

**PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP PERKEMBANGAN  
PRADEWASA, DAYA TAHAN, JANGKA HIDUP, FEKUNDITAS, DAN  
SIKLUS GONOTROFIK NYAMUK *ANOPHELES*, VEKTOR PENYAKIT  
MALARIA DI INDONESIA**

(Effect of Temperatures on Pre-Adult Development and Gonotrophic Cycle of  
*Anopheles aconitus* (Diptera: Culicidae), Malaria Vector in Indonesia)

**Upik Kesumawati Hadi Dwi Jayanti Gunandini, Susi Soviana  
Sugiarto**

Bagian Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, Departemen Ilmu Penyakit  
Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, FKH IPB

**ABSTRAK**

Siklus gonotrofik dan perkembangan pradewasa *Anopheles aconitus* telah diteliti di laboratorium. Sebanyak 50 ekor *A. aconitus* dewasa berumur empat hari yang terdiri dari 25 jantan dan 25 ekor betina dipelihara di insektarium Entomologi FKH IPB pada suhu kamar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari satu generasi nyamuk mampu melewati masa gonotrofik sebanyak delapan kali. *Anopheles aconitus* betina kenyang darah mulai bertelur pada hari kedua dan selesai pada hari keempat. Rata-rata jumlah telur yang dihasilkan 38 butir, menetas paling cepat dalam waktu satu hari dan paling lama setelah lima hari. Panjang periode L1 rata-rata selama 3,4 hari, L2 3 hari, L3 3 hari dan L4 3,9 hari dan dari stadium pupa hingga eklosi menjadi dewasa membutuhkan waktu 1,25-1,5 hari. Rata-rata total waktu yang diperlukan dari telur hingga dewasa adalah 17,97 hari. Pemeliharaan dan perkembangan pradewasa juga diamati enam suhu yang berbeda yaitu 18°, 21°, 24°, 27°, 30° dan 33°C, setiap perlakuan diulang tiga kali, pada *environmental chamber*. Pengamatandilakukan setiap 12 jam sekali sejak periode telur hingga dewasa. Pada berbagai tingkat suhu terlihat makin tinggi suhu maka panjang periode pada setiap stadium semakin singkat dan sebaliknya. Periode perkembangan dari mulai telur hingga eklosi menjadi nyamuk dewasa pada masing-masing suhu adalah 27,11 hari pada suhu 18°C, 20,11 hari (21°C), 17,32 hari (24°C), 15,70 hari (27°C), 11,83 hari (30°C), dan 10,34 hari (33°C). Tahapan paling rawan dalam perkembangan nyamuk *An. aconitus* adalah tahapan larva, khususnya L1 dan L2 yang menunjukkan angka kematian tertinggi atau daya tahan hidup yang rendah dibandingkan stadium lainnya.

Kata kunci: Suhu, pradewasa, dewasa, *Anopheles aconitu*.

**ABSTRACT**

Gonotrophic cycle and pre-adult development of *Anopheles aconitus*, malaria vector were examined in the laboratory. Fifty mosquitoes out 25 females and 25 males were reared under ambient temperature in insectarium of Medical Entomology, Faculty of Veterinary Medicine, Bogor Agricultural University, Bogor. The result showed that from one generation, the mosquito pass through eight gonotrophic cycles. The blood-fed of *Anopheles aconitus* laid their eggs on the second and the fourth days after blood feeding. The average number of egg laid was 38 eggs, and developmental period of eggs was one to five days from oviposition to hatch. The average length periods of each larval instar and pupa were 3,4 days for L1, 3 days for L2, 3 days for L3, 3,9 days for L4, and 1,25-1,5 days for pupal period. Total time needed for the development from egg period to adult was 17,97 days in ambient temperature. Pre-adult development of the mosquito was also reared under six different temperatures, i.e. 18°, 21°, 24°, 27°, 30° dan 33°C, in

*environmental chamber*. Observation was done every 12 hours from period of eggs to adult. The result showed that development period shortened with increase of temperature, and it required 27,11 at 18°C, 20,11 days at 21°C, 17,32 days at 24°C, 15,70 days at 27°C, 11,83 days at 30°C, and 10,34 days at 33°C. The critical development of *An. aconitus* was larval period, especially on L1 and L2 that showing the highest mortality or the lowest of survival rate compared other stadium.

Keywords: Temperature, pre-adult, adult, *Anopheles aconitus*.

