

# Perilaku mikrofilaria *Brugia malayi* dalam darah tepi penderita filariasis di daerah intergradasi Delta Mahakam, Kalimantan Timur

FA. Sudjadi dan Tridjoko Hadiano  
Bagian Parasitologi  
Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada,  
Yogyakarta

## ABSTRACT

FA Sudjadi and Tridjoko Hadiano - *Behavior of the B. malayi microfilariae in the peripheral blood of human carrier in the intergradation area of Mahakam Delta East Kalimantan.*

**Background:** Nonperiodic form of *B. malayi* of human parasite was recently identified in East Kalimantan by Sudjadi as different subspecies in addition to the previously known periodic and subperiodic form of infraspecific variation.

**Objectives:** To detect any changes in microfilarial periodicity in the intergradation area of Mahakam delta with the subperiodic type from South Sulawesi, genealogically related to local population.

**Methods:** Periodicity examinations were carried out on the microfilarial carriers discovered in the *B. malayi* endemic area of Mahakam delta. Blood examinations (60 mm<sup>3</sup> blood) was carried out every 2 hours, in 24 hour cycles. Result analysis was performed using Aikat and Das statistical formula.

**Results:** Six microfilaria carriers of *B. malayi* were examined for periodicity study. Cases of the nonharmonic or noncircadian form were predominantly (in 5 cases) recorded and only in one case the microfilariae were showed a harmonic or circadian wave pattern, but with a peak hour at day time, ie 15.54'00".

**Conclusion:** No change of the microfilarial periodicity was recorded in the intergradation zone of Mahakam delta. The *B. malayi* filarial worm was still showing a nonperiodic wave pattern as different subspecies apart from the subperiodic and periodic form of filarial worm.

**Key words:** *B. malayi* - microfilarial periodicity - intergradation area - non periodic form - subperiodic form

## ABSTRAK

FA Sudjadi dan Tridjoko Hadiano - *Perilaku mikrofilaria Brugia malayi dalam darah tepi penderita filariasis di daerah intergradasi Delta Mahakam, Kalimantan Timur*

**Latar belakang:** *B. malayi* nonperiodik parasit pada manusia belum lama ini diidentifikasi oleh Sudjadi di Kalimantan Timur sebagai subspecies tersendiri, terpisah dari tipe *Brugia* yang bersifat periodik dan subperiodik.

**Tujuan:** Mengetahui kemungkinan adanya perubahan sifat periodisitas mikrofilaria di daerah intergradasi delta Mahakam dengan *B. malayi* subperiodik dari daerah Sulawesi Selatan daerah leluhur penduduk setempat.

**Bahan dan cara:** Pemeriksaan periodisitas dilakukan pada microfilaria carriers di daerah endemik *B. malayi* di delta Mahakam. Pemeriksaan darah (sebanyak 60 mm<sup>3</sup> darah) dilakukan setiap 2 jam, selama 24 jam. Analisis hasil dilakukan dengan formula statistik Aikat dan Das.

**Hasil:** Keseluruhan, 6 penderita mikrofilaremia *B. malayi* diperiksa periodisitas mikrofilariannya. Ternyata kasus-kasus dengan gelombang nonharmonik atau nonsirkadian terlihat mendominasi (5 kasus), sedangkan satu kasus yang lain mikrofilariannya menunjukkan gelombang yang harmonik atau sirkadian, tetapi dengan waktu puncak pada siang hari, jam 15. 54'00.

**Simpulan:** Tidak ditemukan perubahan sifat periodisitas mikrofilaria di daerah intergradasi. Cacing filaria *B. malayi* masih menunjukkan sifat nonperiodik sebagai subspecies tersendiri terpisah dari bentuk lama subperiodik dan periodik.

