

Kepadatan Nyamuk *Anopheles* spp. dan Korelasinya terhadap Faktor-Faktor Meteorologi di Desa Sungai Nyamuk, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara

Anopheles spp. Density and Its Correlation to Meteorologist Factors in Sungai Nyamuk Village, Nunukan Distric, North Kalimantan

Sugiarto* , Upik Kesumawati Hadi , Susi Soviana , dan Lukman Hakim

Program Studi Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, Pascasarjana IPB

Jl Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Laboratorium Entomologi, Bagian Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, FKH-IPB

Jl Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Direktorat Pascasarjana Universitas Sari Mutiara,

Jl Kapten Muslim No.79, Medan , Sumatera Utara, Indonesia

INFO ARTIKEL

Article History:

Received: 20 Nov. 2017

Revised: 3 Feb. 2018

Accepted: 27 Feb. 2018

Keywords:

Sungai Nyamuk Village,

Anophelines density,

Rainfall,

North Kalimantan

Kata kunci:

Desa Sungai Nyamuk,

Kepadatan *Anopheles*,

Curah hujan,

Kalimantan Utara

ABSTRACT / ABSTRAK

Correlation between Man Biting Rate (MBR) and meteorologist factors is important to anticipate malaria case fluctuation. The aim of this study was to analyze the correlation between *Anopheles* spp. density and meteorologist factors in Sungai Nyamuk Village, a malaria endemic area in North Kalimantan. The density of *Anopheles* spp. was obtained from human landing collection (HLC) from 6 p.m to 6 a.m. Pearson product-moment was used to analyze the correlation between MBR and meteorologist factors. The results showed that rainfall was related to MBR and *Anopheles* density was related to malaria cases. However, temperature and humidity were not related to *Anopheles* density. Rainfall can be used as an indicator in an early warning system to anticipate malaria case fluctuation.

Korelasi antara angka menggigit *Anopheles* (man biting rate-MBR) dengan faktor-faktor meteorologi sangat penting untuk mengantisipasi fluktuasi kejadian kasus malaria. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi kepadatan *Anopheles* spp. dengan faktor-faktor meteorologi di Desa Sungai Nyamuk, daerah endemis malaria di Kalimantan Utara. Kepadatan nyamuk *Anopheles* spp. didapatkan dari umpan orang (human landing collection-HLC) (pengamatan 18.00-06.00). Pearson Product Moment Test digunakan untuk menganalisis korelasi antara angka menggigit *Anopheles* (MBR) dengan faktor-faktor meteorologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan mempunyai hubungan bermakna dengan kepadatan *Anopheles* (MBR), sedangkan kepadatan *Anopheles* mempunyai hubungan bermakna dengan kejadian kasus malaria. Suhu udara dan kelembaban tidak mempunyai hubungan bermakna dengan kepadatan *Anopheles* (MBR). Curah hujan dapat dijadikan sebagai salah satu indikator dalam penetapan sistem kewaspadaan dini untuk mengantisipasi fluktuasi kejadian kasus malaria.

© 2018 Jurnal Vektor Penyakit. All rights reserved

*Alamat Korespondensi : email : ugik.ok@gmail.com

PENDAHULUAN

Malaria merupakan satu di antara permasalahan kesehatan masyarakat yang masih menjadi prioritas sebagai penyakit yang menjadi perhatian serius bagi Kementerian Kesehatan (Kemenkes) Republik Indonesia. Malaria dapat menyebabkan kematian pada bayi, balita dan ibu hamil, serta dapat menurunkan

produktifitas kerja. Indonesia termasuk negara dengan transmisi malaria yang masih tinggi, terutama di daerah Kawasan Timur Indonesia. Kabupaten/kota dengan endemisitas tinggi tersebut terdapat di Provinsi Papua, Papua Barat, Maluku, Maluku Utara, dan Nusa Tenggara Timur. Pada tahun 2015 masih terdapat 66.529.089 penduduk (26%) hidup di daerah endemis malaria dari

