

BIONOMI VEKTOR MALARIA KELOMPOK *Anopheles punctulatus* (*Anopheles farauti*, *Anopheles koliensis*, *Anopheles punctulatus*) DI PROVINSI PAPUA

BIONOMY OF *Anopheles punctulatus* GROUP (*Anopheles farauti*, *Anopheles koliensis*, *Anopheles punctulatus*) MALARIA VECTOR IN PAPUA PROVINCE

Semuel Sandy*

*Balai Litbang Biomedis Papua

Jl. Kesehatan No.10 Dok II Jayapura, Papua, Indonesia

E-mail: mercury.sandy56@gmail.com

Received date: 14/11/2013, Revised date: 27/3/2014, Accepted date: 1/4/2014

ABSTRAK

Malaria merupakan masalah kesehatan utama di Provinsi Papua dengan angka Annual Parasite Incidence (API) pada tahun 2011 sebesar 58 per 1000 penduduk dan Annual Malaria Incidence (AMI) sebesar 169 per 1000 penduduk. Vektor malaria Papua dilaporkan *Anopheles farauti*, *An. punctulatus* dan *An. koliensis*. Tiga spesies tersebut aktif menggigit pada malam hari (nokturnal), antropofilik dengan karakteristik tempat perkembangbiakan, aktifitas menggigit, dan tempat istirahat dilaporkan spesifik setiap spesies. Kajian ini untuk melihat beberapa aspek bionomi (tempat perkembangbiakan, aktifitas menggigit, dan tempat istirahat). Larva *An. farauti* memiliki habitat di daerah pantai, perairan payau (memiliki toleransi terhadap salinitas 4,6%), irigasi buatan atau alami. Nyamuk dewasa *An. farauti* betina bersifat nokturnal, eksofagik, eksofilik, dan antropofilik. Larva *An. koliensis* tidak ditemukan di perairan payau, banyak ditemukan di hutan rawa, hutan sagu, kolam semi permanen atau permanen yang dangkal dan terpapar sinar matahari langsung. Nyamuk dewasa *An. koliensis* bersifat nokturnal, antropofilik (78% menggigit manusia), eksofagik, eksofilik sedangkan larva *An. punctulatus* tidak ditemukan di air payau, tetapi ditemukan pada kolam dengan air jernih atau keruh dengan vegetasi atau tanpa vegetasi air. Larva *An. punctulatus* juga ditemukan di hutan sagu dan hutan rawa dengan paparan sinar matahari langsung. Nyamuk dewasa *An. punctulatus* bersifat nokturnal, antropofilik (98% menggigit manusia), eksofagik, endofilik. Data dasar mengenai perilaku nyamuk *Anopheles* (bionomi) sangat diperlukan dalam mengembangkan pola intervensi dan kontrol vektor yang lebih efektif dan efisien.

Kata kunci: vektor malaria, *An. punctulatus* group, bionomi, Papua

ABSTRACT

Malaria is a major health problem in Papua province with Annual Parasite Incidence (API) was reported 58/1000 population in 2011, and the Annual Malaria Incidence (AMI) was 169/1000 population. The malaria vector in Papua were *Anopheles farauti*, *An. punctulatus* and *An. koliensis*. These three species were nocturnal, anthropophilic with the difference bionomics such as breeding habitats, biting activity, and resting places. The aim of this study was to determine the bionomic aspects of the malaria vectors (resting places, biting activity and breeding habitats) in the study areas. The larvae of *An. farauti* was reported found at coastal, area with brackish water (salinity \pm 4.6 %), natural or artificial irrigation canals. Adult female mosquitoes of *An. farauti* were found nocturnal, eksofagik eksofilik, and anthropophilic habit. *An. koliensis* larvae not found in brackish, they were found in the swamp and sago forest, semipermanent or permanent ponds which shallow and exposed to direct sunlight. Adult mosquitoes of *An. koliensis* were nocturnal, anthropophilic (78% human bites), eksofagik, eksofilik. The larvae of *An. punctulatus* was not found in brackish water; it was found in a pool with clear or turbid water which presence or no water vegetation, the larvae of *An. punctulatus* also found in sago and swamp forest with exposure to direct sunlight. Adult mosquitoes of *An. punctulatus* were nocturnal, anthropophilic (98% human bites), eksofagik, endofilik. Basic data on the behaviour of *Anopheles* spp (bionomic) is necessary in developing effective and efficient intervention pattern and control vector.

