

HUBUNGAN ANTARA FAKTOR LINGKUNGAN FISIK TERHADAP TRANSMISI MALARIA DI INDONESIA

Soraya

Program Studi Analis Kesehatan, Politeknik Piksi Ganesha

Jl. Jend. Gatot Soebroto No. 301 Bandung

Email : soraya.lampung@gmail.com

ABSTRACT

Malaria distributed almost in all provinces in Indonesia with various endemicity levels and transmission. Malaria transmission is related to the epidemiological factors such as malaria parasite (Plasmodium), host (human) and malaria vector (female Anopheles mosquito). Malaria transmission is also influenced by physical environmental factors such as air temperature, humidity, rainfall, wind speed, and altitude. The study was performed to determining the correlation between physical environmental factors to the malaria transmission in low and middle endemic area in Indonesia. This was observational analytic study by cross sectional design. Malaria transmission were evaluated through microscopic and serologic examination to the blood sample of the population in the low endemic area (Purworejo) and moderate endemic area (South Lampung). Blood sample of the population were collected in January-November 2010 in Purworejo and in November 2010-September 2011 in South Lampung. Antibody measurement was performed by ELISA indirect method using recombinant P. falciparum MSP-1 and AMA-1 antigen. The sample considered malaria positive if the Optical Density (OD) above the cut off of OD at 0.19 for MSP-1 and 0.14 for AMA-1. Data on physical environment was obtained from Badan Meteorology dan geofisika (BMKG/ Meteorology and Geophysics Board) of Kotabumi, Lampung and of Central Java BMKG. Altitude data of each sample were obtained from the Indonesian Malaria Transmission Consortium (MTC) team. Correlation between malaria positive slides with climate factors was analyzed used logistic regression test. Whereas the correlation between titer antibody with the location altitude was analyzed using Pearson correlation and simple regression. The climate factors had not correlation to the malaria transmission in Purworejo and South Lampung. However is correlated to the malaria transmission in Purworejo (OR= 1.00) whereas in South Lampung, the altitude had no correlation to the malaria transmission in significance level $p < 0.05$. The altitude had no correlation to malaria transmission in Purworejo. Physical environmental factors had no correlation to the malaria transmission in South Lampung.

Keywords: Malaria transmission, microscopic, serology, P. falciparum, physical environmental factors.

ABSTRAK

Malaria tersebar di hampir seluruh Provinsi di Indonesia dengan tingkatan endemisitas dan transmisi yang bervariasi. Transmisi malaria berkaitan erat dengan faktor epidemiologis yaitu parasit malaria (Plasmodium), host

(manusia) dan vektor malaria (nyamuk *Anopheles betina*). Selain itu, transmisi malaria juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan fisik yaitu suhu udara, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan angin, dan ketinggian tempat. Penelitian dilakukan untuk mengetahui hubungan antara faktor lingkungan terhadap transmisi malaria di daerah endemis rendah dan sedang di Indonesia. Penelitian ini adalah penelitian observasional analitik dengan rancangan cross sectional. Transmisi malaria akan diukur melalui pemeriksaan mikroskopik dan serologi terhadap sampel darah penduduk dari daerah endemis rendah (Kabupaten Purworejo) dan daerah endemis sedang (Kabupaten Lampung Selatan). Sampel darah penduduk diambil pada Januari-November 2010 di kabupaten Purworejo dan November 2010-September 2011 di kabupaten Lampung Selatan. Pengukuran antibodi dilakukan dengan metode indirect ELISA menggunakan protein rekombinan MSP-1 dan AMA-1 *P. falciparum* sebagai antigen penangkap. Sampel dinyatakan positif malaria jika memiliki rata-rata Optical Density (OD) diatas cut off OD sebesar 0,19 untuk MSP-1 dan 0,14 untuk AMA-1. Data lingkungan fisik diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kotabumi Lampung dan BMKG Jawa Tengah. Data ketinggian tempat diperoleh dari tim Malaria Transmission Consortium (MTC) Indonesia. Hubungan antara slide positif malaria dengan faktor iklim dianalisis menggunakan uji regresi logistik. Hubungan antara seropositif malaria dengan ketinggian tempat dianalisis menggunakan uji regresi logistik. Sedangkan hubungan antara titer antibodi dengan ketinggian tempat dianalisis menggunakan korelasi Pearson dan regresi sederhana. Faktor iklim tidak berpengaruh terhadap transmisi malaria di kabupaten Purworejo dan kabupaten Lampung Selatan. Ketinggian tempat berpengaruh terhadap transmisi malaria di kabupaten Purworejo (OR= 1,001) sedangkan di kabupaten Lampung Selatan, ketinggian tempat tidak mempengaruhi transmisi malaria pada tingkat kemaknaan p kurang dari 0,05 ($p < 0,05$). Ketinggian tempat berpengaruh terhadap transmisi malaria di kabupaten Purworejo. Faktor lingkungan fisik tidak berpengaruh terhadap transmisi malaria di kabupaten Lampung Selatan.

Kata kunci. Transmisi malaria, mikroskopik, serologi, *P. falciparum*, faktor lingkungan fisik.

A. PENDAHULUAN LATAR BELAKANG

Penyakit malaria merupakan penyakit yang menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat yang paling penting di dunia. Menurut laporan organisasi kesehatan dunia 2009 dan rencana aksi malaria global diperkirakan 3,3 miliar penduduk hidup di daerah beresiko untuk tertular malaria. Pada tahun 2008 diperkirakan 190 – 311 juta kasus malaria terjadi di dunia dan 708.000

- 1.003.000 orang diantaranya meninggal karena malaria¹. Malaria menempati urutan ke-5 penyebab kematian akibat infeksi di dunia setelah infeksi saluran pernafasan, HIV/AIDS, diare, dan tuberculosis².

Malaria masih merupakan masalah kesehatan utama di Indonesia. Dari 576 kabupaten/kota, 424 (73,6%) merupakan daerah endemis malaria, dan sekitar 45%

dari penduduk Indonesia berisiko untuk tertular malaria. Angka kesakitan malaria berdasarkan *Annual Parasite Incidence* (API) di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 2,89‰³.

Transmisi malaria berkaitan erat dengan faktor epidemiologis, yaitu parasit malaria (*Plasmodium*), *host* (manusia), dan vektor malaria (nyamuk *Anopheles* betina). Selain itu, adanya malaria juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan (geofisik, biogeografis dan klimatologis). Perubahan signifikan dari salah satu atau beberapa faktor lingkungan, seperti faktor iklim dan cuaca, perubahan sistem irigasi, faktor pelayanan kesehatan, pola perpindahan penduduk, status sosial ekonomi, perilaku penduduk, penebangan hutan, kegiatan penambangan, dan lain-lain sangat berpengaruh terhadap perkembangbiakan nyamuk dan dinamika transmisi malaria⁴.

Beberapa faktor lingkungan yang potensial dapat berpengaruh terhadap transmisi malaria yaitu suhu, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan angin, dan ketinggian tempat. Lingkungan fisik seperti suhu dan kelembaban mempengaruhi perkembangbiakan nyamuk. Suhu optimum untuk perkembangan parasit dalam tubuh nyamuk berkisar antara 20°C – 30°C, sedangkan kelembaban 60% merupakan batas yang paling rendah untuk memungkinkan perkembangbiakan nyamuk. Pada kelembaban yang lebih tinggi nyamuk menjadi lebih aktif dan lebih sering menggigit sehingga meningkatkan penularan penyakit malaria⁵.