total jumlah penduduk 255.881.112 jiwa.¹

Indonesia beriklim tropis dan mempunyai dampak yang besar terhadap perubahan iklim. Perubahan iklim dapat mempengaruhi penyebaran penyakit tular vektor seperti malaria. Peningkatan suhu dan kelembaban mempunyai korelasi positif terhadap peningkatan kepadatan *Anopheles* spp. Curah hujan diprediksi berkorelasi dengan kepadatan *Anopheles*, semakin tinggi curah hujan maka akan semakin memperbanyak habitat perkembangbiakan nyamuk (*breeding places*). Habitat perkembangbiakan yang banyak akan mempermudah nyamuk meletakkan telur, sehingga kepadatan nyamuk semakin tinggi. Curah hujan yang tinggi akan meningkatkan kepadatan nyamuk dan semakin rendah curah hujan maka akan mengurangi kepadatan nyamuk. Kepadatan populasi vektor yang tinggi dapat meningkatkan kontak vektor infeksi terhadap manusia sehingga kasus malaria semakin meningkat.²

Kecamatan Sebatik, Kabupaten Nunukan merupakan salah satu daerah endemis malaria di Kalimantan Utara. Kemenkes (2015) melaporkan bahwa pada kejadian malaria tahun 2013, di Desa Sungai Nyamuk dilaporkan 61 orang positif malaria *Plasmodium falciparum* dari 7.525 orang dengan *Annual Parasite Incidence* (API) 8,11 per 1000 penduduk. Pada tahun 2014 di Kabupaten Nunukan masih dilaporkan 20 orang positif malaria *Plasmodium falciparum* dari 633.222 orang dengan API 0,03 per 1000 penduduk.³ Kasus penularan malaria di Pulau Sebatik terindikasi telah terjadi penularan setempat (*indigenous*).³ Kepadatan vektor yang tinggi menjadikan Desa Sungai Nyamuk sebagai daerah endemis malaria.⁴ Kepadatan vektor mempunyai korelasi positif dengan tingginya kasus penyakit.⁵ Spesies *Anopheles* spp. di Desa Sungai Nyamuk yang telah terkonfirmasi mengandung *Circum Sporozite Protein* (CSP) *Plasmodium falciparum* adalah *An. sundaicus* dan *An. peditaeniatus*.³

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian tentang korelasi kepadatan nyamuk *Anopheles* spp. terhadap faktor-faktor meteorologi sangat penting dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi antara kepadatan nyamuk *Anopheles* spp. terhadap faktor-faktor meteorologi

(curah hujan, kelembaban dan suhu), serta kejadian malaria di Desa Sungai Nyamuk, Kecamatan Sebatik, Kabupaten Nunukan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Sungai Nyamuk (4° 8' 35,697" N dan 117° 47' 14,645"E), Kecamatan Sebatik, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara. Topografi dari Pulau Sebatik merupakan daerah pantai (ketinggian <25 m Diatas Permukaan Laut (DPL)), daerah tropis dengan suhu rata-rata 27,8°C, temperatur minimum 22,9°C pada Januari dan September serta temperatur maksimum 32,1°C pada Mei. Penelitian dilaksanakan selama 18 bulan, mulai Agustus 2010 sampai dengan Januari 2012. Data kepadatan *Anopheles* spp. diperoleh dari hasil pengamatan longitudinal yang dilakukan di Desa Sungai Nyamuk, selama 18 bulan dari Agustus 2010 hingga Januari 2012. Kepadatan nyamuk diperoleh dari hasil penangkapan nyamuk yang hinggap di badan pada malam hari pukul 18:00-06:00, dengan metode *Human Landing Collection* (HLC).⁶ Penangkapan nyamuk dilakukan oleh enam kelompok, tiga kelompok melakukan penangkapan nyamuk di dalam rumah dan tiga kelompok melakukan penangkapan nyamuk di luar rumah. Setiap kelompok melakukan penangkapan nyamuk yang hinggap di badan selama 45 menit tiap jam dan nyamuk yang hinggap di dinding selama 10 menit tiap jam. HLC dilakukan selama 18 bulan, tiap bulannya tiga malam di Desa Sungai Nyamuk. Nyamuk yang hinggap di badan, ditangkap menggunakan aspirator, kemudian nyamuk dibius menggunakan kloroform, dihitung jumlahnya dan diidentifikasi spesiesnya menggunakan mikroskop binokuler stereo. Identifikasi *Anopheles* spp. menggunakan kunci identifikasi nyamuk *Anopheles* dari O'Connor dan Soepanto.⁷ Kepadatan *Anopheles* menghisap darah per orang per malam dihitung berdasarkan nilai *Man Biting Rate* (MBR). Nilai MBR didapat dari jumlah *Anopheles* (tiap spesies) yang tertangkap per malam dibagi jumlah penangkap.⁶