Key words: malaria vector, *An. punctulatus* group, bionomic, Papua

PENDAHULUAN

Parasit malaria ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina. Siklus hidup nyamuk vektor dan parasit malaria sangat dipengaruhi faktor iklim (curah hujan, suhu, dan kelembaban). Curah hujan berkaitan dengan tempat perkembangbiakan (*breeding habitat*), sedangkan suhu dan kelembaban berkaitan dengan perkembangan parasit malaria dalam tubuh nyamuk vektor.¹ Malaria tersebar di sekitar 100 negara di daerah tropis dan sub tropis seperti India, Amerika Selatan, Afganistan, Sri Lanka, Thailand, Indonesia, Vietnam, Kamboja, Cina, Filipina, Amerika Tengan dan Afrika.² Kejadian malaria tergantung pada kondisi geografis, demografi dan adanya vektor *Anopheles* yang menularkan parasit *Plasmodium* spp. Kejadian malaria dipengaruhi oleh lingkungan (ekologis), iklim, keberadaan vektor dan bionominya, serta perilaku masyarakat. Peranan *Anopheles* sebagai vektor malaria telah banyak dilaporkan melalui penelitian baik pemeriksaan secara uji ELISA (deteksi antigen sporozoit) maupun secara mikroskopis dengan cara pembedahan kelenjar ludah (*salivary gland*) nyamuk *Anopheles*.³

Dilaporkan 420 spesies *Anopheles*, 70 spesies diantaranya merupakan vektor malaria dan 23 spesies kembar.^{4,5} Di Indonesia ditemukan 80 spesies *Anopheles*, 22 spesies diantaranya telah dikonfirmasi sebagai vektor malaria dan tersebar lokal spesifik. Vektor malaria utama di Indonesia Timur, khususnya di Provinsi Papua termasuk *Anopheles punctulatus* group yaitu *An. farauti*, *An. koliensis* dan *An. punctulatus*.^{3,4}

Spesies vektor malaria di setiap daerah berbeda tergantung pada faktor geografis, kondisi lingkungan biologi, fisik (suhu dan kelembaban), dan kimia (pH dan salinitas). Kondisi tersebut menyebabkan perbedaan respon setiap spesies di ekosistem tersebut yang berdampak terhadap perilaku kehidupan (bionomi). Pengetahuan tentang bionomi *Anopheles* sangat diperlukan untuk menentukan strategi pengendalian malaria di masyarakat, sehingga strategi pemberantasan kasus malaria dapat dilakukan secara efektif dan efisien sesuai kondisi setempat. Kelvey menyatakan bahwa hubungan antara spesies nyamuk *Anopheles* dengan lingkungan serta sosial budaya, merupakan kunci penting dalam epidemiologi penyakit malaria.^{5,6,7}

Malaria merupakan masalah utama kesehatan di Indonesia, khususnya di daerah Maluku, Nusa

Tenggara Timur, dan Papua. Nyamuk *An. farauti*, *An. koliensis* dan *An. punctulatus* merupakan vektor utama malaria di Papua.⁶ Penelitian bioekologi vektor malaria di Papua masih sangat sedikit sehingga diperlukan informasi sehubungan epidemiologi malaria guna penentuan kebijakan pengendalian yang efektif dan efisien.