Tinggi rendahnya transmisi malaria dapat diukur dengan beberapa parameter seperti tinggi rendahnya prevalensi parasit secara mikroskopis serta rerata jumlah gigitan nyamuk infeksi perorang perhari (*Entomological inoculation rate*/EIR). EIR merupakan metode yang baik untuk mengevaluasi tinggi rendahnya transmisi malaria. Namun demikian, dalam program pengendalian malaria di Indonesia belum dilakukan secara rutin untuk mengevaluasi program karena metode ini mempunyai beberapa kelemahan yaitu pengukuran yang memerlukan waktu relatif lama, teknik pengukuran kurang sensitif bila dilaksanakan pada daerah yang hanya mempunyai populasi nyamuk *Anopheles* yang sedikit⁶.

Penelitian-penelitian tentang pengukuran transmisi malaria telah banyak dilakukan. Cara alternatif yang mulai digunakan yaitu secara serologis dengan mengukur titer antibodi dalam serum penduduk yang tinggal di daerah endemis malaria (Drakeley *et al.*, 2005; Corran *et al.*, 2007). Menurut Corran *et al.*, 2007; dan Bousema *et al.*, 2010, cara serologis ini dapat digunakan untuk menggambarkan tingkatan transmisi malaria karena tinggi rendahnya titer antibodi yang ada dalam serum penduduk merupakan gambaran intensitas paparan parasit malaria di daerah tersebut.

Penelitian seroepidemiologis saat ini telah dilakukan di berbagai daerah di Afrika yang bertujuan untuk memprediksi tinggi rendahnya transmisi malaria pada suatu daerah endemis dengan menggunakan protein permukaan merozoit yaitu

Merozoite Surface Protein 1 (MSP-1) dan *Apical Membrane Antigen 1* (AMA-1) sebagai antigen penangkapnya^{8,9}.

Penelitian payung yang dilakukan oleh tim *Malaria Transmission Consortium* (MTC) Indonesia melakukan penelitian tentang stratifikasi daerah endemis malaria dengan menggunakan parameter serologi. Protein MSP-1 dan AMA-1 *P.falciparum* dan *P.vivax* digunakan sebagai antigen dalam uji ELISA untuk mengevaluasi profil antibodi anti malaria, yaitu dengan melihat fluktuasi seroprevalensi bulanan pada penduduk di 3 wilayah endemis malaria di kabupaten Purworejo, kabupaten Lampung Selatan, dan Halmahera Selatan. Hasil pemeriksaan mikroskopis sediaan apus darah malaria bulanan yang diambil pada studi *rolling crossectional* antara bulan November 2008 sampai dengan bulan September 2009 menyatakan bahwa *Slide Positive Rate* (SPR) di kabupaten Lampung Selatan berkisar 0-4 %¹⁰ dan persentase seropositif bulanan individu dari penduduk kabupaten Lampung Selatan berkisar 20-55 %. SPR di kabupaten Purworejo rendah dengan transmisi tertinggi hanya mencapai sekitar 1 %¹¹. Persentase seropositif bulanan individu dari penduduk kabupaten Purworejo berkisar 5-35 %. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa kabupaten Lampung Selatan termasuk daerah endemis sedang sedangkan kabupaten Purworejo termasuk daerah endemis rendah. Penelitian tersebut belum diteliti terkait parameter lingkungan fisik

yang mempengaruhi transmisi malaria di kabupaten Lampung Selatan dan kabupaten Purworejo. Oleh karena itu, analisis mengenai bagaimana suhu udara, tingkat kelembaban udara, curah hujan, kecepatan angin, dan ketinggian tempat yang mampu mempengaruhi transmisi malaria masih perlu diteliti lebih lanjut.

B. METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di daerah endemis rendah (Purworejo) dan endemis sedang (Lampung). Di Lampung dilakukan di dua kecamatan yaitu kecamatan Padang Cermin dan kecamatan Rajabasa yang semula berada di wilayah kabupaten Lampung Selatan, tetapi kemudian terjadi pemekaran wilayah sehingga kecamatan Padang Cermin masuk ke wilayah kabupaten Pesawaran dan kecamatan Rajabasa berada di wilayah kabupaten Lampung Selatan. Di Purworejo dilakukan di kabupaten Purworejo pada 3 kecamatan yaitu kecamatan Kaligesing, kecamatan Bener, dan kecamatan Loano dengan studi *rolling cross sectional*. Serta wilayah kerja Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Geofisika Kotabumi Provinsi Lampung dan BMKG Jawa Tengah.

Subyek Penelitian

Subyek penelitian untuk *blood spot* dan apusan darah adalah penduduk yang berusia diatas satu bulan, bersedia diambil darahnya dengan menandatangani *informed consent* (penduduk dibawah usia,

penandatanganan *informed consent* diwakili orang tua), telah menetap minimal 1 tahun serta tidak memiliki penyakit komplikasi/berat di kabupaten Lampung Selatan dan Pesawaran serta kabupaten Purworejo. Data Mikroskopik diperoleh dari tim MTC, sedangkan data lain yang diambil adalah data suhu, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan angin. Data yang diambil adalah data bulanan mulai November 2010 s.d September 2011 dari BMKG Stasiun Geofisika Provinsi Lampung dan Januari s.d November 2010 dari BMKG Jawa Tengah. Sedangkan data ketinggian tempat diambil dari Tim MTC. Selama setahun dilakukan 6 kali survey, sehingga secara keseluruhan dilakukan analisis ELISA terhadap $80 \times 6 = 480$ sampel $\times 2$ daerah endemis = 960 sampel. Dari keseluruhan sampel tersebut dipilih sampel yang memiliki data ketinggian tempat yang telah ditentukan oleh tim MTC.

Bahan dan Cara Kerja

Pengukuran antibodi spesifik dilakukan dengan metode *indirect* ELISA di Laboratorium Parasitologi, Fakultas Kedokteran UGM dengan menggunakan antigen protein permukaan merozoit : MSP-1 dan AMA- 1 *P.falciparum* sebagaimana dijelaskan dalam Corran *et al* (2007). *Blood spot* pada kertas Whatman dipotong menggunakan alat pelubang sabuk sehingga menghasilkan potongan berdiameter 3,5 mm yang mengandung darah setara 3 μ l atau serum sebanyak 1,5 μ l. Masing-masing potongan *Whatman paper* dimasukkan kedalam sumuran *costar deep well plate* dan dilarutkan

dengan menambahkan *buffer* pelarut sebanyak 300 μ l sehingga dihasilkan pengenceran serum sebanyak 200x. *Costar deep well plate* kemudian digoyang menggunakan mesin shaker minimal selama dua jam untuk melarutkan *blood spot* yang terkandung dalam kertas *Whatman* dan siap untuk pengujian dengan *indirect* ELISA.