Data cuaca diperoleh dari data sekunder, yang diambil dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

(BMKG), Stasiun Meteorologi Nunukan (No. Stasiun 96503) Region III Kalimantan Timur, meliputi suhu udara, kelembaban udara dan curah hujan. Suhu dan kelembaban udara dirata-ratakan tiap bulannya. Nilai indeks curah hujan bulanan dihitung dengan mengalikan jumlah curah hujan per bulan dengan hari hujan per bulan, lalu dibagi dengan jumlah hari pada bulan yang bersangkutan.⁸

Pengamatan jumlah kasus malaria diperoleh dari data sekunder. Data tersebut diambil dari Puskesmas Sungai Nyamuk, Kecamatan Sebatik, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Kepadatan *Anopheles* menggigit per orang per malam (MBR) tiap bulan disajikan dalam bentuk grafik selama 18 bulan. Fluktuasi suhu udara, kelembaban udara dan indeks curah hujan disajikan dalam bentuk grafik selama 18 bulan. Untuk mengetahui hubungan iklim dengan kepadatan *Anopheles*, dilakukan uji korelasi pearson *product moment* pada $\alpha=0,05$. Jika terdapat hubungan bermakna, maka diteruskan dengan uji regresi linier sederhana untuk mengetahui seberapa besar pengaruh iklim terhadap kepadatan nyamuk *Anopheles*, dengan mencari nilai koefisien determinasi (R). Data kasus malaria selama 18 bulan disajikan dalam bentuk grafik. Untuk mengetahui hubungan kepadatan *Anopheles* dengan kasus malaria menggunakan uji korelasi pearson *product moment* pada $\alpha=0,05$. Jika terdapat hubungan bermakna, maka dilanjutkan dengan uji regresi linier sederhana untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kepadatan *Anopheles* terhadap kasus malaria, dengan mencari nilai koefisien determinasi (R).⁹

HASIL

Hasil penelitian tentang korelasi kepadatan *Anopheles* spp. dengan faktor-faktor meteorologi di Desa Sungai Nyamuk dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1, terlihat bahwa angka gigitan *Anopheles* per orang per malam (MBR) ditemukan menghisap darah sepanjang bulan, tertinggi pada bulan Mei, dengan nilai MBR 1,63 (N=117 gigitan per orang per malam). Curah hujan di Desa Sungai Nyamuk berfluktuasi pada tiap bulannya. Fluktuasi indeks curah

hujan tertinggi pada Agustus sebesar 14,39 ml dan terendah pada Januari sebesar 3,84 ml. Kasus malaria juga terlihat berfluktuasi dan ditemukan setiap bulan, dengan kasus tertinggi pada Mei 2011 sebesar 10 kasus, sedangkan kasus terendah pada September 2010 dan Oktober 2011 sebesar dua kasus.

Hasil perhitungan statistik hubungan antara MBR dengan curah hujan pada $\alpha=0,05$ didapatkan nilai $p=0,01$ ($p<0,05$), artinya terdapat hubungan bermakna antara kepadatan nyamuk *Anopheles* per orang per malam (MBR) dengan curah hujan. Koefisien determinasi menunjukkan nilai 0,84, artinya kepadatan nyamuk *Anopheles* di Desa Sungai Nyamuk 84% disebabkan oleh curah hujan.