## PENDAHULUAN

Malaria merupakan satu di antara permasalahan kesehatan masyarakat yang masih menjadi prioritas sebagai penyakit yang menjadi perhatian serius bagi Departemen Kesehatan Indonesia (DEPKES 2008). Malaria dapat menyebabkan kematian pada bayi, balita dan ibu hamil, serta dapat menurunkan produktifitas kerja. Indonesia termasuk negara dengan transmisi malaria yang tinggi, terutama di daerah luar Jawa, Madura dan Bali (Lien *et al.* 1975, Joshi *et al.* 1977). Perubahan bioekologi vektor mempunyai korelasi positif terhadap meningkatnya kasus malaria di dunia. Sampai saat ini Indonesia belum mempunyai data base mengenai bioekologi vektor secara komprehensif. Pemanasan muka bumi (*global warming*) diduga juga mempunyai andil dalam peningkatan kasus penyakit, khususnya malaria (Myers *et al.* 2000, Schreiber 2001). Untuk menghitung dan menganalisis sejauh mana pengaruh pemanasan global terhadap peningkatan malaria di Indonesia diperlukan data detail tentang nyamuk malaria yang menjadi vektornya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap perkembangan stadium pradewasa (larva instar 1,2,3,4 dan pupa) dan dewasa nyamuk *Anopheles aconitus* yang meliputi *survival*, *longevity*, *fecundity* dan siklus gonotrofik pada berbagai tingkat suhu.

Data yang diperoleh pada penelitian ini dapat digunakan sebagai *base data* dalam penyusunan model penularan malaria di Indonesia dan bisa digunakan dalam menghitung dan membuat analisis dampak perubahan iklim global terhadap penyebaran malaria, maka penelitian tentang bioekologi untuk *Anopheles aconitus* ini sangat diperlukan.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Insektarium, Bagian Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilaksanakan selama enam bulan, mulai Mei 2009 sampai dengan November 2009.

### Perkembangan Nyamuk pada Suhu Kamar

Rearing nyamuk *Anopheles aconitus* dilakukan selama tiga bulan, sampai dihasilkannya koloni nyamuk dewasa dan pradewasa pada suhu kamar (24-26 °C) dengan jumlah banyak. Sebanyak 50 nyamuk *Anopheles aconitus* (25 jantan dan 25 betina) strain Salatiga dipelihara di Insektarium, Bagian Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.

Nyamuk dewasa diberi 10% larutan sukrosa *ad libitum* dan secara periodik diberi makan darah berupa umpan marmot. Di dalam kandang nyamuk juga disediakan pendil dari tanah liat dan diisi air filtrasi sepertiganya untuk tempat bertelur nyamuk. Setiap siklus, telur dipanen pada hari keempat sejak pemberian darah marmot. Telur hasil panen dari setiap siklus dipelihara pada bak-bak perbanyakkan larva yang diisi air filtrasi. Larva instar 1 dan 2 diberi makanan berupa campuran tepung hari ayam, dog food dan ragi sebanyak satu takaran seberat 1 mg, sedangkan untuk larva instar 3 dan 4 diberi makanan 2 mg setiap hari. Stadium pupa dikumpulkan di dalam gelas plastik berisi air kemudian dimasukkan kedalam kandang nyamuk dewasa. Setelah dewasa nyamuk ini diberi makan darah marmot secara berulang hingga kenyang. Jumlah telur yang dihasilkan oleh nyamuk kenyang darah pada setiap gonotrofik diamati dan ditetaskan kembali, serta pengamatan periode setiap stadium juga dilakukan hingga siklus terakhir yang dapat diamati.

### **Pemeliharaan Pradewasa Nyamuk pada Berbagai Suhu**

Penelitian dilakukan di dalam *environmental chamber*, dengan enam suhu yang berbeda yaitu 18°, 21°, 24°, 27°, 30° dan 33°C, setiap perlakuan diulang tiga kali dengan rancangan acak lengkap. Setiap unit percobaan 20 butir telur. Setiap ulangan terdiri dari 10 pengamatan (gelas plastik) yang ditempatkan di baki plastik. Gelas plastik yang digunakan berukuran 8,5 x 7 cm, diisi dengan air sebanyak 100 ml. Perkembangan telur dan pradewasa diamati setiap 12 jam sekali sampai menjadi dewasa. Selain periode perkembangan dalam setiap stadium, diamati juga persentase kematiannya dan keberhasilannya.

