatkan protein. Tiga hari setelah menghisap darah, imago betina menghasilkan telur sampai 100 butir telur kemudian siap diletakkan pada media. Setelah itu nyamuk dewasa, mencari inang luntuk menghisap darah untuk bertelur selanjutnya.

Selain itu *Ae. Aegypti* mempunyai kemampuan untuk menularkan virus terhadap keturunannya secara transovarial atau melalui telurnya (Yulfi, 2006). Namun Roche (2002) melaporkan bahwa hanya *A. albopictus* yang mampu menularkan virus melalui keturunannya sementara *Ae. Aegypti* tidak. Sementara Maurya *et al.* (2001), Joshi *et al.* (2002) dan Rohani *et al.* (2005 dalam Yulfi, 2006) menegaskan bahwa kedua spesies itu dapat menularkan virus pada keturunannya. Rohani *et al.* (2005) menemukan larva terinfeksi virus DBD tersebut di 16 lokasi penelitiannya di Malaysia dengan laju infeksi virusnya lebih tinggi pada *Ae. aegypti* (13,7%) dibandingkan pada *Ae. albopictus* (4,2%). Keturunan nyamuk yang menetas dari telur nyamuk terinfeksi virus DBD secara otomatis menjadi nyamuk terinfeksi yang dapat menularkan virus DBD kepada inangnya yaitu manusia.

Biologi. Untuk menjamin keberhasilan pengendalian serangga vektor tersebut diperlukan pengetahuan tentang biologi serangga tersebut. Berdasarkan informasi biologi tersebut diketahui titik lemah dari rangkaian siklus hidupnya yang dapat dijadikan sasaran pengendaliannya. Informasi biologi tersebut mencakup karakteristik setiap stadia dari tahapan siklus hidupnya yaitu telur, larva, pupa dan imago.



Telur *Ae. aegypti* (Mortimer, 1998)

Karakteristik telur *Aedes* adalah berbentuk bulat pancung yang mula-mula berwarna putih kemudian berubah menjadi hitam. Telur tersebut diletakkan secara terpisah di permukaan air untuk memudahkannya menyebar dan berkembang menjadi larva di dalam media air. Media air yang dipilih untuk tempat peneluran itu adalah air bersih yang stagnan (tidak mengalir) dan tidak berisi spesies lain sebelumnya (Mortimer, 1998).

Sejauh ini, informasi mengenai pemilihan air bersih *stagnant* sebagai habitat bertelur *Ae. aegypti* banyak dilaporkan oleh peneliti searanga vektor tersebut dari berbagai negeri. Demikian juga oleh peneliti Indonesia. Informasi tersebut telah mengarahkan fokus perhatian para surveilen pada tipe-tipe habitat seperti itu. Laporan terakhir yang disampaikan oleh penelitian IPB Bogor bahwa ada telur *Ae. aegypti* yang dapat hidup pada media air kotor dan berkembang menjadi larva. Fakta itu menunjukkan bahwa telur *Ae. aegypti* ada yang mampu beradaptasi dengan habitat air kotor (Kompas, 2008). Sementara *Ae. albopictus* meletakkan telurnya dipinggir kontener atau lubang pohon di atas permukaan air (Lutz, 2000). Oleh karena itu, kegiatan surveilen tidak terbatas pada media atau kontener yang berisi air atau air bersih.



Larva *Ae. aegypti*

Larva nyamuk semuanya hidup di air yang stadiannya terdiri atas empat instar. Keempat instar itu dapat diselesaikan dalam waktu 4 hari – 2 minggu tergantung keadaan lingkungan seperti suhu air persediaan makanan. Pada air yang agak dingin perkembangan larva lebih lambat, demikian juga keterbatasan persediaan makanan juga menghambat perkembangan larva. Setelah melewati stadium instar ke empat larva berubah menjadi pupa.



Pupa *Ae. aegypti*

Sebagaimana larva, pupa juga membutuhkan lingkungan akuatik (air). Pupa adalah fase inaktif yang tidak membutuhkan makan, namun tetap membutuhkan oksigen untuk bernafas. Untuk keperluan pernafasannya pupa berada di dekat permukaan air. Lama fase pupa tergantung dengan suhu air dan spesies nyamuk yang lamanya dapat berkisar antara satu hari sampai beberapa minggu.

Setelah melewati waktu itu maka pupa membuka dan melepaskan kulitnya kemudian imago keluar ke permukaan air yang dalam waktu singkat siap terbang.