Salah satu metode dalam penanggulangan transmisi malaria adalah pengendalian populasi vektor malaria dengan cara mempelajari dan mengumpulkan data entomologi vektor (ekologi dan bionomi vektor), membuat pemetaan fauna serta melakukan kontrol populasi.⁷ Indikator kuantitatif malaria dapat ditentukan menggunakan parameter *Entomological Inoculation Rate* (EIR). Indikator tersebut menunjukkan hubungan *Human Biting Rate* (HBR) dan *sporozoite rate* (persentase nyamuk *Anopheles* ditemukan mengandung sporozoit pada kelenjar saliva).⁸ Hubungan EIR dengan prevalensi malaria di suatu daerah menunjukkan intensitas transmisi malaria.⁹ Data entomologi dan tersedianya peta vektor *Anopheles* sangat membantu kebijakan pengendalian populasi vektor *Anopheles*. Pengendalian dapat dilakukan menggunakan bahan kimia atau secara hayati dengan menggunakan metode aplikasi yang sesuai bionomi vektor.

METODE

Metode penulisan artikel adalah studi literatur dengan menelusur artikel jurnal yang terkait dengan bionomi nyamuk kelompok *An. punctulatus* (*An. farauti*, *An. koliensis* dan *An. punctulatus*) di Pulau Papua.

PEMBAHASAN

1. Bionomi *Anopheles farauti* Laveran (1902)

Anopheles farauti Laveran dilaporkan sebagai spesies kompleks (8 spesies) dan termasuk dalam *An. punctulatus* group. Nyamuk betina merupakan vektor malaria (ada juga dilaporkan sebagai vektor limfatik filariasis *Wuchereria bancrofti*) sama seperti *An. punctulatus* dan *An. koliensis*. Dilaporkan bahwa *An. farauti* betina ditemukan mengandung sporozoit (*Plasmodium falcifarum* dan *Plasmodium vivax*) di Papua bagian selatan (Mapurajaya, Tipuka, Timika, dan Atuka) dan bagian utara (Arso dan Armopa).¹⁰ Tingkat kepadatan *An. farauti* lebih kecil ditemukan di bagian selatan Papua (< 5%). Kondisi tersebut

berbeda dengan spesies *An. punctulatus* group lain.^{11,12} Tetapi kepadatan tinggi pernah dilaporkan di Papua bagian utara (>50%).^{13, 14}

Distribusi *An. farauti* Laveran yaitu di Papua dan Kepulauan, Papua New Guinea (PNG), Moluccas (Maluku), New Hebrides, Kepulauan Bismarck, Kepulauan Salomon, dan Australia. *Anopheles farauti* banyak ditemukan di alam bebas. Larva *An. farauti* berkembang biak pada kondisi alami atau buatan. Habitat larva *An. farauti* ditemukan di daerah pantai dengan air payau (larva *An. farauti* memiliki toleransi terhadap salinitas air (4,6%),¹² air irigasi buatan (aliran air selokan/parit) atau alami (aliran sungai) dengan atau tanpa adanya vegetasi (*vegetasi Ipomea aquatic*). Larva *An. farauti* juga ditemukan pada genangan air pada lubang kayu/bambu, tempurung kelapa dan drum. Perilaku nyamuk *An. farauti* dewasa tergantung pada lokasi geografis. Penelitian yang dilakukan Pranoto dan Munif di bagian timur laut Papua (Sorong), dilaporkan perbandingan rasio *human biting indoor* dan *outdoor* 1:8. Hal ini menggambarkan sifat eksofagik spesies *An. farauti* di tempat ini. Studi *longitudinal* di daerah bagian timur laut Papua (Jayapura) perbandingan rasio *human biting indoor* dan *outdoor* 1:3. Hal ini menggambarkan sifat eksofagik yang rendah dari *An. farauti*.¹⁵ Kebiasaan menggigit *An. farauti* pada pukul 02.00 atau 03.00 dini hari.¹⁴

