**Korelasi Densitas Relatif Tikus, Pinjal dan Curah Hujan Terhadap Kasus Pes di Daerah
Enzootik Pes Taman Nasional Gunung Bromo Tengger, Pasuruan, Jawa Timur
(Correlation of Rainfalls, Relative Density of Rats and Fleas Againsts Plague Cases in The
Plague Enzootic Area, at Mounts of Bromo Tengger National Park, Pasuruan East Jawa)**

**Ristiyanto, Arief Mulyono, Arum Sih Joharina, Farida Dwi Handayani, Ayu Pradipta, & Revi
Rosavika Kinansih**

Institute for Vector and Reservoir Control, Research and Development (IVRCRD). National Institute of
Health Research and Development, Ministry of Health Indonesia, Salatiga, Indonesia

Email: ristiyanto.salatiga@gmail.com

Memasukkan: September 2020, **Diterima:** November 2020

ABSTRACT

Plague Ecological study has been carried out during July to August 2019 in Sulorowo Hamlet, Kayukebek Village, Nongkojajar District (Semeru Bromo Tengger National Park area), Pasuruan Regency, East Java. The study method was tracing surveillance data on bubonic plague in humans (1997-2018), surveillance for rats and fleas, and rainfall (2013-2018). The results showed that in 1997-2018, 82 bubonic plague cases were reported with the number of deaths 21 people, and during 2013-2018 there were 137 bubonic suspects, the number of deaths was 2 people. Rainfall was not significant for the bubonic plague incident. The incidence of suspected bubonic plague was 0.79 times (RR 0.79; 95% CI (0.74-5.52)) when the relative density of rats in the garden habitat was more than 2%, and the incidence of suspected bubonic plague was 2 times ($p < 0.05$ and RR 2.0; 95% CI 1.7-2.5) if the general index of fleas in the garden habitat was more than 2. The relative density of rats and the general index in the home habitat were not significantly related to the incidence of suspected bubonic plague ($p > 0.05$). Low rainfall (< 150 mm) was associated with an increase in the general index of fleas and the relative density of rats in garden habitat ($p < 0.05$). Intensive monitoring in the habitat outside the home (garden) both reservoir hosts, vectors and human activities in the garden should be prepared especially during the dry season to prevent transmission of sylvatic bubonic plague.

Keywords: flea index, plague, rat density, sylvatic, rainfall.

ABSTRAK

Suatu penelitian ekologis pes telah dilakukan pada bulan Juli-Agustus, 2019 di Dusun Sulorowo, Desa Kayukebek, Kecamatan Nongkojajar (wilayah Taman Nasional Semeru Bromo Tengger), Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Metode penelitian yang dilakukan adalah penelusuran data surveilans pes pada manusia (1997-2018), surveilans tikus dan pinjal, serta curah hujan (2013-2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahun 1997-2018, dilaporkan 82 kasus pes dengan jumlah kematian 21 orang, dan selama tahun 2013-2018 ditemukan 137 tersangka pes, jumlah kematian 2 orang. Curah hujan tidak bermakna terhadap kejadian tersangka pes. Kejadian tersangka pes 0,79 kali (RR 0,79; 95% CI (0,74-5,52)) ketika kepadatan relatif tikus di habitat kebun lebih dari 2%, dan kejadian tersangka pes 2 kali lipat ($p < 0,05$ dan RR 2,0; 95% CI 1,7-2,5), apabila indeks umum pinjal di habitat kebun lebih dari 2. Kepadatan relatif tikus dan indeks umum di habitat rumah tidak berhubungan secara bermakna terhadap kejadian tersangka pes ($p > 0,05$). Curah hujan rendah (< 150 mm) berhubungan dengan peningkatan indeks umum pinjal dan kepadatan relatif tikus di habitat kebun ($p < 0,05$). Pemantauan secara intensif di habitat luar rumah (kebun) baik inang reservoir, vektor maupun aktivitas manusia di kebun sebaiknya dilakukan terutama pada musim kemarau untuk mencegah penularan pes silvatic.