Antigen MSP-1 dan AMA-1 ditempelkan pada dasar sumuran *plate* ELISA dan diinkubasi semalam pada suhu 4°C. Keesokan harinya, *plate* dicuci dengan PBST sebanyak 3x, kemudian ditambahkan *blocking buffer* sebanyak 150 μ l kesemua sumuran dan diinkubasikan selama tiga jam dalam suhu kamar. Setelah inkubasi selesai *plate* dicuci dengan PBST sebanyak tiga kali. Kedalam sumuran ditambahkan *blocking buffer* 40 μ l, kemudian masing-masing sampel ditambahkan sebanyak 10 μ l kedalam sumuran secara duplo sesuai peta sampel yang telah disiapkan sehingga menghasilkan pengenceran final sampel sebanyak 1000 kali dalam *blocking buffer*. Kontrol serum dimasukkan secara duplo pada lajur 11 dan 12 pada tiap-tiap *plate* dengan pengenceran 1/10, 1/40, 1/160, 1/640, 1/2560 dan 1/10240. *Plate* ELISA diinkubasi semalam dalam suhu 4°C. Keesokan harinya *plate* ELISA dicuci dengan PBST sebanyak tiga kali.

Setelah inkubasi semalam, *plate* dicuci dengan PBST sebanyak lima kali. Kemudian dimasukkan 50 μ l larutan konjugat (HRP-*conjugated rabbit anti Human IgG*) ke semua sumuran, kemudian diinkubasi selama tiga jam. Setelah itu *plate* dicuci dengan PBST sebanyak 5x.

Setelah inkubasi selesai, kedalam sumuran ditambahkan larutan substrat (OPD dissolved in solution buffer) sebanyak 100 µl. Plate ELISA ditutup dengan aluminium foil yang kemudian diletakkan dalam suhu ruangan selama 15-20 menit. Kemudian ditambahkan stop solution sebanyak 25 µl 2M H₂SO₄ untuk menghentikan reaksi. Hasil ELISA kemudian dibaca optical density (OD) nya dengan ELISA reader pada panjang gelombang 450 nm. Hasil OD kemudian dimasukkan kedalam software yang dikembangkan secara khusus untuk penghitungan penentuan titer antibodi dari London School of Hygiene and Tropical Medicine (LSHTM). Hasil perhitungan titer dibandingkan dengan nilai cut off OD yang direkomendasikan MTC pusat di Inggris yang lebih teliti.

Analisis

Sebelum melakukan analisis data, dilakukan uji normalitas data dengan menggunakan formula Kolmogorov-Smirnov untuk menentukan apakah berdistribusi normal atau tidak. Analisis untuk melihat hubungan antara kejadian malaria (slide positif secara mikroskopis) dengan data iklim menggunakan regresi logistik. Uji regresi logistik juga digunakan untuk melihat hubungan antara seroposif malaria dengan ketinggian tempat. Sedangkan untuk melihat hubungan antara titer antibodi dengan ketinggian tempat menggunakan uji korelasi Pearson yang kemudian dilanjutkan dengan uji Regresi sederhana.

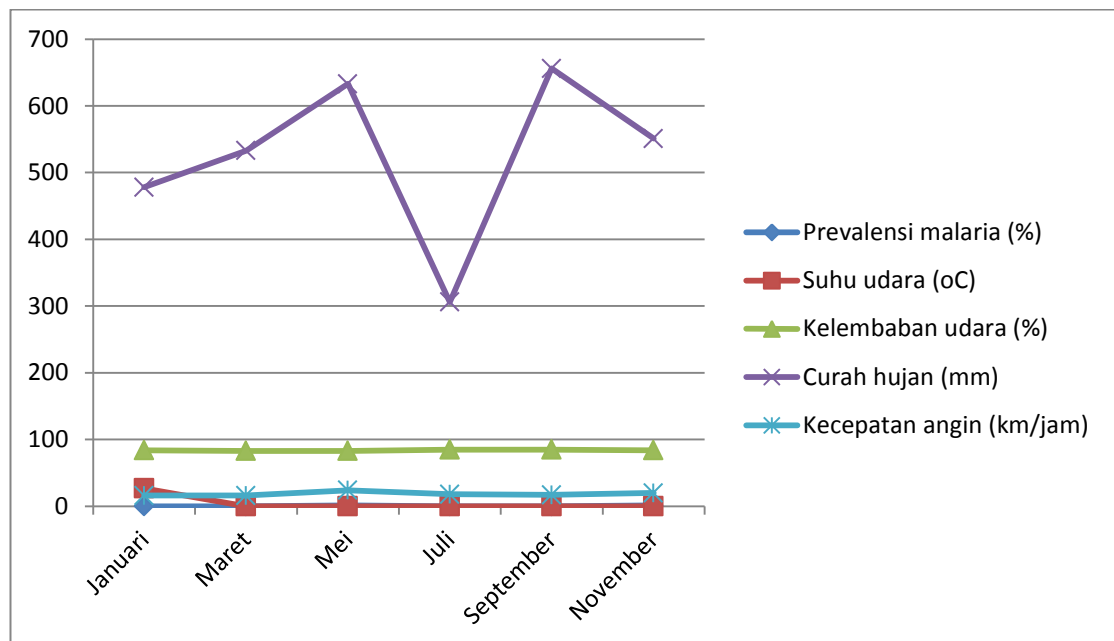
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Iklim dan Prevalensi Malaria Pemeriksaan Mikroskopik

Data cuaca dan prevalensi malaria pemeriksaan mikroskopik dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Prevalensi malaria dan data iklim di kabupaten Purworejo selama satu tahun.

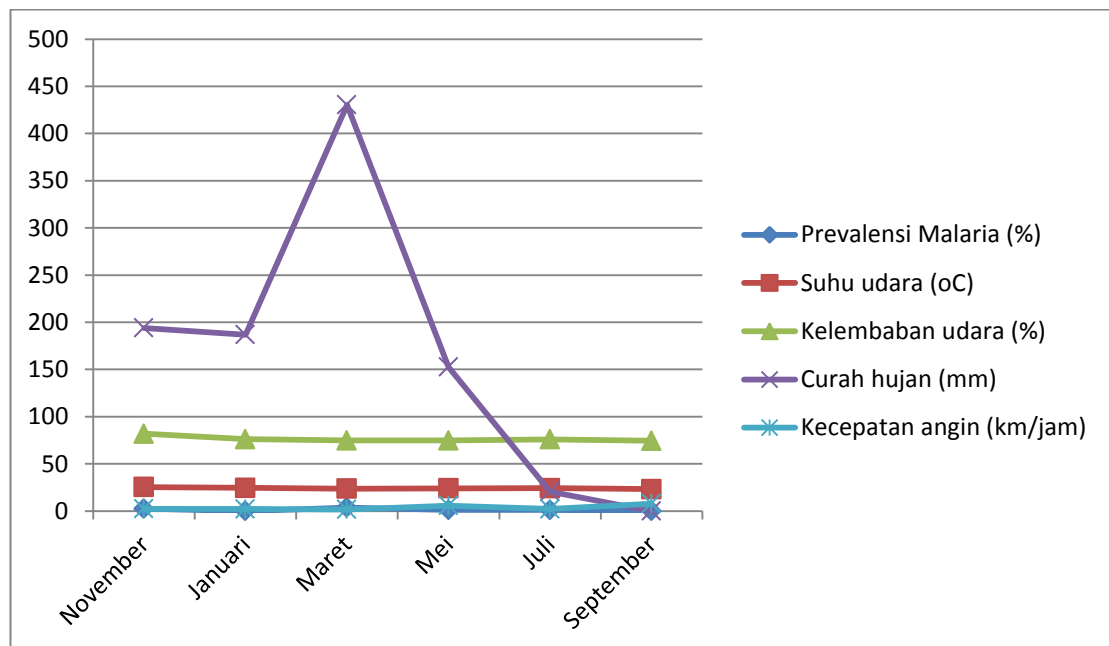
Bulan	suhu udara (°C)	kelembaban udara (%)	curah hujan (mm)	kecepatan angin (km/jam)	Jumlah sampel	Jumlah slide positif malaria	Prevalensi Malaria (%)
Januari	26.8	84	478	16	80	0	0
Maret	27.6	83	533	16	80	0	0
Mei	27.7	83	633	24	80	1	1,25
Juli	26.5	85	306	18	80	0	0
September	26.5	85	656	17	80	0	0
November	26.8	84	551	20	80	1	1,25
Total					480	2	0,42



Gambar 1. Fluktuasi data iklim dan Prevalensi malaria di kabupaten Purworejo selama satu tahun penelitian.

