

Analisis Spasial Pupa *Ae. Aegypti* dan Temporal Faktor Iklim yang Mempengaruhi Insidensi Demam Berdarah

*Spatial Analysis of *Ae. Aegypti* Pupae and Temporal of Climate Factors That Influence DHF Incidence*

Andreas Purwanto¹, Hari Kusnanto²

¹Dinas Kesehatan Melonguane, Kepulauan Talaud

²Bagian Epidemiologi Lingkungan, IKM FK UGM, Yogyakarta

Abstract

Background: Dengue Haemorrhagic Fever (DHF) is still a health problem in Gowa Regency. The effective way to reduce the incidence of DHF is reducing the vector population. Using the new relatively of vector index, i.e. pupae/person index, is regarded well than some indices to measure the vector density. Yet, a *Stegomyia* index is still commonly used in present because of practice and simple. Then, all of indices need to be tested by correlate the vector indices with the incidence of DHF. In this study, demographic/pupae survey is used to knowing each of vector indices. Besides, mapping is done to know the disperse pattern of *Aedes* vector, then knowing the correlation of climate and the incidence of DHF.

Objective: Examining the vector indices that can be trusted for routine survey, understanding the epidemiology of *Aedes* vector by knowing their disperse pattern, and predicting the early season of dengue transmission to prevent increasing of DHF cases

Method: This was an analytic study with cross-sectional design, using the demographic/pupae survey to know pupae/person index and *Stegomyia* indices by 496 houses. Index score is correlated by the incidence of DHF in RT's. Tools of ArcGIS are used to testing the spatial analysis, i.e. Average Nearest Neighbor Distance, to know the tendency of pupae clustering. Pearson correlation is used to testing the incidence of DHF by climate.

Results and conclusions: There are significantly positive correlations in BI and CI by the incidence of DHF ($p < 0,05$), there are no correlation in HI and pupae/person index by the incidence of DHF. The pupae spots that mapped tend to cluster ($p < 0,05$). There are negative correlations in range of minimum-maximum temperature by the incidence of DHF.

Keywords: *stegomyia* indices, pupae/person index, cluster, climate, Gowa Regency

Pendahuluan

Demam berdarah *dengue* (DBD), merupakan masalah kesehatan masyarakat di Indonesia. Jumlah kasus cenderung meningkat dan penyebarannya bertambah luas seiring dengan meningkatnya mobilitas dan kepadatan penduduk. Penyakit ini juga sering menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) dengan angka kematian yang tinggi.¹

Di Indonesia, vektor penular utama adalah *Aedes aegypti*, selain itu ditemukan juga *Aedes albopictus*.^{2,3} Pengendalian DBD hanya bisa dilakukan dengan cara mengendalikan populasi vektor *Aedes sp* karena vaksin yang efektif belum ditemukan. Penggunaan insektisida cukup mahal dan tidak efektif, dan strategi eliminasi atau mengendalikan seluruh tempat perindukan nyamuk justru menjadi penyebab kegagalan terus-menerus sehingga saat ini sebagian besar usaha pengendalian DBD didasarkan pada penekanan populasi *Ae.aegypti*, bukan eradikasi.⁴

Sampai saat ini, populasi vektor sering diukur menggunakan indeks larva atau indeks *Stegomyia*,

seperti: *house index* (HI), *container index* (CI), dan *breteau index* (BI). Indeks *Stegomyia*, seperti HI, merupakan indeks yang paling sering diukur karena praktis digunakan di lapangan. Sementara itu BI merupakan indeks yang lebih baik dalam menggambarkan penyebaran vektor karena memperhitungkan jumlah rumah dan jumlah kontainer yang menjadi perkembangbiakan nyamuk. Indeks *Stegomyia* juga dapat digunakan untuk menilai risiko penularan *dengue*.

Focks dan Chadee⁵ memperkenalkan metode survei pupa/demografi yang dianggap lebih tepat dan lebih baik dalam menilai risiko penularan sekaligus mengarahkan upaya pencegahan *dengue*. Dinamakan metode survei pupa/demografi karena peneliti harus menghitung rasio jumlah pupa dan jumlah orang yang terpapar atau disebut indeks pupa/orang. Menggunakan indeks pupa/orang, metode survei pupa/demografi menawarkan strategi sederhana untuk mencari kontainer yang paling produktif menghasilkan nyamuk yang dinamakan kontainer kunci, sehingga upaya pencegahan bisa dikonsentrasikan

pada jenis kontainer tersebut. Kelebihan lain metode survei pupa/demografi adalah menilai risiko penularan dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang penting secara epidemiologis yaitu kepadatan nyamuk, kepadatan penduduk, seroprevalensi, dan suhu lingkungan.⁶

Kabupaten Gowa sebagai salah satu kabupaten endemis DBD di Provinsi Sulawesi Selatan, beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan kasus DBD. Tahun 2006, IR (*incidence rate*)= 15,5/100.000 penduduk; tahun 2007 IR=22,6/100.000; dan tahun 2008 IR=35,2/100.000 penduduk. Penyebarannya juga bertambah luas. Tiga puluh tiga desa/kelurahan di tahun 2006, meningkat jadi 51 desa/kelurahan dengan kasus DBD di tahun 2008.

Pemanfaatan data spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) pada survei pupa/demografi memberikan informasi pola sebaran vektor *Aedes sp.* Dengan demikian, SIG memungkinkan tampilan spasial dari data entomologis dan epidemiologis sehingga memudahkan dalam intervensi bertarget. Walau pengembangannya memerlukan investasi awal, namun memberi keuntungan besar dalam manajemen program dan pembuatan keputusan.⁷

Bak air dan tempayan merupakan jenis kontainer yang umum digunakan oleh masyarakat setempat. Kedua jenis kontainer ini sering lebih berisiko menjadi tempat perindukan nyamuk dan lebih banyak menghasilkan pupa dibanding kontainer lain^{8,9} dan hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan dinding permukaan dalam kontainer.¹⁰ Dengan demikian, membandingkan ciri-ciri yang berbeda pada jenis kontainer yang sama fungsinya berguna untuk mempelajari kesukaan nyamuk pada jenis kontainer tertentu dengan ciri tertentu dan membandingkan produktivitas pupa di antara keduanya.