Nyamuk *An. farauti* aktif mencari darah pada malam hari (nokturnal), tetapi ada yang diurnal di kawasan hutan dan sering ditemukan istirahat (*resting*) di dalam rumah. Tempat istirahat nyamuk *An. farauti* tergantung pada setiap habitat dan lokasi geografis. Nyamuk *An. farauti* istirahat setelah menghisap darah di dalam rumah (endofilik), kemudian istirahat pada habitat aslinya di luar rumah (eksofilik) pada siang hari di tempat lembab dengan temperatur udara optimum. *Anopheles farauti* dapat ditemukan di daerah sampai ketinggian 800 - 2250 meter, dengan jarak terbang dilaporkan ± 1 km dari habitat perkembangbiakannya.^{15,16,17}

Munif, dkk¹⁸ melaporkan bahwa habitat larva *An. farauti* adalah genangan air sementara atau permanen seperti saluran air, parit, kubangan air, tepi kolam ikan dan kolam dengan

tanaman air kangkung. Kadar garam air kolam 0‰ dan pH 6 - 8 dengan suhu 26 - 30°C. Nyamuk dewasa *An. farauti* tidak ditemukan istirahat di dalam rumah pada siang hari. Sedangkan nyamuk *An. farauti* paling banyak ditemukan istirahat di luar rumah di tempat teduh seperti di dalam ban mobil bekas atau drum, rerumputan, pokok pohon pisang, celah-celah tumpukan batu dan tumbuhan semak. Aktifitas menggigit spesies ini sepanjang malam di luar rumah dan kepadatan meningkat pada bulan Januari, Februari sampai dengan Mei.¹⁹

2. Bionomi *Anopheles koliensis* Owen (1945)

Anopheles koliensis Owen termasuk dalam kelompok *An. punctulatus* dan merupakan vektor primer malaria. Metselaar melaporkan dari 1.748 nyamuk yang ditangkap dan dibedah kelenjar salivanya, ditemukan 11 nyamuk *An. koliensis* positif sporozoit (0,63%).²⁰ Penelitian yang dilakukan di Mimika-Papua ditemukan *sporozoite rate* 0,3% dengan menggunakan metode CSP-ELISA (deteksi sirkum sporozoit (CSP) menggunakan ELISA) dan indeks transmisi malaria *entomological inoculation rate* (EIR) 0,17.2 Spesies ini dapat ditemukan di Papua, Kepulauan Guadalcanal dan Papua New Guinea di daerah dengan ketinggian 800 - 1700 m dpl.²⁰

Larva *An. koliensis* Owen dapat ditemukan pada kolam rawa di sepanjang hutan, rawa hutan sagu, kolam permanen dan semi-permanen dengan air dangkal.¹¹ Larva *An. koliensis* juga ditemukan pada habitat yang terpapar cahaya matahari langsung ataupun tidak langsung.²² Larva ini tidak ditemukan di air payau dan tidak ditemukan bersamaan dengan larva *An. farauti* dan *An. punctulatus*.¹⁷ Keberadaan perindukan larva *An. koliensis* berhubungan dengan keberadaan tempat tinggal manusia. Nyamuk dewasa *An. koliensis* betina menyukai darah manusia (antropofilik) dan darah hewan (zoofilik) seperti anjing, babi dan burung. *Anopheles koliensis* lebih menyukai menghisap darah manusia (78%). Kebiasaan menggigit tergantung dari lokasi geografis. Nyamuk dewasa *An. koliensis* betina ditemukan lebih banyak menggigit di luar rumah dengan rasio *indoor* dan *outdoor* (1:1,1) di Distrik Arso, rasio 1:4 di Daerah Entrop Papua. *Anopheles*

koliensis aktif istirahat (resting) di dalam rumah. Nyamuk dewasa *An. koliensis* betina aktif di malam hari (nokturnal) pada pukul 21.00 - 06.00 pagi dengan frekuensi menggigit dan puncak kepadatan nyamuk dewasa bervariasi di tiap lokasi/daerah dan musim.^{16,23}

Penelitian Nurhasanah, dkk²⁴ di Desa Dobonsolo menyebutkan larva *An. koliensis* ditemukan di sumur, kolam air tergenang dengan vegetasi rumput, tumbuhan lumut dan kangkung. Kedalaman air kolam 26-68 cm, suhu air 30°C dengan pH 6 – 7 dan ketinggian lokasi penelitian 82 – 86 dpl. Nyamuk betina dewasa aktif menggigit pada malam hari (nokturnal) dan bersifat antropofilik.