## PENGANTAR

Filariasis limfatik masih menjadi masalah kesehatan di banyak daerah di Indonesia terutama di pedesaan di antara penduduk dengan keadaan sosial ekonomi yang rendah. Di Kalimantan Timur umumnya, seperti dilaporkan Sudjadi<sup>1,2</sup>, filariasis disebabkan oleh cacing filaria (Nematoda: Filarioidea) *Brugia malayi* Lichtenstein yang masih menunjukkan sifat atau perilaku mikrofilaria non-periodik dalam darah tepi, mirip perilaku mikrofilaria hewan *Brugia pahangi* Buckley et Edeson. Mikrofilaria *B. malayi* di daerah lain lebih jauh telah menunjukkan perilaku subperiodik nokturnal (lazim/dapat disingkat subperiodik), bahkan ada yang telah menjadi periodik nokturnal (lazim/dapat disingkat periodik) setelah dalam ko-evolusi makin dekat dengan kehidupan manusia sebagai parasit. Sebelum tipe nonperiodik itu dilaporkan, Kalimantan Timur dikenal sebagai daerah penyebaran bentuk subperiodik nokturnal *B. malayi* seperti juga dijumpai di berbagai daerah di pulau terdekat Sulawesi<sup>3</sup>, antara lain di Makasar (Sulawesi Selatan), demikian pula Kendari (Sulawesi Tenggara). Tipe lain lagi, bentuk periodik nokturnal *B. malayi*, juga dijumpai di Sulawesi seperti di daerah Mamuju, Sulawesi Tengah<sup>3</sup>. Sifat periodik nokturnal (*B. malayi*) itu mirip dengan sifat mikrofilaria periodik nokturnal yang dimiliki oleh *Brugia timori* Partono *et al*, di pulau Timor dan sekitarnya<sup>3</sup>. Kedua tipe terakhir di alam tidak lagi menjadi parasit hewan yang dapat berperan sebagai sumber penularan atau hospes reservoir bagi manusia. *B. malayi* nonperiodik habitat utamanya di daerah hutan rawa yang masih lebat<sup>2</sup> (*deep/thick forest*) seperti banyak dijumpai di Kalimantan Timur, sedangkan untuk bentuk subperiodik di daerah hutan rawa yang telah terbuka, keduanya bersifat zoonotik dan hewan menjadi sumber penularan utama bagi manusia. Untuk bentuk periodik *B. malayi* habitat utamanya di daerah pertanian, artinya telah jauh dari hutan, atau paling dekat dengan kehidupan manusia. Cacing filaria *B. malayi* subperiodik dan periodik nokturnal efektif menular pada malam hari, sedangkan untuk bentuk nonperiodik efektif baik pada malam maupun siang hari<sup>4</sup>.

Perilaku (*behavior*) bentuk periodik nokturnal (*B. malayi*) pada dasarnya menunjukkan keberadaan mikrofilaria dalam darah tepi hanya pada malam

hari, sedangkan pada subperiodik nokturnal (*B. malayi*) mikrofilaria lebih banyak pada malam hari dibandingkan siang hari. Pada kedua tipe filaria, keberadaan mikrofilaria dalam darah tepi telah menunjukkan siklus yang sirkadian yang dapat dilukiskan dalam bentuk gelombang yang harmonik. Di sisi lain, gelombang yang harmonik yang menggambarkan siklus sirkadian itu belum dimiliki oleh bentuk nonperiodik (*B. malayi*) Kalimantan Timur<sup>2,5</sup>. Mikrofilaria (*B. malayi*) nonperiodik Kalimantan Timur puncak kepadatannya masih pindah-pindah, dapat terjadi baik pada malam ataupun siang hari (pada subperiodik ataupun periodik nokturnal selalu pada malam hari). Bentuk subperiodik ataupun periodik diurnal, seperti dijumpai pada filaria limfatik *Wuchereria bancrofti* Cobbold di Pasifik Selatan ataupun filaria kutan *Loa loa* Guyot di Afrika, tidak dikenal pada *B. malayi*. Secara filetik (evolusi linear), bentuk nonperiodik *B. malayi* seperti di Kalimantan Timur lebih primitif/tua dibandingkan bentuk subperiodik nokturnal, apalagi dibandingkan bentuk periodik nokturnal *B. malayi*.

Dalam penelitian ini pemeriksaan perilaku (lebih umum disebut periodisitas) mikrofilaria dalam darah tepi dilakukan pada penderita penduduk delta Mahakam. Daerah tersebut dipilih karena dapat dianggap sebagai daerah intergradasi parasit atau pertemuan penyebaran antara 2 filaria jenis yang berbeda, yaitu tipe nonperiodik (*B. malayi*) dan tipe subperiodik nokturnal (*B. malayi*). Pemeriksaan periodisitas di daerah intergradasi ini penting dilakukan untuk mempertegas status taksonomi infra-spesifik filaria, apakah sebagai subspecies berbeda ataukah masih sama. Di daerah intergradasi infeksi campuran dapat saja terjadi pada penderita sehingga tidak tertutup kemungkinan untuk terjadi perkawinan silang kedua jenis filaria. Perkawinan silang dapat terjadi antara bentuk nonperiodik dan subperiodik nokturnal, sejauh spesiesnya masih sama (*B. malayi*), sehingga terbuka kemungkinan terjadi perubahan perilaku atau periodisitas mikrofilaria. Periodisitas mikrofilaria penderita di delta Mahakam dalam penelitian ini dilihat, apakah telah mengalami perubahan sebagai akibat dari kontak dengan *B. malayi* subperiodik dari Sulawesi dalam penyebarannya. Apabila hasil pemeriksaan menunjukkan tidak terjadi perubahan sifat periodisitas mikrofilaria, atau dengan perkataan lain sifat periodisitas (nonperiodik) di Kalimantan Timur dapat