### **Analisis Data**

Data pada penelitian ini akan dianalisis secara deskriptif dan statistik menggunakan anova. Anova (uji F) digunakan untuk mengkaji perbedaan pengaruh temperatur terhadap perkembangan pradewasa dan dewasa nyamuk. Jika hasil anova menunjukkan beda nyata, maka dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test*.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Perkembangan Nyamuk *Anopheles Aconitus***

Hasil penelitian pada suhu kamar di insektarium (24 - 26 °C) menunjukkan bahwa nyamuk *Anopheles aconitus* betina akan bertelur pertama kali pada hari kedua setelah kenyang darah dan akan bertelur kembali pada hari keempatnya. Hasil ini konsisten sama pada seluruh (delapan) siklus gonotrofik yang dapat teramati dari kelompok nyamuk yang sama. Jumlah telur yang dihasilkan lebih banyak pada hari kedua dibandingkan dengan hari keempat. Rata-rata telur yang dihasilkan pada hari kedua sebanyak 345,38 butir sedangkan pada hari kedua tidak satu ekorpun yang bertelur, dan pada hari keempat sebanyak 153,75 butir (Tabel 1). Dengan kata lain, telur yang dihasilkan pada hari kedua 44,52 % lebih banyak dibanding hari keempat. Setelah hari keempat tidak terjadi proses oviposisi telur. Berdasarkan jumlah telur yang dihasilkan dari 25 nyamuk *Anopheles aconitus* betina pada siklus gonotrofik 1 (sebanyak 957 butir), dapat

diartikan bahwa setiap nyamuk betina mampu menghasilkan rata-rata 38 butir telur. Barodji *et al.* (1985) melaporkan setiap nyamuk betina *Anopheles aconitus* dapat menghasilkan 2-168 butir. Jumlah telur (fekunditas) yang dihasilkan dari setiap ekor nyamuk betina tergantung dari volume darah yang dihisap, semakin banyak volume darah yang dihisap, semakin banyak pula telur yang akan dihasilkan (Clement 1963).

Tabel 1 Jumlah telur (fekunditas) rata-rata *Anopheles aconitus* yang dihasilkan setelah menghisap darah pada suhu kamar.

Siklus Gonotrofik ke-	Jumlah Telur Hari Ke- (butir)				Total (butir)
	1	2	3	4	
1	0	948	0	9	957
2	0	914	0	1	915
3	0	489	0	277	766
4	0	120	0	756	876
5	0	170	0	2	172
6	0	118	0	34	152
7	0	0	0	45	45
8	0	4	0	106	110
Rata-rata	0	345,38	0	153,75	498,88

Panjang periode stadium pradewasa *Anopheles aconitus* pada suhu kamar disajikan pada Tabel 2. Selama delapan siklus gonotrofik, telur menetas rata-rata pada hari ke 3,13 setelah telur tersebut diletakkan di permukaan air. Pada suhu kamar, telur menetas paling cepat membutuhkan waktu satu hari dan paling lama menetas setelah lima hari. Tahap pupa merupakan tahap dorman yang tidak membutuhkan makanan. Telur sampai menjadi dewasa membutuhkan waktu 16 – 23,75 hari dengan rata-rata 17,97 hari pada suhu kamar (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata Panjang Periode Stadium Pradewasa *Anopheles aconitus* pada Delapan Siklus Gonotrofik pada suhu kamar

Siklus Gonotrofik Ke-	Stadium Pradewasa (Hari)						Total (Hari)
	Telur	Larva 1	Larva 2	Larva 3	Larva 4	Pupa	
1	3,5	4,5	4,5	1,5	3,25	1,25	18,5
2	5	4	2	5,5	4,5	1,5	22,5
3	4	4	2,5	4	2	1,5	18
4	3,25	4,5	3,5	3	8	1,5	23,75
5	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5	1,5	16
6	3,75	3,25	3,75	2	3,75	1,5	18
7	1	2,75	1,75	2	3,25	1,5	12,25
8	1	1	3,5	3,5	4,25	1,5	14,75
Rata-rata	3,13	3,44	3	3	3,94	1,47	17,97

### Pengaruh Temperatur Terhadap Perkembangan Pradewasa

Perkembangan pradewasa mulai dari stadium telur, larva instar 1,2,3,4 dan pupa pada berbagai tingkat suhu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Periode perkembangan dari telur sampai dewasa (hari) *Anopheles aconitus* pada berbagai suhu 18-33° C

