

Potensi Kemunculan Kembali Malaria di Kabupaten Pangandaran

Potential of Malaria Re-emergence at Pangandaran District

Lukman Hakim¹, Tri Wahono¹, Andri Ruliansyah¹, Asep Jajang Kusnandar¹

¹ Loka Litbang Kesehatan Pangandaran, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jl. Raya Pangandaran Km. 3 Ds. Babakan Kp. Kamurang, Pangandaran 46396 Jawa Barat, Indonesia

Abstract. *Pangandaran District has to stay alert to factors that appear contributing to the resurgence of malaria. To find out the potential of re-emergence of malaria, a study has been conducted with the identification of malaria disease pattern, the presence of malaria parasite, knowledge, attitude, and behavior related to malaria, population mobility, environmental factor and vector of malaria transmitter. All data collected were analyzed to determine the potential re-emergence of malaria using dynamic system analysis. Identification of parasitology on a child < 10 years old showed that all blood samples were all negative for Plasmodium spp. (0%). Interview result shows that malaria knowledge status mostly in the bad category (64.58%), 28.23% of respondents have a household member who usually wander about and 11.53% of whom have come home in a state of malaria. The environmental status of respondents in relation to the transmission of malaria mostly (67.99%) not good. The entomological survey found 1,037 mosquitoes consisting of 8 species of Anopheles spp. with different densities. Highest density is An. vagus (67.89%) while the lowest is An. indefinitus (0.48%). Based on the catching methods, most of the mosquitoes catch resting around on the cattle sheds (98.46%) and least at human landing inside house catch (0.10%). The dynamic system analysis showed that the variable that has the highest leverage effect on the re-emergence of malaria is population mobility.*

Keywords: *risk factors, population mobility, re-emerging disease, malaria, migration surveys*

Abstrak. Kabupaten Pangandaran harus tetap waspada terhadap faktor-faktor yang berkontribusi terjadinya *re-emerging disease*. Untuk mengetahui potensi kemunculan kembali malaria, telah dilakukan penelitian dengan identifikasi pola penyakit malaria, keberadaan parasit malaria, pengetahuan, sikap, dan perilaku berkaitan dengan malaria, mobilitas penduduk, faktor lingkungan, dan vektor penular malaria. Semua data terkumpul, dianalisis untuk mengetahui potensi kemunculan kembali malaria menggunakan analisis *dynamic system*. Identifikasi parasitologi pada anak berumur <10 tahun menunjukkan bahwa semua sampel darah tersebut hasilnya semua negatif *Plasmodium* spp. (0%). Hasil wawancara menunjukkan bahwa status pengetahuan malaria sebagian besar dalam kategori tidak baik (64,58%), 28,23% responden mempunyai anggota rumah tangga yang biasa merantau, 11,53% di antaranya pernah pulang dalam keadaan sakit malaria. Status lingkungan pemukiman responden kaitannya dengan penularan malaria sebagian besar (67,99%) tidak baik. Survei entomologi menemukan 1.037 ekor nyamuk yang terdiri dari 8 spesies *Anopheles* spp. dengan kepadatan berbeda. Paling banyak adalah *An. vagus* (67,89%) sedangkan yang paling sedikit adalah *An. indefinitus* (0,48%). Berdasarkan metode penangkapan, paling banyak pada penangkapan istirahat di kandang (98,46%) dan paling sedikit adalah hasil penangkapan umpan orang dalam (0,10%). Analisis *dynamic system* menunjukkan variabel yang mempunyai daya ungkit paling tinggi yang berpengaruh terhadap kemunculan kembali malaria adalah mobilitas penduduk.

Kata Kunci: faktor risiko, mobilitas penduduk, *re-emerging disease*, malaria, survei migrasi

Naskah masuk: 03 Oktober 2016 | Revisi: 27 April 2018 | Layak terbit: 23 Mei 2018

¹ Korespondensi: elhakim1961@gmail.com | Telp/Fax: +62265639375

PENDAHULUAN

Malaria pada manusia disebabkan oleh infeksi satu atau beberapa spesies *Plasmodium* sp, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina infeksius. Spesies *P. falciparum* dan *P. vivax* menyebabkan infeksi terbanyak di seluruh dunia; *P. falciparum* sering menyebabkan malaria berat dan menyebabkan kematian, sedangkan *P. vivax* dan *P. ovale* memiliki tahap dorman di hati yang inaktif, serta dapat aktif kembali menyebabkan malaria beberapa bulan atau beberapa tahun setelah infeksi awal. Malaria merupakan *re-emerging disease* yang bisa muncul kembali sesuai dengan perubahan fenomena alam.¹

Hingga tahun 2015, kasus malaria terjadi penurunan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, namun apabila faktor-faktor risiko penularan malaria, seperti perilaku manusia dan faktor lingkungan serta keberadaan vektor dan *Plasmodium* tidak dikendalikan, maka malaria bisa muncul kembali. Ketika penderita tidak ditemukan, karena surveilans kasus malaria tidak berjalan dan berbagai faktor lain, kemungkinan malaria tidak hilang, namun tetap ada di wilayah kantong malaria dengan penderita yang minim. Selain itu, *Plasmodium* spp. juga bisa bersembunyi dalam tubuh manusia, tetapi tidak menimbulkan gejala (*carrier*). Apabila terdapat perubahan lingkungan yang mendukung perkembangan *Anopheles* spp. maka akan mulai terjadi kontak dan malaria bisa muncul kembali.²

Faktor lain yang berpengaruh adalah mobilitas penduduk, keberadaan tempat perkembangbiakan nyamuk dan tempat istirahat nyamuk di sekitar rumah, kebiasaan keluar rumah pada malam hari, serta tingkat pengetahuan kaitannya dengan penularan malaria.³ Pada saat surveilans kasus malaria tidak berjalan karena berbagai faktor hingga mengakibatkan tidak ditemukan kasus, kemungkinan malaria tidak hilang, namun tetap berada di daerah tertentu yang merupakan kantong malaria. Jumlahnya yang minim tidak berpengaruh terhadap status kesehatan masyarakat. Apabila terjadi perubahan lingkungan yang mengakibatkan meningkatnya populasi nyamuk yang sudah diidentifikasi sebagai vektor malaria di suatu daerah, maka kontak nyamuk dengan *Plasmodium* spp. dan manusia akan meningkat yang memungkinkan terjadi penularan malaria.⁴

Pada periode tahun 2000-2005, wilayah Kabupaten Pangandaran, pada saat itu masih termasuk wilayah Kabupaten Ciamis, merupakan daerah endemis malaria tinggi. Penderitanya terkonsentrasi di wilayah pantai mulai dari Kalipucang di bagian timur yang berbatasan dengan Kabupaten Cilacap Jawa Tengah, sampai

ke Legokjawa di bagian barat yang berbatasan dengan Kabupaten Tasikmalaya, serta satu wilayah pegunungan, yaitu Kecamatan Langkaplancar.⁵