Selain ciri kontainer, sumber air di dalam kontainer juga dapat mempengaruhi kesukaan nyamuk untuk bertelur dan mempengaruhi produktivitas pupanya. Nyamuk *Aedes sp* lebih menyukai bertelur di kontainer berisi air hujan dan menghasilkan pupa lebih banyak dibanding air sumur/air ledeng.¹¹ Membandingkan kedua sumber air tersebut, selain dapat mengetahui perbedaan dalam hal kesukaan nyamuk mencari tempat perindukannya dan besar pupa yang dihasilkannya, juga diharapkan dapat lebih memahami dampak musim hujan terhadap kepadatan vektor nyamuk. Selain itu, karena suatu kontainer potensial menjadi tempat nyamuk bertelur, maka rumah

yang menggunakan kontainer dalam jumlah banyak akan meningkatkan kepadatan tempat perindukan nyamuk *Aedes sp.*

Penularan penyakit *dengue* yang dibawa oleh nyamuk *Aedes* sensitif terhadap iklim. Perubahan iklim dapat mempengaruhi kelangsungan hidup nyamuk, kepadatannya, perilakunya, juga berpengaruh terhadap replikasi virus *dengue* di dalam tubuh nyamuk.¹² Mengamati perubahan iklim terhadap insidensi DBD berguna untuk memperkirakan waktu sebelum penularan yang meningkat terjadi, sehingga dengan strategi pemberantasan vektor yang efektif, wabah/KLB DBD dapat dicegah.

Bahan dan Cara Penelitian

Jenis penelitian ini adalah observasional analitik dengan rancangan *cross sectional*. Pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan entomologis, spasial, dan temporal. Pendekatan entomologis dilakukan melalui survei pupa/demografi untuk menilai indeks pupa/orang dan indeks *Stegomyia*, sekaligus juga kontainer kunci dan premis kunci. Pendekatan spasial digunakan untuk memetakan hasil survei vektor untuk memperoleh deskripsi secara spasial menggunakan aplikasi SIG, sedangkan pendekatan temporal dilakukan dengan mengamati secara retrospektif perubahan iklim yang terjadi secara bulanan (suhu, kelembaban, curah hujan) dan insidensi DBD selama tiga tahun.

Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Batangkaluku bagian dari Kecamatan Somba Opu. Pemilihan lokasi dilakukan secara *purposive* dengan pertimbangan bahwa jumlah kasus DBD di Kelurahan Batangkaluku merupakan yang terbanyak dari seluruh desa/kelurahan di Kabupaten Gowa. Pada survei pupa/demografi, pupa *Ae. aegypti* dihitung, dibedakan dengan pupa *Ae. albopictus* dan pupa lain (jika ditemukan), dan tiap rumah yang diperiksa ditentukan titik koordinatnya menggunakan alat GPS di masing-masing rumah yang diperiksa, sehingga dalam peta akan tampak sebagai simbol titik.

Populasi penelitian adalah semua rumah yang berada di Kelurahan Batangkaluku. Premis rumah yang disurvei adalah rumah/bangunan yang berpenghuni, tidak tergenang air hujan, dan penghuni rumah bersedia rumahnya diperiksa. Penentuan besar sampel menggunakan kriteria Departemen Kesehatan¹³ dengan memperhitungkan asumsi bahwa indeks rumah (HI) di atas 5% dan jumlah rumah per RT < 150,

sehingga ditetapkan besar sampel 50 rumah per RT. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara *one stage cluster sampling* dengan dipilih tiga RW secara acak, kemudian seluruh RT dimasukkan ke dalam penelitian.

Berdasarkan jumlah pupa *Ae.aegypti* yang ditemukan dalam survei dan jumlah orang yang di-survei maka dapat ditentukan indeks pupa per orang. Nilai indeks ini dibandingkan dengan nilai ambang penularan yang ditentukan dengan memperhatikan suhu rata-rata tertinggi selama periode waktu amatan, dan tingkat seroprevalensi. Ambang penularan adalah batas atas jumlah pupa/orang yang menjamin penularan virus *dengue* sulit atau tidak terjadi sama sekali. Estimasi ambang penularan dihitung berdasarkan suhu rata-rata bulanan dengan suhu anomali/suhu ekstra dibanding fluktuasi biasanya dalam rentang waktu tertentu estimasi menggunakan tabel model introduksi per bulan.⁶ Untuk indeks *Stegomyia*, ditentukan besarnya nilai HI, CI, dan BI. *House index* adalah persentase rumah yang positif ditemukan larva; CI adalah persentase kontainer berisi air yang positif mengandung larva; BI adalah jumlah kontainer positif larva per 100 rumah.

Selain indeks pupa/orang, dalam survei pupa/demografi juga diidentifikasi kontainer kunci dan premis kunci. Kontainer kunci adalah beberapa jenis kontainer yang memiliki proporsi nilai ambang terbesar. Premis kunci adalah rumah-rumah yang dijumpai pupa dalam jumlah banyak (dibanding rumah-rumah lain di wilayah itu) dan cenderung produktif secara persisten.

Untuk melihat kemampuan indeks pupa/orang dan indeks *Stegomyia* dalam menilai risiko penular-

an, dilakukan uji korelasi masing-masing indeks dengan insidensi DBD di tiap RT selama setahun (Februari 2010-Januari 2011). Untuk melihat pola sebaran vektor, rumah positif larva, positif pupa, maupun yang tidak dijumpai vektor ditampilkan dipeta menggunakan simbol titik. Kecenderungan mengelompok diuji secara statistik menggunakan *tools ArcGIS* yaitu *Average Nearest Neighbor Distance*.

Perbedaan proporsi positif larva pada dua jenis kontainer yaitu bak semen-bak keramik, tempayan-tong air, kontainer air hujan-kontainer air sumur, diuji menggunakan uji *chi square*, dan perbedaan produktivitas pupa diuji dengan *mann-whitney test*. Setelah dilakukan klasifikasi rumah berdasarkan jumlah kontainer, dilakukan uji beda proporsi larva di antara rumah-rumah dengan jumlah kontainer banyak, sedang, dan sedikit, menggunakan uji *chi square*.