Imago *Ae. aegypti*

Imago yang lebih awal keluar adalah jantan yang sudah siap melakukan kopulasi bila betinanya muncul belakangan. Imago *Ae. albopictus* biasanya melakukan kopulasi di dekat inang imago betina dengan harapan memudahkan mendapatkan cairan darah (Hawley, 1988 dalam Lutz, 2000). Imago betina membutuhkan cairan darah sebelum meletakkan telurnya yang fertil. Cairan darah itu diperlukan oleh imago betina setiap akan meletakkan sejumlah telurnya. Siklus pengisapan darah itu dilakukan setiap akan meletakkan telur, sehingga pengisapan cairan darah itu dapat dilakukan berkali-kali selama hidupnya (Lutz, 2000).

Lama hidup imago itu dapat berkisar antara 1 sampai 2 bulan. Selama hidupnya, nyamuk tersebut menunjukkan preferensi bervariasi terhadap sumber darah yang dibutuhkan. *Ae. albopictus* cenderung memilih makan pada manusia atau binatang peliharaan seperti burung bila inang utama tidak ada (Hawley, 1988 dalam Lutz, 2000). Kegiatan itu biasanya dilakukan pada siang hari atau kadang-kadang pada pagi hari.

Untuk menyelesaikan satu siklus hidupnya diperlukan waktu antara 9 – 12 hari atau rata-rata 10 hari dari telur sampai imago menghasilkan telur kembali (Borror & Long, 1954). Untuk mengaktifkan usaha pencegahan penyakit DBD melalui penanganan vector itu diperlukan pelatihan intensif kepada petugas surveilen tentang pengetahuan dasar ini.

Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kehidupan Vektor

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kehidupan vektor adalah faktor abiotik dan biotik. Menurut Barrera *et al.* (2006) faktor abiotik seperti curah hujan, temperatur, dan evaporasi dapat mempengaruhi kegagalan telur, larva dan pupa nyamuk menjadi imago. Demikian juga faktor biotik seperti predator, parasit, kompetitor dan makanan yang berinteraksi dalam kontener sebagai habitat akuatiknya pradewasa juga sangat berpengaruh terhadap keberhasilannya menjadi imago. Keberhasilan itu jugaditentukan oleh kandungan air kontainer seperti bahan organik, komunitas mikroba, dan serangga air yang ada dalam kontainer itu juga berpengaruh terhadap siklus hidup *Ae. aegypti*. Selain itu bentuk, ukurandan letak kontener (ada atau tidaknya penaung dari kanopi pohon atau terbuka kena sinar mata hari langsung) juga mempengaruhi kualitas hidup nyamuk.

Factor curah hujan mempunyai pengaruh nyata terhadap flukstuasi populasi *Ae. aegypti* (Irpis 1972). Suhu juga berpegaruh terhadap aktifitas makan (Wu & Chang 1993), dan laju perkembangan telur menjadi larva, larva menjadi pupa dan pupa menjadi imago (Rueda *et al.* 1990). Faktor suhu dan curah hujan

berhubungan dengan evaporasi dan suhu mikro di dalam kontainer (Barrera *et al.*, 2006). Di Indonesia, faktor curah hujan itu mempunyai hubungan erat dengan laju peningkatan populasi di lapang. Pada musim kemarau banyak barang bekas seperti kaleng, gelas plastic, ban bekas, keler plastic, dan sejenisnya yang dibuang atau ditaruh tidak teratur di sebarang tempat. Sasaran pembuangan atau penaruhan barang-barang bekas tersebut biasanya di tempat terbuka seperti lahan-lahan kosong atau lahan tidur yang ada di daerah perkotaan maupun di daerah pedesaan. Ketika cuaca berubah dari musim kemarau ke musim hujan sebagian besar permukaan dan barang bekas itu menjadi sarana penampung air hujan. Bila di antara tempat atau barang bekas itu berisi telur hibernasi maka dalam waktu singkat akan menetas menjadi larva *Aedes* yang dalam waktu (9-12 hari) menjadi imago. Fenomena lahan tidur dan lahan kosong sering menjadi tempat pembuangan sampah rumah tangga termasuk barang kaleng yang potensial sebagai tempat pembiakan nyamuk.

Pada musim hujan imago bertina memperoleh habitat air jernih yang sangat luas untuk meletakkan telurnya. Setiap benda berlekuk atau lekukan pohon atau bekas potongan pakal pohon bambu juga potensial sebagai penampung air jernih yang dapat dijadikan tempat peletakkan telur bagi serangga vector terutama *Ae. albopictus* yang biasa hidup di luar rumah. Terlebih lagi cuaca dalam keadaan mendung dapat merangsang naluri bertelurnya nyamuk. Dengan demikian populasi nyamuk meningkat drastis pada awal musim hujan yang diikuti oleh meningkatnya kasus DBD di daerah tersebut. Kasus ledakan penyakit DBD yang berkaitan dengan musim hujan di Indonesia dapat dilihat pada Grafik 1 yang menggambarkan hubungan antara ledakan kasus penyakit DBD di Jawa Tengah dengan musim hujan.