Kasus terbanyak terjadi di Kecamatan Kalipucang yang meningkat mulai pada tahun 1998 dengan ditemukannya penderita sebanyak 25 orang di lima desa. Semua penderita positif *P. falciparum* berasal dari penularan setempat dan terbanyak berturut-turut ditemukan di Desa Pamotan, Bagolo, dan Putrapinggian, yaitu 13, 8, dan 4 orang penderita.⁶ Hingga tahun 2005, penderita malaria di Kecamatan Kalipucang, khususnya di Desa Pamotan dan Bagolo terus tinggi dan termasuk daerah strata *high case incidence* (HCI).⁷

Selain adanya penderita malaria dengan gejala klinis, di Kalipucang juga ditemukan penderita malaria tanpa gejala klinis. Pada survei yang dilakukan tahun 2005, dari 285 orang sampel yang diperiksa, terdapat penderita tanpa gejala klinis malaria, sebanyak 17 orang (9,6%) positif malaria *P. falciparum*.⁸

Untuk mengetahui potensi kemunculan kembali malaria di wilayah Kabupaten Pangandaran, telah dilakukan penelitian berkaitan dengan parasitologi, entomologi, lingkungan pemukiman, pengetahuan, serta mobilitas penduduk yang berkaitan dengan penyebaran dan pencegahan malaria dengan bantuan komputasi *model system dynamic*. *System dynamic* merupakan permodelan komputasi untuk membuat model simulasi untuk melihat efek berbagai input terhadap output yang dihasilkan. Penerapannya dalam pemodelan penyebaran penyakit, *system dynamic model* dapat membantu para pemangku kebijakan untuk melakukan simulasi efektivitas dari intervensi terhadap kesehatan masyarakat. Model simulasi ini dapat melihat keberhasilan atau kegagalan kebijakan lama dan juga dapat memprediksi konsekuensi kebijakan baru sebelum diterapkan pada masyarakat.⁹ Model simulasi ini juga dapat melihat efek dari berbagai strategi kontrol maupun kombinasi berbagai strategi dalam pengendalian penyakit tular nyamuk.¹⁰

Model ini dapat juga melihat dan menentukan pengungkit (*leverage*), yaitu bagian sistem yang jika dilakukan upaya perubahan atau intervensi mampu menyebabkan perubahan yang besar¹¹. Dengan pembuatan model simulasi ini diharapkan dapat melihat faktor-faktor yang berpotensi sekaligus mencari faktor paling dominan yang menjadi penyebab munculnya kembali malaria di Pangandaran.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 9 bulan pada tahun 2015 dengan desain potong lintang di 4 wilayah kerja puskesmas Kabupaten Pangandaran, yaitu Puskesmas Kalipucang (daerah pantai), Puskesmas Pangandaran (daerah pantai sebagai pusat pengembangan wisata). Puskesmas Parigi (daerah pantai sebagai pusat pemerintahan Kabupaten Pangandaran), dan Puskesmas Langkaplancar (daerah pegunungan). Pada setiap Puskesmas, ditentukan satu desa sebagai lokasi penelitian.

Sampel Penelitian

Jumlah sampel dalam survei parasitologi, pengetahuan dan lingkungan, dihitung menggunakan rumus proporsi binomunal, jumlah populasi termasuk kategori bisa dihitung, maka besarnya sampel adalah¹²:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} p(1-p)N}{d^2 (N-1) + Z^2_{1-\alpha/2} p (1-p)}$$

Keterangan:

- n : jumlah sampel minimal yang dibutuhkan
 $Z_{1-\alpha/2}$: standar error (1,96)
P : proporsi populasi yang positif malaria untuk survei parasitologi yaitu = 9,6% (0,096).¹⁰ Proporsi populasi dengan pengetahuan malaria yang baik untuk survei pengetahuan yaitu = 74,4% (0,744)^{2,9}
 d^2 : nilai presisi absolut yang dibutuhkan (5%)
N : jumlah populasi, dirata-ratakan 5.000 orang setiap desa

Berdasarkan perhitungan rumus tersebut, jumlah sampel minimal untuk penelitian parasitologi ini di setiap lokasi penelitian adalah 130 orang (total 520 orang), jumlah sampel pengetahuan termasuk riwayat penderita malaria dan survei lingkungan adalah 280 orang (total di empat desa lokasi penelitian 1.120 orang). Adapun besar sampel entomologi adalah seluruh nyamuk yang tertangkap dalam pengumpulan data lapangan.

Pengumpulan Data Lapangan

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Pamotan di Kecamatan Kalipucang, Desa Pangandaran di Kecamatan Pangandaran, Desa Cibenda di Kecamatan Parigi, dan di Desa Pangkalan Langkaplancar Kecamatan Langkaplancar. Pengumpulan data parasitologi malaria dilakukan

dengan pemeriksaan mikroskopis pada sampel darah tepi untuk mengetahui positif atau negatif *Plasmodium* spp. , kemudian dihitung *slide positif rate* setiap lokasi penelitian dan keseluruhan. Terhadap salah seorang anggota rumah tangga (ART) yang merupakan orang dewasa pada keluarga sampel parasitologi, dilakukan wawancara berkaitan dengan pengetahuan malaria, mobilitas ART ke daerah endemis atau non endemis malaria, serta adanya ART yang sakit malaria pada periode sebelum tahun 2005 sesuai dengan yang masih diingat responden. Terakhir, rumah setiap responden diobservasi keadaan lingkungannya meliputi konstruksi rumah, jarak dengan tempat perkembangbiakan vektor (TPV), dan kandang.

Data vektor malaria dikumpulkan dengan survei entomologi selama 6 kali dengan interval satu bulan, yaitu penangkapan nyamuk dewasa dengan cara penangkapan umpan badan di dalam (UOD) dan luar rumah (UOL), istirahat di dinding dan istirahat di kandang selama 12 jam pada malam hari.

Untuk mendukung data lapangan, maka dilakukan pencatatan kesakitan malaria bulanan di desa lokasi penelitian yang dicuplik dari laporan bulanan Puskesmas dalam periode 4 tahun terakhir. Dihitung angka kesakitan malaria bulanan atau *monthly paracite incidence* (MoPI) dengan cara membagi jumlah kasus positif malaria dengan jumlah penduduk kali konstanta (1000).