Gambar 1. Korelasi kepadatan nyamuk *Anopheles* spp. (Man Biting Rate-MBR) dengan curah hujan selama pengamatan 18 bulan di Desa Sungai Nyamuk, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara.

Hasil korelasi Pearson antara kepadatan nyamuk *Anopheles* spp. dengan kasus malaria didapatkan nilai $p=0.04$ ($p<0.05$), artinya terdapat hubungan bermakna antara kepadatan nyamuk *Anopheles* per orang per malam (MBR) dengan kasus malaria. Koefisien determinasi menunjukkan nilai 0,54, artinya sebanyak 54% kasus malaria disebabkan oleh kepadatan nyamuk *Anopheles* di Desa Sungai Nyamuk (Gambar 2).

Suhu udara berkisar antara 26,62 - 27,51°C. Rata-rata suhu udara terendah pada Maret dan tertinggi pada November. Hasil uji korelasi Pearson pada $\alpha=0,05$, didapatkan nilai $p=0,12$ ($p>0,05$), artinya tidak ada hubungan bermakna suhu udara dengan angka menggigit nyamuk *Anopheles* per orang per malam (MBR) (Gambar 3).

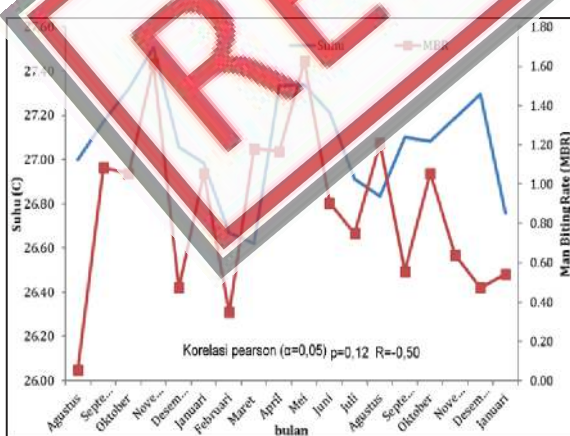
Tabel 1. Hasil Uji Korelasi Pearson Antara Angka Gigitan Anopheles Per Orang Per Malam (MBR) dengan Faktor-Faktor Meteorologi selama 18 Bulan Pengamatan di Desa Sungai Nyamuk, Kalimantan Utara.

Korelasi	Curah Hujan		Suhu rata-rata		Kelembaban		Kasus Malaria	
	R	p-value	R	p-value	R	p-value	R	p-value
Man Biting Rate (MBR)	0.84	0.01*	-0.50	0.12	-0.33	0.19	0.54	0.04*

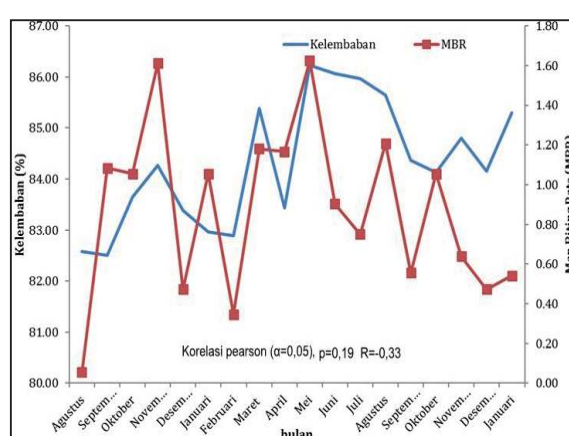
Keterangan : *) terdapat hubungan bermakna karena nilai $p < 0.05$



Gambar 2. Korelasi kepadatan nyamuk *Anopheles* spp. (Man Biting Rate-MBR) dengan kasus malaria selama pengamatan 18 bulan di Desa Sungai Nyamuk, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara.