Tabel 2. Prevalensi malaria dan data iklim di kabupaten Lampung Selatan selama satu tahun.

Bulan	suhu udara (°C)	kelembaban udara (%)	curah hujan (mm)	kecepatan angin (km/jam)	Jumlah Sampel	Jumlah slide positif malaria	Prevalensi Malaria (%)
November	25.4	81.9	194	2.4	80	2	2,5
januari	24.5	76.1	186.8	2.2	80	0	0
Maret	23.8	74.7	430.4	1.6	80	3	3,75
Mei	24	74.7	152.6	5.8	80	1	1,25
Juli	24.3	76	20.7	2.2	80	1	1,25
September	23.3	74.5	0	7.8	80	0	0
Total					480	7	1,46



Gambar 2. Fluktuasi data iklim dan Prevalensi malaria di kabupaten Lampung Selatan selama satu tahun penelitian.

Berdasarkan tabel 1 dan 2 terlihat bahwa data iklim di kabupaten Purworejo dan kabupaten Lampung Selatan relatif stabil, kecuali curah hujan. Dengan keadaan iklim tersebut prevalensi malaria sangat kecil.

2. Data seroprevalensi

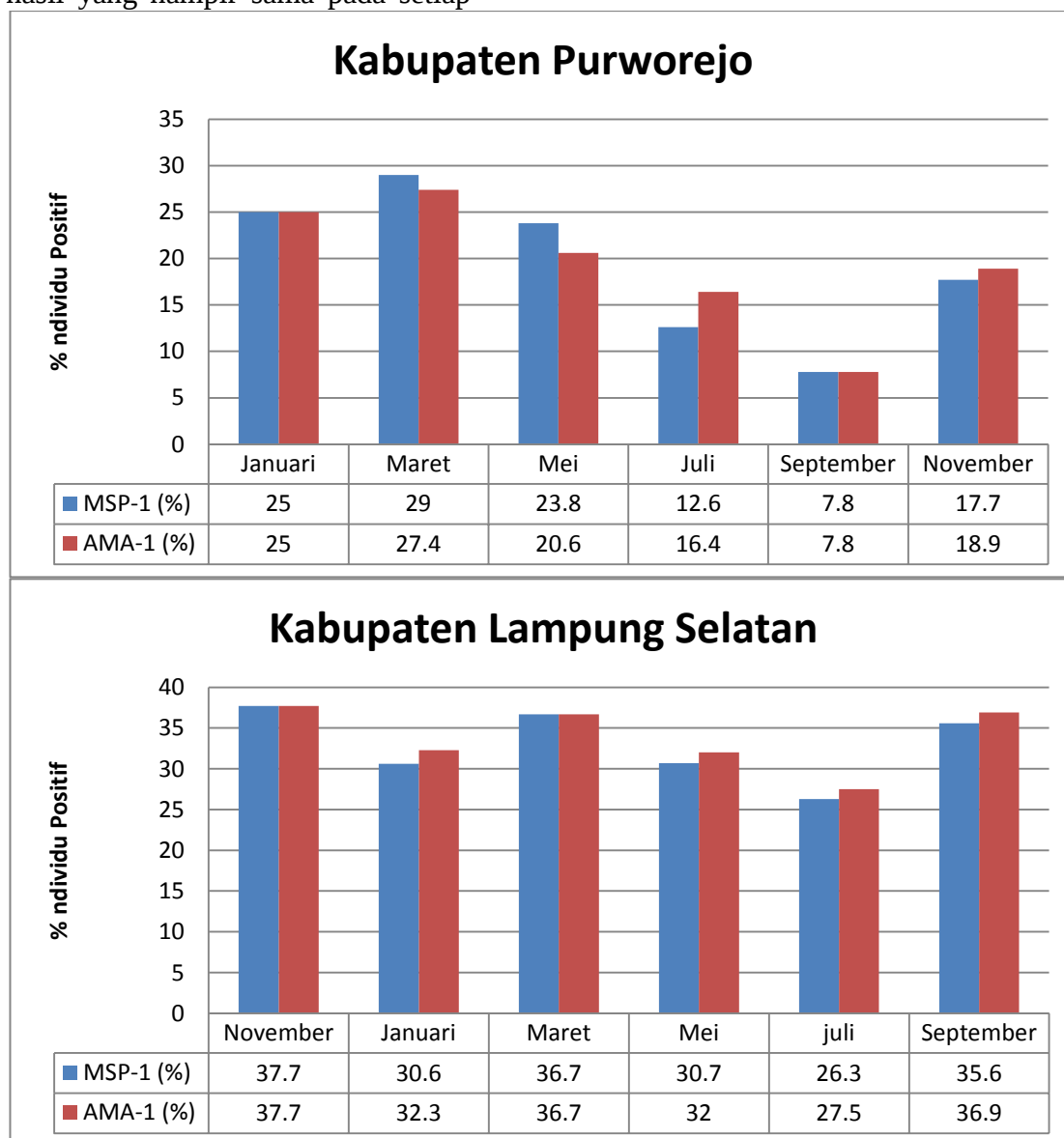
Gambar 3. menunjukkan bahwa seroprevalensi malaria di kabupaten Lampung Selatan lebih tinggi dibandingkan dengan kabupaten Purworejo. Data seroprevalensi antibodi IgG anti P.f. MSP-1 dan AMA-1 tersebut menunjukkan tingkat endemisitas dan intensitas transmisi malaria di wilayah tersebut ⁶, dan ini berarti bahwa kabupaten Lampung Selatan memiliki tingkatan transmisi malaria yang lebih tinggi dibandingkan dengan kabupaten Purworejo. Hal ini sejalan dengan hasil pemeriksaan mikroskopis hasil *rolling cross sectional survey* di Lampung yang lebih tinggi dan mencerminkan

daerah endemis sedang dengan prevalensi 0.5-5% ¹¹.

Pada gambar 3 terlihat bahwa terdapat variasi geografi di kabupaten Purworejo, ditunjukkan dengan angka seroprevalensi yang fluktuatif setiap waktu pengambilan sampelnya. Variasi geografi ini disebabkan karena digunakannya metode *rolling cross sectional* pada penelitian ini. Hasil random yang diperoleh menentukan tempat pengambilan sampel, dengan kata lain bahwa keadaan geografi di kabupaten Purworejo lebih beragam dibandingkan dengan kabupaten Lampung Selatan.