Data iklim (suhu, kelembaban, curah hujan) yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere Makassar digunakan untuk menguji korelasi faktor iklim dengan insidensi DBD selama tiga tahun (2008-2010). Faktor-faktor iklim yang diuji meliputi suhu udara rata-rata, suhu minimum rata-rata, suhu maksimum rata-rata, *range* suhu minimum-maksimum, kelembaban udara rata-rata, dan curah hujan, diuji menggunakan korelasi *pearson*, dengan tingkat kemaknaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Penilaian Indeks Entomologis

a. Ringkasan hasil survei pupa/demografi

Survei dilakukan di 496 rumah yang terbagi dalam 3 RW dan 11 RT. Hasil survei berdasarkan nilai indeks entomologis di tiap RT tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan hasil survei pupa/demografi di Kelurahan Batangkaluku

Lokasi	Rumah		Kontainer		Pupa		Indeks				
	Σ Rumah	Larva (+)	Σ	Larva (+)	Σ Pupa	Σ Orang	HI	CI	BI	pupa/org	
RW II:	RT 01	50	29	211	44	189	270	58	21	88	0,70
	RT 02	46	20	148	25	169	255	43	17	54	0,66
	RT 03	50	22	166	48	488	197	44	29	96	2,48
	RT 04	50	20	201	30	119	200	40	15	60	0,60
	RT 05	30	12	139	19	51	144	40	14	63	0,35
RW III:	RT 01	50	25	209	34	392	260	50	16	68	1,51
	RT 02	50	15	212	19	187	223	30	9	38	0,84
RW V:	RT 01	20	10	76	12	65	93	50	16	60	0,70
	RT 02	50	16	235	17	67	250	32	7	34	0,27
	RT 03	50	10	204	16	56	262	20	8	32	0,21
	RT 04	50	7	236	8	195	228	14	3	16	0,86
Total	496	186	2037	272	1978	2382					0,83

Tabel 1 memperlihatkan bahwa semua RT memiliki HI > 5% dan ada 7 (64%) memiliki BI > 50%. Untuk indeks pupa/orang, tingkat risiko penularan bergantung pada patokan nilai ambang penularan yang nilainya mempertimbangkan suhu lingkungan dan tingkat seroprevalensi.

b). Identifikasi Kontainer Kunci dan Premis Kunci
Berdasarkan hasil survei pupa/demografi diperoleh data jumlah pupa *Ae. aegypti* di masing-masing jenis kontainer pada Tabel 2.

RT, premis kunci ditemukan di 9 RT dengan jumlah pupa antara 38 – 185 pupa per kontainer.

c. Korelasi antara indeks entomologis dengan insidensi DBD

Berdasarkan nilai masing-masing indeks entomologis per RT dan angka insidensi per RT yang diperoleh dari perhitungan berdasarkan jumlah penderita DBD/tersangka DBD per RT serta jumlah jiwa per RT, maka dapat diuji besarnya korelasi diantara dua variabel tersebut menggunakan uji korelasi *Pearson*.

Tabel 2. Jenis-jenis kontainer di Kelurahan Batangkaluku dan kontribusinya terhadap ambang penularan

Jenis Kontainer	Sumber Air	Jumlah Kont.	Jumlah Pupa	Kont./ Premis	Pupa/ Kont.	Pupa/ Premis	Pupa/ Orang	Proporsi Nilai Ambang
Bak air: - Semen	sumur	72	900	6,54	12,50	81,82	0,38	0,88
	hujan	8	40	0,73	5,00	3,64	0,02	0,04
	sumur	132	140	12,00	1,06	12,73	0,06	0,14
- Keramik	hujan	2	142	0,18	71,00	12,91	0,06	0,14
	sumur	136	67	12,36	0,49	6,09	0,03	0,07
Tempat menyimpan air: - Tempayan	hujan	12	259	1,09	21,58	23,54	0,11	0,25
	sumur	162	44	14,73	0,27	4,00	0,02	0,04
- Tong air	hujan	4	12	0,36	3,00	1,09	0,01	0,01
	sumur	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ban karet	sumur	23	238	2,09	10,35	21,64	0,10	0,23
Kaleng cat (10-20L)	sumur	428	18	38,91	0,04	1,64	0,01	0,02
	hujan	11	41	1,00	3,73	3,73	0,02	0,04
Dispenser	kemasan	124	24	11,27	0,19	2,18	0,01	0,02
Ember lebar (10-20L)	sumur	537	24	48,82	0,04	2,18	0,01	0,02
	hujan	8	3	0,73	0,37	0,27	0,00	0,00
Ember kecil (< 10L)	sumur	317	0	28,82	0,00	0,00	0,00	0,00
	hujan	9	15	0,82	1,67	1,36	0,01	0,01
Plastik/kaleng bekas	sumur	6	0	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00
	hujan	15	2	1,36	0,13	0,18	0,00	0,00
Pot bunga	sumur	1	0	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
	hujan	14	1	1,27	0,07	0,09	0,00	0,00
Tempat minum burung	sumur	4	0	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00
	hujan	4	2	0,36	0,50	0,18	0,00	0,00
Drum (> 50L)	sumur	2	0	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
	hujan	3	0	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
Aquarium bekas	sumur	1	0	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
	hujan	1	0	0,09	8,00	0,73	0,00	0,01
Batok kelapa	sumur	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	hujan	1	0	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Total			1980				0,83	1,92

Hasil survei pupa/demografi menunjukkan bahwa proporsi terbesar pupa dijumpai pada kontainer bak semen, tempayan, dan ban karet, sehingga ketiga kontainer ini dianggap sebagai kontainer kunci. Penetapan suhu yang dipakai dalam penilaian nilai ambang didasarkan pada rata-rata suhu pada keadaan suhu ekstrim yaitu 29°C (suhu rata-rata tertinggi selama tahun 2008 – 2010), sehingga dengan asumsi tingkat seroprevalensi 33% diperoleh nilai ambang sebesar 0,43 pupa/orang (sesuai rujukan tabel penetapan nilai ambang dari Focks¹⁴). Dari 11

Tabel 3. Hasil uji korelasi *pearson* antara indeks entomologis dengan insidensi DBD per RT

Indeks vektor	Korelasi <i>Pearson</i>	P
HI	0,449	0,225
BI	0,843	0,004
CI	0,818	0,007
Pupa/orang	0,634	0,067

Tabel 3 memperlihatkan bahwa ada korelasi bermakna antara BI dan CI dengan insidensi DBD ($p < 0,05$). Berdasarkan nilai korelasi *pearson* diketahui bahwa baik BI maupun CI memiliki korelasi yang kuat. Sementara itu, HI maupun indeks pupa/

orang tidak memiliki korelasi bermakna dengan insidensi DBD ($p > 0,05$).

