

Survei keanekaragaman tikus sebagai hewan pembawa bakteri *Leptospira* di Provinsi Jawa Tengah

Survey of mouse diversity as an animal carrying *Leptospira* bacteria in Central Java Province

KHARIRI

Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI.
Jl. Percetakan Negara No.23 Jakarta Pusat 10560, Jakarta, email: arie.tegale@gmail.com

Manuskrip diterima: 15 September 2018. Revisi disetujui: 19 November 2018.

Abstrak. Khariri. 2018. Survei keanekaragaman tikus sebagai hewan pembawa bakteri *Leptospira* di Provinsi Jawa Tengah. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 5: 42-45. Leptospirosis disebabkan oleh bakteri *Leptospira* yang menyebar melalui urine atau darah hewan yang terinfeksi. Salah satu hewan yang dapat berperan sebagai reservoir adalah tikus. Penyebaran penyakit melalui tikus domestik sangat memungkinkan terjadinya penularan pada manusia. Pemeriksaan terhadap tikus dilakukan untuk mengetahui jenis tikus yang menjadi pembawa bakteri *Leptospira*. Analisis dilakukan terhadap data laporan hasil Riset Khusus Vektor dan Reservoir Penyakit (Rikhus Vektora) tahun 2015 di Provinsi Jawa Tengah. Data yang didapatkan dianalisis secara deskriptif. Tikus dikumpulkan dari Pekalongan, Purworejo dan Pati. Pemeriksaan MAT terhadap 61 ekor dari Pekalongan hasilnya positif *Rattus tanezumi* (1 ekor) sedang uji PCR terhadap 55 ekor hasilnya positif *R. tanezumi* (4 ekor), *R. norvegicus* (3 ekor) dan *R. argentiventer* (1 ekor). Pemeriksaan MAT terhadap 92 ekor dari Purworejo hasilnya positif spesies *R. tanezumi* (1 ekor) sedang uji PCR terhadap 71 ekor hasilnya positif *R. tanezumi* (1 ekor) dan *R. tiomanicus* (3 ekor). Pemeriksaan MAT terhadap 74 ekor dari Pati hasilnya positif *Maxomys surifer* (1 ekor), *R. argentiventer* (1 ekor), dan *R. norvegicus* (1 ekor), sedangkan uji PCR terhadap 80 ekor hasilnya positif *R. argentiventer* (1 ekor), *R. norvegicus* (2 ekor) dan *R. cf. exulans* (1 ekor).

Kata kunci: Jawa Tengah, leptospirosis, reservoir, tikus.

Abstract. Khariri. 2018. Survei keanekaragaman tikus sebagai hewan pembawa bakteri *Leptospira* di Provinsi Jawa Tengah. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 5: 42-45. Leptospirosis is caused by *Leptospira* bacteria which spread through the urine or blood of infected animals. One animal that can act as a reservoir is a mouse. Disease spread through domestic mice is very likely to occur in humans. Examination of rats was carried out to determine the type of mouse that became the carrier of *Leptospira* bacteria. Analysis was carried out on data from the report of the results of the Special Research on Vector and Reservoir Disease (Rikhus Vektora) in 2015 in Central Java Province. The data obtained were analyzed descriptively. Mice were collected from Pekalongan, Purworejo and Pati. MAT examination of 61 ind. from Pekalongan was positive *Rattus tanezumi* (1 ind.) while the PCR test for 55 ind. was positive *R. tanezumi* (4 ind.), *R. norvegicus* (3 ind.) and *R. argentiventer* (1 ind.). MAT examination of 92 ind. from Purworejo resulted in positive species of *R. tanezumi* (1 ind.) while PCR test on 71 ind. was positive for *R. tanezumi* (1 ind.) and *R. tiomanicus* (3 ind.). MAT examination of 74 ind. from Pati resulted positive *Maxomys surifer* (1 ind.), *R. argentiventer* (1 ind.), and *R. norvegicus* (1 ind.), while PCR test for 80 ind. was positive *R. argentiventer* (1 ind.), *R. norvegicus* (2 ind.) and *R. cf. exulans* (1 ind.).

Keywords: Central Java, leptospirosis, rat, reservoir.