3. Bionomi *Anopheles punctulatus* Donitz

Anopheles punctulatus merupakan salah satu dari 12 spesies *An. punctulatus* group. *Anopheles punctulatus* Donitz merupakan vektor malaria dan spesies tersebut banyak ditemukan di Papua New Guinea, Moluccas, New Britain dan Kepulauan Salomon. Nyamuk *An. punctulatus* betina terbukti sebagai vektor malaria *Plasmodium falcifarum*, *Plasmodium vivax* dan *Plasmodium malariae* di Papua bagian selatan dan utara baik daerah pantai, dataran rendah (Armopa, Timika, Arso, Mapurujaya dan Tipuka) maupun dataran tinggi (Obio dekat Wamena dan Oksibil).^{10,25,26}

Larva *An. punctulatus* berkembang biak di daerah kolam terbuka dengan air kolam yang jernih atau keruh tanpa adanya vegetasi air, genangan air terbuka bekas tapak kaki hewan (babi dan sapi) atau manusia, pelepah pohon sagu. *Anopheles punctulatus* tidak ditemukan di daerah pantai air payau. Larva juga ditemukan pada genangan air di ban bekas, dan bekas jejak ban mobil. Habitat larva *An. punctulatus* biasanya terpapar sinar matahari langsung dan dapat hidup pada suhu lingkungan habitat 42 °C.¹⁷ *Anopheles punctulatus* bersifat aktif di malam hari (nokturnal), dan aktif menghisap darah manusia dan hewan (antropofilik).¹⁶ *Anopheles punctulatus* pernah dilaporkan sebagai penyebab kejadian luar biasa malaria di dataran tinggi Papua tahun 1989 pada daerah ketinggian 1.260 dpl dimana hampir 98% (n = 2577) positif menggigit manusia. Frekuensi menggigit dan puncak aktifitas nyamuk betina

dewasa sangat bervariasi tiap lokasi/daerah bergantung pada kondisi lingkungan dan musim. Aktifitas menggigit nyamuk *An. punctulatus* di luar rumah (*outdoors*), dimulai pada tengah malam (eksofagik) pukul 22.00- 23.00 dan pukul 02.00-03.00 dini hari.²⁷ Setelah menggigit umumnya nyamuk *An. punctulatus* akan resting di luar rumah di dinding rumah atau semak-semak sekitar rumah (endofilik).^{11,26} *Anopheles punctulatus* memiliki jarak terbang 0,4–2,4 km dari habitat perkembangbiakannya.²⁸

Penelitian yang dilakukan oleh Nurhasanah, dkk²⁴ di Desa Yobeh Kabupaten Jayapura menyebutkan habitat larva *An. punctulatus* merupakan genangan air sementara bekas galian pasir dengan vegetasi rumput dan tumbuhan lumut, terkena cahaya matahari langsung, air kolam genangan dengan pH 7, kedalaman 27 cm, suhu air kolam 30°C dan ketinggian lokasi 90 meter dpl.