dipertahankan, itu berarti menunjukkan keterpisahan ekologi kedua varian infraspesifik. Sifat fenotipik yang dapat dipertahankan oleh (kelompok, atau agregasi) populasi lokal tersebut dikenal sebagai atribut yang khas untuk kategori formal subspecies<sup>6</sup>.

Di kawasan delta Mahakam wilayah Kecamatan Muarajawa, di daerah yang diteliti, penduduk yang mendiami kebanyakan etnis Bugis; meskipun terlihat juga etnis Banjar, tetapi jumlahnya jauh lebih sedikit. Hal yang menarik perhatian tentang penduduk etnis Bugis sehubungan dengan penelitian ini, yaitu kebanyakan mereka memiliki keluarga dekat di tanah seberang Sulawesi, terutama di Sulawesi Selatan daerah leluhur; daerah tersebut banyak dikenal sebagai daerah endemik *B. malayi* subperiodik, seperti diuraikan di muka. Anggota keluarga penduduk etnis Bugis di delta Mahakam dan Sulawesi Selatan dapat saling mengunjungi, mondar-mandir dari delta Mahakam ke Sulawesi atau sebaliknya, transportasi lewat laut mudah, tidak jarang mereka tinggal lama di tempat saudara. Dengan demikian penularan filariasis Kalimantan Timur dapat terjadi pada pendatang baru orang Sulawesi, atau sebaliknya filariasis malayi dari Sulawesi dapat menular pada penduduk di delta Mahakam. Infeksi campuran bentuk nonperiodik dan subperiodik (*B. malayi*) dapat terjadi dan kemungkinan perkawinan silang menjadi terbuka.

## BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kawasan delta Mahakam, yaitu di desa Telokdalam dan Dondang, kedua desa terletak di wilayah Kecamatan Muarajawa; sekitar 100 km dari kota Balikpapan, menyusur pantai timur ke utara. Pemeriksaan periodisitas mikrofilaria selama 24 jam dilakukan (berdasarkan kesukarelaan) pada penderita filariasis yang disebabkan oleh *B. malayi* pada kasus-kasus dengan mikrofilariemia, yang kemungkinan terjadi infeksi campuran, seperti diuraikan di atas. Penderita mikrofilariemia itu diketahui dari survai darah sebelumnya yang hasilnya telah diumumkan dalam makalah terpisah<sup>7</sup>. Pengambilan darah ujung jari penderita sebanyak 12 kali dilakukan pada penderita dengan interval 2 jam, masing-masing diambil sebanyak 60 mm<sup>3</sup> darah, menggunakan

lanset dan mikropipet tanpa antikoagulan. Darah segar yang diperoleh sebelum membeku langsung dibuat sediaan pada gelas objek, selanjutnya dibiarkan paling sedikit 2 jam sampai kering benar, supaya sediaan darah tidak lepas waktu dilakukan hemolisis. Sediaan darah kemudian dilakukan hemolisis menggunakan air secara bertahap sampai jernih benar, supaya nanti tidak mengganggu dalam pemeriksaan mikroskopis. Selanjutnya sediaan darah difiksasi menggunakan metanol absolut dan dibiarkan mengering. Pengecatan menggunakan Giemsa dilakukan dengan pengenceran 1:9 dan waktu pengecatan cukup hanya 10 menit. Dalam pemeriksaan mikroskopis, mikrofilaria *B. malayi* yang dijumpai di samping diidentifikasi juga dihitung jumlahnya. Hasil pemeriksaan jumlah mikrofilaria dalam darah tepi dianalisis menggunakan formula statistik menurut Aikat dan Das<sup>8</sup>. Analisis statistik itu memberi gambaran tentang variasi kepadatan mikrofilaria dalam darah tepi penderita dari waktu ke waktu. Ritme variasi yang sirkadian tersebut dapat disimulasikan dalam bentuk gelombang yang harmonik, atau sebaliknya yang nonsirkadian dalam gelombang yang nonharmonik. Hubungan antara kepadatan atau jumlah mikrofilaria (Y) dalam darah tepi di satu sisi, dengan waktu pengambilan darah (h=hour) di sisi lain, dapat digambarkan dalam persamaan sebagai berikut.