Kata Kunci: indeks pinjal, pes, kepadatan tikus, silvatic, curah hujan.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, pes telah diketahui sejak abad ke dua puluh, tahun 1905, yaitu saat ditemukan

beberapa kasus pes di Pantai Timur Sumatera dan ‘menghilang’ tanpa dilakukan tindakan apapun. Saat ini, abad ke 21, di Pulau Jawa, seperti di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, Kabupaten

Boyolali, Jawa Tengah, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta dan Kabupaten Bandung, Jawa Barat pes masih perlu diwaspadai (Sub Direktorat Zoonosis 2014). Di keempat kabupaten tersebut, pes dikenal sejak tahun 1911-1970, dan instansi pemerintah berwenang telah melakukan pemantauan dan pengendalian pes secara intensif dan komprehensif. Kegiatan tersebut telah dilakukan sudah lebih dari 50 tahun. Pada tahun 1987, 1997, dan 2007, pes pada manusia, tikus, dan pinjal ditemukan kembali di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, tetapi di tiga kabupaten lainnya pes tidak terdeteksi lagi secara laboratoris (Tarmizi 2019). Saat ini, di Dusun Sulorowo, Desa Kayukebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur tetap dianggap sebagai daerah yang mendapatkan pengawasan berkaitan dengan penyakit tersebut, karena pernah terjadi lebih dari 2 kali kejadian luar biasa pes.

Pes ditularkan dari tikus ke hewan lain dan atau ke manusia oleh pinjal yang terinfeksi bakteri *Yersinia pestis* (Perry & Fetherston. (1997) Menurut Survivalina dkk. (2019), wabah pes tahun 1968-1970, di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, berawal dari penduduk terjangkit pes setelah beraktivitas di hutan lereng Gunung Merapi. Tikus yang berperan dalam kejadian pes saat itu adalah tikus ladang *Rattus exulans*, dan tikus rumah *R. rattus diardii* dan pinjalnya *Xenopsylla cheopis*, *Stivalius cognatus*, dan *Neopsylla sondaica* (Turner *et al.* 1975). Kejadian pes tahun 1997, di Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, diawali dengan ditemukannya tikus putih positif terhadap bakteri *Y. pestis*, setelah diinokulasi pinjal tikus rumah *Xenopsylla cheopis* yang berasal dari tikus rumah *R. tanezumi* (Subronto 2001). Di Kabupaten Boyolali kejadian luar biasa pes diperkirakan dimulai pada musim kering, Agustus 1967, akan tetapi diketahui dengan jelas pada awal tahun 1968 (Januari) dan kasus pes terus ditemukan dari Januari-April 1968 (Survivalina *et al.* 2019) sedangkan di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, kasus pes diduga memuncak musim kering, pada bulan Juni-Juli 1986 (Subronto 2001). Menurut Pham *et al.* (2009), di Vietnam, kejadian luar biasa pes sering terjadi di musim kering, Februari-April,

saat curah hujan kurang dari 100 mm, dengan faktor risiko terjadi peningkatan indeks pinjal, dan kepadatan tikus. Mamalia yang berperan sebagai sumber penular pes adalah tikus ladang *R. exulans*, *R. nitidus* dan cecurut rumah *Suncus murinus*. Sedangkan pinjal vektor pes utamanya adalah pinjal tikus rumah *X. cheopis* dan pinjal manusia *Pulex irritans*.

Pham *et al.* (2009) mengutarakan bahwa faktor ekologi yang berperan dalam kejadian pes adalah musim, kepadatan tikus, dan indeks pinjal. Penelitian pada akhir 1960-an dan awal 1970-an menunjukkan bahwa populasi pinjal bulanan berkorelasi terbalik dengan curah hujan dan bahwa indeks *Xenopsylla cheopis* pada *Rattus rattus* meningkat 3 kali lipat pada musim kemarau. Selanjutnya, variasi suhu dan kelembaban relatif di habitat tikus telah terbukti berhubungan dengan perkembangan bakteri pes di dalam tubuh pinjal kejadian Pes (Stenseth *et al.* 2006).