Perbandingan larva dan pupa pada kontainer-kontainer yang diuji

Pada penelitian ini, kontainer yang dibandingkan adalah bak semen-bak keramik, tempayan-tong air, kontainer air hujan-kontainer air sumur. Yang diuji adalah proporsi positif larva dan rata-rata jumlah pupa yang diroduksi pada masing-masing kontainer. Tabel 4 memperlihatkan perbedaan proporsi positif larva diantara tiga jenis kontainer. Baik tempayan maupun tong air terbuka (tidak memiliki penutup) tidak diuji karena jumlahnya hanya sedikit dibanding yang tertutup.

Tabel 4. Perbandingan positif larva di antara tiga jenis kontainer

Kontainer	Larva (+)	Larva (-)	X ²	P	PR (95% CI)
Bak semen	40	33	15,26	0,000	3,23 (1,699 - 6,150)
Bak keramik	36	96			
Tempayan (T)	31	93	33,40	0,000	23,00 (5,571 - 201,126)
Tong air (T)	2	138			
Kontainer air hujan	66	49	206,50	0,000	11,34 (7,479 - 17,228)
Kontainer air sumur	204	1718			

Ket. : T : tertutup

Tabel 4 memperlihatkan bahwa nyamuk *Aedes sp* cenderung lebih menyukai kontainer tertentu dengan ciri tertentu sebagai tempat perkembangbiakannya. Perbedaan proporsi positif larva antara bak semen yang kasar dan bak keramik yang licin diuji dengan *chi square* menunjukkan perbedaan bermakna ($X^2 = 15,26$; $p < 0,05$; $PR = 3,23$). Pada tempayan tertutup dan tong air tertutup ternyata ada perbedaan proporsi positif larva yang signifikan ($X^2 = 33,4$; $p < 0,05$; $PR = 23,0$). Proporsi positif larva antara kontainer air hujan dan kontainer air sumur juga berbeda bermakna ($X^2 = 206,5$; $p < 0,05$; $PR = 11,34$).

Selain banyaknya tempat perindukan nyamuk yang diketahui dari jumlah kontainer positif larva, kontainer juga dapat dinilai dari jumlah pupa yang dihasilkan. Hasil uji *Mann-Whitney* (data tidak berdistribusi normal), seperti terlihat pada Tabel 5, menunjukkan bahwa ada beda jumlah pupa *Ae. aegypti* yang bermakna antara bak air semen dengan bak air keramik ($p < 0,05$). Hasil uji pada kontainer air sumur dengan kontainer air hujan juga ada perbedaan jumlah pupa yang bermakna ($p < 0,05$). Namun perbedaan ini terjadi bila semua pupa dihitung, yaitu termasuk pupa *Ae. Albopictus*. Perbedaan kontainer

tempayan dan tong air tertutup tidak diuji karena pada tong air tertutup tidak dijumpai pupa.

Berdasarkan jumlah kontainer per rumah, masing-masing rumah dikategorikan banyak bila memiliki > 6 kontainer, sedang bila memiliki 3-5 kontainer, dan sedikit bila memiliki < 2 kontainer. Masing-masing rumah mempunyai variasi jumlah kontainer antara 1-13 kontainer per rumah.

Tabel 6 menunjukkan bahwa ada perbedaan bermakna antara rumah-rumah dengan jumlah kontainer banyak dengan yang jumlah kontainer sedikit ($X^2 = 14,80$; $p < 0,05$; $PR = 2,46$). Proporsi antara rumah-rumah dengan jumlah kontainer sedang dengan yang jumlah kontainer sedikit juga ada perbedaan bermakna ($X^2 = 10,86$; $p < 0,05$; $PR = 2,03$).

Tabel 5. Perbandingan produktivitas pupa antara dua jenis kontainer

Jenis Kontainer	n	Mean ± SD	P
Bak air semen	34	26,47 ± 41,15	0,001
Bak air keramik	21	6,67 ± 7,10	
Kontainer air hujan	46	21,76 ± 34,25	0,695* (0,020**)
Kontainer air sumur	87	13,59 ± 27,70	

*tanpa *Ae.albopictus*; **dengan *Ae.albopictus*

Tabel 6. Perbandingan positif larva menurut jumlah kontainer per rumah

Jumlah kontainer	Larva (+)	Larva (-)	X ²	p	RR (95% CI)
Banyak	44	49	14,80	0,000	2,46 (1,488 - 4,068)
Sedang	127	198	10,86	0,001	2,03 (1,437 - 5,311)
Sedikit	15	63			

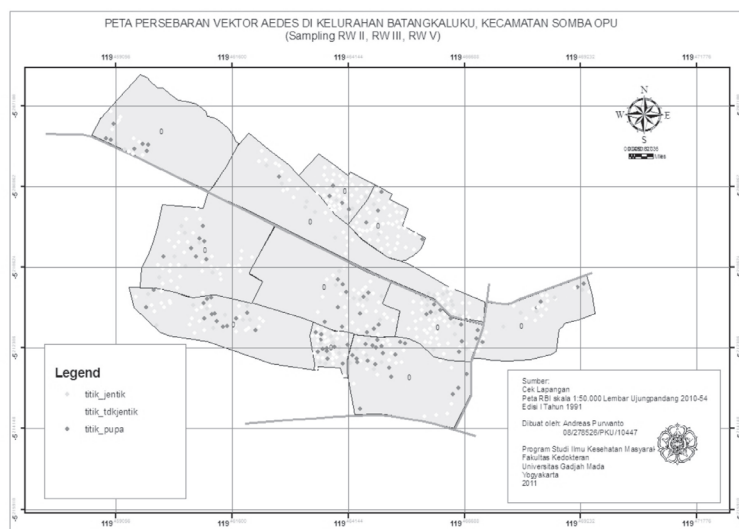
3. Pemetaan sebaran vektor *Ae. Aegypti* dan penderita DBD

Identifikasi posisi rumah berdasarkan titik koordinat (^oBT; ^oLS) dan memindahkannya ke dalam sebuah peta menghasilkan titik-titik rumah yang tersebar dalam peta. Titik tiap rumah dibedakan berdasarkan keberadaan larva, pupa, dan premis kunci (rumah dengan pupa banyak sekali). Rumah dengan kontainer positif pupa juga dijumpai larva