PENDAHULUAN

Leptospirosis merupakan penyakit zoonosis karena dapat menginfeksi manusia dan hewan dan manusia. Leptospirosis masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di banyak negara terutama yang beriklim tropis dan subtropis serta dengan curah hujan yang tinggi. Leptospirosis menyebar luas di sebagian besar wilayah Indonesia dengan angka kematian yang cukup tinggi. Berdasarkan data dari *International Leptospirosis Society* (ILS) menyebutkan bahwa Indonesia menduduki peringkat 3 di dunia dengan insiden leptospirosis untuk mortalitas. Angka kematian leptospirosis di Indonesia mencapai 2,5-16,45% atau rata-rata 7,1%. Pada penderita yang berusia 50 tahun ke atas, angka ini dapat mencapai 56% (Ikawati et al. 2011).

Leptospirosis adalah zoonosis bacterial yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Leptospira*. Berdasarkan cara penularan, leptospirosis merupakan *direct zoonosis* karena tidak memerlukan vektor. Leptospirosis pada manusia menyebar melalui urine atau darah hewan yang terinfeksi bakteri *Leptospira*. Beberapa hewan yang dapat berperan sebagai reservoir antara lain tikus, anjing dan hewan ternak seperti sapi dan babi. Bakteri *Leptospira* hidup di dalam ginjal penjamu reservoir dan dikeluarkan melalui urin saat berkemih. Penyebaran penyakit melalui tikus domestik sangat memungkinkan terjadinya penularan pada manusia karena kontak dengan lingkungan yang terkontaminasi leptospirosa virulen (Ramadhani dan Yunianto 2012).

Leptospirosis telah ada di Indonesia sejak tahun 1936

dan diisolasi berbagai serovar *Leptospira* sp. Penemuan kasus leptospirosis pertama kali pada tahun 1971 di Sumatera dan pada tahun yang sama pasien yang terinfeksi bakteri *Leptospira* juga dirawat di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo, Jakarta (Tunissea 2008). Saat ini beberapa provinsi di Indonesia merupakan daerah endemis leptospirosis dan Jawa Tengah menjadi salah satu provinsi yang memiliki jumlah kasus *Leptospira* terbesar. Kasus leptospirosis di Jawa Tengah leptospirosis telah mengakibatkan kematian penduduk di beberapa kabupaten/kota (Ristiyanto et al. 2006).

Pemerintah telah mengupayakan pencarian dan pengobatan penderita dengan melibatkan semua faktor yang terlibat secara komprehensif. Penilaian cepat (*rapid assessment*) leptospirosis setelah kejadian luar biasadilakukan untuk mengetahui besaran masalah kesehatan yang dihadapi dan upaya pengendalian untuk memutuskan rantai penularan. Pemeriksaan terhadap tikus dilakukan untuk mendeskripsikan jenis-jenis tikus yang menjadi pembawa bakteri *Leptospira*. Jenis bakteri *Leptospira* yang ditularkan oleh tikus merupakan bakteri yang paling berbahaya bagi manusia dibandingkan semua bakteri yang ada pada hewan domestik (Ikawati et al. 2011).

BAHAN DAN METODE

Data yang digunakan untuk analisis merupakan data sekunder dari Laporan Hasil Riset Khusus Vektor dan Reservoir Penyakit (Rikhus Vektora) Tahun 2015 di Provinsi Jawa Tengah (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Badan Penelitian dan Pengembangan, Kesehatan Kementerian Kesehatan RI 2015). Sampel tikus dilakukan identifikasi dan uji laboratorium untuk konfirmasi spesies dan agen penyakit yang dibawanya. Pemeriksaan leptospirosis pada sampel tikus secara PCR dan MAT (*Microscopic Agglutination Test*). Data yang didapatkan dianalisis secara deskriptif.

Tikus dikoleksi dari pemukiman dan non pemukiman. Perangkap diletakkan di atap atau tempat lembab seperti dapur dan kolong. Pemasangan perangkap di luar rumah dengan jarak minimal 10 langkah (5-6 m). Pemasangan perangkap pada habitat non pemukiman ditandai dengan pita jepang, diletakkan di semak-semak, dekat akar pohon, batang pohon tumbang, dan lubang tanah. Jarak pemasangan antar perangkap kurang lebih 10 m.

Penentuan jenis tikus digunakan tanda-tanda morfologi luar meliputi warna dan jenis rambut, warna dan panjang ekor, bentuk dan ukuran tengkorak. Selain itu dilakukan pengukuran berat badan, pengukuran panjang total badan dan ekor, panjang ekor, ukuran dari pangkal (anus) sampai ujung ekor, panjang telapak kaki belakang, dari tumit sampai ujung jari tanpa kuku, panjang telinga, dari pangkal daun telinga sampai ujung daun telinga, berat badan dan jumlah puting susu pada tikus betina. Hasil pengukuran dan pengamatan dicocokkan dengan kunci identifikasi tikus.

