

ARTIKEL

TUNGAU VEKTOR DEMAM SEMAK PADA TIKUS DI CALON IBU KOTA NEGARA, KALIMANTAN TIMUR

[Mite Vectors of Scrub Typhus on Rats in the New National Capital Candidate, East Kalimantan]

R. A. Wigati*¹, Ristiyanto¹, Anis N. Widayati¹, Arief Mulyono¹, Triwibowo A. Garjito¹, Farida D. Handayani², Mujiyanto¹, Muhammad C. Hidajat¹, Yusnita M. Anggraeni¹, Tri Wahono¹, Agung P. Kesuma¹

¹Pusat Riset Kesehatan Masyarakat dan Gizi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

²Pusat Riset Biologi Molekuler Eijkman, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Jl. Hasanudin 123, Salatiga, Jawa Tengah, 50721

ABSTRAK

Penelitian terkait fauna tungau trombikulid, yang merupakan vektor penyakit demam semak, telah dilakukan di calon Ibu Kota Negara, yaitu Kalimantan Timur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis tungau trombikulid dan jenis tikus sebagai inangnya di Kalimantan Timur. Penelitian bersifat deskriptif dan berlangsung di tahun 2019. Penelitian dilakukan dengan survei tikus di dalam dan luar rumah, juga tungau trombikulid pada tubuh tikus yang tertangkap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tungau trombikulid pada tikus di calon Ibu Kota Negara terdiri atas 10 spesies yang termasuk dalam 6 genera. Berdasarkan hasil penelitian ini, disimpulkan bahwa daerah Kalimantan Timur berpotensi terjadi penularan demam semak oleh tungau trombikulid yang disebabkan oleh habitat spesifik tungau tersebut.

Kata kunci: Demam semak, Ibu Kota Negara Baru, inang, Kalimantan, tungau

ABSTRACT

Research on the fauna of trombiculid mites, which are the vectors of scrub typhus, has been carried out in the new National Capital candidate, namely East Kalimantan. The study aimed to know trombiculid mite species and their hosts in East Kalimantan. The research was descriptive and was conducted in the year 2019. Surveys of rats were carried out by indoor and outdoor methods to investigate trombiculid mites living on the body of the rats caught. The results showed that trombiculid mites found in the new National Capital candidate included 10 species belonging to 6 genera. Based on these results, it is concluded that East Kalimantan has the potential of scrub typhus transmission by trombiculid mites due to specific habitat of the mites.

Keywords: Host, Kalimantan, mites, New National Capital, scrub typhus

PENDAHULUAN

Tungau trombikulid termasuk dalam famili Leeuwenhoekiidae dan Trombiculidae (subordo Actinetidida, ordo Trombidiformes, subkelas Acari, dan kelas Arachnida) serta merupakan tungau parasit yang dapat menyebabkan penyakit *trombidiosis* (*trombiculiasis*) dan *scrub typhus* (demam semak) (Huang *et al.*, 2017). Penyakit tersebut umumnya berjangkit di daerah semak. Angka kematian akibat penyakit ini dilaporkan sekitar 0,6–3,5%. Akan tetapi, kematian dapat dicegah melalui pengobatan dengan *chloramphenicol* atau *tetracycline* (World Health Organization, 2013; Biritwum *et al.*, 2019). Penderita akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu dua minggu seiring dengan adanya imunitas alami. Diagnosis klinis penyakit ini tergolong sulit karena gejalanya mirip dengan penyakit lain yang disebabkan oleh bakteri atau virus, sehingga sukar untuk mencegah timbulnya wabah (Chogle, 2010).