$$Y = m + b \cos 15 h + c \sin 15 h$$

$$m = \frac{y}{n} \quad b = \frac{2 \sum y \cos 15 h}{n} \quad c = \frac{2 \sum y \sin 15 h}{n}$$

Dengan demikian, harga a dan D (indeks periodisitas) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$a = \sqrt{b^2 + c^2} \quad D = \frac{a}{m}$$

Harga D lebih besar daripada 50 menunjukkan sifat gelombang harmonik yang periodik, sedangkan apabila kurang menunjukkan subperiodik. Dari persamaan tersebut di atas, puncak kepadatan mikrofilaria (K) pada masing-masing kasus dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\tan 15 k^{\circ} = \frac{c}{b}$$

Demikian pula untuk mengetahui apakah harga a (apabila harga a2 tidak sama dengan nol) yang diperoleh bermakna atau tidak, artinya kasus yang diperiksa bersifat sirkadian atautkah tidak, dapat dilakukan tes dengan rumus sebagai berikut.

$$F = \frac{\frac{n}{2}a^2}{\frac{1}{(n-3)} \left[ \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} - \frac{n}{2}a^2 \right]}$$

Variasi kepadatan mikrofilaria dalam darah tepi suatu kasus hasil pemeriksaan periodisitas menunjukkan sifat sirkadian apabila harga F lebih besar daripada 5% harga F teoretis (F= 4,26 dengan 2 dan [n-3] derajat kebebasan).

**HASIL PENELITIAN**

Terlihat pada TABEL 1, hasil pemeriksaan periodisitas mikrofilaria darah tepi sebanyak 12 kali selama 24 jam di delta Mahakam. Pemeriksaan tersebut dilakukan pada 6 penderita filariasis malayi

dengan mikrofilaremia; semuanya masih muda, berusia sekitar 10-20 tahun, kelahiran setempat, penduduk etnis Bugis, dengan hubungan ginealogis (leluhur) dengan orang Bugis di Sulawesi Selatan. Parasit filaria (*B.malayi*) yang menginfeksi diperkirakan berasal dari delta Mahakam sendiri, setidaknya-tidaknya lebih mungkin demikian dibandingkan penularan dari Sulawesi Selatan. Keenam penderita menunjukkan kepadatan mikrofilaria yang tidak tinggi, hal tersebut tidak terlepas dari endemisitas setempat yang telah diketahui dan umumnya tidak tinggi pula<sup>7</sup> sehubungan dengan keadaan daerah di sekitarnya. Hutan di delta Mahakam tidak lagi selebat dulu, terutama dekade terakhir ini, telah banyak terbuka karena banyak ditebang.

Terlihat pada TABEL 1, harga Y atau jumlah mikrofilaria keseluruhan paling banyak dijumpai hanya 121 ekor, yaitu pada penderita-6, rata-rata hanya sekitar 10 ekor per pemeriksaan (60 mm<sup>3</sup> darah). Sebaliknya, kepadatan mikrofilaria paling sedikit pada penderita-1 harga Y hanya 6 ekor, dengan demikian rata-rata kurang dari seekor mikrofilaria per pemeriksaan. Hasil pemeriksaan darah 6 penderita dengan kepadatan mikrofilaria yang rendah di atas sebelum dilakukan perhitungan statistikpun telah memberikan gambaran cukup nyata mengenai sifat *B.malayi* delta Mahakam yang tetap nonperiodik, walaupun mungkin telah terjadi penularan filariasis pada banyak orang delta Mahakam dari Sulawesi (yang subperiodik nokturnal).

TABEL 1. - Pemeriksaan periodisitas mikrofilaria penderita di delta Mahakam

Waktu Pengambilan Darah	Kepadatan mikrofilaria					
	Penderita 1	Penderita 2	Penderita 3	Penderita 4	Penderita 5	Penderita 6
08.00	0	4	6	10	3	9
10.00	1	4	3	8	13	8
12.00	0	1	2	6	7	12
14.00	0	1	1	5	8	9
16.00	1	3	2	8	6	6
18.00	0	0	5	5	6	13
20.00	2	0	5	3	5	12
22.00	2	0	5	3	5	12
24.00	0	1	1	6	10	9
02.00	1	0	4	8	13	9
04.00	1	5	3	5	12	7
06.00	0	0	4	7	6	9
Total	6	19	37	78	94	121