T (°C)	Telur Mean SD	L1 Mean SD	L2 Mean SD	L3 Mean SD	L4 Mean SD	Pupa Mean SD	L1 - adult Mean SD
18	2.36 ± 0.11	3.80 ± 0.08	5.14 ± 0.07	5.56 ± 0.06	6.29 ± 0.12	3.95 ± 0.05	24.75 ± 0.07
21	1.96 ± 0.05	3.03 ± 0.07	4.35 ± 0.09	4.58 ± 0.22	4.86 ± 0.16	3.41 ± 0.13	20.11 ± 0.38
24	1.58 ± 0.09	2.55 ± 0.06	3.88 ± 0.11	3.95 ± 0.05	4.08 ± 0.09	2.88 ± 0.03	17.32 ± 0.06
27	1.36 ± 0.12	2.36 ± 0.09	3.11 ± 0.07	3.36 ± 0.16	4.10 ± 0.04	2.76 ± 0.06	15.70 ± 0.14
30	0.83 ± 0.07	2.17 ± 0.06	2.35 ± 0.10	2.40 ± 0.04	2.69 ± 0.06	2.19 ± 0.04	11.83 ± 0.05
33	0.80 ± 0.06	1.69 ± 0.06	2.24 ± 0.14	2.29 ± 0.06	2.42 ± 0.11	1.70 ± 0.06	10.34 ± 0.05

Periode telur *An. aconitus* terlihat makin singkat dengan meningkatnya suhu. Demikian pula yang terjadi pada periode larva yang dimulai dengan larva instar I, II, III dan IV, serta periode pupa. Periode telur pada masing-masing suhu adalah 2,36 hari pada suhu 18°C, 1,96 hari (21°C), 1,58 hari (24°C), 1,36 hari (27°C), 0,83 hari (30°C), dan 0,80 hari (33°C). Pada suhu tinggi (30-33 °C) menunjukkan hasil yang hampir sama.

Adapun daya tahan hidup (*survival rate*) dari masing-masing tahapan tersebut tercermin dari persentase keberhasilan yang terjadi ketika proses penetasan pada stadium telur, dan proses molting pada masing-masing instar larva dan pupa. Hal ini tercermin pada Tabel 4. Daya tetas telur *An. aconitus* pada berbagai suhu cukup tinggi berkisar antara 63,64% (27 °C) – 94,83% (18 °C). Daya tetas telur terbaik terlihat pada suhu 18-21 °C . Telur yang tidak menetas dapat terjadi karena telur steril atau tidak terbentuk embrio. Selain itu telur yang tidak menetas dapat terjadi karena telur mengalami kekeringan. Daya tetas telur juga dipengaruhi oleh fase previtelogenik dan fase vitelogenik. Fase ini menentukan daya tetas dan perkembangan telur melalui peran asam amino yang terkandung didalam darah sewaktu nyamuk betina kenyang darah (Slansky dan Rodriguez 1987). Fase previtelogenik terjadi selama 18 jam setelah kenyang darah, pada fase ini mulai dibentuk organel-organel seperti ribosom, badan golgi dan retikulum endoplasma. Fase vitelogenik terjadi antara 18-24 jam setelah kenyang darah, pada fase ini mulai disintesis vitelogenin yang berguna sebagai sumber makanan bagi embrio. Kedua fase ini perkembangannya sangat dipengaruhi oleh kandungan asam amino yang diperoleh dari darah (Clements 2000). Apabila jumlah asam amino yang dibutuhkan cukup, maka proses previtelogenik dan fase vitelogenik berlangsung baik sehingga telur menetas sempurna.

Tabel 4 Daya tahan hidup (*survival rate*) *Anopheles aconitus* dari telur hingga dewasa pada berbagai suhu

T (C)	T-L1 (%)	L1-L2 (%)	L2-L3 (%)	L3-L4 (%)	L4-P (%)	P-dewasa (%)	L1-Dewasa (%)
18	94.83	34.55	68.42	61.54	25.00	100	3.64
21	92.05	87.5	80	92.5	87.5	90	45,00
24	76.46	90	95	95	97.5	90	45.00
27	63.64	57.14	62.50	100.00	90.00	90	32.14
30	77.78	42.86	33.33	60.00	66.67	100	5.71
33	89.61	42.03	34.48	70.00	28.57	100	2.90