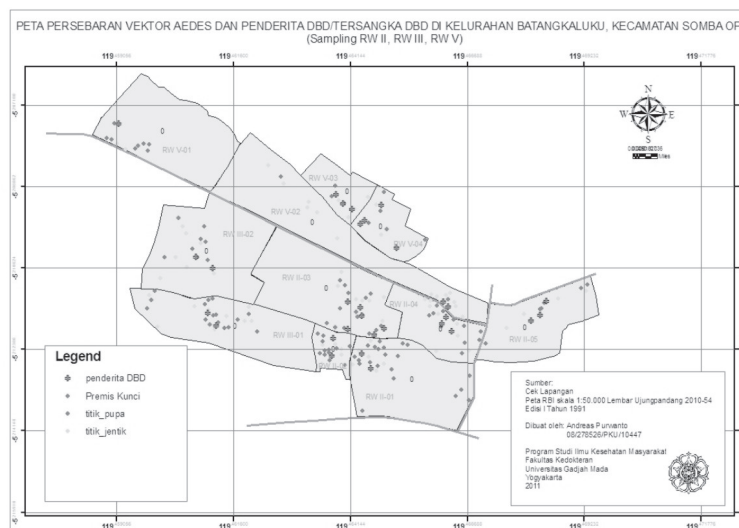
Gambar 1 memperlihatkan bahwa penyebaran rumah-rumah positif pupa bervariasi di tiap RT, antara 2 rumah (RW V/RT 02) hingga 23 rumah (RW II/RT 01). Melalui tampilan titik-titik rumah yang negatif pupa/larva, tampak bahwa rumah yang positif pupa *Ae. aegypti* cenderung mengelompok, terutama terlihat di RW II (RT 01, 02, dan 04) dan RW III (RT 01). Rumah yang hanya positif larva tampak cenderung berdekatan dengan rumah yang positif pupa. Hasil uji menggunakan *tools* ArcGIS yaitu *Average Nearest Neighbor Distance*, menunjukkan adanya *clus-*

tering titik pupa dengan nilai $z=-7,32$ dan nilai $p < 0,05$ (Gambar 3). Premis kunci tidak selalu berada dekat dengan titik-titik pupa yang mengelompok.

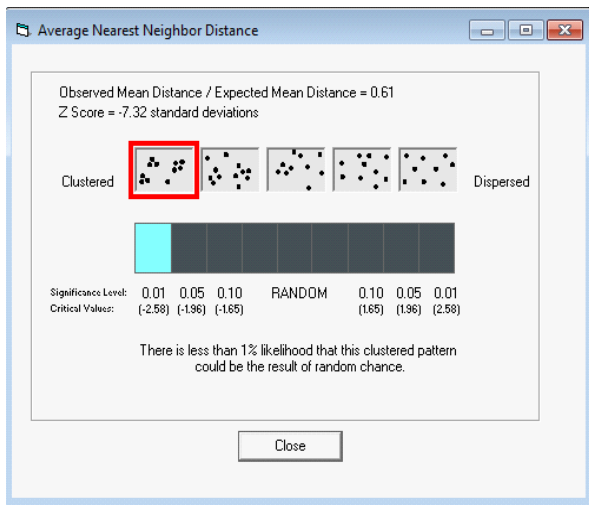
Persebaran penderita DBD, yang diplot bersama persebaran larva/pupa (Gambar 2) memperlihatkan bahwa titik-titik penderita DBD berada dekat dengan titik-titik pupa yang mengelompok. Pada premis kunci yang tidak berdekatan dengan kerumunan titik pupa tampak tidak dijumpai penderita DBD, walaupun premis kunci memiliki banyak sekali pupa.



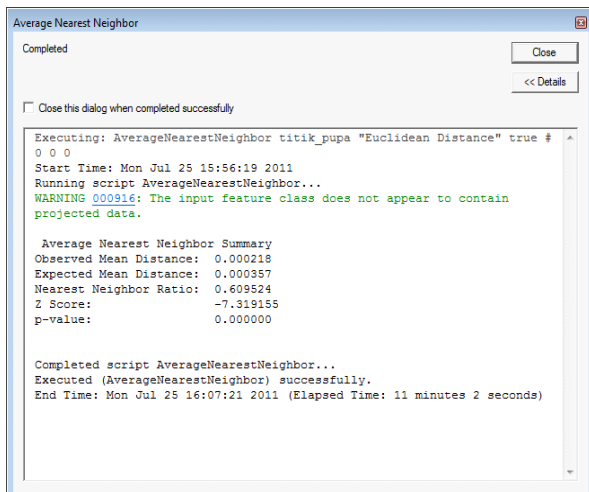
Gambar 1. The spread map of pupae positive houses, larvae positive houses, pupae/larvae negative houses in Batangkaluku, Februari 2011



Gambar 2. The spread map of pupae positive houses, larvae positive house, and DHF patients's houses in Batangkaluku during 2010



Gambar 3a. Hasil *output average nearest neighbor*

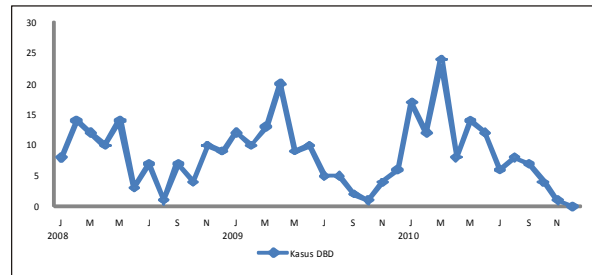


Gambar 3b. Hasil *output average nearest neighbor distance*

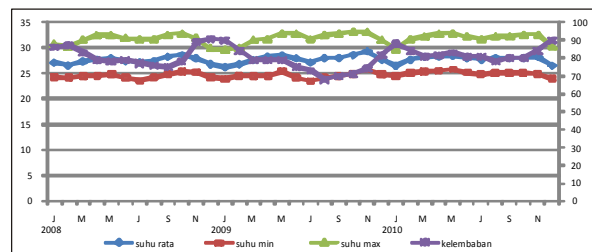
4. Faktor-faktor iklim dan insidensi DBD

Variasi temporal iklim dan kasus DBD ditunjukkan dalam Gambar 4 (a,b,c), terlihat iklim dan kasus DBD mengikuti pola siklik. Suhu tampak mempunyai dua puncak dalam setahun yaitu pada bulan April-Mei dan bulan Oktober-November. Suhu udara berada