Gambar 3. Korelasi kepadatan nyamuk *Anopheles* spp. (Man Biting Rate-MBR) dengan suhu selama pengamatan 18 bulan di Desa Sungai Nyamuk, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara.



Gambar 4. Korelasi kepadatan nyamuk *Anopheles* spp. (Man Biting Rate-MBR) dengan kelembaban selama pengamatan 18 bulan di Desa Sungai Nyamuk, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara.

Kelembaban udara berkisar antara rata-rata tertinggi pada Juli sebesar 85,97% dan terendah pada September sebesar 82,50%. Hasil uji korelasi pearson pada $\alpha=0,05$, didapatkan nilai $p=0,19$ ($p>0,05$), artinya tidak ada hubungan bermakna antara angka gigitan nyamuk *Anopheles* per orang per malam (MBR) dengan kelembaban (Gambar 4).

PEMBAHASAN

Kejadian kasus malaria di Desa Sungai Nyamuk ditemukan setiap bulan, tertinggi pada Juni (10 kasus) dan terendah pada Oktober dan November (dua kasus). Penularan malaria di Desa Sungai Nyamuk terindikasi telah terjadi penularan setempat (*indegenuous*). Hal ini dapat terlihat dari kejadian kasus malaria serta telah ditemukannya dua spesies *Anopheles* yaitu *An. sudaicus* dan *An. peditaeniatus* terkonfirmasi mengandung *Circum Sporozite Protein* (CSP) *Plasmodium falciparum*.³

Desa Sungai Nyamuk mempunyai keanekaragaman nyamuk *Anopheles* yang tinggi. Keanekaragaman spesies dalam populasi yang tinggi menunjukkan bahwa suatu populasi akan semakin stabil. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, melaporkan bahwa di Desa Sungai Nyamuk telah teridentifikasi 11 spesies *Anopheles* yang kontak dengan manusia, yaitu *An. vagus*, *An. sudaicus*, *An. subpictus*, *An. indefinitus*, *An. peditaeniatus*, *An. nigerrimus*, *An. tessellatus*, *An. barbirostris*, *An. letifer*, *An. umbrosus* dan *An. barhumbrosus*.⁴ *An. vagus* merupakan spesies dominan di Desa Sungai Nyamuk, sebagaimana ditunjukkan dari angka gigitan per orang per malam (MBR) sangat tinggi melebihi spesies lainnya. Nyamuk *Anopheles* di Desa Sungai Nyamuk mempunyai perilaku eksofagik yaitu lebih banyak menghisap darah di luar rumah.⁴

Curah hujan berhubungan sangat erat dengan kepadatan *Anopheles* ($p<0,05$), karena semakin tinggi curah hujan maka akan semakin memperbanyak habitat perkembangbiakan nyamuk (*breeding places*). Semakin banyak habitat perkembangbiakan akan mempermudah nyamuk meletakkan

telur, sehingga kepadatan nyamuk semakin tinggi. Hasil ini serupa dengan penelitian yang telah dilakukan di Kumari-Bangladesh menyatakan bahwa kepadatan nyamuk *An. baimaii*, *An. willmori*, *An. vagus* dan *An. Subpictus* mempunyai hubungan positif dengan curah hujan.¹⁰ Hasil penelitian serupa juga menyatakan bahwa curah hujan mempunyai hubungan bermakna dengan kepadatan nyamuk di Tanah Datar, Sumatera Barat.¹¹ Hasil penelitian ini juga diperkuat berdasarkan studi di Sahel Senegal yang menyatakan bahwa semakin tinggi curah hujan akan meningkatkan kepadatan nyamuk dan semakin rendah curah hujan maka akan mengurangi kepadatan nyamuk.¹²