Seroprevalensi malaria pada setiap survei bervariasi berkaitan dengan keadaan iklim pada waktu pengambilan sampel. Untuk melihat lebih jelas terkait fluktuasi seroprevalensi malaria pada masing daerah endemis dapat dilihat pada tabel 3. Pada tabel 3 terlihat bahwa seroprevalensi malaria menggunakan

MSP-1 dan AMA-1 menunjukkan pengambilan sampel.
hasil yang hampir sama pada setiap



Gambar 3 .Persentase individu seropositif (Seroprevalensi) antibodi IgG anti P.f.MSP-1 dan anti P.f.AMA-1 di kabupaten Lampung Selatandan di kabupatenPurworejoselama satu tahun penelitian.

Tabel 3. Seroprevalensi malaria di kabupaten Purworejo dan kabupaten Lampung Selatan selama satu tahun penelitian.

Survei	Jumlah Sampel		Seroprevalensi (%)			
	Purworejo	Lampung	Purworejo		Lampung	
			MSP-1	AMA-1	MSP-1	AMA-1
1	80	53	25	25	37,7	37,7

2	62	62	29	27,4	30,6	32,3
3	63	79	23,8	20,6	36,7	36,7
4	79	78	12,6	16,4	30,7	32
5	51	80	7,8	7,8	26,3	27,5
6	79	73	17,7	18,9	35,6	36,9
Total	414	425	19,6	19,8	32,7	33,6

3. Analisis hubungan antara faktor iklim dengan tingkatan transmisi malaria melalui pemeriksaan mikroskopis.

faktor iklim dengan terjadinya infeksi yang ditentukan dengan *slide* positif malaria melalui pemeriksaan mikroskopis terlihat pada tabel 4.

Hasil analisis regresi logistik untuk melihat hubungan antara

Tabel 4. Hasil uji regresi logistik antara faktor iklim dengan *slide* positif malaria di kabupaten Purworejo selama satu tahun penelitian.

Variabel	Univariat				
	n/N	%	OR	95% CI	p
Suhu udara	2/414	0,48	3,247	0,160-65,959	0,443
Kelembaban udara	2/414	0,48	1,479	0,175-12,521	0,719
Curah hujan	2/414	0,48	1,009	0,990-1,028	0,359
Kecepatan angin	2/414	0,48	1,466	0,895-2,401	0,129

Tabel 5. Hasil uji regresi logistik antara faktor iklim dengan *slide* positif malaria di kabupaten Lampung Selatan selama satu tahun penelitian.

Variabel	Univariat					Multivariat		
	n/N	%	OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
Suhu udara	7/425	1,65	1,160	0,313-4,304	0,824	-	-	-
Kelembaban udara	7/425	1,65	1,118	0,854-1,462	0,417	-	-	-
Curah hujan	7/425	1,65	1,004	0,999-1,009	0,082	1,003	0,997-1,009	0,322
Kecepatan angin	7/425	1,65	0,715	0,427-1,199	0,204	0,830	0,470-1,464	0,519

Berdasarkan tabel 4 dan 5 terlihat bahwa faktor iklim tidak memberikan pengaruh terhadap terjadinya infeksi malaria. Hal ini dimungkinkan karena sangat

kecilnya prevalensi malaria yang diperiksa dengan mikroskopis. Selain itu, malaria juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain.

4. Analisis hubungan antara ketinggian tempat dengan tingkatan transmisi malaria melalui pemeriksaan serologis.

Hasil uji regresi logistik antara seropositif malaria dengan ketinggian tempat di kabupaten Purworejo dan kabupaten Lampung Selatan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji regresi logistik antara seropositif malaria dengan ketinggian tempat di kabupaten Purworejo dan kabupaten Lampung Selatan.

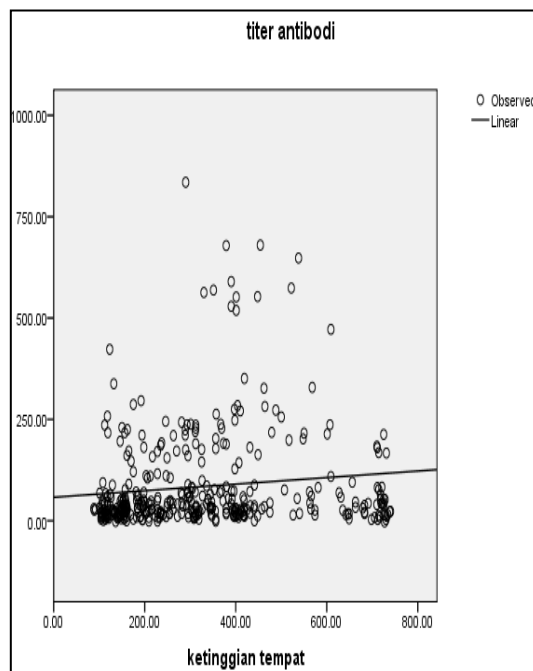
Variabel	Daerah endemis	Univariat			
		Antigen	OR	95% CI	p
Ketinggian tempat	Purworejo	MSP-1	1,001	1,000-1,003	0,048
		AMA-1	1,001	1,000-1,003	0,036
	Lampung	MSP-1	0,991	0,975-1,006	0,236
		AMA-1	0,991	0,975-1,006	0,229

Berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa ketinggian tempat mempengaruhi transmisi malaria (ditunjukkan melalui angka seropositif) di kabupaten Purworejo namun tidak mempengaruhi transmisi malaria di kabupaten Lampung Selatan.

Hasil uji korelasi antara ketinggian tempat dengan titer antibodi penduduk di kabupaten Purworejo diperoleh nilai p sebesar 0,008, maka hipotesis diterima pada taraf nilai $\alpha=0,01$, sedangkan di kabupaten Lampung Selatan diperoleh nilai p sebesar 0,092 maka hipotesis ditolak sehingga disimpulkan tidak ada korelasi antara ketinggian tempat dan titer antibodi. Dari uji korelasi juga diperoleh nilai r sebesar 0.121 yang berarti bahwa korelasi kedua variabel tersebut dapat dikatakan sangat lemah dengan arah positif, sehingga disimpulkan semakin tinggi tempat, maka semakin tinggi transmisi malaria. Kemudian dilakukan analisis regresi sederhana terhadap ketinggian

tempat dengan kedua titer antibodi tersebut, diperoleh model regresi sederhananya adalah Titer antibodi = $57,893 + 0,015 \times \text{ketinggian tempat}$. Yang berarti titer antibodi malaria sama dengan 57,893 ditambah 0,015 kali ketinggian tempat. Berikut ini disajikan diagram tebar dan garis regresi untuk menggambarkan hubungan antara ketinggian tempat terhadap titer antibodi di kabupaten Purworejo.

Sementara itu nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dari analisis regresi sederhana terhadap kedua variabel tersebut adalah sebesar 0,015 untuk antibodi IgG anti P.f. MSP-1. Ini berarti variasi variabel titer antibodi dapat dijelaskan oleh variabel ketinggian sebesar 1,5 % atau dapat dikatakan persamaan regresi sederhana tersebut hanya dapat memprediksi variabilitas besarnya titer antibodisebesar 1,5%. Sedangkan 98,5% titer antibodi mungkin dipengaruhi oleh variabel lain.