Tungau trombikulid mengalami tujuh tahap dalam siklus hidupnya, yaitu telur, *deutovum*, larva, *protonimfa*, *deutonimfa*, *tritonimfa*, dan tungau dewasa. Hanya pada tahap larva, *deutonimfa* tungau berperan sebagai parasit pada inang (Santibáñez *et al.*, 2015). Larva tungau trombikulid parasit dapat menyebabkan penyakit kulit *trombidiosis* dan vektor penyakit demam semak. Penyakit tersebut disebabkan oleh mikroorganisme patogenik intraseluler yang dinamakan *Orientia tsutsugamushi* (Lee *et al.*, 2009). Bakteri ini adalah bakteri gram negatif, ditularkan secara transovarial dari tungau trombikulid ke keturunannya (Zhang *et al.*, 2014). Efek patogennya tergantung pada beban parasit dan panjang struktur organ pencernaan (dikenal sebagai *stylostome*) yang bervariasi menurut spesies *chigger* (Shatrov, 2009).

Jumlah jenis tungau trombikulid di dunia adalah sekitar 3000 jenis, dan ditemukan hidup sebagai parasit pada mamalia (terutama rodensia), burung, reptilia, amphibia, arthropoda, dan invertebrata lainnya. Terdapat 450 spesies dari 49 genus tungau trombikulid di Asia Tenggara (Stekolnikov, 2021). Hasil survei dan penelusuran literatur menunjukkan bahwa di Indonesia terdapat 128 jenis spesies trombikulid yang dibagi ke dalam lima kelompok, yaitu kelompok wilayah Barat (30 spesies), wilayah Timur (sembilan spesies), wilayah Sulawesi (20 spesies), wilayah Barat dan Timur (52 spesies), dan kelompok wilayah pegunungan Jawa (tiga spesies) (Hadi, 1989). Distribusi dan keragaman tungau *chigger* ditentukan oleh kondisi lingkungan, wilayah, dan ketersediaan inang (Moniuszko dan Małkol, 2016).

Banyak faktor yang berperan dalam munculnya penyakit infeksi seperti demam semak, antara lain ialah perubahan iklim, globalisasi, dan urbanisasi (Myers dan Patz, 2009). Ketiga faktor tersebut sangat dipengaruhi oleh perilaku manusia sehingga seringkali disebut faktor antropogenik dalam perubahan dinamika transmisi penyakit infeksi, khususnya penyakit tular vektor (Lindahl dan Grace, 2015). Dalam segitiga epidemiologi penyakit infeksi tular vektor, terdapat komponen transmisi penyakit, yaitu patogen, vektor, dan keberadaan inang. Risiko transmisi penyakit dapat berubah seiring dengan adanya perubahan kondisi lingkungan (Morin *et al.*, 2013).

Wilayah Kalimantan Timur telah ditetapkan menjadi calon Ibu Kota Negara (IKN) baru Negara Kesatuan Republik Indonesia (Nugroho, 2020). Sebagai calon ibu kota baru, jumlah penduduk di daerah tersebut dipastikan nantinya akan meningkat. Di sekitar wilayah ibu kota juga akan tumbuh berbagai macam kegiatan ekonomi dan infrastruktur yang akan terus berkembang (Mutaqin *et al.*, 2021). Perubahan lingkungan tersebut berpotensi mempengaruhi ekosistem dan pola sebaran demam semak (Elliott *et al.*, 2019).

Pengendalian atau pencegahan penularan demam semak tidak dapat dipisahkan dari penelitian biologi dan ekologi tungau vektornya (Kuo *et al.*, 2015). Sampai saat ini, informasi tentang jenis tungau vektor masih sangat jarang dipublikasi karena sulitnya identifikasi larva tungau yang ukuran tubuhnya sangat kecil (kurang dari 1 mm), dan peneliti yang mendalami tentang tungau sangat terbatas (Stekolnikov, 2021).

Terkait pembangunan IKN di Kalimantan Timur, maka secara langsung atau tidak langsung akan terjadi perubahan fauna vektor demam semak di masa yang akan datang. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keragaman fauna tungau trombikulid di Kalimantan Timur. Artikel ini membahas hasil penelitian tentang jenis-jenis tungau trombikulid yang

ditemukan pada berbagai jenis inangnya dan memprediksi potensi penularan demam semak di masyarakat.