Hasil program pengendalian pes di Indonesia menunjukkan bahwa pes pada manusia secara laboratoris tidak pernah ditemukan selama 5 dekade, bahkan WHO dan CDC menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara dengan faktor risiko rendah terhadap penularan pes, akan tetapi pes tetap perlu diawasi karena, terdapat 'periode hening' (*silence periode*) pada siklus penularan pes, yaitu pes dapat muncul setelah dorman yang berlangsung berkisar antara 10-60 tahun (Bertherat & Gage 2019). Artikel ini bertujuan untuk mendeskripsikan lingkungan daerah pes dan analisis faktor ekologi yang terkait dengan kejadian pes, seperti faktor abiotik (curah hujan dan kelembaban) dan biotik (kepadatan pinjal dan tikus) di Dusun Sulorowo, Desa Kayukebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Diharapkan artikel ini dapat digunakan sebagai acuan dalam sistem kewaspadaan dini dan menentukan tindakan pengendalian pes di masa depan.

BAHAN DAN CARAKERJA

Penelitian ini dilakukan di Dusun Sulorowo, Desa Kayukebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur pada bulan Juli, 2019. Pada penelitian ini dilakukan penelusuran data surveilans pes di Dinas Kesehatan Kabupaten

Pasuruan, Jawa Timur meliputi data surveilans pes pada manusia, tahun 1997-2018 dan data surveilans tikus/pinjal, serta data curah hujan dan kelembaban udara di dusun tersebut dari tahun 2013-2018. Kisaran tahun tersebut merupakan data terlengkap untuk curah hujan dan kelembaban udara. Surveilans pes pada manusia, tikus dan pinjal di daerah penelitian dilakukan oleh Puskesmas, dan dilaporkan setiap bulan ke Dinas Kesehatan Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Surveilans pes dilakukan setiap saat secara pasif dan aktif. Cara surveilans pes sesuai dengan Petunjuk Teknis Pengendalian Pes Dirjen P2PL (Kemenkes 2014). Pengamatan lingkungan dilakukan sesuai dengan Pedoman Riset Khusus Vektor dan Reservoir Penyakit, B2P2VRP, Badan Litbang Kesehatan, Kemenkes R.I., tahun 2017.

Analisis data menggunakan SPSS V.10 (Santosa 2010). Tujuan utama analisis data adalah untuk menentukan kejadian pes dan hubungannya dengan faktor risiko ekologis potensial. Analisis data menggunakan 2 metode yaitu metode bivariate/deskriptif untuk analisis *Convidence Interval* dan analisis multivariate untuk menentukan *Relative Risk* (RR).

HASIL

Diskripsi Lingkungan Daerah Penelitian

Wilayah ini dikenal sebagai daerah gigit gunung (punggung pegunungan Sulorowo), daerah Kawasan Hutan Lindung Bromo Tengger, terletak di bagian barat daya 150 km dari Kota Surabaya (Gambar 1 AB).

Dusun ini merupakan daerah pertanian yang subur, dengan tanaman utama apel dan sayuran (kentang, tomat, kobis dan lain-lain). Wilayah ini terpencil dari ibu kota Kabupaten Pasuruan, tetapi dapat dijangkau oleh kendaraan roda empat. Penduduknya 80% dari 274 jiwa etnis Bromo Tengger. Topografi bergunung-gunung dengan ketinggian rata-rata 1.200 m di atas permukaan laut. Musim kemarau terjadi pada April hingga Oktober dan musim hujan dari November hingga April (Pasuruan, Kecamatan Tukur dalam Angka 2018). Curah hujan rata-rata adalah antara 2200 mm. Suhu rata-rata tahunan berkisar antara 19-25°C (Tabel 1).

Interaksi Kasus Tersangka Pes terhadap Kepadatan Relatif Tikus dan Indeks Pinjal

Gambar 2 memperlihatkan fluktuasi jumlah tersangka pes pada manusia tahun 1997 hingga 2018. Tersangka kasus pes tahun 2007 relatif paling tinggi dibandingkan dengan pada tahun lainnya, tetapi kematian karena pes tertinggi pada tahun 1987.