Gambar 4. Korelasi antara ketinggian tempat dengan titer antibodi pada penduduk di Kabupaten Purworejo.

PEMBAHASAN

Faktor iklim tidak berpengaruh terhadap transmisi malaria di kabupaten Purworejo dan Lampung Selatan. Hal ini dimungkinkan karena sangat kecilnya prevalensi pemeriksaan dengan mikroskop. Selain itu, malaria juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain.

a. Suhu udara

Data suhu udara yang diperoleh dari BMKG, baik di kabupaten Purworejo maupun kabupaten Lampung Selatan secara umum relatif stabil. Suhu udara di kabupaten Purworejo berkisar antara $26,5^{\circ}$ - $27,6^{\circ}\text{C}$ dan di kabupaten Lampung Selatan berkisar antara $23,56^{\circ}$ - $24,3^{\circ}\text{C}$. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arsin (2006) yang membuktikan tidak adanya pengaruh suhu udara dengan kejadian malaria di Pulau Kapoposang Kabupaten

Pangkajene Sulewesi Selatan. Suhu akan berpengaruh sangat kuat terhadap transmisi malaria ketika suhu bervariasi. Tidak bervariasinya suhu ini dapat terjadi karena keadaan geografis dan topografis di kabupaten Purworejo yang 2/5 adalah dataran yang banyak terdapat sawah-sawah dan 3/5 adalah pegunungan (perbukitan) sehingga banyak pepohonan sebagai insulator terhadap suhu udara.

Keadaan geografis dan topografis di kabupaten Lampung Selatan memiliki lahan dengan penggunaan yang bervariasi. Daerah didominasi dengan perkebunan, ladang, hutan alami, hutan lahan kering. Meskipun di beberapa daerah berbatasan dengan pantai, namun dikarenakan oleh banyaknya pepohonan dan perumahan penduduk sebagai insulator maka suhu udara relatif sejuk dan aliran udara panas dari pantai akan mengalir ke

perkebunan dan pegunungan sehingga memunculkan iklim mikro yang sejuk dan relatif stabil dan tidak menunjukkan korelasi yang positif dengan transmisi malaria.

Penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan Sahuleka (2011) yang membuktikan adanya korelasi antara suhu udara dengan fluktuasi endemisitas malaria di kota ternate. Hal ini karena kota ternate merupakan kepulauan yang dikelilingi oleh lautan sehingga naik dan turunnya suhu udara sangat berpengaruh terhadap transmisi malaria di daerah tersebut. Hasil penelitian yang berbeda ini menunjukkan bahwa penyakit malaria dipengaruhi oleh kondisi lokal yang spesifik, sehingga ketika kondisi daerah yang berbeda maka pola transmisi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya juga bisa jadi berbeda.

b. Kelembaban udara

Data kelembaban udara yang diperoleh dari BMKG Jawa Tengah menunjukkan kisaran yang sempit yaitu berkisar 83-85%, dengan kata lain variasi kelembaban udara bulanannya kecil. Kisaran kelembaban ini dipengaruhi oleh suhu udara, sehingga ketika suhu udara tidak memberikan pengaruh secara bermakna dengan transmisi malaria maka begitupun dengan hubungan antara kelembaban udara dan transmisi malaria di kabupaten Purworejo dan kabupaten Lampung Selatan. Berdasarkan hasil uji statistik pada tabel 5 menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan yang bermakna antara kelembaban udara dan transmisi malaria. Hal ini dikarenakan kisaran kelembaban yg tidak bervariasi sepanjang tahun dan

besarnya kelembaban udara berada pada kisaran optimal perkembangan vector. Keadaan topografi di kabupaten Purworejo 3/5 merupakan dataran tinggi yang didominasi oleh perbukitan maka menyebabkan udara relative sejuk karena angin yang datang dari arah laut setelah mencapai daerah perbukitan/dataran tinggi akan naik keatas, akhirnya angin menjadi lebih dingin dan membuat kelembaban udara menjadi lebih tinggi dan relative stabil. Hal ini memungkinkan sepanjang tahun nyamuk dapat melangsungkan penularan malaria tanpa terganggu dengan kondisi kelembaban udara yang variasinya cukup kecil.

Keadaan topografi di sebagian besar kabupaten Lampung Selatan yang didominasi oleh pegunungan (perbukitan) dan pantai dengan pepohonan yang rimbun maka menyebabkan suhu udara menjadi relatif sejuk. Penelitian ini tidak mendukung adanya teori yang ada bahwa kelembaban yang rendah dapat memperpendek umur nyamuk, walaupun nyamuk masih tetap mampu bertahan hidup sampai batas kelembaban udara yang rendah (50-60%), hal ini memungkinkan sepanjang tahun nyamuk dapat melangsungkan penularan malaria, tanpa terganggu dengan kondisi kelembaban udara yang variasinya cukup kecil. Penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan Sahuleka (2011) yang membuktikan adanya korelasi antara kelembaban udara dengan fluktuasi endemisitas malaria di Kota ternate. Hal ini karena Kota Ternate dikelilingi lautan dan sedikit pepohonan. Sehingga sedikit barrier atau insulator terhadap suhu udara

yang kemudian berpengaruh terhadap kelembaban udara.

c. Curah hujan

Data curah hujan yang diperoleh dari BMKG Jawa Tengah menunjukkan kisaran yang berfluktuasi. Curah hujan di kabupaten Purworejo berkisar antara 306-656 mm. Berdasarkan hasil uji statistic pada tabel 5 menunjukkan tidak adanya hubungan yang bermakna antara curah hujan dengan transmisi malaria di kabupaten Purworejo. Hal ini dapat disebabkan karena jenis vektor (spesies *Anopheles*) yang mendominasi di daerah tersebut sehingga hujan yang turun tidak mempengaruhi transmisi malaria. Vektor malaria yang banyak terdapat di kabupaten Purworejo adalah *An. balabacensis* dan *An. Maculatus*¹². *An. balabacensis* bisa ditemukan baik pada musim penghujan maupun pada musim kemarau.

Jentik-jentik *An. balabacensis* ditemukan di genangan air yang berasal dari mata air, seperti penampungan air yang dibuat untuk mengairi kolam, untuk merendam bambu/kayu, mata air, bekas telapak kaki kerbau dan kebun salak. Dari gambaran tersebut di atas dapat terlihat bahwa tempat perindukan *An. balabacensis* tidak spesifik seperti *An. maculatus* dan *An. aconitus*, karena jentik *An. Balabacensis* dapat hidup di beberapa jenis genangan air, baik genangan air hujan maupun mata air, pada umumnya kehidupan jentik *An. balabacensis* dapat hidup secara optimal pada genangan air yang terlindung dari sinar matahari langsung, diantara tanaman/vegetasi yang homogen seperti kebun salak,

kebun kapulaga dan lain-lain¹³. Tempat istirahat *An. balabacensis* pada pagi hari umumnya di lubang seresah yang lembab dan teduh, terletak ditengah kebun salak. *An. balabacensis* juga ditemukan di tempat yang mempunyai kelembaban tinggi dan intensitas cahaya yang rendah serta di lubang tanah bersemak⁵. Berdasarkan uraian tersebut maka sangat jelas bahwa naik atau turunnya curah hujan tidak secara langsung berpengaruh pada transmisi malaria di kabupaten Purworejo.