II. PENGENDALIAN TERPADU VEKTOR VIRUS DBD

Konsep. Konsep pengendalian terpadu yang dimaksud adalah mengintegrasikan cara-cara pengendalian yang potensial secara efektif, ekonomis dan ekologis untuk menekan populasi serangga vector pada aras yang dapat ditoleransi. Konsep pengendalian tersebut dapat diterapkan pada jenis serangga vector penyakit lain selain *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* yang berhubungan dengan penyakit tular vektor pada manusia. Konsep pengendalian hama terpadu itu sudah lazim digunakan untuk mengendalikan serangga hama dan vector penyakit tanaman di seluruh dunia yang menyangkut implementasi pola pikir dan metode yang benar dalam penanggulangan hama dan penyakit pada waktu yang tepat. Prinsip tersebut menyangkut usaha mencari dan menyusun cara-cara alternative yang kompatibel dan efektif mengendalikan hama dan penyakit sasaran. Di Indonesia cara tersebut telah dituangkan ke dalam UU Budidaya tanaman sebagai landasan dasar penyusunan kebijakan perlindungan tanaman di Indonesia. Konsep tersebut lahir sebagai jalan keluar dari jebakan

penggunaan pestisida sintetis yang semakin mahal dan beresiko tinggi terhadap ancaman kesehatan manusia dan lingkungan hidup (Oka, 1995; Supartha, 2003).

Di Amerika cara pengendalian terpadu vektor tersebut dikonsepsikan tidak hanya untuk vektor DBD yang ditularkan oleh *Ae. aegypti* tetapi juga untuk pengendalian populasi vektor penyakit lain seperti tikus, jenis nyamuk lain dan juga lalat dengan pertimbangan matang melalui fisik, kimia dan hayati (Lloyd, 2003). Saat ini hanya cara pengendalian yang tepat menanggulangi penyakit DB dan DBD adalah menurunkan populasi vektor untuk mengurangi kontak antara vektor dengan manusia dan mengendalikan habitat larva dari beragam lokasi. Cara ini memerlukan pengetahuan yang memadai untuk mengenali jenis dan karakter, habitat dan perilaku hidup atau bioekologinya dan arti penting nyamuk vektor tersebut sebagai penular penyakit yang mematikan itu. Untuk itu diperlukan pengembangan teknologi dan strategi berbasis masyarakat untuk menjamin keberlanjutan usaha pengendalian tersebut.

Perkembangan Teknologi Pengendalian Vektor. Disadari bahwa penanggulangan penyakit DBD masih bertumpu pada pengelolaan vektor dan pemutusan siklus hidupnya. Untuk itu banyak teknologi yang dikembangkan untuk pengendalian vektor tersebut baik yang berbasis alam, fisik-mekanik, kimia maupun masyarakat.

Rui *et al.* (2003 dalam Kardinan, 2007) mengembangkan teknologi yang dapat menghindari nyamuk dengan *lotion* atau krem anti nyamuk. *Lotion* anti nyamuk yang telah beredar di Indonesia berbahan aktif DEET (*Diethyl toluamide*) dengan bahan kimia sintetis beracun dalam konsentrasi 10-15% (Gunandini, 2006). Selain itu ada juga diklorvos dalam semprotan (*spray*) bentuk aerosol yang telah dilarang peredarannya oleh Pemerintah Indonesia karena membahayakan kesehatan manusia. Sementara *propoxur* masih diperbolehkan, walaupun telah menimbulkan ribuan korban jiwa di Bophal-India.

Pengendalian vektor secara *spacespraying* yaitu pengabutan (*thermal fogging*) dan Ultra Low Volume (*cold fogging*) dengan insektisida Malathion dari golongan organofosfat sudah digunakan sejak tahun 1972 di Indonesia (Sudyono, 1983 dalam Suwasono & Soekirno, 2004). Insektisida Bendiocarb dari golongan karbamat juga pernah diuji coba dengan formulasi ULV juga (Hadi, *et al.*, 1993). Cara itu sangat lazim dilakukan pada saat *outbreak* terutama pada bulan-bulan kritis serangan DBD. Walaupun bahan aktif yang digunakan itu tidak selalu efektif mengendalikan vektor karena di beberapa tempat, *Aedes* sudah menunjukkan resistensi terhadap beberapa insektisida yang digunakan. Jirakanjanakit (2007b) melaporkan bahwa hampir semua populasi *Ae. aegypti* menunjukkan ketahanan terhadap insektisida pyrethroid, permethrin, dan deltamethrin yang umum digunakan di Thailand. Walaupun pengasapan masih digunakan hasilnya dapat menghalau atau membunuh imago tetapi tidak termasuk larvanya. Pengasapan dengan Malathion 4 persen dengan pelarut solar,

yang dinilai masih efektif hanya mampu membunuh imago pada radius 100-200 meter yang hanya efektifitas satu sampai dua hari (Judarwanto, 2007). Dalam kondisi seperti itu, penggunaan insektisida selain kurang efektif dan mahal juga berbahaya terhadap kesehatan dan lingkungan.