Rata-rata angka prevalensi tersangka pes ditemukan pada musim kemarau (Februari-September) dengan puncaknya pada bulan Maret-April (Tabel 2). Analisis univariat mengungkapkan bahwa risiko musim tidak bermakna terhadap kejadian pes, tetapi di sisi lain, kasus pes meningkat 0,79 kali lipat (RR 0,79; 95% CI (0,84-5,52) ketika kepadatan relatif tikus di habitat kebun meningkat lebih dari 2%, dan 2 kali lipat (RR 2,0; 95% CI 1,7-2,5) secara bermakna ($p < 0,05\%$), ketika indeks umum

Gambar 1. Peta Dusun Sulorowo, Desa Kayu Kebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur (A). Foto udara Dusun Sulorowo, Desa Kayu Kebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, tahun 2019 (B)

pinjal di habitat kebun juga meningkat lebih dari 2 (Tabel 3).

Dinamika interaksi kepadatan relatif tikus dan indeks pinjal terhadap curah hujan

Total semua jenis tikus yang ditangkap tahun 2013-2018 di habitat rumah, 2.838 ekor

Tabel 1. Deskripsi Faktor lingkungan abiotic, Dusun Sulorowo, Desa Kayu Kebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur

Karakteristik	Dusun Sulorowo	
	Musim Kemarau	Musim Hujan
Rata-rata ketinggian dpl. (m)	600-800	
Suhu Udara Luar Rumah ($^{\circ}\text{C}$)	16-25	18-27,5
Suhu Udara Dalam Rumah ($^{\circ}\text{C}$)	20-23	22-27
Rata-rata intensitas cahaya Luar Rumah (lux)/h	28/2305	21/2213
Rata-rata intensitas cahaya dalam rumah	20/1912	19/1821
Rata-rata kelembaban musim kemarau	75-80	80-95
Curah hujan	246,83	327,83

Gambar 2. Dinamika jumlah kasus/tersangka pes di Dusun Sulorowo, Desa Kayu Kebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, 1997-2017

Tabel 2. Dinamika faktor abiotik dan kejadian pes di Dusun Sulorowo, Desa Kayu Kebek, Kecamatan Tutar Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, 2013-2017 (Sumber data; Surveilans Pes, Dinas Kesehatan Kabupaten Pasuruan, 2013-2017, tidak di publikasikan)

Tahun/Bulan	Kepadatan Relatif Tikus		Indeks Umum Pinjal		Kelembaban Udara (%)	Curah Hujan (mm)	Rata-rata angka Prevalensi Jumlah Kasus klinis tersangka pes (demam, bube)/100 orang
	Rumah	Kebun	Rumah	Kebun			
Januari	8,67	8,87	2,12	0,71	91,4	576,7	0
Pebruari	8,19	8,74	2,16	0,47	91,4	622,74	0,2
Maret	5,67	5,83	2,06	0,79	91,6	569,72	0,6
April	5,79	6,05	2,65	0,65	90	560,14	0,4
Mei	6,37	6,15	2,12	0,36	87,6	335,9	0
Juni	5,20	5,01	1,75	0,48	87,4	241,36	0,2
Juli	4,73	4,99	1,64	0,84	86	166,02	0,4
Agustus	5,60	5,91	2,15	0,62	81,4	74,24	0
September	5,63	5,95	2,04	0,508	72,8	28,08	0,2
Oktober	4,80	4,72	2,05	0,662	72	50,14	0
November	5,47	5,65	2,56	0,736	82,2	318,24	0
Desember	7,00	7,03	2,77	0,868	90,8	596,46	0

dan di habitat kebun, 1.390 ekor meliputi, tikus rumah *Rattus tanezumi* (83%), *Rattus exulans* (13,6%) dan *Rattus tiomanicus* (2,8%). Serum darah tikus yang diuji HA/HI untuk *Y. pestis*, menunjukkan bahwa tidak terkonfirmasi *Y. pestis*.

Selama periode yang sama, diperoleh 4.588 ekor pinjal dari tikus di habitat rumah dan 701 ekor pinjal dari tikus di habitat kebun, meliputi *X. cheopis* (97%), *Stivalius cognatus* (2,8%), dan *Neopysylla sondaica* (0,2%). Hasil gerusan pinjal yang diinokulasikan ke mencit putih, tahun 2013-2018, tidak ditemukan pinjal positif *Y. pestis*.