Pengambilan serum tikus dilakukan pada jantung setelah tikus dipingsankan dengan dibius kombinasi anestesi ketamin dan xylasin. Pengambilan darah dari jantung tikus dapat diulang maksimal 2 kali, karena apabila

lebih dari 2 kali biasanya darah mengalami hemolisis. Darah dimasukkan ke dalam tabung hampa udara dan disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Serum yang telah terpisah dipindahkan ke tabung baru, kemudian dimasukkan ke dalam tabung serum yang telah berlabel dan disimpan pada suhu 40°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan sampel tikus dilakukan di 3 kabupaten di Jawa Tengah yaitu Kabupaten Pekalongan, Purworejo dan Pati. Ekosistem tempat pengumpulan sampel dibagi menjadi 3 yaitu: (i) pemukiman terdiri dari dekat pemukiman (DP) dan jauh dari pemukiman (JDP), (ii) hutan terdiri dari hutan dekat pemukiman (HDP) dan hutan jauh pemukiman (HJP), (iii) non hutan terdiri dari non-hutan dekat pemukiman (NHDP) dan non-hutan jauh pemukiman (NHJP). Total sampel tikus yang berhasil dikumpulkan sebanyak 240 ekor yang terdiri dari 4 genus dan 14 spesies dengan rincian seperti tampak pada Tabel 1.

Spesies tikus yang dikumpulkan di Kabupaten Pekalongan merupakan spesies yang biasa ditemukan walaupun belum ada data mengenai sebaran spesies tikus di wilayah ini. Spesies tikus yang paling banyak ditemukan adalah *Rattus tanezumi* yaitu sebanyak 50%, diikuti oleh *Rattus norvegicus* (20,5%), dan *Rattus exulans* (11,76%). Faktor habitat menjadi salah satu faktor dominasi *R. tanezumi*. Tikus *R. tanezumi* mempunyai habitat yang luas seperti hutan primer, hutan sekunder, hutan hujan tropis, pedesaan, perkebunan, gedung perkantoran, sampai dengan area pemukiman atau pada ketinggian 0-2000 m dpl (Pimsai et al. 2014).

Di Kabupaten Purworejo banyak ditemukan genus *Rattus* dengan persebaran yang luas. *R. tanezumi* dan *Rattus tiomanicus* dapat dijumpai di rumah, hutan sekunder, persawahan, dan tambak/mangrove. Jenis tikus yang lain hanya dapat ditemukan pada tipe habitat tertentu. Diantara spesies tikus yang dikumpulkan dari Kabupaten Pati, 6 spesies merupakan tikus yang belum pernah teridentifikasi dan dilaporkan terdistribusi di tempat ini. Spesies tersebut adalah *Bandicota indica*, *Rattus exulans*, *Bandicota bengalensis*, *Maxomys surifer*, *Maxomys rajah*, dan *Rattus argentiventer*. Pada penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa *R. tanezumi* dan *R. norvegicus* pernah ditemukan di Kabupaten Pati (Wahyuni dan Yuliadi 2010).

Setelah diidentifikasi, sampel tikus kemudian dilakukan pemeriksaan adanya agen penyakit leptospirosis. Pemeriksaan leptospirosis terhadap sampel tikus di Jawa Tengah dilakukan dengan metode MAT terhadap sebanyak 227 ekor dan PCR sebanyak 206 ekor. Hasil pemeriksaan dengan metode PCR menunjukkan hasil positif sebanyak 16 ekor sedangkan dengan metode MAT menunjukkan hasil positif sebanyak 5 ekor dengan rincian seperti terlihat pada Tabel 2. Hasil positif *Leptospira* ditemukan pada tikus yang dikumpulkan dari ekosistem pantai dekat pemukiman (PDP), pantai jauh pemukiman (PJP), non hutan dekat pemukiman (NHDP), non hutan jauh pemukiman (NHJP), hutan dekat pemukiman (HDP), dan hutan jauh pemukiman (HJP).