Untuk mengantisipasi peristiwa tersebut banyak juga peneliti pestisida melakukan eksplorasi bahan aktif insektisida dari tanaman dan mikroba. Kardinan (2007) mencoba ekstrak beberapa jenis tanaman selasih sebagai pengusir nyamuk. Peneliti tersebut berupaya memilih selasih yang mengandung bahan aktif *eugenol*, *tymol*, *cyneol* atau *estragole* sebagai bahan - bahan aktif *repellent* (pengusir) serangga. Selasih berpotensi sebagai repelen *Ae. aegypti* walaupun daya proteksinya masih di bawah DEET. Daya proteksinya yang tertinggi adalah sebesar 79,7% yang dicapai selama satu jam (Kardinan, 2007).

Malaysia kini juga mengembangkan nyamuk rekayasa penjantan mandul yang dilepas di daerah nelayan Pulau Ketam, Malaysia. Pelepasan nyamuk *Ae. egypti* jantan yang telah menjalani rekayasa genetika itu kemudian diharapkan mengawini nyamuk *Ae. egypti* betina di alam. Dengan demikian nyamuk betina yang ada di alam akan menetas telur steril yang tidak bisa menghasilkan keturunan. Cara ini masih dalam tahap uji coba yang keefektifannya belum diketahui. Selain itu, cara tersebut membutuhkan teknologi tinggi dengan biaya mahal. Sementara menunggu hasil tersebut diperlukan intensitas penggunaan teknologi yang tersedia.

Penggunaan bakteri *Bacillus thuringiensis israeliensis* (*Bti*) sebagai senyawa bakteri juga dilaporkan efektif mengendalikan larva (Lutz, 2000). Bahan aktif itu telah dijual secara komersial dengan nama dagang Bactimos, Teknar, dan Vectobac dalam bentuk yang bervariasi yaitu cairan, granula, dan briket. Bahan aktif yang dimakan oleh larva, mengeluarkan toksin yang menyebabkan kematian pada larva dalam satu hari. Insektisida mikroba tersebut sangat selektif, tidak membahayakan ikan, atau organism yang hidup di air lainnya, tanaman, kehiduoan liar, hama atau manusia. Keefektifan larvisida tersebut bertahan sekitar 2 hari tergantung cara aplikasinya. Untuk formulasi briketnya dapat bertahan dan efektif sampai satu bulan karena pelepasan toksinya secara perlahan.

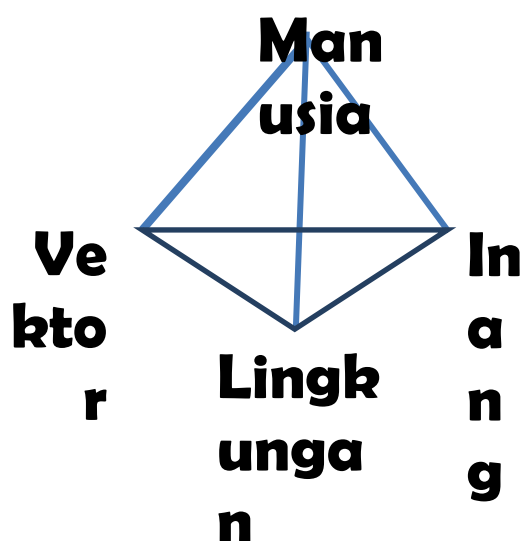
Pengendalian fisik-mekanik dengan cara klasik seperti pemasangan kelambu terutama pada anak-anak sudah dilakukan. Walaupun cara tersebut efektif mencegah kontak antara vektor dengan inang namun tidak banyak yang melakukan cara tersebut karena alasan teknis pemasangan kelambunya dinilai rumit.

Cara yang sudah umum dilakukan adalah pemberantasan habitat (sarang) nyamuk melalui gerakan serentak 3 M (menguras bak air, menutup tempat yang potensial menjadi sarang berkembang biak, mengubur barang-barang bekas yang dapat menampung air). Tempat penampungan air seperti bak mandi, kolam, pot bunga berair sudah dilakukan gerakan abatisasi. Secara konseptual gerakan pemberantasan sarang nyamuk (PSN) dengan 3M seminggu sekali cukup

memadai untuk memotong siklus hidup nyamuk tersebut. Walaupun demikian secara *factual* kasus serangan penyakit masih mengikuti pola lama yaitu setiap awal musim hujan ledakan populasi vector meningkat dan kasus serangan DBD pun mencuat. Fenomena itu terjadi karena upaya PSN dengan 3M Plus itu belum dilakukan secara sistematis, serentak, berkelanjutan.