Berdasarkan model regresi Poisson multi variabel (Tabel 3), peningkatan risiko Pes secara independen terkait dengan indeks umum pinjal ($p < 0,05$: rasio risiko (RR) 2,0; Interval kepercayaan 95% (CI) 1,7-2,5). dan kepadatan

relatif tikus di habitat kebun ($p < 0,05$: rasio risiko (RR) 0,79; Interval kepercayaan 95% (CI) 0,67-7,17).

Curah hujan tidak berpengaruh terhadap kepadatan relatif tikus di habitat rumah ($p > 0,05$), tetapi ada kecenderungan kepadatan relatif tikus per bulan meningkat secara eksponensial ketika curah hujan turun < 150 mm (Gambar 3A & 3B). Sedangkan kepadatan relatif tikus di habitat kebun dipengaruhi curah hujan ($p < 0,05$), kepadatan relatif tikus menurun secara eksponensial ketika curah hujan lebih dari 150 mm (Gambar 3C).

Curah hujan tidak bermakna terhadap indeks umum pinjal di habitat rumah ($p > 0,05$) (Tabel 3; Gambar 4A), dan indeks umum pinjal di habitat rumah cenderung konstan baik ketika

Tabel 3. Dinamika faktor abiotik dan kejadian pes di Dusun Sulorowo, Desa Kayu Kebek, Kecamatan Tutur Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, 2013-2017 (Sumber data; Surveilans Pes, Dinas Kesehatan Kabupaten Pasuruan, 2013-2017, tidak dipublikasikan)

Faktor risiko	Variabel	RR	P-Value
Indeks Umum pinjal Rumah	Lebih dari 2	0,79; 95% CI (0,74-5,52)	0,235
Indeks Umum Pinjal Kebun	Lebih dari 2	2,0; 95% CI (1,7-2,5)	0,013
Kepadatan tikus relatif Rumah	Lebih dari 7 %	3,17; 95% CI (5,00-7,17)	0,562
Kepadatan tikus relative kebun	Lebih dari 2 %	0,79; 95% CI (0,67-6,63)	0,030
Curah hujan	Kurang dari 150 mm	7,9; 95% CI (5,60-9,98)	0,677
Kelembaban	Bulan Kering versus Bulan basah	7,2; 95% CI (5,9-9,4)	0,423

Gambar 3. Fluktuasi kepadatan relatif tikus dan curah hujan di Dusun Sulorowo, Desa Kayu Kebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, 2013-2017 (A). Kepadatan relatif tikus di habitat rumah cenderung berbanding lurus ketika curah hujan meningkat (B) dan kepadatan relatif tikus cenderung berbanding terbalik ketika curah hujan meningkat (C).

curah hujan menurun kurang dari 150 mm maupun meningkat lebih dari 150 mm (Gambar 4B). Sedangkan indeks umum pinjal di habitat kebun dipengaruhi oleh curah hujan secara bermakna ($p < 0,05$) (Tabel 3), dan cenderung berbanding terbalik secara eksponensial terhadap curah hujan, yaitu indeks umum pinjal cenderung meningkat apabila curah hujan kurang dari 150 mm dan menurun jika curah hujan lebih dari 150 mm (Gambar 4C).

PEMBAHASAN

Surveilans pes telah dilakukan selama periode 1997-2018. Selama lebih kurang 20 tahun konfirmasi kasus pes, baik secara serologi maupun bakteriologi, tidak ditemukan lagi tetapi secara klinis seperti kasus pembengkakan kelenjar limfa (limfadenitis) masih ditemukan. Menurut Pham *et al.* (2009), tidak adanya kasus pes terkonfirmasi yang telah berlangsung 10 tahun atau lebih dapat menjadi tanda 'periode hening', yang tetap perlu diwaspadai, setelah periode tersebut secara tiba-

tiba dan sulit untuk diprediksi wabah pes dapat terjadi. Periode hening telah diamati di India pada tahun 1994, berdasarkan data kasus pes tahun 1997-2007, tingkat fatalitas kasus pes pasca periode hening di India adalah 0%, yang jauh lebih rendah daripada yang dilaporkan di Vietnam (5%) dan Madagaskar (20%) (Stenseth, *et al* 2006).