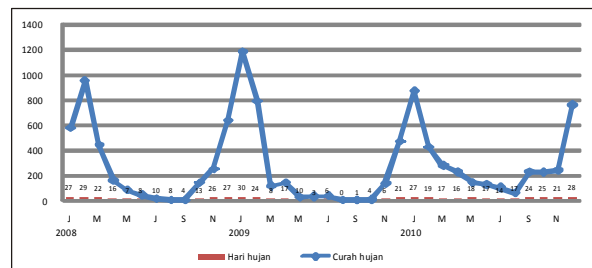
pada rentang antara 23,5°C hingga 32,2°C, dengan suhu rata-rata antara 26,2°C – 29,3°C (*mean* 27,75 ± 0,71°C), suhu minimum antara 23,5°C – 25,8°C (*mean* 24,65 ± 0,57°C), suhu maksimum antara 29,6°C – 33,2°C (*mean* 31,85 ± 1,02°C), dan *range* suhu antara 5,2°C – 8,6°C (*mean* 7,20 ± 0,86°C), seperti terlihat pada Tabel 7.



Gambar 4a. Jumlah kasus DBD selama tahun 2008 - 2010



Gambar 4b. Fluktuasi bulanan iklim selama tahun 2008 - 2010



Gambar 4c. Fluktuasi curah hujan dan hari hujan selama tahun 2008-2010

Tabel 7. Karakteristik iklim dan hubungannya dengan insidensi DBD di Kelurahan Batangkaluku rentang tahun 2008-2010

	Suhu				Kelembaban rata-rata (%)	Curah hujan (mm)
	Rata-rata	Min	Max	Range		
Terendah	26,2	23,5	29,6	5,2	68	0
Tertinggi	29,3	25,8	33,2	8,6	91	1182
Mean ± SD	27,75 ± 0,71	24,65 ± 0,57	31,85 ± 1,02	7,20 ± 0,86	80,39 ± 5,67	275,28 ± 311,01
Korelasi Pearson	0,123 (p=0,473)	0,114 (p=0,508)	0,253(p=0,137)	0,375(p=0,024)	0,324(p=0,054)	0,276(p=0,103)

Suhu paling hangat terjadi di bulan Oktober (2008) dan November (2009) yaitu 28,7°C dan 29,3°C, bersamaan dengan memasuki permulaan musim hujan, kecuali di tahun 2010 tidak terjadi peningkatan suhu ekstrim pada bulan yang sama. Pada grafik tampak bahwa setelah suhu ekstrim diikuti oleh penurunan suhu, dan kemudian pada bulan selanjutnya terjadi peningkatan kasus DBD bersamaan dengan peningkatan suhu rata-rata secara terus-menerus selama beberapa bulan. Pada curah hujan yang tinggi, rentang suhu rata-rata cenderung semakin sempit, dan sebaliknya, pada musim kemarau rentang suhu semakin lebar.

Curah hujan dan kelembaban memiliki pola yang hampir sama, yaitu mulai meningkat di akhir tahun hingga mencapai puncak pada awal tahun berikutnya, dan selanjutnya mengalami penurunan. Setelah musim kemarau berakhir, terjadi peningkatan curah hujan yang cukup banyak (menandai awal memasuki musim hujan), namun tidak disertai peningkatan kasus DBD. Peningkatan kasus DBD yang cukup tinggi terjadi 1-2 bulan sesudahnya. Hal ini terjadi di tahun 2008-2009, namun tidak terjadi di tahun 2010. Jumlah kasus DBD pada musim hujan lebih banyak dibanding musim kemarau. Sesudah curah hujan yang sangat tinggi (bulan Februari 2008, Januari 2009, dan Januari 2010) diikuti oleh penurunan jumlah kasus DBD. Pada Tabel 7, hasil uji korelasi *Pearson* antara suhu rata-rata, suhu minimum, suhu maksimum, kelembaban rata-rata, curah hujan dengan insidensi DBD tidak menunjukkan adanya hubungan ($p > 0,05$). Sementara, hubungan antara rentang suhu minimum-maksimum rata-rata bulanan menunjukkan adanya hubungan bermakna ($r = - 0,375$; $p < 0,05$).

Pembahasan

Survei pupa/demografi merupakan sebuah pendekatan yang relatif baru dalam program pengendalian penyakit *dengue*. Melalui survei ini, akan diketahui nilai indeks pupa/orang dan juga jenis kontainer yang banyak memproduksi pupa yang disebut kontainer kunci. Identifikasi kontainer kunci akan mengarahkan pada PSN bertarget untuk jenis kontainer tertentu sehingga diharapkan upaya pemberantasan vektor lebih efektif dan efisien.

Focks¹⁵ menyebutkan bahwa indeks pupa/orang merupakan indeks yang dapat diandalkan dalam menilai risiko penularan karena memperhitungkan

jumlah pupa *Ae. aegypti* yang secara tidak langsung berkaitan dengan jumlah nyamuk dewasa dan juga memperhitungkan faktor suhu serta imunitas *herd*, namun hal tersebut perlu dibuktikan ketelitiannya. Secara logika, bila suatu indeks vektor menilai bahwa suatu wilayah memiliki risiko tinggi penularan DBD, maka jumlah kasus DBD di wilayah tersebut lebih banyak daripada wilayah dengan risiko penularan rendah. Selain indeks pupa/orang, indeks *stegomyia* berupa HI, CI, dan BI sudah lebih dulu dan lebih umum dipakai ketimbang indeks pupa/orang karena lebih praktis digunakan.

Hasil uji korelasi menunjukkan korelasi positif bermakna antara BI dengan IR DBD bahwa semakin besar nilai BI, cenderung akan semakin besar nilai IR DBD. Angka R sebesar 0,83 menunjukkan bahwa korelasi/hubungan antara BI dengan IR DBD adalah kuat. Angka R *square* atau koefisien determinasi sebesar 0,687 mengandung arti bahwa 68,7% variasi dari IR DBD bisa dijelaskan oleh variasi dari nilai BI, sedangkan sisanya (31,3%) dijelaskan oleh sebab yang lain. *Breteau index* (BI) dinilai lebih baik dari indeks *Stegomyia* yang lain (HI, CI) karena memperhitungkan rumah dan kontainer dalam penilaiannya sehingga menggambarkan penyebaran vektor dan kontainer yang produktif vektor.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks pupa/orang tidak berkorelasi dengan IR DBD. Hal ini terjadi karena walaupun penghitungan jumlah pupa dapat memperkirakan kepadatan nyamuk dewasa di suatu wilayah, namun indeks ini tidak dapat menggambarkan penyebaran vektor karena tidak menilai jumlah rumah yang positif larva/pupa. Keberadaan premis kunci dengan jumlah pupa dominan juga mengakibatkan distribusi jumlah pupa per rumah tidak merata. Hasil survei menunjukkan bahwa ada wilayah dengan jumlah rumah positif pupa sedikit namun dinilai memiliki risiko tinggi penularan karena hanya satu rumah mampu memproduksi pupa dalam jumlah besar.