Perubahan sifat periodisitas pada mikrofilaria di delta Mahakam belumlah terlihat. Sebagai ilustrasi, pada kasus dengan kepadatan mikrofilaria yang rendah tipe subperiodik nokturnal (*B.malayi*, di tempat lain) praktis mikrofilariannya tidak lagi dijumpai pada siang hari, lebih nyata lagi pada tipe periodik nokturnal (*B.malayi*, di tempat lain). Hasil pemeriksaan 6 penderita di delta Mahakam (TABEL 1) menunjukkan bahwa mikrofilaria dapat dijumpai baik pada malam ataupun siang hari, pada penderita dengan kepadatan sangat rendah sekalipun (penderita 1 dan 2). Hasil pemeriksaan 6 penderita keseluruhan juga tidak memberi kesan bahwa mikrofilaria lebih banyak pada malam hari dibanding pada siang hari, seperti dijumpai pada *B.malayi* subperiodik ataupun periodik nokturnal.

Perhitungan statistik menurut formula Aikat dan Das<sup>8</sup> seperti diuraikan berikut (TABEL 2) menunjukkan bahwa di daerah intergradasi delta Mahakam, mikrofilaria *B.malayi* dalam darah tepi tetap menunjukkan perilaku yang sama (non-periodik) dengan *B.malayi* di Kalimantan Timur di tempat lain pada umumnya. Sifat nonperiodik di delta Mahakam itu terlihat pertama-tama dari angka-angka yang menunjukkan ritme variasi kepadatan mikrofilaria yang tidak sirkadian. Ritme variasi yang nonsirkadian sangat dominan, dijumpai pada hampir seluruh penderita (1-5), dan dapat dibaca dari masing-masing harga F yang lebih kecil daripada 5% harga F teoretis (=4,26 dengan 2 dan [n-3] derajat kebebasan). Harga F yang lebih besar dari itu, yang menunjukkan ritme "sirkadian" dan dapat disimulasikan sebagai gelombang harmonik hanya dijumpai pada penderita-6. Meskipun demikian tidaklah harus dikatakan bahwa penderita-

6 itu sebagai kelompok yang terpisah dari kasus yang lain; penderita-6 dipastikan tetap dalam kelompok yang sama. Ritme "sirkadian" pada penderita-6 yang terlihat masih dapat dipandang sebagai varian dari yang lebih dominan nonsirkadian, terlebih lagi mengingat angka puncak kepadatan mikrofilaria (K) yang didapatkan tidak pada malam hari (tidak mengarah ke bentuk subperiodik), tetapi pada siang hari, jam 15.54'00". Dapat dijelaskan bahwa puncak kepadatan pada siang hari pada penderita-6 itu masih dalam kerangka harga K yang labil, yang masih berubah-ubah (diuraikan lebih lanjut kemudian), keadaan itu sangat khas pada sifat nonperiodik mikrofilaria.

Harga K masing-masing penderita yang diperiksa, yang menunjukkan puncak kepadatan mikrofilaria, ternyata lebih tegas menunjukkan sifat nonperiodik mikrofilaria *B.malayi* di delta Mahakam. Pada TABEL 2, harga K terlihat sangat tidak stabil pada keenam penderita. Pada penderita yang berbeda, puncak kepadatan mikrofilaria dapat terjadi pada malam, pagi, siang ataupun sore hari. Puncak kepadatan mikrofilaria pada penderita-1 misalnya terjadi pada lepas tengah malam jam 00.55'36", sedangkan penderita-2 pagi hari jam 09.24'36", penderita-3 menjelang pagi jam 04.56'42", penderita-4 pagi hari jam 08.33'00", penderita-5 menjelang pagi jam 04.24'36", dan penderita-6 siang hari jam 15.54'00".

Tentang indeks periodisitas (D) yang diperoleh pada seluruh kasus ternyata didapatkan kurang dari 50; seperti terlihat pada penderita 1-6 masing-masing 21,33; 47,60; 26,43; 19,59; 23,17 dan 26,71. Indeks periodisitas yang rendah itu lebih menunjukkan kelompok yang sama, di samping itu

TABEL 2.- Analisis statistik hasil pemeriksaan periodisitas mikrofilaria di delta Mahakam