Sulit untuk membandingkan tingkat fatalitas antar negara karena perbedaan kondisi lokal dan sistem manajemen pengelolaan/perawatan Kesehatan (WHO 1999ab). Selama periode hening, terdapat kecenderungan jumlah tikus dan pinjal terperangkap lebih rendah dari pada tahun sebelumnya (Pham *et al.* 2009).

Data surveilans pes di Dusun Sulorowo, Desa Kayukebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur menunjukkan bahwa pola pes pada manusia di Dusun Sulorowo, Desa Kayukebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur bervariasi berdasarkan musim, dengan jumlah kasus tersangka pes tahun 2013-2017 (tidak terkonfirmasi pes secara

Gambar 4. Fluktuasi indeks umum pinjal dan curah hujan di Dusun Sulorowo, Desa Kayu Kebek, Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, 2013-2017 (A). Indeks umum pinjal di habitat rumah cenderung tidak berbeda secara bermakna terhadap volume curah hujan ($p > 0,05$) (B) dan indeks umum pinjal di habitat kebun cenderung berbanding terbalik dengan volume curah hujan curah hujan ($p < 0,05$) (C).

bakteriologi) cenderung meningkat pada musim kemarau. Peningkatan kasus tersangka pes pada musim kemarau diduga disebabkan oleh aktivitas penduduk di kebun, bersamaan dengan peningkatan populasi tikus dan pinjal, dan siklus penularan pes di antara tikus liar terpelihara di habitat tersebut. Menurut Subronto (1999) dan Survivalina dkk. (2019), kejadian pes di daerah enzootik pes di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur dan Kabupaten Boyolali, terjadi setelah aktivitas penduduk di habitat kebun meningkat pada musim kemarau (Maret-Juli) (Subronto 2001). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pham dkk (2009) di Vietnam menunjukkan bahwa sebagian besar kasus pes ditemukan pada musim kemarau saat curah hujan berkurang. Penurunan curah hujan biasanya diikuti peningkatan populasi tikus dan pinjal, dan perkembangan *Y. pestis* (Ensore *et al.* 1997).

Di lokasi penelitian ditemukan bahwa pada musim kemarau indeks umum pinjal mengalami peningkatan, terutama di habitat kebun. Peningkatan indeks umum pinjal pada musim kemarau sesuai dengan pengamatan Cavanaugh *et al.* (1968) di Vietnam bahwa pinjal cenderung berkembang pesat selama musim kemarau. Hasil penelitian Pham *et al.* (2009) menemukan bahwa indeks umum pinjal menurun secara eksponensial ketika curah hujan bulanan melebihi 100 mm dan meningkat ketika curah hujan kurang 100 mm. Curah hujan yang tinggi menyebabkan pinjal terinfeksi jamur, bakteri atau virus, atau pinjal tersebut terperangkap dalam liang tikus dan area tempat pakan (Olson 1970; Gage & Kosoy 2005).

Pada survei tikus, *R. tanezumi* dan *R. exulans* paling banyak tertangkap daripada jenis tikus lainnya. Dengan demikian tampak bahwa kedua jenis tikus tersebut berpotensi dalam siklus penularan di daerah tersebut. Penelitian Turner *et al.* (1974) di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah menunjukkan bahwa tikus rumah *R. tanezumi* merupakan inang utama yang berpotensi dalam menyebarkan pes dari habitat peridomestik ke domestik dan tikus ladang *R. exulans* telah diketahui sebagai inang pemelihara siklus pes di hutan (habitat peridomestik), karena walaupun jenis tikus ini telah terinfeksi bakteri pes *Y. pestis*, namun diduga jenis tikus

ini masih dapat bertahan hidup (Turner *et al.* 1975) Hasil ini agak berbeda dari penelitian di wilayah pedesaan dataran tinggi di Vietnam, di antara 1.312 ekor tikus yang ditangkap, 29% adalah tikus ladang *R. exulans* dan 16% cecurut rumah *Suncus murinus* (Cavanaugh *et al.* 1972). Dengan demikian, tampak bahwa reservoir pes di dataran tinggi berbeda dengan wilayah perkotaan, yang didominasi oleh tikus riul *R. norvegicus*, dan tikus rumah *R. tanezumi* (Velimirovic 1972).