Pembuatan Model Potensi Kemunculan Kembali Malaria

Untuk mengetahui potensi kemunculan malaria, dilakukan simulasi dengan pembuatan model penularan dan *re-emerging* malaria dengan analisis *system dynamic* menggunakan bantuan perangkat lunak *powersim constructor*. *System dynamics* yang terdiri dari *sub-system* yang mempunyai keterkaitan dan pengaruh pada sistem yang dibangunnya dan mengakibatkan kompleksitas (*detail complexity* dan *dynamics complexity*). Selain itu dalam *system dynamics* terdapat umpan balik (*feed back*) yang akan melawan setiap perubahan *sub-system* serta dapat menentukan pengungkit (*leverage*), yaitu bagian sistem yang dengan upaya perubahan atau intervensi yang kecil tetapi mampu menyebabkan perubahan yang besar.¹¹

Pembuatan model *system dynamic* diawali dengan penyusunan *story* tentang penularan dan *re-emerging* malaria mengacu kepada kerangka teori penelitian. Dari *story* yang tersusun, selanjutnya dibuat *causal loop diagram* (CLD) yang merupakan struktur model atau kerangka konsep *system dynamic*. Struktur ini adalah blok pembentuk model dan disebut juga sebagai

lingkar umpan-balik (*feedback loop*) yang menyatakan hubungan sebab-akibat dari variabel-variabel yang melingkar dan bukan menyatakan hubungan korelasi statistik. Pembuatan model dilanjutkan dengan penyusunan *stock flow diagram* (SFD) yaitu diagram komputer yang menggambarkan CLD.

Hasil pengolahan data, selanjutnya dientri ke dalam SFD dan dilakukan simulasi untuk mengetahui variabel yang memberikan daya ungkit paling besar dalam penularan dan kemunculan kembali malaria. Dengan demikian dengan *system dynamics* dapat dihitung variabel yang menjadi prioritas untuk dilakukan intervensi dengan upaya yang minimal tapi mampu menghasilkan dampak yang optimal.

HASIL

Sampel Penelitian

Sampel yang berhasil diperiksa spesimen parasitologinya sebanyak 509 orang (117 orang dari Kecamatan Kalipucang, 130 orang dari Kecamatan Langkaplancar, 147 orang dari Kecamatan Pangandaran, dan 115 orang dari Kecamatan Parigi). Adapun sampel pengetahuan yang berhasil diwawancarai sebanyak 1.137 orang (296 orang dari Desa Pamotan, 280 orang dari Kecamatan Langkaplancar, 281 orang dari Kecamatan Pangandaran, dan 280 orang dari Kecamatan Parigi).

Keberadaan Parasit Malaria

Hasil pemeriksaan parasitologi secara mikroskopis di Laboratorium Parasitologi Loka Litbang P2B2 Ciamis, terhadap seluruh sampel hasil pengumpulan data lapangan, semuanya negatif parasit *Plasmodium* spp. (0%).

Pengetahuan Malaria dan Mobilisasi Penduduk

Jumlah sampel survei pengetahuan adalah 1.137 responden terdiri dari 710 orang (62,45%) laki-laki dan 427 orang (37,55%) perempuan, 296 orang berasal dari Kecamatan Kalipucang, 281 orang dari Kecamatan Pangandaran, dan masing-masing 280 orang dari Kecamatan Langkaplancar dan Kecamatan Parigi.

Setelah dilakukan analisis data hasil survei pengetahuan, secara keseluruhan hasil diketahui pengetahuan responden tentang malaria sebagian besarnya dalam kategori tidak baik, yaitu 734 orang (64,58%), 403 orang (35,33%) sisanya dalam kategori baik. Pengetahuan responden dikategorikan tidak baik apabila jawaban benar pada pertanyaan kuesioner < 80%, dikategorikan baik $\geq 80\%$.¹¹ Selain itu, diketahui 321 responden (28,23%) mengaku mempunyai ART yang biasa merantau pada periode tahun 2000-2005, yaitu

102 responden dari Kecamatan Kalipucang, 56 responden dari Kecamatan Pangandaran, 62 responden dari Kecamatan Parigi, dan 101 responden dari Kecamatan Langkaplancar. Juga didapatkan, 37 responden (11,53%) di antaranya mempunyai ART yang pulang merantau dalam keadaan sakit malaria, yaitu 16 responden dari Kecamatan Kalipucang, 4 responden dari Kecamatan Pangandaran, 1 responden dari Kecamatan Parigi, dan 16 responden dari Kecamatan Langkaplancar.

Lingkungan Pemukiman

Secara keseluruhan, kompilasi hasil pengamatan seluruh variabel lingkungan pemukiman diketahui 364 orang (32,01%) dalam kategori baik, yaitu 47 rumah di Kecamatan Kalipucang, 145 rumah di Kecamatan Pangandaran, 120 rumah di Kecamatan Parigi, dan 52 rumah di Kecamatan Langkaplancar. Sedangkan 773 rumah (67,99%) sisanya dalam status lingkungan pemukiman kategori tidak baik. Lingkungan pemukiman dikategorikan baik apabila $\geq 80\%$ variabel yang diamati, keadaannya baik dan memenuhi syarat.

Survei Entomologi Malaria

Nyamuk dewasa yang berhasil ditangkap adalah 1.037 nyamuk yang terdiri dari 8 spesies *Anopheles* spp. yaitu *An. vagus* 704 ekor (67,89%), *An. kochi* 168 ekor (16,2%), *An. sudaicus* 69 ekor (6,65%), *An. barbirostris* 63 ekor (6,08%), *An. aconitus* 12 ekor (1,16%), *An. subpictus* 9 ekor (0,87%), *An. annularis* 7 ekor (0,67%), dan *An. indefinitus* 5 ekor (0,48%).

Berdasarkan metode penangkapan, nyamuk paling banyak tertangkap pada penangkapan istirahat di kandang yaitu 1.021 nyamuk (98,46%) terdiri dari 11 nyamuk *An. aconitus*, 7 nyamuk *An. annularis*, 61 nyamuk *An. barbirostris*, 5 nyamuk *An. indefinitus*, 168 nyamuk *An. kochi*, 9 nyamuk *An. subpictus*, 59 nyamuk *An. sudaicus*, dan 701 nyamuk *An. vagus*, paling sedikit adalah hasil penangkapan UOD yaitu 1 nyamuk (0,10%) *An. sudaicus*.

Jumlah dan Pola Kesakitan Malaria Tahun 2011-2014

Pada tahun 2011-2014, di 4 wilayah kecamatan lokasi penelitian, kasus positif malaria sebanyak 24 kasus semuanya termasuk parasite *P. falciparum*, yaitu tahun 2011 sebanyak 5 kasus, tahun 2012 sebanyak 7 kasus, tahun 2013 sebanyak 6 kasus dan tahun 2014 sebanyak 6 kasus. Terbanyak di Kecamatan Kalipucang, yaitu 13 kasus, selanjutnya di Kecamatan Langkaplancar sebanyak 7 kasus, dan di Kecamatan Pangandaran ditemukan 4 kasus, sedangkan di Kecamatan Parigi tidak ditemukan penderita

malaria positif. Adapun pada tahun 2015, yaitu tahun pelaksanaan penelitian ini, tidak ditemukan penderita malaria.

Potensi Keberadaan dan Kemunculan Kembali (Re-emerging)

Untuk mengetahui potensi keberadaan dan kemunculan kembali (*re-emerging*), dilakukan analisis menggunakan *system dynamic model* dengan variabel *dependent* kasus malaria tahun 2010-2014 dan variabel *independent* adalah pengetahuan, mobilitas penduduk, lingkungan, entomologi, serta parasitologi malaria.