Gerakan serentak mengenai PSN di seluruh negeri Kuba pernah dirintis 100 tahun yang lalu oleh Jenderal WC Gorgas untuk memberantas nyamuk *Aedes aegypti* (Judarwanto, 2007). Upaya itu dilakukan untuk memberantas demam kuning (*yellow fever disease*). Gerakan yang dilakukan besar-besaran itu berhasil gemilang. Gerakan itu, kemudian ditiru oleh Malaysia dan Singapura dengan menjatuhkan sanksi denda kepada kepala keluarga yang rumahnya kedapatan jentik nyamuk. Akankah gerakan seperti ini mungkin dilakukan di Indonesia?. Latahkah gerakan seperti itu dilakukan melalui system Banjar di Bali?. Karena dari sekian banyak teknologi modern yang ditawarkan untuk pengendaliannya nyamuk demam berdarah, cara pengendalian fisik-mekanik dengan PSN masih sangat relevan, murah, dan ramah terhadap lingkungan. Upaya itu memerlukan regulasi, koordinasi, sosialisasi, dan amunisi (pendanaan) untuk mengubah pola pikir membangun komitmen masyarakat dan aparat. Walaupun demikian tidak ada cara tunggal yang efektif mengendalikan vector tersebut. Oleh karena itu diperlukan integrasi cara yang kompetibel yang pelaksanaannya perlu dikoordinasikan dengan pihak terkait.

Prinsip Dasar pengendalian Vektor terpadu (PVT). Prinsip dasar PVT tersebut adalah surveilen epidemiologi dan entomologis, manajemen lingkungan sehat, kajian bioekologi serangga vector, sosialisasi dan program aksi kesehatan lintas instansi, partisipasi aktif masyarakat. Prinsip dasar itu dikembangkan dari tetra hedron hubungan vector dengan inang, lingkungan dan manusia sebagai factor utama yang patut menyadari posisinya dalam pengelolaan terpadu vector penyakit tersebut (Gambar 4).



Gambar 4. Tetrahedron hubungan antara serangga vector dengan lingkungan, inang dan manusia.

Terkait dengan vector tersebut, perlu diketahui spesiesnya, sifat bioekologisnya, sifat penularan virusnya.

Berkaitan dengan inang juga perlu diketahui kepadatan, karakteristik social budayanya. Faktor lingkungan seperti diuraikan sebelumnya mencakup lingkungan biotic (musuh alami, makanan, inang, demografi) dan abiotik (geografis dan meteorologist) yang erat hubungan dengan dinamika populasi vector.

Pada tahun 1980 WHO (1980) telah memberikan model pengelolaan lingkungan untuk tujuan pengendalian vector virus DBD melalui modifikasi dan manipulasi lingkungan serta mengubah kebiasaan dan perilaku manusianya untuk mengurangi kontak vector – inang – pathogen. Keberhasilan di dalam mengelola vector tergantung dari pemahaman manusia terhadap eksistensi dan esensi vector sebagai penular penyakit DBD yang kehidupannya sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan inang (sehat ataupun sakit). Keberadaan manusia dalam system tetrahedron itu dimaksudkan untuk melihat tanggung jawab dan komitmennya dalam pengelolaan lingkungan untuk tujuan memotong siklus hidup vector dan penyakit sehingga inang penyakit baik manusia maupun hewan peliharaannya dapat dicegah dan dikurangi kasus sakitnya. Secara sosiologis individu manusia dan kelompok masyarakat merupakan modal manusia (*human capital*) dan modal social (*social capital*) yang perlu mendapat penekanan dalam system pengelolaan terpadu. Untuk itu partisipasi masyarakat sangat penting dalam system PVT baik secara individu maupun kelompok. Selain itu kearifan lokal yang dimiliki oleh individu atau masyarakat Bali perlu dipelajari sebagai modal budaya (*cultural capital*) dalam penanggulangan DBD di Bali. Penggunaan modal social tersebut pernah sukses untuk program KB dengan system Banjarnya. Modal social dan budaya tersebut sangat memungkinkan untuk mengefektifkan gerakan serentak pengendalian jentik nyamuk di seluruh Bali baik berkaitan dengan PSN atau aplikasi program 3 M plusnya atau manajemen lingkungan untuk mewujudkan kondisi bebas jentik di masing-masing rumah sebagai mana diterapkan oleh Malaysia dan Singapura.