Kepadatan relatif populasi tikus di habitat kebun dipengaruhi oleh curah hujan ($p < 0,05$). Pada saat curah hujan tinggi (musim hujan) diikuti dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang meningkat, sehingga sumber pakan tikus melimpah. Hipotesis “*Trophic Cascade*” menyatakan curah hujan yang tinggi menyebabkan pertumbuhan tanaman dan ketersediaan pakan berlimpah menyebabkan peningkatan populasi tikus dan berkorelasi secara bermakna antara curah hujan, indeks pinjal, kepadatan tikus, dan kejadian pes. Cavanaugh *et al.* 1968; Ensore *et al.* 2002; Velimirovic 1972).

Kepadatan relatif tikus dan indeks umum pinjal di habitat rumah tidak dipengaruhi oleh curah hujan ($p > 0,05$). Tikus di habitat rumah relatif terlindung dari gangguan faktor alam, baik faktor abiotik (curah hujan, suhu, kelembaban dan lain-lain) dan biotik (predator, vegetasi dan lain-lain). Tikus di habitat rumah *R. tanezumi* dan *Mus musculus* kurang menyukai air, tahan haus, dan hanya minum jika menemukan air. Populasi tikus di habitat rumah dipengaruhi oleh sarang dan pakan, sedangkan cuaca tidak berpengaruh langsung terhadap perkembangan dan perilaku tikus yang tinggal di habitat rumah (Priyambodo 2003). Sedangkan pinjal tikus rumah *Xenopsylla cheopis* merupakan ektoparasit pada inang yang bersifat terrestrial dan semi arboreal (Conrad *et al.* 1968).

Penelitian ini bersifat ekologis dan jumlah kasus pes sangat sedikit, oleh karena itu tidak mungkin untuk membuat kesimpulan tentang hubungan kausatif antara indeks umum pinjal, kepadatan relatif tikus dan kejadian pes pada tingkat individu kasus tersangka pes dan tidak sesuai untuk analisis faktor risiko secara menyeluruh.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Di daerah pegunungan, Dusun Suloarjo, Desa Kayubek, Kecamatan Nongkojajar, (wilayah Taman Nasional Semeru Bromo Tengger), Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, pes berisiko 0,79 atau dibulatkan 1 kali lipat (RR 0,79; 95% CI (0,74-5,52)) ketika kepadatan relatif tikus di habitat kebun meningkat lebih dari 2%, dan 2 kali lipat (RR 2,0; 95% CI 1,7-2,5). Kasus pes berhubungan secara bermakna ($p < 0,05\%$), dengan indeks umum pinjal di habitat kebun. Kepadatan relatif tikus dan indeks umum pinjal di habitat kebun berhubungan secara bermakna dengan curah hujan (< 150 mm).

Pemantauan secara intensif di habitat luar rumah (kebun) baik inang reservoir dan vektor pes maupun aktivitas manusia di kebun, terutama pada musim kemarau (April-Oktober) untuk mencegah penularan pes silvatis.

KONTRIBUTOR

Penulis R, AM, dan ASJ merupakan kontributor utama, sedangkan penulis FDH, AP, dan RSK merupakan kontributor kedua.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami haturkan terimakasih kepada Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kemenkes R.I., Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga yang telah memberikan dukungan dalam sarana dan prasarana selama penelitian ini berlangsung. Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, Kepala Bidang Pengendalian Penyakit Menular, Bpk. Agus Eko, SKM, beserta staf, terutama Ibu Ika dan Bpk. Panji. Kepala Puskesmas Nongkojajar, dr. Arief beserta tim zoonosis terutama Sugiarto, Poniran, Kusyanto, Agus, Syamsul, dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan baik fasilitas, transportasi, laboratorium lapangan, dan tenaga.