Analisis Statistik	Penderita 1	Penderita 2	Penderita 3	Penderita 4	Penderita 5	Penderita 6
Y	11,4	16,93	37	78	94	121
Y <sup>2</sup>	14,36	32,79	147	546	879	1335
Y cos 15 h	+1,212	-3,333	+1,33	-4,732	+4,402	-8,428
Y sin 15 h	+0,3	+2,691	+4,696	+6,0	+9,964	-13,784
m	0,95	1,5	3,08	6,5	7,83	10,08
b	+0,202	-0,556	+0,222	-0,789	+0,734	-1,405
c	+0,5	+0,449	+0,783	+1,0	+1,66	-2,297
a	0,2026	0,715	0,814	1,274	2,1634	2,693
K	00.55'36"	09.24'36"	04.56'42"	08.33'00"	04.24'36"	15.54'00"
F	0,675	-0,087	1,235	2,993	0,141	2,671
D	21,33	47,60	26,43	19,59	23,17	26,71

TABEL 3. - Contoh (penderita-5) perhitungan statistik menurut formula Aikat dan Das<sup>8</sup>

Waktu Pengambilan Sampel Darah	cos 15 h	sin 15 h	Jumlah mikrofilaria (Y)	Y <sup>2</sup>	y cos 15h	y sin 15h
1	2	3	4	5	6	7
08.00	-0,5	0,866	3	9	-1,5	2,598
10.00	-0,866	0,5	13	169	-11,258	6,5
12.00	-1,0	0	7	49	-7,0	0,0
14.00	-0,866	-0,5	8	64	-6,928	-4,0
16.00	-0,5	-0,866	6	36	-3,0	-5,196
18.00	0	-1,0	6	36	0,0	-6,0
20.00	0,5	-0,866	5	25	2,5	-4,33
22.00	0,866	-0,5	5	25	4,33	-2,5
24.00	1,0	0	10	100	10,0	0,0
02.00	0,866	0,5	13	169	11,258	6,5
04.00	0,5	0,866	12	144	6,0	10,392
06.00	0	1,0	6	36	0,0	6,0
Total			94	862	4,402	9,964

$$m = \frac{y}{n} = \frac{94}{12} = 7,833$$

$$b = \frac{2\sum y \cos 15h}{n} = \frac{2 \times 4,402}{12} = 0,734$$

$$c = \frac{2\sum y \sin 15h}{n} = \frac{2 \times 9,964}{12} = 1,66$$

$$a^2 = b^2 + c^2 = (0,734)^2 + (1,66)^2 =$$

$$a = \sqrt{b^2 + c^2} = \sqrt{(0,734)^2 + (1,66)^2} =$$

$$\tan 15k^\circ = \frac{c}{b} = \frac{1,66}{0,734} = 2,2616$$

$$15 k^\circ = 66,1467 \longrightarrow K = 04.24'36''$$

$$F = \frac{\frac{n}{2}a^2}{\frac{1}{n-3}(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} - \frac{n}{2}a^2)} \longrightarrow F = \frac{\frac{12}{2}3,2972}{\frac{1}{12-3}(862 - \frac{(94)^2}{12} - \frac{12}{2}3,2972)} = 0,141$$

dapat terjadi baik pada bentuk subperiodik (nokturnal ataupun diurnal) ataupun nonperiodik, sedangkan untuk tipe periodik harga D lebih besar dari 50 atau mendekati 100%; harga D yang tinggi tersebut tidak dijumpai dalam penelitian ini.

## PEMBAHASAN

Tentang sifat periodisitas mikrofilaria telah lama diketahui orang, yaitu sejak dilaporkan oleh Manson<sup>9</sup> sekitar tahun 1899; pertama-tama pada *W.bancrofti* yang periodik nokturnal, selanjutnya juga pada

cacing filaria *L. loa* yang periodik diurnal. Oleh karena perbedaan periodisitas itu, pernah kedua filaria limfatik dan kutan diusulkan dengan nama masing-masing *Filaria nocturna* dan *Filaria diurna*, kedua nama itu sekarang menjadi sinonim<sup>3</sup>. Sifat nonperiodik, subperiodik ataupun periodik nokturnal mikrofilaria *B. malayi* (ataupun filaria umumnya) bukanlah sifat individu melainkan populasi, bukan juga bersyarat seperti pada hewan yang lebih tinggi, melainkan lebih berlatarbelakang genetik, terjadi melalui proses yang sangat panjang dalam proses ko-evolusi (hubungan parasit dengan hospesnya, dalam hal ini vektornya), berupa adaptasi parasit dengan perilaku menggigit nyamuk, vektor yang menularkan. Dalam seleksi alamiah, pada dasarnya varian mikrofilaria yang tidak cocok perilakunya (sehingga tidak ketemu dengan nyamuk, vektor waktu menggigit) niscaya tidak dapat menyebar ke penderita lain, itu berarti tidak dapat meneruskan siklus hidupnya. Dalam evolusi, menurut Emlen<sup>10</sup>, perubahan perilaku hewan (seperti perilaku mikrofilaria dalam darah tepi) terjadi lebih awal mendahului perubahan yang lain seperti fisiologi, biokimia; dan yang paling akhir berubah (dengan demikian paling stabil) yaitu morfologi, yang biasanya menjadi indikator sebagai spesies yang berbeda.