Hasil pemetaan rumah-rumah positif larva/pupa dan rumah penderita DBD memperlihatkan bahwa lokasi penderita DBD berada dekat/di sekitar kerumunan rumah-rumah yang positif larva/pupa. Hal ini menandakan bahwa nyamuk *Aedes sp* menggigit dan menularkan virus *dengue* tidak jauh dari tempat perkembangbiakannya. Walaupun pada premis kunci dijumpai vektor nyamuk dalam jumlah besar, namun bila letak premis kunci terpisah/tidak berada

dekat kerumunan rumah positif pupa/larva, maka tampak tidak dijumpai penderita DBD. Hal ini penyebab tidak adanya korelasi antara indeks pupa/orang dengan IR DBD.

Meskipun kontainer tersebar di seluruh wilayah RT/RW, namun persebaran rumah positif pupa tidak merata, melainkan cenderung mengelompok (membentuk *cluster*). Terjadinya *clustering* ini berkaitan dengan jarak terbang nyamuk yang terbatas dalam perilaku mencari darah manusia dan mencari tempat perindukannya. Trpis & Hausemann¹⁶ menemukan bahwa 60% nyamuk yang tertangkap berada dalam radius 50 meter dari tempat mereka dilepaskan dari tempat perkembangbiakannya.

Rumah di wilayah penelitian umumnya tersusun padat dengan jarak antar rumah 0-3 meter dan memiliki halaman di bagian depan/belakang antara 0-5 meter. Antara RW II/RT 02 dan RW III/RT 01, serta RW V/RT 01 dan RW V/RT 02 dipisahkan sebagian oleh sawah yang luasnya < 1 Ha, sementara pada RW II/RT 01 dan RW II/RT05 terdapat kolam rawa. Fulmali *et al.*¹⁷ meneliti bahwa rumah padat memiliki risiko tinggi untuk menjadi tempat perindukan nyamuk *Ae.aegypti* (OR= 65,9; 95%CI= 8,35-519,19; $p < 0,001$). Di wilayah penelitian, proporsi rumah dengan kontainer positif (larva/pupa) juga cukup tinggi yaitu 37,5%.

Nyamuk *Ae.aegypti* betina memerlukan kontainer berisi air jernih sebagai tempat perkembangbiakannya. Oleh karena itu, banyaknya kontainer di tiap rumah dapat meningkatkan tempat perkembangbiakan vektor tersebut. Getis *et al.*¹⁶ menemukan adanya kecenderungan rumah untuk mengandung pupa dan nyamuk lebih banyak jika memiliki kontainer lebih banyak ($r = 0,615$; $p < 0,05$).

Bak semen memiliki proporsi positif larva dan produktivitas pupa yang lebih besar dibanding bak keramik. Hal ini terjadi karena dinding bak semen yang kasar dapat membantu nyamuk betina dalam mengatur posisinya sewaktu bertelur dan dinding yang kasar diperlukan untuk melekatkan telur.¹⁰ Bila dinding licin, nyamuk tidak dapat berpegangan erat dan tidak dapat mengatur posisi tubuhnya dengan baik sehingga telur disebarkan pada permukaan air. Selain itu, telur sulit melekat pada dinding yang licin sehingga jatuh di permukaan. Telur yang tersebar pada permukaan air tersebut sebagian besar tenggelam dan hanya 20% yang menetas karena embrio mati terendam air sebelum embrio tersebut matang.

Tempayan tertutup lebih banyak dijumpai larva dibanding tong air tertutup. Hal ini dikarenakan volume tempayan lebih kecil dari tong air sehingga lebih sering dibuka-tutup karena air lebih cepat habis. Jeda waktu yang cukup lama untuk menutup kembali memungkinkan nyamuk masuk ke dalam tempayan dan bertelur. Keadaan kontainer yang tertutup nyamuk *Ae. aegypti* juga secara aktif mencari celah sempit antara penutup dengan bibir tempayan untuk masuk dan bertelur.¹¹

Pada kontainer air hujan dijumpai proporsi positif larva dan produktivitas pupa yang lebih banyak dibanding kontainer air sumur. Air hujan di dalam kontainer dapat terisi oleh debu maupun kotoran. Chen *et al.*¹⁸ berhasil mengisolasi paling sedikit sembilan spesies bakteri pada container yang berisi air hujan, sedangkan pada kontainer yang berisi air ledeng tidak ditemukan satupun spesies bakteri. Bakteri dan spora jamur merupakan makanan bagi larva, sehingga larva tidak dapat hidup walaupun zat gizi lainnya tersedia.¹⁰

Suhu udara diakui berpengaruh terhadap kelangsungan hidup nyamuk. Hubungan dengan variabel suhu yang berbeda menunjukkan insidensi DBD cenderung meningkat dengan semakin sempitnya rentang suhu (ditandai oleh hubungan negatif bermakna dengan rentang suhu), mengindikasikan bahwa nyamuk *Aedes sp* mempunyai daya tahan hidup dan kemampuan infeksi yang baik pada variasi suhu yang tidak terlalu besar sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap fungsi fisiologis nyamuk.

Suhu minimum rata-rata bulanan tidak berkorelasi dengan insidensi DBD, berbeda dengan penelitian Promprou *et al.*¹² didapat suhu minimum rata-rata lebih rendah serta variasi/rengang suhu minimum yang lebih lebar ($22,21 \pm 1,57^\circ\text{C}$) dibanding penelitian ini ($24,65 \pm 0,57^\circ\text{C}$), sehingga fungsi fisiologis nyamuk tergantung pada suhu minimum optimal.