DAFTAR PUSTAKA

Bertherat, E & K. Gage. 2019. Plague in Indonesia: Risk Assessment (Evaluation of the Prevention and control strategy). WHO-US CDC mission. (*unpublish*)
Cavanaugh DC, HG. Dangerfield, & DH. Hunter 1968. Some observations on the current plague outbreak in the Republic of Vietnam. *American Journal Public Health*

Nations Health 58: 742–52.

Cavanaugh DC, & JD. Marshall, Jr. 1972. The influence of climate on the seasonal prevalence of plague in the Republic of Vietnam. *Journal Wild Disease*. 8:85–94.

Conrad FG, FR. LeCocq, & R. Krain 1968. A recent epidemic of plague in Vietnam. *Archives of Internal Medicine* 122: 193–98.

Enscore RE, BJ. Biggerstaff, & TL Brown 2002. Modeling relationships between climate and the frequency of human plague cases in the southwestern United States, 1960–1997. *American Journal Tropical Medecine Hygiene*. 66:186–96.

Gage, KL. & MY. Kosoy 2005. Natural history of plague: perspectives from more than a century of research. *Annual Review Entomology* 50:505–28.

Olson, WP. 1970. Rainfall and plague in Vietnam. *International Journal Biometeorology* 14: 357–60.

Perry, RD. & JD. Fetherston 1997. Yersinia pestis etiologic agent of plague. *Clinical Microbiology Review* 10: 35–66.

Pham, HV., DT. Dang, NNT. Minh, ND. Nguyen & TV. Nguyen. 2009. Correlates of environmental factors and human plague: an ecological study in Vietnam.

Priyambodo, S., 1995. Pengendalian Hama Terpadu. Penebar Swadaya. Jakarta.

Santoso, S., 2000. SPSS Statistik Parametrik. PT Media Komputindo, Jakarta.

Salam, A. 2018. Kecamatan Tutar Dalam Angka, 2018. BPS Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

Stenseth NC, NI. Samia, & H. Viljugrein. 2006. Plague dynamics are driven by climate variation. *Proceeding Natal Academic Science USA* 103:13110–5.

Sub Direktorat Zoonosis. 2014. Pedoman teknis pengendalian pes. Dirjen. P2P kemenkes. R.I., Jakarta.

Subronto, A. 2001. Kejadian Luar Biasa Pes di Kecamatan Nongkojajar, Kabupaten Pasuruan Jawa Timur, tahun 1986-1987. Pertemuan Pes BBTCL, Surabaya

Survivalina, RS., JK. Sherly & G. Purwoatmojo. 2019. Pes Dalam Perjalanan Waktu. Sebuah Catatan Melawan Lupa Pes setelah 50 Tahun Menyerang Boyolali. Dinas Kesehatan

- Kabupaten Boyolali. Boyolali.
- Tarmizi, N. 2019. Kebijakan Pengendalian Pes Di Indonesia. Pertemuan Evaluasi Pengendalian Pes di Indonesia. Esparc Hotel. Yogyakarta.
- Turner, RW., S. Martoprawiro & SA. Padmowirjono, 1974. Dynamics of The Plague Transmission Cycle in Central Java (Ecology of Potential Flea Vectors). *Bulletin Peneltian Kesehatan* 2 (2): 15-37.
- Turner, RW., Soeharto Padmowirjono, & Supalin Martoprawiro 1975. Dynamics of The Plague Transmission Cycle in Central Java (Ecology of mammalian host with special reference to *Rattus exulans*). *Bulletin. Peneltian Kesehatan*. 3 (1): p 41-71.
- Velimirovic B. 1972. Plague in South-East Asia. A brief historical summary and present geographical distribution. *Trans Royal Society Tropical Medecine Hygiene* 66: 479 –504.
- WHO. 1999. *Plague manual: Epidemiology, Distribution, Surveillance and Control*. WHO 74, .
- WHO. 1999 Manual Epidemiology, Distribution, Surveillance and Control.