Tabel 1. Hasil pengumpulan tikus yang tertangkap berdasarkan ekosistem

Spesies							Jumlah
	HDP	HJP	NHDP	NHJP	PDP	PJP	
<i>Bandicota cf. indica</i>	0	0	1	2	0	0	3
<i>Bandicota indica</i>	0	0	0	2	0	0	2
<i>Bandicota cf. bengalensis</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Bandicota sp.</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Maxomys rajah</i>	0	3	0	0	0	0	3
<i>Maxomys surifer</i>	0	13	0	0	0	0	13
<i>Mus caroli</i>	0	0	0	0	0	3	3
<i>Mus musculus</i>	0	0	2	1	0	1	4
<i>Rattus argentiventer</i>	2	4	0	8	0	4	18
<i>Rattus cf. tiomanicus</i>	0	0	0	0	2	0	2
<i>Rattus exulans</i>	2	2	7	0	0	0	9
<i>Rattus norvegicus</i>	0	0	12	1	17	1	31
<i>Rattus tanezumi</i>	31	2	39	4	36	10	122
<i>Rattus tiomanicus</i>	2	5	1	0	0	18	26
Jumlah	37	29	64	18	55	37	240

Keterangan: HDP: hutan dekat pemukiman; HJP: hutan jauh pemukiman; NHDP: non-hutan dekat pemukiman; NHJP: non-hutan jauh pemukiman; PDP: pantai dekat pemukiman; PJP: pantai jauh pemukiman

Tabel 2. Hasil konfirmasi reservoir leptospirosis

Spesies	MAT	PCR
<i>Rattus tanezumi</i>	2	5
<i>Rattus norvegicus</i>	1	5
<i>Rattus argentiventer</i>	1	2
<i>Rattus tiomanicus</i>	-	3
<i>Maxomys surifer</i>	1	-
<i>Rattus cf. exulans</i>	-	1
Jumlah	5	16

Sebanyak 153 spesies dari genus yang termasuk dalam subfamili *Murinae* (tikus) telah berhasil diidentifikasi di Indonesia. Tikus dikenal sebagai reservoir penyakit sejak tahun 1320 sebelum Masehi. Penyakit di dunia yang bersumber dari tikus 31 jenis disebabkan oleh cacing, 28 jenis disebabkan oleh virus, 26 jenis disebabkan oleh bakteri, 14 jenis disebabkan oleh protozoa, 8 jenis disebabkan oleh rickettsia, dan 4 jenis disebabkan cacing. Salah satu penyakit yang berpotensi ditularkan dari tikus ke manusia atau hewan peliharaan lain diantaranya adalah leptospirosis (Ernawati dan Priyanto 2013; Ristiyanto et al. 2014).

Leptospirosis telah ada di Indonesia sejak tahun 1936 dan terdapat sekitar 170 serovar *Leptospira* yang telah diidentifikasi dengan wilayah sebaran meliputi Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Barat, Sumatera Utara, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu dan Kalimantan Timur (Yunianto et al. 2012). Tikus yang mempunyai habitat alami dan jarang bersinggungan dengan aktivitas manusia memiliki risiko yang rendah untuk menularkan atau sebagai reservoir leptospirosis. Tikus *R. norvegicus*, *Rattus rattus*, dan *Mus musculus* merupakan tiga jenis rodensia yang tersebar hampir di seluruh dunia dan berkaitan dengan infeksi bakteri *Leptospira* sp. (Mulyono 2011).

Rattus tanezumi atau tikus rumah menunjukkan hasil positif leptospirosis. Hal ini menjadi informasi penting perlunya kewaspadaan yang harus dilakukan terkait

kemungkinan penularan yang lebih besar ke manusia. Hasil pemeriksaan positif dari sampel dengan habitat dekat pemukiman yang berada di pemukiman padat dapat mempercepat penyebaran bakteri *Leptospira* menjadi semakin luas. Perpindahan tikus antar rumah untuk bertahan hidup dan berkembang biak juga dapat menjadi salah satu penyebab penyebaran leptospirosis menjadi lebih luas.