Data curah hujan yang diperoleh dari BMKG Kotabumi Lampung menunjukkan kisaran yang berfluktuasi. Curah hujan di kabupaten Lampung Selatan berkisar antara 0-430,4 mm. Hasil uji statistik yang menunjukkan tidak adanya hubungan yang bermakna antara curah hujan dengan transmisi malaria di kabupaten Lampung Selatan, hal ini disebabkan karena jenis vektor (spesies *Anopheles*) yang mendominasi di kedua daerah tersebut. Sehingga hujan yang turun tidak mempengaruhi transmisi malaria di daerah tersebut.

Di kabupaten Lampung Selatan banyak ditemukan *An. sundaicus*¹⁴. Hasil identifikasi, *Anopheles* yang didapatkan di daerah Pantai Puri Gading tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Ningsih (2005) hasil yang sama juga diperlihatkan pada penelitian Naelittarwiyyah (1999) di Dusun Selesung, Pulau Legundi, Lampung Selatan. Penelitian Fatma (2002) di Desa Hanura, dimana *An. sundaicus* juga merupakan vektor yang paling dominan. Hal ini diduga karena daerah kabupaten Lampung Selatan

merupakan daerah yang dekat dengan pantai sehingga *An. sundaicus* keberadaannya lebih dominan dibandingkan dengan spesies lain. Dominannya *An. sundaicus* juga tidak lain adalah karena masih banyak ditemukannya tambak dan hutan bakau yang dapat menjadi tempat perindukan yang paling disukai oleh *An. sundaicus*, tempat perindukannya adalah di air payau dengan salinitas antara 0-25 per mil, seperti rawa-rawa berair payau, tambak-tambak ikan tidak terurus yang banyak ditumbuhi lumut, lagun, muara-muara sungai yang banyak ditumbuhi tanaman air dan genangan air di bawah hutan bakau yang kena sinar matahari dan berlumut. *An. sundaicus* ditemukan sepanjang tahun. Tidak terpengaruh pada curah hujan. Perilaku istirahat nyamuk *An. sundaicus* ini biasanya hinggap di dinding-dinding rumah penduduk¹⁵.

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Sahuleka (2011) yang menyatakan bahwa pola infeksi malaria berhubungan erat dengan curah hujan. Hal ini sesuai dengan geografis dan topografis di Kota Ternate. Karena dikelilingi lautan maka iklim di daerah tersebut sangat terpengaruh pada perubahan iklim sekitar.

Sebuah analisis yang dilakukan oleh Dale P *et al* (2005) menuliskan bahwa terdapat empat skenario yang relevan untuk perkembangbiakan nyamuk di tempat-tempat seperti Indonesia dimana suhu bukan merupakan faktor pembatas. Pertama, curah hujan yang tinggi dapat membuat *water bodies* yang cocok untuk nyamuk *Anopheline*. Situasi ini

ditemukan dalam sebuah studi terkait tempat berkembangbiaknya nyamuk *Anopheline*. Hal ini didukung oleh sebuah penelitian yang dilakukan oleh Taylor dan Mutambu (1986), Koram, (1991)¹⁶. WHO / OMS (2000) melaporkan bahwa siklus El Nino berkaitan dengan meningkatnya risiko malaria. Kedua, hujan deras diikuti oleh kekeringan dapat meninggalkan *water bodies* yang cukup untuk munculnya nyamuk. Ketiga, kemarau panjang dapat mengakibatkan pembangunan tempat penampungan air untuk suplai air irigasi dan ini dapat menjadi tempat berkembangbiaknya

nyamuk. Meskipun tidak ada bukti langsung dalam studi ini, namun tercatat bahwa pembuatan kolam yang dilanjutkan dengan berkurangnya mangrove menyebabkan meningkatnya kejadian malaria (Anto, 2002) dan kedekatan kolam dengan perumahan penduduk juga menyebabkan meningkatnya kejadian malaria (Hutajulu, 2002; Papayungan, 2002). Keempat, hujan deras menyebabkan adanya penyiraman terhadap tempat perkembangbiakan larva nyamuk sehingga menghanyutkan larva. Korelasi negatif antara curah hujan dan malaria ditemukan oleh Prabowa (2002) mungkin terkait dengan situasi keempat¹⁷.

d. Kecepatan angin

Data kecepatan angin yang diperoleh dari BMKG Jawa Tengah menunjukkan kisaran yang berfluktuasi. Kecepatan angin di kabupaten Purworejo berkisar antara 16-20 km/jam. Berdasarkan hasil uji statistic pada tabel 5 menunjukkan tidak adanya hubungan yang bermakna antara curah hujan dengan

transmisi malaria di kabupaten Purworejo. Hal ini disebabkan oleh banyaknya pohon-pohon di hutan dan perbukitan di kabupaten Purworejo yang dapat menahan atau menjadi *barier* bagi tingginya rerata kecepatan angin sehingga kecepatan angin menjadi relatif stabil. Selain itu juga, penularan malaria di kabupaten Purworejo saat kecepatan angin tinggi dapat disebabkan karena penularan malaria tidak hanya dilakukan oleh nyamuk hutan (*An.balabacensis*) tetapi juga oleh nyamuk *An. aconitus*, *An. maculatus* yang ketiganya ada di kabupaten Purworejo dan menjadi vektor malaria.

Data kecepatan angin yang diperoleh dari BMKG Kota bumi Lampung menunjukkan kisaran yang berfluktuasi yaitu berkisar antara 1,6-7,8 km/jam. Hasil uji statistic menunjukkan tidak adanya hubungan yang bermakna antara kecepatan angin dengan transmisi malaria di kabupaten Lampung Selatan. Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sahuleka (2011) dan Arsin (2006) yang membuktikan bahwa terdapat korelasi antara kecepatan angin dengan transmisi malaria. Hal ini disebabkan karena kondisi geografi dan topografi di wilayah tersebut berbeda dengan kondisi di kabupaten Lampung Selatan.

e. Ketinggian tempat

Perbedaan hasil penelitian di kabupaten Purworejo dengan teori disebabkan oleh jenis vektor yang mendominasi yaitu *An. balabacensis* yang menyukai tempat yang tinggi. Selain itu sesuai dengan penelitian yang dilakukan di Afrika yang menunjukkan bahwa kejadian

malaria meningkat di daerah dataran tinggi. Martens *et al* (1995) mengemukakan bahwa pada ketinggian yang lebih tinggi, sebuah peningkatan suhu beberapa derajat celcius dapat meningkatkan transmisi malaria. Alasan lainnya yaitu adanya perbedaan vegetasi antara dataran rendah dan dataran tinggi¹⁸ sehingga vegetasi tersebut kondusif untuk *An. barbirostris*, salah satu vector utama malaria di Afrika. Faktor lainnya yang mungkin adalah migrasi nyamuk dari rendah ke ketinggian yang lebih tinggi selama suhu hangat dan cuaca hujan. Hal ini memiliki implikasi sebagai efek perubahan iklim global terhadap transmisi malaria¹⁹.