1. *Story to structure*

Kejadian malaria dipengaruhi oleh keberadaan manusia berisiko, kepadatan dan perilaku nyamuk *Anopheles* spp. serta *Plasmodium* spp. sebagai mikroorganisme patogen. Mekanisme penularan terjadi apabila manusia sehat kontak dengan nyamuk *Anopheles* spp. infeksi *Plasmodium* spp. sehingga terjadi patogenitas *Plasmodium* spp. di dalam darah manusia yang akhirnya menjadi sakit. Dengan pengobatan tuntas, maka manusia sakit akan sembuh, tetapi apabila pengobatan tidak memadai dapat menimbulkan kematian atau kambuh (*relaps*).

Kepadatan *Anopheles* spp. sebagai vektor malaria dipengaruhi oleh lingkungan, seperti suhu dan kelembaban maupun ketersediaan tempat perkembangbiakan yang memadai untuk pertumbuhan nyamuk. Keberadaan *Plasmodium* spp. ditentukan oleh adanya penderita malaria dengan klinis maupun tanpa klinis yang bisa berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya

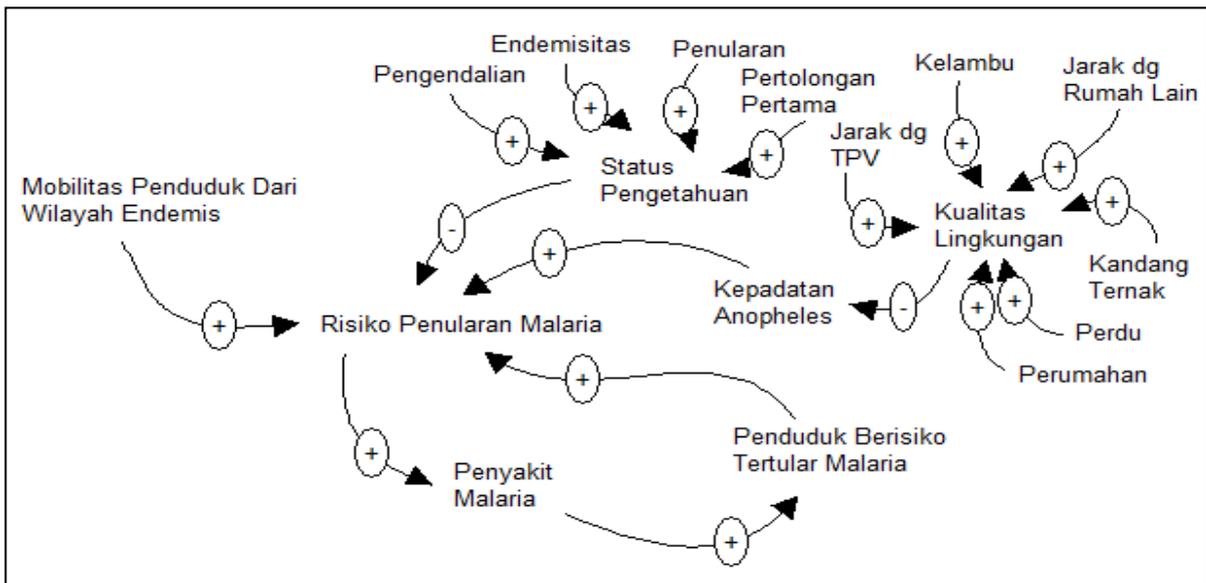
melalui mobilitas penduduk dari tempat endemis malaria ke daerah berpotensi terjadi penularan. Untuk menggambarkan struktur permasalahan kaitannya dengan penularan dan penyebaran malaria, maka dibangun CLD berdasarkan pada *story* (Gambar 1).

2. Pembuatan model (*stock flow diagram/SFD*)

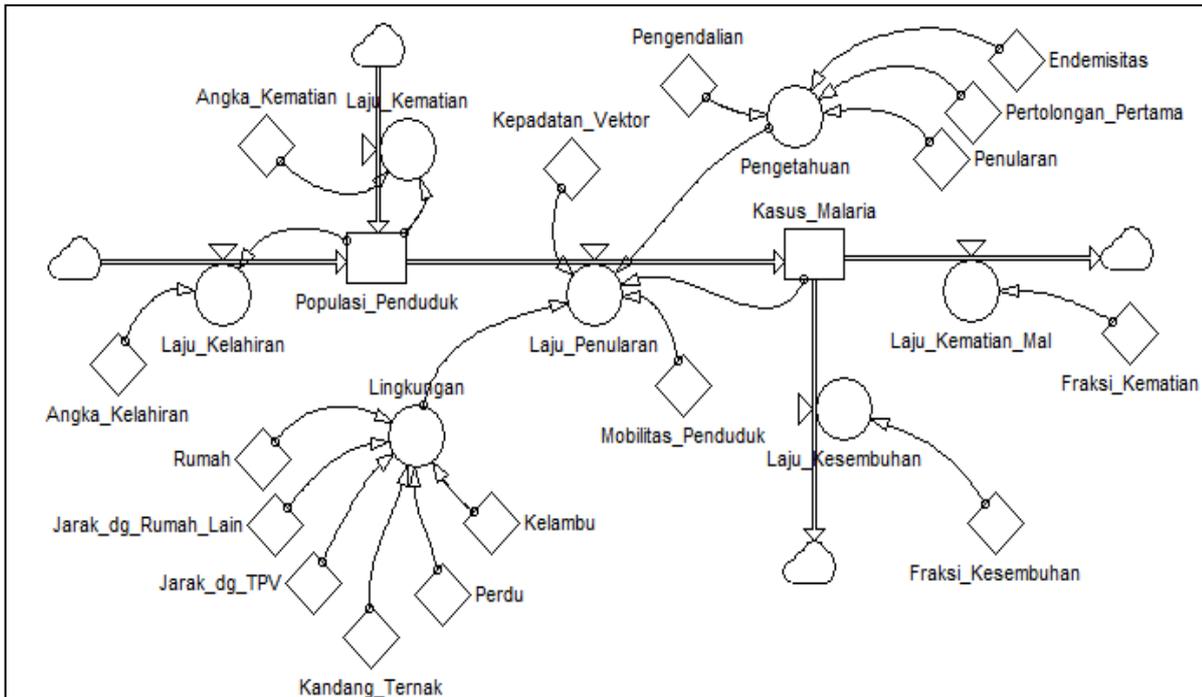
Model penularan malaria yang dipengaruhi oleh pengetahuan, mobilitas penduduk, lingkungan, entomologi, serta parasitologi malaria, digambarkan dalam SFD (Gambar 2). Nilai setiap variabel dalam SFD berasal dari data hasil penelitian ini (data primer) serta data kesakitan malaria dan populasi penduduk tahun 2011 (data sekunder). Selain itu juga terdapat data yang merupakan data *dummy* (Tabel 1).