Strategi dan Teknologi Utama. Gerakan PSN atau 3 M tersebut mesti lebih diintensifkan melalui penguatan legislasi (di tingkat provinsi, kabupaten dan desa), sosialisasi, koordinasi dan juga amunisi (pendanaan) secara berkelanjutan. Bila kegiatan itu dapat dilakukan secara intensif dan berkelanjutan, maka masalah vector dan kasus DBD yang selalu mencuat pada awal musim hujan dapat dikurangi. Dengan demikian rasa aman masyarakat semakin terjamin dan citra Bali sebagai daerah tujuan wisata tidak lagi menjadi berita. Walaupun demikian sosialisasi untuk mengubah pola pikir masyarakat kearah itu tidak mudah, untuk itu diperlukan sosialisasi dan pengembangan teknologi-teknologi alternative terkait musuh alami, insetisida botani dan mikroba, zat pengatur tumbuh dan juga regulasi melalui system karantina juga penting dirintis yang penggunaannya disesuaikan situasi dan kondisi penyakit, dan dinamika populasi dan struktur komunitas serangga vector di lapangan.

Untuk penanganan kasus vector dan DBD tidak bisa lepas dari kegiatan surveilans untuk mendapatkan informasi segar dalam penyusunan

program strategis selanjutnya baik berkaitan dengan penelitian, pengembangan teknologi, advokasi, edukasi masyarakat maupun pengadaan bahan teknologi sebagai antisipasi bila terjadi keadaan luar biasa (KLB). Berdasarkan hasil surveilen tersebut, indicator angka bebas jentik (ABJ) dapat dekietahui peta penyebaran, status *Aedes* hubungannya dengan kasus DBD. Apakah daerah tersebut endemis atau bukan. Berdasar indicator tersebut juga, strategi dan teknologi pengendaliannya dapat dirancang dan dijadwalkan operasionalnya. Bila keadaan serangan DBD luar biasa dan vector tinggi maka straegi dan teknologinya mesti yang bekerja cepat seperti insektisida.

IV. PENUTUP

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan satu dari beberapa penyakit menular yang menjadi masalah kesehatan utama di Indoensia. Penyakit tersebut disebabkan oleh *Flavivirus* yang ditularkan oleh serangga (arbovirus). Serangga yang menjadi vector penyakit tersebut adalah *Aedes aegypti* (Linn.) dan kedua adalah *Aedes albopictus* (Skuse)(Diptera: Culicidae). Diantara kedua vector tersebut *Ae. aegypti* dikenal sebagai vector utama DBD karena inang utamanya (99%) adalah manusia dan kurang dari 1% pada hewan bila inang utama tidak tersedia. Sementara *Ae. albopictus* mempunyai banyak inang alternative selain selain manusia.

Kedua spesies nyamuk tersebut hidup di air pada fase pradewasa (telur, larva dan pupa) dan di luar air pada fase dewasa (imago). Kedua spesies itu menyukai air bersih untuk media peletakan telur dan kelangsungan hidup pradewasanya. Imago *Ae. aegypti* lebih memilih habitat di dalam rumah sementara *Ae albopictus* di luar rumah. Habitat hidup pradewasa *Ae aegypti* lebih banyak di lingkungan dekat rumah seperti bak mandi, pot bunga, tempat minum binatang peliharaan, dan sejenisnya sedangkan pradwasa *Ae. albopictuss* banyak ditemukan di habitat luar rumah seperti lekukan pohon yang berisi air bersih.

Imago jantan dan betina memakan nectar dan jus tanaman untuk keperluan energinya, sedangkan imago betina memakan cairan darah manusia dan atau hewan untuk keperluan produksi dan pematangan telurnya. Keperluan makan cairan darah itu dilakukan setiap imago betina akan melakukan peneluran. Imago betina yang mengisap darah dari inang yang terinfeksi virus DBD dapat terinfeksi virus setelah 8 – 10 hari dan menjadi penular virus tersebut pada inang sehat saat mengisap kembali cairan darah dari inang tersebut.

Nyamuk *Ae. aegypti* terinfeksi mempunyai kebiasaan menggigit berulang-ulang (*multiple bitters*) yang dapat menggigit beberapa orang secara bergantian, sehingga sangat berpotensi menularkan virus secara cepat dalam waktu singkat. Imago terinfeksi dapat juga menularkan virus kepada keturunnya secara

transovarial sehingga keturunan yang muncul dari telur terinfeksi tersebut sudah mampu menularkan virus ke inang sehat.

Dinamika populasi nyamuk tersebut dipengaruhi oleh factor biotic (predator, parasit dan makanan) dan abiotik (geografi, suhu, curah hujan). Faktor lingkungan yang paling kritis terhadap pradewasa adalah ketersediaan air dan temperatur. Namun telur, larva dan pupa masih dapat hidup dalam kondisi air yang minimum. Dalam keadaan habitat hidupnya kering semua pra dewasa akan mati, kecuali telur masih dapat bertahan hidup antara 3 bulan sampai 1 tahun. Telur itu, akan menetas bila cukup air terutama pada saat musim hujan. Ledakan populasi biasanya terjadi di awal musim hujan.