Penelitian di Desa Sungai Nyamuk tahun 2016 ditemukan empat tipe habitat perkembangbiakan potensial *Anopheles* spp., yaitu laguna, parit, tambak ikan terbengkalai dan rawa-rawa.¹³ Curah hujan yang tinggi akan menambah jumlah dan jenis genangan air. Keberadaan tambak terbengkalai menjadi semakin banyak, parit yang kering menjadi berisikan air, kondisi air laguna dan rawa-rawa menjadi lebih payau. Kondisi perairan ini merupakan habitat yang sangat potensial untuk perkembangan larva *Anopheles*. Curah hujan yang tinggi akan meningkatkan kepadatan vektor, sehingga peluang terjadinya penularan kasus malaria semakin tinggi.¹⁴

Kepadatan *Anopheles* jika dikorelasikan dengan penyakit malaria, menunjukkan hubungan yang sangat bermakna karena didapatkan nilai $p=0,04$ ($p<0,05$). Koefisien determinasi menunjukkan nilai 0,54, artinya kasus malaria yang terjadi di Desa Sungai Nyamuk 54% disebabkan karena angka gigitan *Anopheles* per orang per malam (MBR) (Gambar 2). Kepadatan *Anopheles* mempunyai hubungan positif kuat dengan jumlah kasus malaria karena semakin tinggi kepadatan *Anopheles* per orang per malam (MBR) maka semakin meningkatkan kejadian kasus malaria di daerah tersebut. Kepadatan populasi vektor yang tinggi dapat meningkatkan kontak vektor yang infeksi terhadap manusia. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian di

Purworejo yang menyatakan bahwa *An. aconitus* mempunyai hubungan positif dengan insiden malaria, dengan nilai $R = 0,491$.¹⁵ Berdasarkan model populasi dinamik *An. maculipennis*, menyatakan bahwa kejadian kasus malaria di Birecik-Turki dipengaruhi oleh fluktuasi kepadatan *An. maculipennis*.¹⁶

Hasil penelitian ini memperkuat indikasi bahwa di Desa Sungai Nyamuk telah terjadi penularan setempat (*indigenous*). Penduduk di Desa Sungai Nyamuk mempunyai kebiasaan mengadakan aktivitas malam hari di luar rumah. Kebiasaan tersebut dapat meningkatkan faktor risiko kontak dengan *Anopheles* spp. karena nyamuk *Anopheles* di Desa Sungai Nyamuk mempunyai perilaku eksofagik yaitu lebih banyak menghisap darah di luar rumah.⁴ Hasil ini serupa dengan penelitian tahun 2009 di Purworejo bahwa *An. sudaicus* aktif menghisap darah manusia sepanjang malam dengan puncak kepadatan antara pukul 02:00-03:00 dan kepadatan di luar rumah lebih banyak dibandingkan di dalam rumah.

Kepadatan *Anopheles* per orang per malam (MBR) di Desa Sungai Nyamuk tidak dipengaruhi oleh kelembaban udara dan suhu karena habitat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* di Desa Sungai Nyamuk bersifat permanen. Hal ini dapat dilihat dari penelitian di Desa Sungai Nyamuk tahun 2016 yang menyatakan bahwa selama 18 bulan pengamatan selalu ditemukan larva *Anopheles* spp. pada tambak ikan terbenkalan.¹³ Habitat perkembangbiakan tersebut bersifat permanen karena airnya tidak mengalir, terdapat di sekitar permukiman yang dikelilingi oleh rumput-rumputan, semak dan pohon. Tambak ikan terbenkalan merupakan habitat perkembangbiakan potensial serta mempunyai peranan penting bagi penularan malaria di Desa Sungai Nyamuk.