3. Validasi model

Untuk menilai kesesuaian antara model yang dibuat *system dynamics* dengan sistem yang sebenarnya, dilakukan validasi dengan menggunakan data kasus malaria tahun 2011 sebagai variabel acuan. Kasus malaria di Kabupaten Pangandaran tahun 2011 adalah 5 kasus, tahun 2012 adalah 7 kasus, tahun 2013 adalah 6 kasus, dan tahun 2014 adalah 6 kasus. Data kasus malaria yang dimasukkan ke dalam SFD adalah data tahun 2011 yaitu 5 kasus sebagai data awal dimulainya sistem. Hasil simulasi *system dynamics* memperlihatkan penyimpangan data hasil perhitungan dari data yang sebenarnya adalah 8,13%. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dibangun adalah valid karena *system dynamics* mensyaratkan apabila penyimpangan $\geq 30\%$ maka model adalah valid.



Gambar 1. Causal Loop Diagram mekanisme penularan malaria di Kabupaten Pangandaran



Gambar 2. Stock Flow Diagram penularan malaria di Kabupaten Pangandaran

Tabel 1 . Nilai Stock Flow Diagram Penularan Malaria

No	Variabel	Jenis Variabel	Nilai	Keterangan
1	Pengetahuan			
	a. Endemisitas	Constanta	45,07	
	b. Gejala dan pertolongan	Constanta	60,99	
	c. Penularan	Constanta	52,61	
	d. Kebiasaan pemb. Vector	Constanta	34,70	
2	Lingkungan			
	a. Rumah	Constanta	50,14	
	Merupakan resultas dari variabel konstruksi rumah, kepadatan penghuni rumah, bahan konstruksi dinding, keberadaan plafon rumah, keberadaan kasa ventilasi, pencahayaan ruangan rumah, keberadaan kamar tidur, keberadaan kamar mandi, dan keberadaan jamban keluarga			
	b. Pemakaian kelambu	Constanta	6,16	
	c. Keberadaan kandang ternak	Constanta	83,47	
	d. Jarak ke TPV	Constanta	41,07	
	e. Jarak dengan rumah lain	Constanta	15,30	
	f. Jarak dengan tanaman perdu	Constanta	22,69	
3	Populasi penduduk	Stock	133137	
4	Angka kelahiran	Constanta	Dummy	
5	Angka kematian	Constanta	Dummy	
6	Kepadatan vektor	Constanta	777	
7	Mobilitas penduduk	Constanta	28,23	
8	Fraksi kesembuhan	Constanta	Dummy	
9	Fraksi kematian	Constanta	Dummy	
10	Kasus malaria (th 2011)	Stock	5	

4. Simulasi model

Hasil simulasi *business as usual* menunjukkan sampai tahun 2020 jumlah kasus malaria akan terus naik. Tahun 2016 diprediksi sebanyak 11 kasus (naik 37,5%), tahun 2017 diprediksi sebanyak 17 kasus (naik 54,55%), tahun 2018 diprediksi sebanyak 29 kasus (naik 70,59%), tahun 2019 diprediksi sebanyak 52 kasus (naik 79,31%), dan tahun 2020 diprediksi sebanyak 100 kasus (naik 92,31%) (Gambar 3).

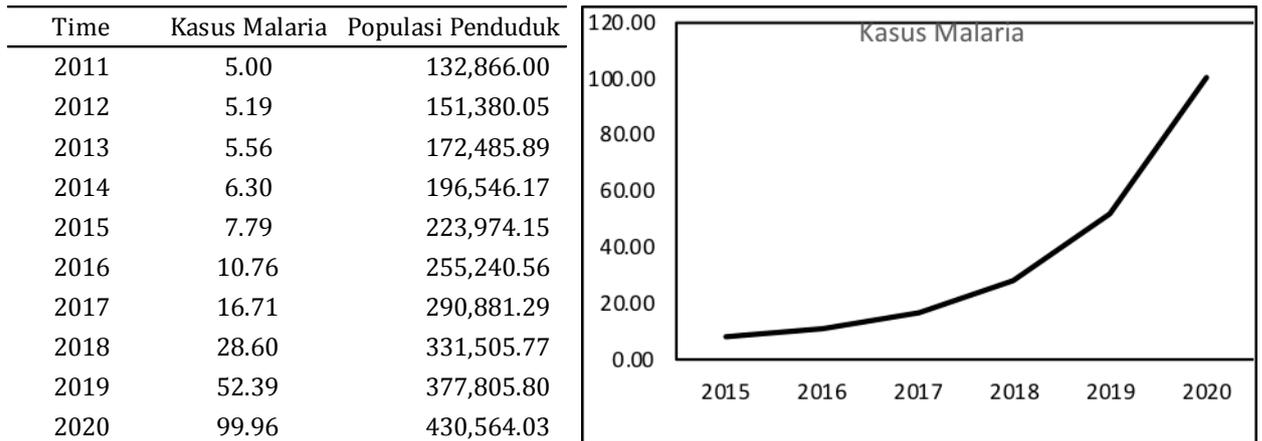
Dari hasil simulasi dengan menaikkan atau menurunkan nilai variabel konstanta, didapatkan variabel paling bermakna adalah mobilisasi penduduk. Selanjutnya dilakukan penurunan penduduk yang bermobilisasi sebesar 25% (0,25) dari 28,23% menjadi 28,33% - (0,25 x 28,23)% yaitu 21,17%. Hasilnya menunjukkan, jumlah penderita malaria tahun 2015 sebanyak 6 kasus, tahun 2016 sebanyak 6 kasus, tahun 2017 sebanyak 7 kasus, tahun 2018 sebanyak 7 kasus,

tahun 2019 sebanyak 9 kasus, dan tahun 2020 sebanyak 12 kasus (Gambar 4).

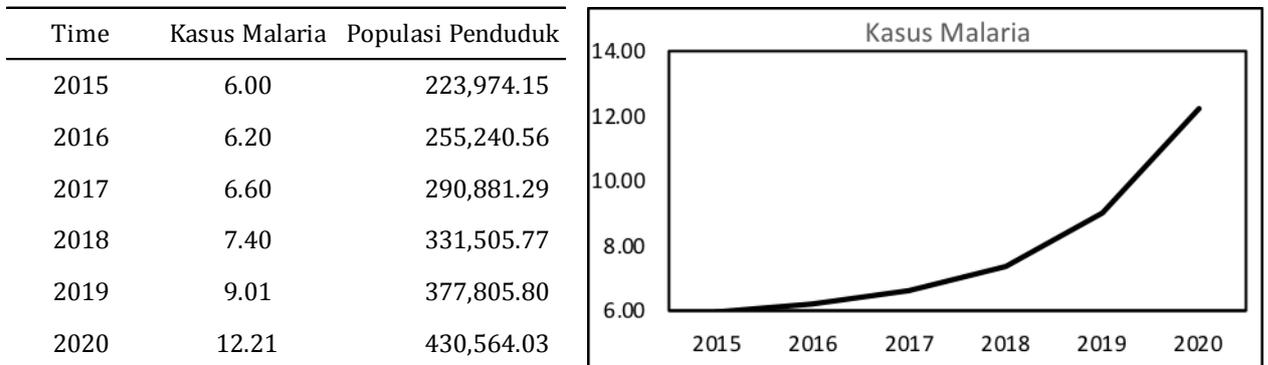
Simulasi intervensi dilanjutkan dengan dilakukan penurunan penduduk yang bermobilisasi sebesar 50% (0,5) dari 28,23% menjadi 28,33% - (0,5 x 28,23)% yaitu 14,12%. Hasilnya menunjukkan, jumlah penderita malaria tahun 2015 sebanyak 6 kasus, tahun 2016 sebanyak 5 kasus, tahun 2017 sebanyak 4 kasus, dan tahun 2018 sebanyak 1 kasus. Mulai tahun