Untuk menanggulangi masalah tersebut diperlukan strategi pengendalian terpadu dengan cara mengintegrasikan cara-cara pengendalian yang potensial secara efektif, ekonomis dan ekologis untuk menekan populasi serangga vector pada aras yang dapat ditoleransi. Cara-cara pengendalian potensial tersebut dapat diambil dari teknologi yang sudah berkembang di antaranya cara biologis, fisik, mekanis, kimiawi, dan regulasi yang penerapannya disesuaikan dinamika populasi vector, status penyakit, situasi dan kondisi lingkungan serta masyarakat setempat.

Prinsip dasar penerapan konsep pengendalian terpadu vector tersebut adalah program manajemen lingkungan sehat untuk PSN, surveilen epidemiologi dan entomologis, kajian bioekologi serangga vector, pengembangan teknologi alternatif, sosialisasi dan program aksi kesehatan lintas instansi, dan partisipasi aktif masyarakat. Untuk meningkatkan partisipasi masyarakat tersebut diperlukan penguatan regulasi (di tingkat provinsi, kabupaten dan desa), sosialisasi, koordinasi dan juga amunisi (pendanaan) secara berkelanjutan.

Menjadikan gerakan PSN sebagai benteng utama usaha pengendalian vector. Keintensifan dan berkelanjutan pelaksanaan usaha tersebut dapat menekan masalah vector dan kasus DBD yang selalu mencuat pada awalmusim hujan. Dengan demikian rasa aman masyarakat semakin terjamin dan citra Bali sebagai daerah tujuan wisata tidak lagi menjadi berita.

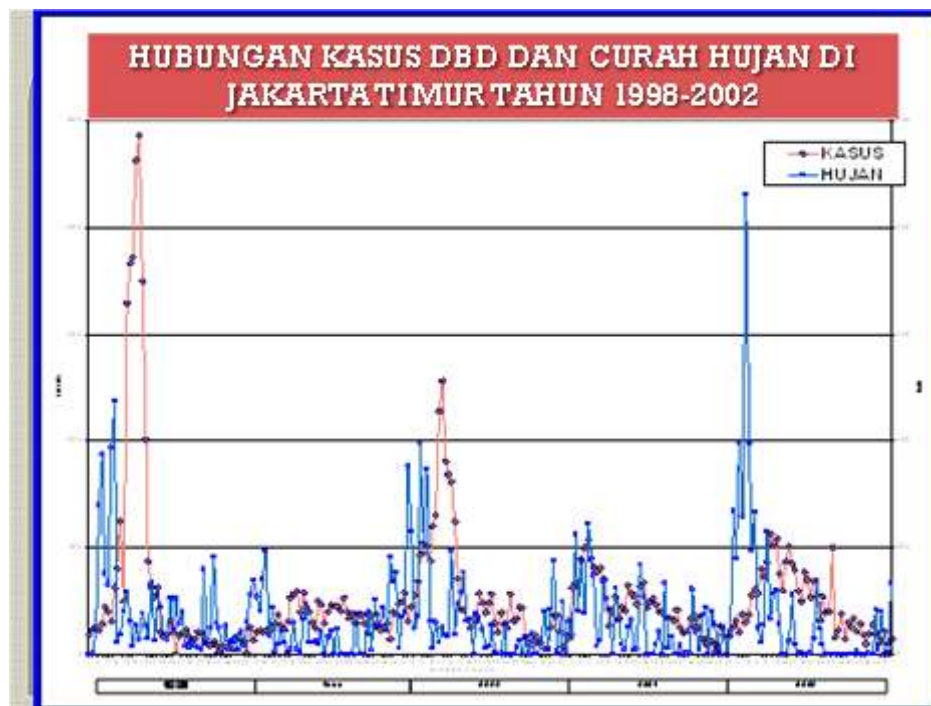
DAFTAR PUSTAKA

- Barrera, R., M. Amador & G. G. Clark. 2006. Ecological Factors Influencing *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Productivity in Artificial Containers in Salinas, Puerto Rico. *J. Med. Entomol.* 43(3): 484-492.
- Borror, DJ & DM Delong. 1954. *An Introduction to the study of Insect*. USA Library of Congres, Catalog Card No. 54-5398.
- Depkes RI, 2005. Kajian Masalah Kesehatan Demam Berdarah Dengue, Badan Litbang dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta,
- Gunandini, D.J. 2006. Bioekologi dan pengendalian nyamuk sebagai vektor penyakit. Pros. Sem. Nas. Pestisida Nabati III, Balitro. p.43-48.