Cacing filaria dikenal sebagai hewan parasit yang sangat divergen dalam evolusi, sehingga memiliki spektrum variasi sifat yang relatif sangat lebar, sejak dari tingkat kategori infraspesifik sampai kategori kolektif yang supraspesifik. Meskipun filaria per definisi bersifat "vivipar", misalnya karena memproduksi cacing mikrofilaria, tetapi keadaannya tidak selalu demikian. Ada beberapa cacing nematoda jaringan yang lebih primitif masih lebih bersifat "ovipar". Cacing tersebut memproduksi telur, tetapi telah dikategorikan dalam cacing filaria karena telur telah berisikan mikrofilaria. Cacing filaria "ovipar" demikian habitatnya kutan atau setidaknya belum benar-benar intravaskular, seperti dijumpai pada filaria hewan genus *Filaria Mueller*, *Suifilaria Ortlepp* dan *Parafilaria Yorke & Maplestone*. Bagi filaria demikian penyebaran bukan lagi sebagai masalah, sehingga produksi telur tetap sebagai telur. Lain halnya dengan cacing filaria yang secara filetik

lebih tinggi, yang habitatnya telah benar-benar intravaskular, seperti pada *B. malayi* yang diteliti: masalah keluar dan menyebar dari habitat menjadi aktual. Filaria demikian dalam perjalanan evolusi berkembang menjadi lebih bersifat "vivipar", dan bentuk muda yang diproduksi induk nematoda telah benar-benar berbentuk mikrofilaria.

Cacing filaria limfatik memproduksi bentuk mikrofilaria seperti diuraikan di atas bukanlah kebetulan atau "tanpa maksud". Dengan demikian, bentuk muda itu dapat lebih membuka kemungkinan dapat meninggalkan habitatnya yang intravaskular (melalui gigitan nyamuk vektor), mencapai dunia luar dan menyebar ke hospes lain pada gigitan kemudian untuk meneruskan siklus hidupnya. Agar penularan berlangsung efektif, pertama-tama mikrofilaria harus diproduksi dalam jumlah besar. Pada *W. bancrofti* misalnya seekor induk cacing dapat memproduksi sekitar 75.000 mikrofilaria per hari<sup>11</sup>. Di samping itu perilaku mikrofilaria bergerak aktif ke darah tepi harus sesuai dengan perilaku menggigit pada nyamuk vektor. Mikrofilaria harus dapat bergerak aktif dari darah viseral ke darah tepi pada waktunya atau dengan perilaku yang tepat sehingga dapat menginfeksi nyamuk vektor bersama darah yang dihisap. Dengan mekanisme seperti diuraikan di atas, dari jumlah besar mikrofilaria yang diproduksi induk cacing pada akhirnya tetap ada mikrofilaria yang berhasil lolos terhisap nyamuk vektor dan berhasil melanjutkan siklus hidupnya walaupun jumlahnya juga relatif sangat terbatas.

Dilihat dari habitat mana yang lebih sesuai, mikrofilaria pada dasarnya lebih suka dalam sirkulasi darah viseral dibandingkan dalam darah tepi, sehingga keberadaannya lebih banyak dalam darah viseral. Dalam adaptasi dengan nyamuk vektor, mikrofilaria harus terus menerus mengalami seleksi alamiah sehingga dalam perjalanan waktu secara keseluruhan dapat terjadi perubahan sifat dan akhirnya terjadi kecocokan antara perilaku parasit dalam darah tepi dengan vektornya. Dalam habitat *B. malayi* (nonperiodik) di daerah hutan rawa yang masih lebat seperti di Kalimantan Timur, nyamuk vektor terutama *Mansonia bonnea* Edwards<sup>12</sup>, menggigit sepanjang hari, termasuk pada siang hari sekalipun. Dengan demikian

tidaklah mengherankan apabila varian *B. malayi* yang paling cocok dan berkembang dengan baik yaitu bentuk nonperiodik, yang belum menunjukkan sifat sirkadian, baik ke arah nocturnal maupun diurnal. Di Kalimantan Timur, *B. malayi* nonperiodik juga ditularkan oleh *Mansonia uniformis* Theobald sebagai vektor utamanya<sup>13</sup>, yaitu di daerah yang lebih terbuka seperti halnya di daerah transmigrasi. Penularan filariasis di daerah terbuka tersebut relatif kurang efisien dibandingkan dalam hutan yang lebat, akibatnya endemisitas tidak tinggi.