Faktor lain yang menyebabkan kepadatan *Anopheles* per orang per malam (MBR) di Desa Sungai Nyamuk tidak dipengaruhi oleh kelembaban udara dan suhu karena daerah tersebut mempunyai nilai rata-rata kelembaban udara dan suhu yang tidak berfluktuatif. Suhu udara berkisar antara

26,6-27,5°C sedangkan kelembaban udara antara 82,5-85,9%. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian di Afrika Selatan tahun 2016 yang menyatakan bahwa *An. arabiensis* mempunyai hubungan negatif terhadap suhu dan kelembaban.¹⁸

Penelitian mengenai simulasi matematis dan model dinamik dapat digunakan untuk memprediksi deteksi dini merebaknya kasus malaria.^{19,20} Model mekanistik dapat mengkorelasikan antara faktor-faktor meteorologi, kepadatan *An. gambiae* dan kejadian kasus malaria di Sahel-Afrika.²¹ Model matematis dapat mengkorelasikan antara faktor-faktor meteorologi dengan kepadatan *An. Arabiensis*, *An. funestus*, *An. gambiae* serta kejadian kasus malaria di Afrika.²² Indonesia mempunyai faktor-faktor meteorologi yang sangat berpengaruh signifikan terhadap risiko penularan penyakit tular vektor seperti demam berdarah dan malaria. Curah hujan dapat dijadikan sebagai salah satu indikator dalam penerapan sistem kewaspadaan dini untuk mengantisipasi fluktuasi kejadian kasus malaria.

KESIMPULAN

Kepadatan nyamuk *Anopheles* di Desa Sungai Nyamuk jika dikorelasikan dengan kejadian kasus malaria, menunjukkan korelasi yang sangat bermakna. Uji korelasi Pearson antara Kepadatan nyamuk *Anopheles* di Desa Sungai Nyamuk dan faktor-faktor meteorologi menunjukkan bahwa curah hujan mempunyai hubungan bermakna dengan kepadatan nyamuk *Anopheles* (MBR). Suhu udara dan kelembaban tidak mempunyai hubungan bermakna dengan kepadatan *Anopheles* (MBR). Curah hujan dan kepadatan *Anopheles* spp. sangat berpengaruh terhadap fluktuasi kejadian kasus malaria di Desa Sungai Nyamuk.

SARAN

Curah hujan mempunyai hubungan dengan kepadatan nyamuk *Anopheles* spp. yang juga berhubungan erat dengan fluktuasi kejadian kasus malaria. Oleh karena itu curah