KESIMPULAN

Dari hasil beberapa kajian pustaka dapat disimpulkan yaitu bionomi *Anopheles punctulatus* group (*An. farauti*, *An. punctulatus* dan *An. koliensis*) memiliki perbedaan habitat (*breeding habitat*), aktifitas menggigit (*feeding*, dan tempat istirahat (*resting site*). Larva *An. farauti* memiliki habitat di daerah pantai, perairan payau (memiliki toleransi terhadap salinitas), irigasi buatan atau alami. Nyamuk dewasa *An. farauti* betina bersifat nokturnal dan diurnal, eksofagik, eksofilik, dan antropofilik. Larva *An. koliensis* tidak ditemukan di perairan payau, tetapi banyak ditemukan di rawa daerah hutan, maupun hutan sagu, kolam dangkal semipermanen atau permanen yang dangkal dan terpapar sinar matahari langsung. Nyamuk dewasa *An. koliensis* bersifat nokturnal, antropofilik (78% menggigit manusia), eksofagik, eksofilik. Larva *An. punctulatus* tidak ditemukan di air payau, habitat spesies tersebut kolam dengan air jernih atau keruh dengan atau tanpa vegetasi air, larva *An. punctulatus* juga ditemukan di hutan sagu dan hutan rawa dengan paparan sinar matahari langsung. Nyamuk dewasa *An. punctulatus* bersifat nokturnal, antropofilik (98% menggigit manusia), eksofagik dan endofilik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amek N, Bayoh N, Hamel M, Linblade KA, Gimnig J, Odhiambo F, et al. Spatial and temporal dynamics of malaria transmission in Rural Western Kenya. *Journal Parasites and Vectors*. 2012; 5: 1-13.
2. Sembel DT. *Entomologi kedokteran*. Yogyakarta: Penerbit C.V Andi Offset; 2009.
3. Ipa M, Astuti. *Anopheles* spp. vektor malaria yang bersifat lokal spesifik. Fauna *Anopheles* spp. Surabaya: Loka Litbang P2B2 Ciamis, Penerbit Health Advocacy Yayasan Pemberdayaan Kesehatan Masyarakat; 2013.
4. Reid JA. *Anopheles* mosquitoes of Malaya and Borneo. Studies from The institute for Medical research Malaya No.31. Government of Malaysia; 1968
5. Subbarao SK. Anopheline species complex in South-East Asia. In technical Publication, SEARO No.18, WHO Regional Office for South-East Asia. New Delhi; 1998.
6. Prasetyowati H, Yuliasih Y. *Anopheles* spp dan peranannya sebagai vektor penyakit malaria di beberapa daerah di Indonesia. Surabaya: Loka Litbang P2B2 Ciamis, Penerbit Health Advocacy Yayasan Pemberdayaan Kesehatan Masyarakat; 2013.
7. Fuadzy H, Marina R. Karakteristik *Anopheles nigerrimus* Giles sebagai vektor malaria. Surabaya: Loka Litbang P2B2 Ciamis, Penerbit Health Advocacy Yayasan Pemberdayaan Kesehatan Masyarakat; 2013.
8. Molineaux L, Muir DA, Spencer HC, Wernsdorfer WH. The epidemiology of malaria and its measurement. *Malaria: principles and practice of malariology*. Edinburgh: Wernsdorfer WH, McGregor I; 1988.
9. Burkot TR, Graves PM. The value of vector-based estimates of malaria transmission. *Ann Trop Med Parasitol*. 1995; 89:125–34.
10. Bangs MJ, Rusmiarto S. Malaria vector incrimination in Indonesia using CSPELISA from 1986 to 2007. U.S. Naval Medical Research Unit No. 2, Jakarta, Indonesia; 2007. Unpublished report.
11. Lee VH, Atmosoedjono S, Aep S, Swaine CD. Vector studies and epidemiology of malaria in Irian Jaya, Indonesia. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*. 1980; 11: 341–47.
12. Van den Assem J, Bonne-Wepster J. *New Guinea Culicidae, a synopsis of vectors, pests and common species*, vol. 6. Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden, The Netherlands. 1964: 1–139.
13. Sari JFK, Sudjadi FA, Mardihusodo SJ. Diferensiasi spesies sibling *Anopheles farauti* Laveran 1902 vektor malaria di Jayapura dengan scrutiny morphometry vena sayap. *Sains Kes*. 2004;17: 301–14.
14. Slooff R. Observation on the effect of residual DDT house spraying on behaviour and mortality in species of the *Anopheles punctulatus* group. A.W. Sythoff, Doezastraat I, Leyden, Holland; 1964:144.
15. Pranoto, Munif A. Beberapa aspek perilaku *Anopheles farauti* di Klademak IIA, Sorong. *CDK*. 1994; 94: 23–8.
16. Wepster BJ, Swellengrebel NH. *The Anopheline mosquitoes of The Indo-Australia Region*. Amsterdam: The Department of Tropical Hygiene and Geographical Pathology, Royal Tropical Institute Amsterdam; 1953.
17. Lee DJ, Hicks MM, Griffiths M, Debenham ML, Bryan JH, Russell RC, et al. *The culicidae of the Australasian Region. Volume 5. Nomenclature, synonymy, literature, distribution, biology and relation to disease. Genus Anopheles. Subgenera Anopheles*, Cellia Canberra: Australian Government Publishing Service; 1987. Sinka et al. *Parasites & Vectors* 2011, 4:89. Available from: <http://www.parasitesandvectors.com/content/4/1/89>.
18. Sukirno MK, Santiyo AA, Nadjib, Suyitno, Mursiyatno, Hasyimi M. Fauna *Anopheles* dan status, pola penularan serta endemisitas malaria di Halmahera Maluku Utara. *Cermin Dunia Kedokteran*. 1997.
19. Munif A. Beberapa aspek perilaku *Anopheles farauti* di Kalademak IIA Sorong. *Cermin Dunia Kedokteran*. 1994.
20. Metselaar D. A pilot project of residual-insecticide spraying to control malaria transmitted by the *Anopheles punctulatus* group in Netherlands New Guinea. *Am. J. Trop. Med. Hyg*. 1956; 5: 977–87.
21. Pribadi W, Sutanto I, Atmosoedjono S, Rasidi R, Surya LK, Susanto L. Malaria situation in several villages around Timika, South Sentral Irian Jaya,