Setelah suhu rata-rata bulanan mencapai nilai ekstrim di bulan Oktober 2008 dan November 2009, peningkatan suhu terus-menerus di bulan selanjutnya menyebabkan peningkatan kasus lebih tinggi dari bulan yang lain. Suhu ekstrim ini nampaknya menjadi semacam pemicu untuk terjadinya peningkatan insidensi di bulan berikutnya. Hal ini tampak pada bulan November/Desember 2010 tidak terjadi suhu ekstrim, dan insidensi DBD pun rendah, walaupun berada di musim hujan dengan jumlah hari hujan yang cukup banyak. Alasan adalah pada suhu yang lebih hangat umur nyamuk menjadi lebih panjang¹⁹ dan replikasi

virus dalam tubuh nyamuk jadi lebih cepat²⁰, juga siklus gonotropik menjadi lebih pendek sehingga nyamuk lebih sering bertelur.⁶ Bersamaan dengan mulainya musim hujan, maka populasi nyamuk *Aedes* dapat meningkat tajam.

Kesimpulan

Indeks pupa/orang tidak berkorelasi dengan insidensi DBD, demikian juga dengan HI, sedangkan BI dan CI memiliki korelasi positif bermakna dengan insidensi DBD. Sebaran pupa *Ae. aegypti* tidak merata, melainkan cenderung mengelompok (membentuk *cluster*). Ada beda proporsi positif larva antara bak air semen dengan bak air keramik, tempayan tertutup dengan tong air tertutup, dan kontainer air sumur dengan kontainer air hujan. Juga ada perbedaan produktivitas pupa antara bak air semen dengan bak air keramik ($p < 0,05$), dan antara kontainer air sumur dengan kontainer air hujan ($p < 0,05$).

Ada korelasi antara *range* suhu minimum-maksimum rata-rata bulanan dengan insidensi DBD ($r = -0,375$; $p < 0,05$). Tidak ada korelasi antara suhu rata-rata, suhu minimum, suhu maksimum, kelembaban rata-rata, dan curah hujan dengan insidensi DBD ($p > 0,05$).

Kepustakaan

1. Departemen Kesehatan. Pencegahan dan Pemberantasan Demam Berdarah Dengue oleh Juru Pemantau Jentik. Ditjen PP & PL Departemen Kesehatan RI, Jakarta, 2005.
2. Ishak H, Miyagi I, Toma T, Kamimura K. Breeding habitats of *Aedes aegypti* (L) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Villages of Barru, South Sulawesi, Indonesia. *Southeast Asian Journal Tropical Medicine Public Health*, 1997;28(4): 844-50.
3. Hasyimi M, Harmany N, Pangestu. Tempat-tempat terkini yang disenangi untuk perkembangan vektor demam berdarah *Aedes* sp. *Media Litbang Kesehatan*, 2009;19(2):71-6.
4. Focks DA, Alexander N. Multicountry study of *Aedes aegypti* pupal productivity survei methodology: Findings and recommendations. *Dengue Bulletin*, 2007;31:192-8.
5. Focks DA, Chadee DD. Pupal survei: an epidemiologically significant surveillance method for *Aedes aegypti*; an example using data from Trinidad. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1997; 56(2):159-67.
6. Focks DA, Brenner RJ, Hayes J, Daniels E. Transmission thresholds for dengue in term of *Aedes aegypti* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2000;62(1):11-8.
7. Morrison AC, Zielinski-Gutierrez E, Scott TW, Rosenberg R. Defining challenges and proposing solutions for control of the virus vektor *Aedes aegypti*. *PLoS Medicine*, 2008;5(issue 3):e68.
8. Focks DA, Bangs MJ, Church C, Juffrie M, Nalim S. Transmission threshold and pupal/demographic surveis in Yogyakarta, Indonesia for developing a dengue control strategy based on targeting epidemiologically significant types of water-holding kontainers. *Dengue Bulletin*, 2007;31:83-130.
9. Aldstadt J, Koenraadt CJM, Fansiri T, Kijchalao U, Richardson J, Jones JW, Scott TW, Ecological Modeling of *Aedes aegypti* (L) Pupal Production in Rural Kamphaeng Phet, Thailand. *PLoS Medicine*, 2011;5(issue 1):e940.
10. Sungkar S. Bionomik *Aedes aegypti*, vektor Demam Berdarah Dengue. *Majalah Kedokteran Indonesia*, 2005;55(4): 384-89.
11. Strickman D, Kittayapong P. Dengue and its vektors in Thailand: Calculated transmission risk from total pupal counts of *Aedes aegypti* and association of wing-length measurements with aspects of the larval habitat. *Am.J.Trp.Med.Hyg.* 2003;68(2): 209-217.
12. Promprou S, Jaroensutasinee M, Jaroensutasinee K. Climatic factors affecting Dengue Haemorrhagic Fever Incidence in Southern Thailand. *Dengue Bulletin*, 2005;29:41-48
13. Departemen Kesehatan. Pedoman survei entomologi demam berdarah dengue. Cetakan 2. Ditjen PP & PL Departemen Kesehatan RI, Jakarta, 2002.
14. Focks DA. Multicountry study of *Aedes aegypti* pupal productivity survei methodology: Findings and recommendations. UNICEF/UNDP/World Bank/World Health Organization Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR). Gainesville, Florida, USA, 2006.
15. Focks DA. A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vektors. UNICEF/UNDP/World Bank/World Health Organization Special Programme for Research and

- Training in Tropical Diseases (TDR). Gainesville, Florida, USA, 2003.
16. Getis A, Morrison AC, Gray K, Scott TW. Characteristics of the spatial pattern of the dengue vektor, *Aedes aegypti*, in Iquitos, Peru. *Am.J. Trop.Med.Hyg.* 2003;69(5):494-505.
 17. Fulmali PV, Walimbe A, Mahadev PVM. Spread, establishment and prevalence of dengue vector *Aedes aegypti* (L.) in Konkan region, Maharashtra, India. *Indian J. Med. Res.* 2008;127:589-601.
 18. Chen CD, Nazni WA, Seleena B, Moo JY, Azizah M, Lee HL. Comparative oviposition preferences of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (L.) to water from storm water drains and seasoned tap water. *Dengue Bulletin.* 2007;31:124-30.
 19. Thu HM, Aye KM, Thein S, The effect of temperature and humidity on dengue virus propagation in *Aedes aegypti* mosquitos. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 1998; 29(2): 280-84
 20. Rohani A, Wong YC, Zamre I, Lee HL, Zurainee MN. The effect of extrinsic incubation temperature on development of dengue serotype 2 and 4 viruses in *Aedes aegypti* (L.). *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 2009;40(5): 942-50.