hujan dapat dijadikan sebagai salah satu indikator dalam penerapan sistem kewaspadaan dini untuk preventif Kejadian Luar Biasa (KLB) kasus malaria.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kasubdit Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit, Direktur Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonotik, Kementerian Kesehatan dan *Global Fund Aids Tuberculosis Malaria (GF ATM) Round 8 Komponen Malaria* atas dukungannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Utara, Dinas Kesehatan Kabupaten Nunukan, Puskesmas Sungai Nyamuk dan Laboratorium Entomologi, Divisi Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, FKH-IPB serta semua pihak yang telah membantu selama melakukan penelitian. Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kemenkes RI. Profil Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang (PPBB) Tahun 2014. Jakarta: Kementerian Kesehatan Press; 2015.
2. Roiz D, Ruiz S, Soriguer R, Figuerola J. Climatic effects on mosquito abundance in Mediterranean wetlands. *Parasit Vectors*. 2014;7:333-45.
3. Sugiarto, Hadi U, Soviana S, Hakim L. Confirmation of *Anopheles peditaeniatus* and *Anopheles sundanicus* as malaria vectors (Diptera: Culicidae) in Sungai Nyamuk village, Sebatik Island north Kalimantan, Indonesia using an enzyme-linked immunosorbent assay. *J Med Entomol*. 2016;53(6):1422-4.
4. Sugiarto, Hadi U, Soviana S, Hakim L. Bionomics of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) in a malaria endemic region of Sungai Nyamuk village, Sebatik Island - North Kalimantan, Indonesia. *Acta Trop*. 2017;171:30-6.
5. Rozendal J. Vector control, Methods for use by individuals and communities. Genewa: WHO; 1997.
6. WHO. Malaria Entomology and Vector Control, Learner's guide. Genewa; 2003.
7. O'Connor C, Soepanto A. Pictorial Key for *Anopheles* in Kalimantan. Jakarta: Ministry of Health Indonesia Press; 2009.
8. Beck-Johnson LM, Nelson WA, Paaijmans KP, Read AF, Thomas MB, Bjørnstad ON. The Effect of Temperature on *Anopheles* mosquito Population Dynamics and the Potential for Malaria Transmission. *PLoS One*. 2013;8(11):1-12.
9. Kuhe D, Jenkwe ED. The Causal Relationship between *Anopheles* Mosquito Population and Climatic Factors in Makurdi-Nigeria: An Empirical Analysis. *Sci Res J* [Internet]. 2015;III(XI):40-9. Available from: www.scirj.org
10. Bashar K, Tinn N. Seasonal abundance of *Anopheles* mosquitoes and their association with meteorological factors and malaria incidence in Bangladesh. *Parasit Vectors*. 2014;7:442-52.
11. Masrizal, Sari N. Analisis Kasus DBD Berdasarkan Unsur Iklim dan Kepadatan Penduduk melalui Pendekatan GIS di Tanah Datar. *J Kesehat Masy Andalas* [Internet]. 10(2):165-71. Available from: <http://jurnal.fkm.unand.ac.id/index.php/jkma/>
12. Ngom M, Hadji E, Faye ND, Talla C, Ndiaye EH, Ndione J-A, et al. *Anopheles arabiensis* seasonal densities and infection rates in relation to landscape classes and climatic parameters in a Sahelian area of Senegal. *BMC Infect Dis* [Internet]. 2014;14:711-9. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/14/711>
13. Sugiarto, Hadi U, Soviana S, Hakim L. Karakteristik Habitat Larva *Anopheles* spp. di Desa Sungai Nyamuk, Daerah Endemik Malaria di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. *Balaba*. 2016;12(1):47-54.
14. Boussari O, Subtil F, Moiroux N, Djénontin A, Iwaz J, Corbel V, et al. Modeling the seasonality of *Anopheles gambiae* s.s. biting rates in a south benin sanitary zone. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2014;108:237-43.
15. Mardiana, Munif A. Hubungan antara Kepadatan Vektor *Anopheles aconitus* dan Insiden. *J Entomol Indon*. 2009;7(1):42-53.
16. Akiner MM, Muhammet C, Akiner M, Eksi E. Impact of Environmental Factors on *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) populations in three localities of Turkey. *Int J Mosq Res IJMR*. 2016;3(31):52-8.

17. Sukowati S, Shinta. Habitat berkembangbiakan dan aktivitas menggigit nyamuk *Anopheles sudaicus* dan *Anopheles subpictus* di Purworejo, Jawa Tengah. *J Ekol Kes.* 2009;8(1):915-25.
18. Abiodun GJ, Maharaj R, Witbooi P, Okosun KO. Modelling the influence of temperature and rainfall on the population dynamics of *Anopheles arabiensis*. *Malar J.* 2016;15:364-78.
19. Tompkins AM, Ermert V. A regional-scale, high resolution dynamical malaria model that accounts for population density, climate and surface hydrology. *Malar J* [Internet]. 2013;12:65-77. Available from: <http://www.malariajournal.com/content/12/1/65>
20. Lunde TM, Bayoh MN, Lindtjørn B. How Malaria Models Relate Temperature to Malaria Transmission. *Parasit Vectors* [Internet]. 2013;6:20-9. Available from: <http://www.parasitesandvectors.com/content/6/1/20>
21. Yamana TK, Eltahir EA. Incorporating the effects of humidity in a mechanistic model of *Anopheles gambiae* mosquito population dynamics in the Sahel region of Africa. *Parasit Vectors* [Internet]. 2013;6:235-244. Available from: <http://www.parasitesandvectors.com/content/6/1/235>
22. Parham PE, Pople D, Christiansen-Jucht C, Lindsay S, Hinsley W, Michael E. Modeling the role of environmental variables on the population dynamics of the malaria vector *Anopheles gambiae sensu stricto*. *Malar J.* 2012;11:271-283.