Bentuk nonperiodik *B. malayi*, baik dalam bentuk populasi maupun kelompok/agregasi populasi, merupakan kesatuan ekologis yang tersendiri, yang benar-benar berbeda atau terpisah dari populasi ataupun kelompok populasi lain yang dikenal sebagai subspecies yang berbeda-beda, dalam bentuk subperiodik nokturnal (*B. malayi*) dan lebih jauh lagi bentuk periodik nokturnal (*B. malayi*). Kelompok-kelompok itu konkritnya terpisahkan satu sama lain oleh vektor (utama) yang sesuai yang berbeda-beda. Bentuk nonperiodik (*B. malayi*) misalnya yang sifatnya lebih silvatic akan mengalami tekanan seleksi alamiah yang berat (artinya sulit berkembang) apabila harus menular ke daerah (hutan rawa) yang keadaannya telah lebih terbuka, yang lebih cocok untuk habitat bentuk (*B. malayi*) subperiodik; apalagi ke daerah persawahan yang menjadi habitat bentuk (*B. malayi*) periodik.

## SIMPULAN

Daerah delta Mahakam merupakan daerah intergradasi *B. malayi* nonperiodik Kalimantan Timur dengan *B. malayi* subperiodik dari daerah Sulawesi Selatan. Di daerah intergradasi tersebut ternyata *B. malayi* Kalimantan Timur sebagai populasi tetap dapat mempertahankan sifatnya yang nonperiodik dari pengaruh *B. malayi* Sulawesi Selatan yang subperiodik (diperkirakan juga demikian di daerah intergradasi setempat). Dengan

demikian, *B. malayi* Kalimantan Timur dalam populasi sebagai kesatuan ekologis (subspecies tersendiri) terpisah dari *B. malayi* Sulawesi Selatan; keterpisahan itu sehubungan dengan nyamuk vektornya.

## KEPUSTAKAAN

1. Sudjadi FA. Nonperiodic form of *Brugia malayi* in man in East Kalimantan, Indonesia. Southeast Asia J Trop Med Pub Hlth, 1986;17(1):148-50.
2. Sudjadi FA. Filariasis di beberapa daerah endemik di Kalimantan Timur. Kajian infraspesifik *Brugia malayi* penyebab penyakit dan beberapa segi epidemiologinya. (Tesis). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1996.
3. Sasa M. Human filariasis. A global survey of epidemiology and control. University Tokyo Press. Tokyo, 1976.
4. Sudjadi FA. Penularan siang hari filariasis yang disebabkan oleh *Brugia malayi* nonperiodik pada penduduk asli Dayak di Kalimantan Timur. BIKed 1997; 29(4): 157-62.
5. Sudjadi FA. Variasi fenotipik *Brugia malayi* nonperiodik penyebab filariasis di Kalimantan Timur. BIKed. (in print)
6. Mayr E. Animal species and evolution. Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press. 1973.
7. Sudjadi FA. Filariasis yang disebabkan oleh *B. malayi* nonperiodik pada pendatang lama Bugis dan Banjar di Kalimantan Timur. BIKed, 1998; 30(1): 7-14.
8. Aikat TK and Das M. A modified statistical method for analysis of periodicity of microfilariae. WHO/FIL/76; 142:1.
9. Manson P. On filarial periodicity. Brit Med J, 1899; 2: 644-6.
10. Emlen JM. Ecology: an evolutionary approach. Addison-Wesley, Reading Massachusetts. 1973.
11. Hairston NG and Jachowski LA. Analysis of the *Wuchereria bancrofti* population in the people of American Samoa. Bull Wld Hlth Org, 1968; 38: 29-59.
12. Sudjadi FA. *Mansonia bonneae* (Diptera: Culicidae) sebagai vektor utama filariasis yang disebabkan oleh *Brugia malayi* nonperiodik di daerah penduduk asli Dayak di Kalimantan Timur. BIKed, 1999; 31(4): 203-11.
13. *Mansonia uniformis* (Diptera: Culicidae) sebagai vektor utama filariasis yang disebabkan oleh *Brugia malayi* nonperiodik di unit pemukiman transmigrasi Petung di Kalimantan Timur. B Ked Masy 1999; XV(2): 63-70.