2019 sudah tidak ada kasus malaria di Kabupaten Pangandaran (Gambar 5).

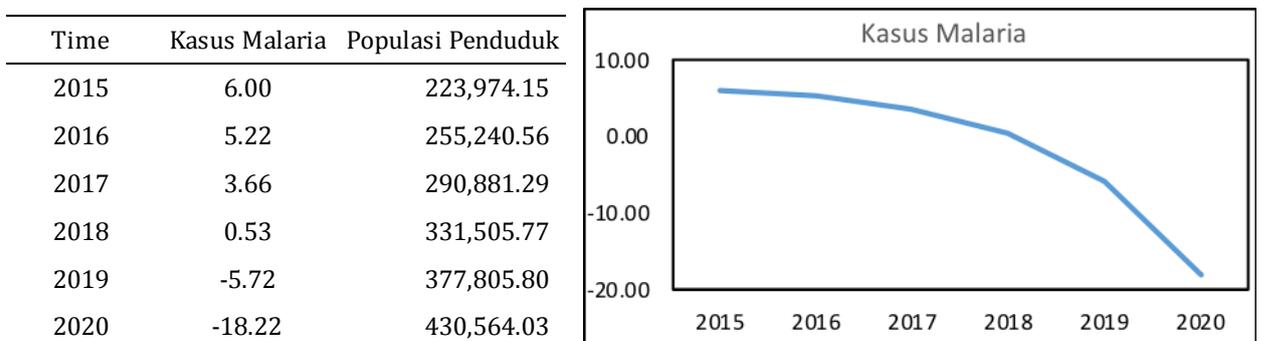
Terakhir, simulasi intervensi dilanjutkan dengan dilakukan penurunan mobilitas penduduk ke dan dari daerah endemis malaria sebesar 100% menjadi 0. Hasilnya menunjukkan, jumlah penderita malaria tahun 2015 sebanyak 6 kasus, dan tahun 2016 sebanyak 4 kasus. Mulai tahun 2017 sudah tidak ada kasus malaria di Kabupaten Pangandaran (Gambar 6).



Gambar 3. Tabel dan grafik hasil uji simulasi *forecasting* kasus malaria tahun 2011–2020 di Kabupaten Pangandaran

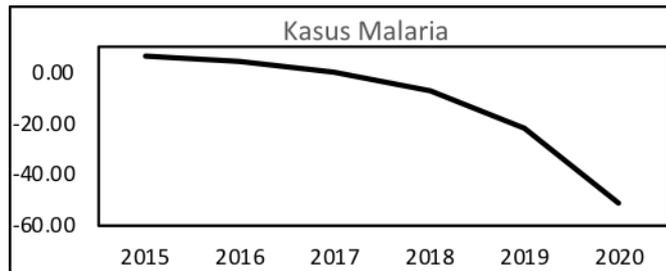


Gambar 4. Tabel dan grafik hasil uji simulasi *forecasting* kasus malaria intervensi penurunan mobilitas 25% tahun 2015–2020 di Kabupaten Pangandaran



Gambar 5. Tabel dan grafik hasil uji simulasi *forecasting* kasus malaria dengan intervensi penurunan mobilitas 50% tahun 2015–2020 di Kabupaten Pangandaran

Time	Kasus Malaria	Populasi Penduduk
2015	6.00	223,974.15
2016	4.15	255,240.56
2017	0.448	290,881.29
2018	-6.95	331,505.77
2019	-21.76	377,805.80
2020	-51.37	430,564.03



Gambar 6. Tabel dan grafik perkiraan kasus malaria berdasarkan simulasi intervensi penurunan mobilitas 100% tahun 2015–2020

5. Interpretasi dan penggunaan hasil simulasi model

Simulasi model skenario *business as usual* menunjukkan kasus malaria di Kabupaten Pangandaran terus meningkat secara linier setiap tahunnya. Dengan intervensi fungsional yaitu dengan menurunkan pengaruh mobilitas penduduk ke dalam *system dynamics*, mengakibatkan terjadinya penurunan prediksi jumlah kasus malaria. Penurunan kasus malaria terus tajam ketika disimulasikan nilai variabel mobilitas penduduk terus diturunkan yang berarti prosentase pengaruh mobilitas penduduk terhadap mobilitas *Plasmodium* spp. terus diperkecil. Ketika nilai variabel mobilitas penduduk diturunkan dari 28,23% menjadi 21,17% (diturunkan $\frac{1}{4}$ bagian), maka kasus malaria tahun 2020 akan turun 87,79% dari 100 kasus pada simulasi skenario *business as usual* menjadi 12 kasus pada simulasi intervensi dengan menurunkan nilai mobilitas penduduk $\frac{1}{4}$ bagian. Ketika nilai variabel mobilitas penduduk diturunkan lagi menjadi 14,12% (diturunkan $\frac{1}{2}$ bagian), maka kasus malaria di Kabupaten Pangandaran akan hilang (eliminasi) mulai tahun 2019. Apabila nilai variabel mobilitas penduduk dihilangkan semua (diturunkan 100%), maka kasus malaria di Kabupaten Pangandaran akan hilang (eliminasi) mulai tahun 2018.

Penurunan nilai variabel mobilitas penduduk adalah bukan mengurangi apalagi menghilangkan penduduk yang melakukan mobilitas, tapi dengan cara mengurangi atau menghilangkan pengaruhnya terhadap mobilisasi parasit *Plasmodium* spp. Jumlah mobilitas penduduk tidak dapat dikurangi karena berkaitan dengan pekerjaan atau keperluan lainnya.