- Hadi, S., Barodji & S. Nalim. 1993. Uji coba penyemprotan ULV (*ULV spraying*) insektisida Bendiocarb 20% (*Ficam ULV*) terhadap vektor demam berdarah dengue *Ae. aegypti*. *Bull. Pen Kes.* 21(3) : 45 . 51.
- Irpis, M. 1972. Seasonal changes in the larval populations of *Aedes aegypti* in two biotopes in Dar es Salaam, Tanzania. *Bull. World Health Organ.* 47: 245-255.
- Jirakanjanakit, N., S. Saengtharatip, P. Rongnoparut, S. Duchon, C. Bellec & S. Yoksan.. 2007a. Trend of Temephos Resistance in *Aedes (Stegomyia)* Mosquitoes in Thailand During 2003–2005. *Environ. Entomol.* 36(3): 506-511
- Jirakanjanakit, N., P. Rongnoparut , S. Saengtharatip, T. Chareonviriyaphap, S. Duchon, C. Bellec & S. Yoksan.. 2007b. Insecticide Susceptible/Resistance Status in *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Thailand During 2003–2005. *J. Econ. Entomol.* 100(2): 545-550
- Joshi, V., DT. Maurya & RC. Sharma. 2002. Persistence of Dengue 3 virus through transovarial transmission passage in successive generation of *Aedes aegypti* mosquito. *Am. Soc. Trop. Med. Hyg.* 67(2):158-161.
- Judarwanto, W. 2007. Profil Nyamuk *Aedes* dan Pembasmiannya. <http://www.indonesiaindonesia.com/f/13744-profil-nyamuk-aedes-pembasmiannya/>
- Kardinan, A. Potensi selasih sebagai repellent terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnallitri.* 13 (2):: 39 – 42
- Kompas. 2008. Nyamuk DBD tak Hanya di Air Bersih. Kamis, 20-03-2008. | 03:00:49.
- Kristina, Isminah, & L. Wulandari. 2004. Kajian Masalah Kesehatan. Demam Berdarah Dengue. T.D. Wahono (Ed). Badan Litbangkes. Depkes. RI.
- Lloyd, LS. 2003. Strategic Report 7. Best Practices for Dengue Prevention and Control in the Americas. Environmental Health Project Contract HRN-I-00-99-00011-00. Office of Health, Infectious Diseases and Nutrition Bureau for Global Health U.S. Agency for International Development Washington, DC 20523.
- Lutz, N. 2000. A North Carolina Summer Pest The Asian Tiger Mosquito *Aedes albopictus*. *Eco Access.* <http://www.ibiblio.org/ecoacces/info/wildlife/pubs/asiantigermosquitoes>.
- Maurya, DT., Gokhale, & A. Basu. 2001. Horizontal and vertical transmission of Dengue II virus in high and lowly succptibel strains of *Aedes* mosquito. *ACTA Virology.* 45: 67-71.
- Merrit, RW. & KW.Cummins (Eds). 1978. *An Inroduction to The Aquatic Insects of North America*. Kendall/Hunt Publishing Company. 441p.
- Mortimer, R. 1998. [Aedes aegypti and Dengue Fever](#). Retrieved on 2007-05-19.
- Oka, I.N. 1995. *Pengendalian Hama Terpadu, dan Implementasinya di Indonesia*. Gadjah Mada University Press.
- PAHO [Pan American Health Organization] 2001. *Framework: New Generation of Dengue Prevention and Control Programs in the Americas*.
- Rueda, L. M., K. J. Patel, R. C. Axtell, & R. R. Stinner. 1990. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 27: 892-898.
- Supartha, I W. 2003. *Orasi Ilmiah*. Peranan Pengendalian Hama Terpadu dalam Meningkatkan Pendapatan Petani dan Pelestarian Lingkungan di Era Pasar Global. Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap dalam Bidang Ilmu Hama dan

Penyakit Tumbuhan pada fakultas Pertanian Universitas Udayana, Tanggal 6 Desember 2003.

- Suwarja. 2007. *Kondisi Sanitasi Lingkungan dan Vektor Dengue Demam Berdarah pada Kasus Penyakit DBD di Kecamatan Tikala Kota Manado*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Suwasono, H & M. Soekirno. 2004. Uji Coba Beberapa Insektisida Golongan Pyrethroid Sintetik Terhadap Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes Aegypti* Di Wilayah Jakarta Utara. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 3 (1): : 43-47
- WHO. 1980. Environmental control for vector control. Fourth Repport of the WHO Expert Commette on Vector Biology and Control. Geneva. *WHO Technical Repport Series*, No. 649.
- Wu,H. H., & N. T. Chang. 1993. Influence of temperature, water quality andpHvalue on ingestion and development of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) larvae. *Chin. J. Entomol*. 13: 33-44.



Grafik 1. Hubungan Curah Hujan dengan Kasus DBD di Jakarta Timur