Keterangan: L1, L2, L3, L4 = larva instar 1,2,3,4; P= pupa

Daya tahan hidup L1-L2 berkisar antara 34,55% (18 °C) – 90% (24 °C ) dengan daya tahan terbaik pada suhu 21-24 °C. Perkembangan L2-L3 juga terbaik pada suhu 21 °C (80%) dan 24 °C (95%). Perkembangan L3-L4, L4-Pupa dan P-Dewasa terbaik masing-masing pada pada suhu 24-27 °C. Proses *molting* pada

larva melalui dua tahap, tahap pertama disebut apolisis dan tahap kedua disebut ekdisis. Apolisis adalah proses terlepasnya kutikula dari epidermis sedangkan ekdisis adalah proses terlepasnya sisa-sisa kutikula lama (Chapman 1971). Pada proses ini protein memegang peranan penting.

Tabel 4 juga memperlihatkan bahwa titik kritis perkembangan terjadi pada stadium perkembangan larva instar 1 dan 2. Secara umum tahapan paling rawan dalam perkembangan larva nyamuk adalah tahapan larva yang membutuhkan media air sebagai tempat utama agar bisa bertahan hidup.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

*Anopheles aconitus* betina kenyang darah pada suhu kamar mulai bertelur pada hari kedua dan selesai pada hari keempat. Dari satu generasi nyamuk mampu melewati masa gonotrofik sebanyak delapan kali. Nyamuk betina mampu menghasilkan rata-rata 38 butir telur, menetas paling cepat membutuhkan waktu satu hari dan paling lama menetas setelah lima hari. Panjang periode L1 rata-rata selama 3,4 hari, L2 3 hari, L3 3 hari dan L4 3,9 hari dan dari stadium pupa hingga eklosi menjadi dewasa membutuhkan waktu 1,25-1,5 hari. Rata-rata total waktu yang diperlukan dari telur hingga dewasa adalah 17,97 hari pada suhu kamar. Pada berbagai tingkat suhu terlihat makin tinggi suhu maka panjang periode pada setiap stadium semakin singkat dan sebaliknya. Periode perkembangan dari mulai telur hingga eklosi menjadi nyamuk dewasa pada masing-masing suhu adalah 27,11 hari pada suhu 18°C, 20,11 hari (21°C), 17,32 hari (24°C), 15,70 hari (27°C), 11,83 hari (30°C), dan 10,34 hari (33°C). Tahapan paling rawan dalam perkembangan nyamuk *An. aconitus* adalah tahapan larva, khususnya L1 dan L2 yang menunjukkan angka kematian tertinggi atau daya tahan hidup yang rendah dibandingkan stadium lainnya.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang dapat menjawab kaitan bioekologi nyamuk *Anopheles aconitus* dan proses transmisi malaria, kaitannya dengan pemanasan global.



### DAFTAR PUSTAKA

- Barodji, T Sularto, Bambang Haryanto, Widiarti, GD Pradhan, dan RF Shaw. 1985. Life Cycle Study of Malaria Vector *Anopheles aconitus* Donitz in the Laboratory. *Bull. Penelit. Kes.* 13: (1) 7 hal.
- Depkes. 2008. Kebijakan Pengendalian Malaria di Indonesia, disampaikan oleh Rita Kusriastuti, Bogor, November 2008.
- Hadi & Kusharto. 2006. Nyamuk dalam buku Hama Permukiman Indonesia, Pengenalan, Biologi dan Pengendalian. UKPHP FKH IPB, Bogor.
- Joshi, G.P., L.S. self, S. Usman, C.P. Pant, M.J. Nelson dan Supalin. 1977. Ecological Studies on *Anopheles aconitus* in the Semarang Area of Central Java, Indonesia. Dokumen WHO/VBC/77.677.
- Lien, J.C., S. Atmosoedjono, A.U. Usfinit, and B.F. Gundelfinger. 1975. Observations on The Natural Plasmodial Infections in Mosquitoes and a Brief Survey of Mosquito Fauna in Belu Regency, Indonesia Timor. *J. Med. Entomol* 12 : 333-337.
- Myers, M.F., Rogers, D.J., Cox, J., Flahault, A., and Hay, S.I. 2000. Forecasting Disease Risk for Increased Epidemic Preparedness in Public Health. *Advances in Parasitology* (47): 310-326. Academic Press.
- Schreiber, K.V. 2001. An Investigation of Relationship between Climate and Dengue using a Water Budgeting Technique. *International Journal of Biometeorology*. 45: 81-89.
- WHO. 1975. Manual on Practical Entomology in Malaria, Part. II, Geneva. 191 halaman.