- Indonesia. Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health. 1998; 29: 228–35.
22. Church CJ, Atmosoedjono S, Bangs MJ. A review of Anopheline mosquitoes and malaria control strategies in Irian Jaya, Indonesia. Bull. Penelitian Kes. 1995; 23: 3–17.
 23. Charlwood JD, Graves PM, Alpers MP. The ecology of the *Anopheles punctulatus* group of mosquitoes from Papua New Guinea: a review of recent work. PNG Med J. 1986; 29: 19–26.
 24. Nurhasanah S. Laporan penelitian studi bioekologi vektor malaria di distrik sentani Kabupaten Jayapura. Balai Litbang Biomedis Papua; 2010.
 25. Anthony RL, Bangs MJ, Hamzah N, Basri N, Purnomo, Subianto B. Heightened transmission of stable malaria in an isolated population in the highlands of Irian Jaya, Indonesia. Am. J. Trop. Med. Hyg. 1992; 47: 346–56.
 26. Bangs MJ, Rusmiarto S, Anthony RL, Wirtz RZ, Subianto B. Malaria transmission by *Anopheles punctulatus* in the highlands of Irian Jaya, Indonesia. Ann. Trop. Med. Parasitol. 1996; 90: 29–38.
 27. Saputro G, Hadi K, Koesharto FX. Perilaku *Anopheles punctulatus* dan kaitannya dengan epidemiologi malaria di Desa Dulanpokpok Kabupaten Fakfak Papua Barat. Hemara Zoa. Majalah Ilmu Kehewan Indonesia. 2010; 2 (1): 25–33.
 28. Sinka ME, Bangs JM, Manguin S, Chareonviriyaphap, Patil AP, Temperley HP, Gething WP, et al. The dominant *Anopheles* vectors human malaria in the Pacific region: occurrence data, distributions map and bionomic precis. Parasites and Vectors. 2011; 4: 89.