PEMBAHASAN

Kesakitan Malaria

Selama periode tahun 2011-2014, kasus malaria di lokasi penelitian tercatat 24 kasus positif. Jumlah kasus ini adalah hasil kegiatan *active case detection* (ACD) oleh Juru Malaria Desa

(JMD) dan *passive case detection* (PCD) pada penderita yang datang ke fasilitas pelayanan kesehatan. Padahal sebelum tahun 2005 sepanjang wilayah pantai selatan Jawa Barat, yang meliputi kabupaten dengan daerah endemis malaria yaitu Kabupaten Ciamis, Kabupaten Tasikmalaya, Kabupaten Garut, Kabupaten Cianjur, dan Kabupaten Sukabumi, mempunyai riwayat sebagai daerah endemis malaria yang sering mengalami KLB disertai dengan kematian.¹³

Kasus malaria di Kecamatan Kalipucang hanya ada pada bulan Januari dan Februari, di Kecamatan Pangandaran pada Bulan Februari, dan di Kecamatan Langkaplancar pada bulan Januari dan Februari, dengan demikian pola penyakit (pola maksimal) malaria di wilayah tersebut ada pada bulan Januari dan Februari. Pada periode sebelum tahun 2005, pola maksimal malaria di wilayah Kecamatan Pangandaran dan sekitarnya terjadi pada bulan September dan Desember yaitu pada awal dan hampir akhir musim hujan.¹⁴

Kasus malaria periode tahun 2011-2014 tidak sesuai dengan pola penyakit lima tahunan periode sebelumnya karena jumlahnya menurun, bahkan di tahun 2015 dilaporkan tidak ada kasus. Keadaan ini terjadi karena keberhasilan pengendalian malaria di Indonesia maupun secara global di seluruh dunia. Ini sesuai dengan laporan Kementerian Kesehatan yang menyatakan bahwa meskipun malaria masih merupakan masalah kesehatan masyarakat di tingkat global, demikian pula di Indonesia, namun saat ini, permasalahannya di Indonesia cenderung semakin menurun. Pada tahun 2010, di Indonesia terdapat 465.764 kasus positif malaria dan angka ini telah menurun pada tahun 2015 menjadi 209.413 kasus. Di tingkat global, menurut WHO, angka kesakitan dan kematian akibat malaria juga cenderung menurun pada periode 2005-2015. Meskipun demikian, masih ada lebih kurang 3,2 milyar jiwa atau hampir separuh penduduk dunia yang berisiko tertular penyakit Malaria. Pada tahun 2015, WHO memperkirakan ada sekitar

214 juta kasus baru malaria dengan kematian sekitar 438 ribu orang di seluruh dunia.¹⁵ Akan tetapi, karena malaria merupakan *re-emerging disease* yang bisa muncul kembali sesuai dengan perubahan fenomena alam,¹ maka intensitas penemuan penderita di lapangan perlu intensifikasi kembali sebagai antisipasi.

Faktor Risiko Penularan Malaria

Berdasarkan hasil pemeriksaan parasitologi pada 509 sampel yang berumur <9 tahun, tidak ditemukan yang positif malaria. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat ini di lokasi penelitian, tidak ada peluang untuk terjadi penularan meskipun disana dapat ditemukan vektor malaria, yaitu nyamuk *Anopheles* spp.

Masih banyaknya pengetahuan responden yang tidak baik berkaitan dengan malaria, merupakan salah satu risiko terjadinya penularan malaria karena mempengaruhi perilaku seseorang. Jumlah responden yang mempunyai ART yang biasa bermobilisasi adalah 28,23% atau 321 responden, 37 responden (11,53%) di antaranya pernah pulang dalam keadaan sakit malaria. Hal ini menunjukkan bahwa parasit malaria berpeluang dapat masuk kembali ke Kabupaten Pangandaran bersama penduduk yang merantau ke daerah endemis yang pulang dalam keadaan sakit malaria dengan gejala klinis ataupun tanpa gejala klinis sehingga malaria dikategorikan ke dalam penyakit *traveling disease*.¹

Pendatang yang memasuki daerah endemis rentan terkena penyakit malaria disebabkan karena pendatang yang berkunjung ke daerah endemis memiliki risiko lebih besar untuk tertular malaria dibandingkan dengan penduduk yang berdomisili di daerah tersebut. Kejadian malaria impor dipengaruhi karena adanya mobilitas penduduk yang berkunjung dan keluar dari daerah endemis malaria.¹⁶

Untuk antisipasi pengaruh penularan malaria dari mobilitas penduduk, maka perlu dilakukan survei migrasi terhadap semua penderita malaria klinis maupun tanpa klinis pada penduduk yang biasa bermobilisasi, harus diobati agar tidak menjadi sumber penularan. Deteksi dini penderita aktif merupakan kunci dalam rangka mengontrol penyebaran penyakit dan mencegah masuknya kasus terutama karena mobilitas penduduk dari daerah endemis malaria.¹⁵

Selain terhadap orang-orang yang menunjukkan gejala malaria, pengambilan darah juga perlu dilakukan terhadap orang tanpa gejala klinis yang baru datang dari daerah endemis malaria. Kegiatan ini juga merupakan bagian dari pelaksanaan sistem kewaspadaan dini (SKD) untuk mencegah KLB malaria yang merupakan bagian dari eliminasi malaria, yaitu suatu upaya untuk menghentikan penularan malaria setempat

dalam satu wilayah geografis tertentu. Bukan karena tidak ada kasus malaria, maupun kasus impor, serta sudah tidak ada vektor malaria di wilayah tersebut sehingga kegiatan dihentikan, program tetap dibutuhkan agar kegiatan kewaspadaan untuk mencegah penularan kembali yang ditargetkan di seluruh Indonesia tercapai pada tahun 2030 sedangkan di Pulau Jawa ditargetkan tahun 2015.^{2,3} Malaria juga menjadi salah satu penyakit yang ditargetkan dalam pembangunan *Millenium Development Goals* (MDGs) yang dicanangkan *World Health Organization* (WHO) dengan menghentikan penyebaran dan mengurangi kejadian insiden malaria.

Adapun untuk menekan angka kesakitan dan kematian kasus malaria, dilakukan program pemberantasan malaria yang meliputi diagnosis dini, pengobatan cepat dan tepat, surveilans, dan pengendalian vektor yang semuanya ditujukan untuk memutus mata rantai penularan malaria. Selain migrasi penduduk, faktor lingkungan pemukiman juga masih menjadi salah satu faktor risiko penularan malaria di Kabupaten Pangandaran karena statusnya sebagian besar tidak baik, yaitu pada 67,99% (773 rumah), kecuali di Kecamatan Pangandaran, sebagian besar (145 rumah) statusnya baik. Lingkungan pemukiman yang tidak baik menjadi risiko penularan malaria karena pada survei entomologi masih ditemukan nyamuk *An. sudaicus* dan *An. aconitus* yang sudah dikonfirmasi sebagai vektor malaria di Pulau Jawa. Meskipun dalam penelitian ini jumlahnya sedikit, tetapi berpeluang meningkat karena masih banyak ditemukan tempat perkembangbiakannya. Kabupaten Pangandaran mempunyai riwayat kepadatan vektor malaria yang tinggi. Nyamuk *An. sudaicus* di Kecamatan Pangandaran, Parigi, dan Kalipucang pada periode 10 tahun lalu kepadatannya sangat tinggi. Begitu juga nyamuk *An. aconitus* di wilayah Kecamatan Langkaplancar, kepadatannya cukup tinggi pada periode 10 tahun lalu.²