Data ketinggian di kabupaten Lampung berkisar antara 0-65 meter dpl. Hasil uji statistik menunjukkan tidak terdapatnya hubungan yang bermakna antara ketinggian tempat dengan transmisi malaria di kabupaten Lampung Selatan. Hal ini dikarenakan vektor malaria yang beragam di kabupaten Lampung Selatan. Vektor yang dominan di kabupaten Lampung Selatan adalah *An. Sundaicus*¹⁴ yang memiliki tempat perindukan di air payau dan lagun dekat pantai yang berada di dataran rendah atau pada ketinggian kurang dari 40 mdpl¹⁹. Selain itu juga terdapat *An. subpictus* dan *An. maculatus*. *An. subpictus* banyak ditemukan pada ketinggian 40-200 mdpl, sedangkan larva *An. maculatus* mempunyai habitat khusus yaitu di parit atau sungai kecil berbatu dengan air mengalir perlahan atau tanpa aliran pada daerah pegunungan di ketinggian 200-700 mdpl¹⁹. Beragamnya vektor malaria tersebut yang tersebar di berbagai ketinggian

membuat transmisi malaria menjadi tinggi. Faktor ketinggian tempat tidak berpengaruh pada transmisi malaria karena di setiap ketinggian tertentu terdapat jenis vektor yang mendominasi sehingga bisa melakukan penularan malaria sepanjang tahun.

Faktor lingkungan fisik ternyata tidak berpengaruh terhadap transmisi malaria di kabupaten Lampung Selatan, sehingga diduga bahwa transmisi malaria dipengaruhi oleh faktor-faktor lain misalnya lingkungan biologik dengan banyaknya tumbuhan bakau, lumut, ganggang dan berbagai tumbuhan lain di tambak-tambak yang terbengkalai dapat mempengaruhi kehidupan larva karena dapat menghalangi sinar matahari atau melindungi dari serangan makhluk hidup lain (ikan kepala timah, gambusia, nila, dll) atau transmisi malaria juga dipengaruhi oleh lingkungan sosial budaya yaitu kebiasaan penduduk untuk berada di luar rumah sampai larut malam, kebiasaan penduduk yang mandi dan beraktivitas di sungai pada sore hari sehingga memudahkan vektor untuk menginfeksi, kurangnya tingkat kesadaran masyarakat untuk

memberantas malaria antara lain dengan menyehatkan lingkungan, menggunakan kelambu, memasang kawat kasa pada rumah dan menggunakan obat nyamuk.

D. KESIMPULAN

Kesimpulan

Suhu, kelembaban udara, curah hujan dan kecepatan angin tidak berpengaruh terhadap transmisi malaria di kabupaten Purworejo dan kabupaten Lampung Selatan. Ketinggian tempat berpengaruh terhadap transmisi malaria di kabupaten Purworejo. Namun tidak berpengaruh terhadap transmisi malaria di kabupaten Lampung Selatan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. dr. Supargiyono, DTM&H, SU, Ph.D., Sp. Par.K dan dr. Elsa Herdiana, M.Kes., Ph.D selaku pembimbing dan Proyek *Malaria Transmission Consortium* (MTC) atas dukungan biaya yang diberikan, kepada Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran UGM yang telah menyediakan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian.

E. DAFTAR PUSTAKA

WHO. 2010. *about malaria*.
<http://www.cdc.gov/malaria/>
 CDC., 2010.
Malaria. <http://www.cdc.gov/malaria/>;
<http://www.cdc.gov/malaria/about/facts.html>;
<http://www.cdc.gov/malaria/about/disease.html>;
<http://www.cdc.gov/malaria/about/biology/index.html>.

Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (Ditjen PP&PL). 2010. *Malaria*.
<http://www.pppl.depkes.go.id>

Yassi A, Kjellstrom T, de Kok T, Guidotti TL, 2001. *Basic Environmental Health*. New York: Oxford University Press.

- Harijanto P.N., 2000. *Malaria Epidemiologi, Patogenesis, Manifestasi Klinis dan Penanganan*. Penerbit Kedokteran, EGC.
- Corran P, Paul C, Eleanor R and Drakeley C. 2007. Serology : a robust indicator of malaria transmission intensity?. *TRENDS in Parasitology*. Vol 30 (10).www.sciencedirect.com.
- Drakeley,C.J, Corran PH, Coleman P.G, Tongren J.E, McDonald S.L.R.. 2005. Estimating Medium and Long Term Trends in Malaria Transmission by Using Serological Markers of Malaria Exposure. *PNAS Journal*.Vol 102 (14).www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0408725102.
- Stewart L., Gosling R., Griffin J., Gesase S., Campo J., Hashim R., Masika P., Mosha J., Bousema T., Shekalaghe S., Cook J., Corran P., Ghani A., Riley E.M., and Drakeley C., 2009. Rapid Assesment of Malaria Transmission Using Age-Spesific sero-conversion rates.*Plos One*.Vol 4 No. 6 e6083.
- Ghani A.C., Sutherland C.J., Riley E.M., Drakeley C.J., Griffin J.T., Gosling R.D., Filipe J.A.N., 2009. Loss of Population Levels of Immunity to Malaria as a Result of Exposure-Reducing Interventions: Consequences for Interpretation of Disease Trends. *PloS ONE* 4(2): e4383. doi: 10.1371/Journal.pone.0004383.
- Sutanto I., Alicia A., Supriyanto S., Syafrudin, 2009. *The Result of Rolling Crossectional Study of Malaria in South Lampung, the Province of Lampung*.Laporan Penelitian Proyek MTC Lampung.
- Supargiyono, Satoto TT, Wijayanti MA, Buwono DT. 2009. *Malaria Prevalence and Incidence at Purworejo Central Java-Indonesia*. Laporan Penelitian Proyek MTC Indonesia.
- Suwasono H. 2000. Review malaria di Kabupaten Kulonprogo Propinsi DIY.*Maj.Med.* 4 : 216-220.
- Barodji dan Suwasono, H. 20 *Keberadaan Sapi dan Kerbau di Daerah Pedesaan dan Pengaruhnya Terhadap Vektor Malaria*.Balai Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit.Salatiga.
- Rosa E., Setyaningrum E., Murwani S., halim I. 2009.*Identifikasi dan Aktivitas Menggigit Nyamuk Vektor Malaria di Daerah Pantai Puri Gading Kelurahan Sukamaju Kecamatan Teluk Betung Barat Bandar Lampung*. Seminar Hasil dan Pengabdian Kepada Masyarakat; 2009. UNILA, Lampung.
- Hiswani. 2004. *Gambaran penyakit dan Vektor Malaria di Indonesia*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. <http://library.usu.ac.id/modules.php>.

- Aron JL, Patz JA. *Ecosystem change and public health: a global perspective*. Baltimore: The John Hopkins University Press, 2001.
- Dale P, Sipe N, Sugianto, Hutajulu B, Ndoen Ermi, Papayungan M, Saikhu A, Prabowo YT. 2005. Malaria in Indonesi: a summary of recent research into its environmental relationship. *Southeast Asian J. Trop. Med. Pub. Hlth*. 36(1):1-13.
- UNEP & WMO. *Climate change 2001: impact, adaptation and vulnerability*. Chapter 9. Human health – malaria. 2001 [Accessed on 5 April 2012]. Available from: URL: http://www.unep.no/climate/ipcc_tar/wg2/359.htm
- Ndoen, I, Wild.C., Dale, P., Sipe, N., Dale, M. 2010. Relationships between Anopheline Mosquitoes and Topography in West Timor and Java, Indonesia. *Malaria Journal* 2010, 9: 242.