Rattus tanezumi paling banyak ditemukan di dalam rumah dan merupakan subspecies dari *Rattus rattus* yang umum ditemukan di rumah penduduk di Pulau Jawa. Habitat *R. tanezumi* tersebar luas di Indonesia, Malaysia, dan Thailand (Suyanto 2004). *R. tanezumi* dikenal sebagai tikus komensal (*commensal rodent* atau *synanthropic*), karena seluruh aktivitas hidupnya dilakukan di dalam rumah. Tikus ini berperan penting dalam penularan leptospirosis. Tikus yang tertangkap di dalam rumah menunjukkan bahwa lingkungan rumah yang tidak sehat. Hasil penelitian Sarkar menyebutkan, tikus yang berada di dalam rumah berisiko 4,5 kali lebih besar untuk dapat menularkan leptospirosis. Infeksi leptospirosis terjadi karena kondisi lingkungan perumahan yang banyak dijumpai tikus. Apabila terjadi kontaminasi oleh urin tikus yang mengandung bakteri *Leptospira* dapat dengan mudah tertular penyakit leptospirosis. *Leptospira* banyak menyerang tikus besar seperti *R. norvegicus* dan *Rattus diardii* (Ramadhani dan Yunianto 2012).

Tikus yang mempunyai habitat dekat dengan air seperti *R. norvegicus* (tikus got) berpotensi terinfeksi bakteri *Leptospira*. Tikus betina mempunyai kemungkinan untuk menularkan bakteri *Leptospira* kepada anak-anaknya melalui lokasi tinggal yang sama (Mulyono et al. 2016).

Spesies tikus yang terkonfirmasi positif leptospirosis didapatkan dari ekosistem non hutan dekat pemukiman, non hutan jauh pemukiman, dan pantai dekat pemukiman. Lingkungan merupakan faktor yang berperan dalam penularan leptospirosis. Hasil pemeriksaan yang positif dari sampel yang ada di lingkungan dekat pemukiman dapat menjadi indikasi adanya kondisi lingkungan yang

buruk. Tempat penampungan dan lokasi genangan air merupakan lingkungan yang terkadang lepas dari perhatian (Priyambodo 1995). Hasil pemeriksaan leptospirosis dengan metode PCR pada tikus yang dikoleksi dari ekosistem non hutan jauh pemukiman menunjukkan adanya transmisi bakteri *Leptospira*. Salah satu cara penularan kepada manusia terjadi karena aktivitas manusia di ekosistem tersebut. Salah satu pekerjaan yang berisiko tinggi tertular leptospirosis adalah petani.

Rattus tiomanicus atau tikus pohon mempunyai persebaran yang luas di Pulau Jawa. Hasil positif pada pemeriksaan *Rattus tiomanicus* yang dikumpulkan dari ekosistem pantai jauh pemukiman dengan lokasi penangkapan di lingkungan hutan mangrove dan persawahan menjadi salah satu hal yang harus diwaspadai. Aktivitas manusia pada lokasi penangkapan tersebut dapat menjadi salah satu cara penyebaran bakteri *Leptospira*. Lokasi penangkapan yang berada di lingkungan berair juga menjadi salah satu lingkungan dengan risiko tinggi penularan leptospirosis. Lingkungan lembah dan berair merupakan lingkungan yang ideal bagi perkembangan bakteri *Leptospira*.

Hasil pemeriksaan leptospirosis terhadap sampel dari lingkungan hutan dekat pemukiman menunjukkan positif terhadap *Rattus cf. exulans*, sedangkan pada lingkungan hutan jauh pemukiman positif pada spesies *Maomys surifer* dan *R. argentiventer*. Tertangkapnya *Rattus cf. exulans* sebagai tikus ladang namun berhasil ditangkap di wilayah pemukiman menunjukkan adanya mobilisasi tikus tersebut ke wilayah pemukiman untuk mencari sumber makanan. Hal ini menandakan bahwa lingkungan pemukiman maupun lading di sekitar pemukiman terindikasi adanya bakteri *Leptospira*. Hasil positif sampel tikus dari ekosistem hutan jauh pemukiman yang ditangkapi dari perkebunan kopi dan sengon harus menjadi perhatian untuk masyarakat warga yang berkerja atau sering melalui daerah tersebut.

Hasil pemeriksaan dengan metode MAT dan PCR terhadap sampel tikus dari ekosistem non hutan dekat pemukiman menunjukkan hasil positif pada satu sampel *R. norvegicus*. Lokasi penangkapan tikus berada di tengah perkotaan dengan kepadatan penduduk tinggi sehingga risiko kontak dengan tikus yang terinfeksi leptospirosis semakin besar. Pada ekosistem pantai dekat dengan pemukiman, satu sampel yang diperiksa dengan metode PCR menunjukkan satu sampel positif leptospirosis. Spesies yang positif leptospirosis dari ekosistem pantai dekat dengan pemukiman adalah *R. norvegicus*. Hal ini menunjukkan adanya potensi penularan leptospirosis di tengah pemukiman penduduk yang perlu diwaspadai. Pada ekosistem pantai jauh, 1 sampel positif leptospirosis pemeriksaan PCR adalah *R. argentiventer*. Meskipun jauh dari pemukiman penduduk, hal ini menunjukkan adanya potensi penularan leptospirosis kepada para petani tambak yang bekerja disana yang harus menjadi perhatian.