Potensi Kemunculan Kembali Malaria

Hasil simulasi untuk memprediksi kasus malaria menggunakan *system dynamic*, menunjukkan bahwa variabel yang menghasilkan penurunan paling bermakna pada jumlah kesakitan malaria adalah variabel mobilitas penduduk, sedangkan variabel lainnya tidak memberikan penurunan yang bermakna. Penurunan jumlah mobilitas penduduk sebesar 25%, menunjukkan jumlah penderita malaria tahun 2020 sebanyak 12 kasus. Penurunan 50%, jumlah penderita malaria akan tidak ada di Kabupaten Pangandaran mulai tahun 2019. Sedangkan penurunan mobilitas penduduk

sebesar 100% atau menjadi 0, jumlah penderita malaria akan tidak ada di Kabupaten Pangandaran mulai tahun 2017.

Penurunan nilai variabel mobilitas penduduk adalah bukan dengan cara mengurangi jumlah apalagi menghilangkan mobilitas penduduk, karena itu tidak mungkin bisa dilakukan karena berkaitan dengan aktivitas ekonomi, pendidikan, pariwisata, dan aktivitas lainnya yang memerlukan mobilitas penduduk. Penurunan dilakukan dengan cara menghilangkan pengaruh mobilitas penduduk terhadap penularan malaria. Mobilitas penduduk berpengaruh terhadap masuknya parasit malaria ke wilayah Kabupaten Pangandaran, jadi penurunan mobilitas penduduk bermakna penurunan jumlah parasit *Plasmodium* spp. yang terbawa pulang dari kegiatan mobilitas penduduk. Penurunan 100% pengaruh mobilitas penduduk bermakna seluruh penduduk yang kembali pulang, di dalam darahnya tidak terbawa parasit *Plasmodium* spp. Kalaupun ada yang tertular parasit malaria di luar wilayah dan terbawa pulang ke Pangandaran, akan segera terdeteksi dan diobati untuk mencegah penularan lebih jauh. Hal ini bisa dilakukan dengan survei migrasi, yaitu memeriksa spesimen darah seluruh penduduk terutama yang baru pulang dari daerah endemis malaria.

KESIMPULAN

Faktor yang memiliki potensi untuk kemunculan kembali malaria di wilayah Kabupaten Pangandaran Jawa Barat yang paling dominan adalah mobilitas penduduk dari daerah endemis malaria di wilayah lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini, tim pelaksana dan penyusun artikel ini mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya penelitian ini, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, dan penyusunan laporannya. Terutama kami sampaikan kepada: Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Pangandaran dan seluruh jajarannya, Kepala Puskesmas Kalipucang, Langkaplancar, Pangandaran, dan Parigi beserta seluruh jajarannya; Kepala dan warga Desa Pamotan di Kecamatan Kalipucang, Desa Pangandaran di Kecamatan Pangandaran, Desa Cibenda di Kecamatan Parigi, dan di Desa Pangkalan Kecamatan Langkaplancar dan seluruh pihak yang tidak bisa kami sebut satu persatu. Semoga kerjasama ini bisa memberikan manfaat yang sebesar-besarnya terutama dalam upaya eliminasi malaria.

DAFTAR RUJUKAN

1. Karen A. Cullen, Paul M. Arguin, Malaria Surveillance — United States, 2012. Surveillance Summaries / Vol. 63 / No. 12; 2014.
2. Hakim, L. 2013. Faktor Risiko Penularan Malaria di Desa Pamotan Kabupaten Pangandaran. Aspirator Vol. 5 No. 2 Tahun 2013 : 45-54.
3. Irma Rubianti, Trisno Agung Wibowo, Solikhah. Faktor-Faktor Risiko Malaria di Wilayah Kerja Puskesmas Paruga Kota Bima Nusa Tenggara Barat. Jurnal Kes Mas Vol. 3, No. 3, September 2011 : 162; 2011.
4. Hakim, L. 2011. Malaria: Epidemiologi dan Diagnosis. Aspirator Vol. 3 No. 2 Tahun 2011 : 107-116; 2011.
5. Anonim. Laporan Validasi Data Malaria Kabupaten Ciamis dan Tasikmalaya Tahun 2005: Laporan Kegiatan Loka Litbang P2B2 Ciamis 2006.
6. Anonim. Laporan Validasi Data Malaria Kabupaten Ciamis dan Tasikmalaya Tahun 1999. Lap. Keg. SLPV Jawa Barat, Ciamis. 2000. hal 12.
7. Anonim. Analisa Situasi Program Pemberantasan Malaria Kabupaten Ciamis Tahun 2005. Dinas Kesehatan Kab Ciamis. 2006. hal 28.
8. Hakim, L. Prevalensi Malaria Carrier dan Kelompok Penduduk Paling Berisiko Tertular Malaria di Kecamatan Kalipucang Kabupaten Ciamis Jawa Barat. ASPIRATOR. Vol 1 No. 1; 2009.
9. Subyan, A.N., Jabar, N.F.A.A, Darlyne, C.R., Ahmad, N. 2018. Dengue Outbreak : A System Dynamic Approach. Journal of Technology Management and Business. Vol. 5 No. 1 : 43-50.
10. Mecoli, M., De Angelis, V., Brailsford, S.C. 2013. Using System Dynamic to Evaluate Control Strategis for Mosquito-borne Disease Spread by Human Travel.
11. Budhi Soesilo. *Systems Thinking dan System Dynamics*. Program Studi Kajian Ilmu Lingkungan. Program Pascasarjana Universitas Indonesia. 2012.
12. Sugiyono. *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung; 2014.
13. Hakim, L., dan Kusnandar, A.J. 2012. Hubungan Status Gizi dan Kelompok Umur dengan Status Infeksi Virus Dengue. Aspirator Vol. 4 No. 1 : 34-45.
14. Hakim L. Faktor Risiko Penularan Malaria di Jawa Barat (Kajian Epidemiologi tentang Vektor, Parasit Plasmodium, dan Lingkungan

- Sebagai Faktor Risiko Kesakitan Malaria).
Aspirator . 2010 ;2(1) : 45 - 54.
15. Kemenkes RI. Inilah Fakta Keberhasilan Pengendalian Malaria. Jakarta, 30 April 2016).15 Hariyanto, Paul. Eliminasi Malaria pada Era Desentralisasi. Buletin Jendela Data & Informasi Kesehatan. Vol 1; 2011.
 16. Santi, M. dan Hakim, L. 2011. Hubungan Faktor Penularan dengan Kejadian Malaria pada Pekerja Migrasi yang Berasal dari Kecamatan Lengkong Kabupaten Sukabumi. Aspirator Vol. 3 No. 2 : 89-99.