Pemutakhiran data mengenai sebaran geografis, perubahan iklim, serta konfirmasi reservoir penyakit sangat diperlukan untuk mengetahui macam dan jumlah spesies, potensi dan peranannya di dalam penularan penyakit tular

vektor dan reservoir. Data tikus sebagai reservoir penyakit dapat digunakan sebagai dasar pengendalian penyakit zoonosis di Indonesia seperti leptospirosis.

Pengumpulan sampel tikus dilakukan di Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Purworejo dan Kabupaten Pati. Sampel tikus diambil dari 3 ekosistem yang berbeda, yaitu hutan, non hutandan pantai, baik di dekat pemukiman dan jauh dari pemukiman. Jumlah sampel tikus yang berhasil dikumpulkan sebanyak 240 ekor. Hasil identifikasi didapatkan 4 genus dan 15 spesies. Uji leptospirosis terhadap sampel tikus dilakukan dengan MAT terhadap 227 ekor dan PCR terhadap sebanyak 206 ekor. Hasil pemeriksaan PCR menunjukkan hasil positif sebanyak 16 sedangkan MAT sebanyak 5 ekor. Data tikus sebagai reservoir penyakit dapat digunakan sebagai dasar pengendalian penyakit zoonosis di Indonesia seperti leptospirosis.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI. 2015. Laporan Hasil Riset Khusus Vektor dan Reservoir Penyakit (Rikhus Vektora) Tahun 2015. Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Ernawati D, Priyanto D. 2013. Pola Sebaran Spesies Tikus Habitat Pasar Berdasarkan Jenis Komoditas di Pasar Kota Banjarnegara. *Balaba* 9 (2): 58-62.
- Ikawati B, Yuniati B, Ramadhani T. 2011. Studi Fauna Tikus Dan Cecurut Di Daerah Ditemukan Kasus Leptospirosis Di Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Balaba* 7 (2): 40-45.
- Mulyono A, Ristiyanto, Bagus D. 2016. Survei Serovar *Leptospira* dan Inang Reservoir Leptospirosis di Banyumas. Makalah Seminar Mikrobiologi. Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Mulyono CA. 2011. Uji hepatotoksik senyawa 4-Klorobenzoil parasetamol terhadap tikus (*Rattus norvegicus*). Tesis. Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya.
- Pimsai U, Peach MJ, Satasook C, Bumrungrsi S, Bates PJJ. 2014. Murine rodents of The Myanmar-Thai-Malaysian Peninsula and Singapura: Taxonomy, distribution, ecology, conservations, status and illustrated identification keys. *Bonn Zool Bull* 63 (1): 15-114.
- Priyambodo S. 1995. Pengendalian hama tikus terpadu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ramadhani T, Yuniato B. 2012. Reservoir dan Kasus Leptospirosis di Wilayah Kejadian Luar Biasa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* 7 (4): 162-168.
- Ristiyanto, DT Boewono, B Heriyanto. 2014. Penyakit tular rodensia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ristiyanto, Farida, Gambiro, S Wahyuni. 2006. Spot Survey Reservoir Leptospirosis di Desa Bakung, Kecamatan Jogonalan, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. *Bul Penel Kesehatan* 34 (3): 105-110.
- Suyanto A. 2004. Mammals of Gunung Halimun National Park, West Java. *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*. Bogor: Pusat Penelitian Biologi.
- Tunissea A. 2008. Analisis Spasial Faktor Risiko Lingkungan pada Kejadian Leptospirosis di Kota Semarang (Sebagai Sistem Kewaspadaan Dini). Tesis. Program Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wahyuni S, Yuliadi Y. 2010. Spot survey reservoir leptospirosis di beberapa kabupaten kota di Jawa Tengah. *Jurnal Vektora* 2 (2): 140-148.
- Yuniato B, Ramadhani T, Ikawati B. 2012. Studi reservoir dan distribusi kasus leptospirosis di Kabupaten Gresik Tahun 2010. *Jurnal Ekologi Kesehatan* 11 (1): 40-51.