BAHAN DAN CARA KERJA

Daerah penelitian ditentukan berdasarkan prioritas penelitian di Kementerian Kesehatan, yaitu daerah produksi, daerah pembangunan, dan daerah yang mempunyai masalah kesehatan masyarakat terutama penyakit tular vektor (Budiyanto *et al.*, 2018). Waktu penelitian dilakukan tahun 2019 di Kalimantan Timur, yakni di Kabupaten Kutai dan Penajam Paser Utara.

Pengumpulan Tungau pada Inang

Untuk mendapatkan tungau, penangkapan tikus pada habitat bersemak di pinggir sungai, ladang, dan pekarangan dilakukan. Setiap habitat dilakukan penangkapan selama tiga hari berturut-turut. Pada setiap penangkapan, sebanyak 100 perangkap kawat dengan menggunakan umpan kelapa bakar digunakan. Perangkap diletakkan di habitat bersemak yang berjarak sekitar 10 m. Perangkap dipasang pada sore hari dan diambil keesokan harinya. Perangkap yang berisi tikus dimasukkan ke dalam kantong kain dan dibawa ke laboratorium lapangan. Di laboratorium, tikus dalam kantong kain dibius/dianestesi. Setelah pingsan, tikus diletakkan di atas nampan kemudian diambil darah dan bulubulunya untuk disisiri dan diambil tungaunya.

Pengolahan Spesimen di Lapangan

Tungau yang diperoleh dimasukkan ke dalam botol kecil berisi larutan alkohol 70% sebelum dijadikan sediaan permanen untuk diidentifikasi. Tikus yang telah diambil darah dan ektoparasitnya diukur bagian tubuhnya, ditimbang, dan dicatat jumlah *mammæ*-nya (pada tikus betina) dan ukuran testisnya (pada tikus jantan).

Pengolahan Spesimen untuk Identifikasi

Spesimen tungau yang dikumpulkan dari tikus dibawa ke laboratorium berupa spesimen basah di dalam botol kecil, biasanya berukuran 1 gram (9 ml), berisi larutan alkohol 70%. Spesimen tersebut dipisahkan menurut lokasi penangkapan inang dan disusun menurut urutan nomer inangnya. Tungau yang berasal dari satu inang dipisah dan dikelompokkan menurut bentuk, warna, dan ukuran tubuhnya, kemudian dari setiap kelompok diambil 10–20 ekor larva tungau untuk dijadikan sediaan permanen. Metode pembuatan spesimen tungau trombikulid untuk identifikasi menggunakan metode Singer (Singer, 1967).

Identifikasi dan Deskripsi Jenis Tungau

Identifikasi larva dilakukan dengan bantuan mikroskop stereo dan kompaun menggunakan kunci determinasi menurut Hadi (1989).

Analisis Data

Data dianalisis secara kualitatif, yaitu dengan cara menampilkan jenis tungau, karakteristik morfologinya, beserta hewan inangnya dalam Tabel.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Kalimantan Timur ditemukan dan 10 spesies tungau trombikulid yang termasuk dalam 6 genera (Tabel 1). Jenis-jenis tungau trombikulid sering ditemukan pada tikus yang tertangkap di dalam rumah dan tikus yang tertangkap di semak kebun. *Leptotrombidium deliensis*, *Gahrliopia (Walchia) ewingi*, dan *Walchiella oudemansi* merupakan tungau trombikulid yang ditemukan pada tikus yang tertangkap di dalam rumah, yaitu *Rattus tanezumi*, dan tikus yang tertangkap di semak kebun, yaitu *Maxomys surifer*, *Rattus tiomanicus*, dan *Tupaia glis*.

Tabel 1. Jenis tungau dan inang yang ditemukan di Kalimantan Timur pada tahun 2019 (*Mites and host species found in East Kalimantan in the year 2019*)

No.	Jenis tungau (<i>Mite</i>)	Karakteristik (<i>Characteristics</i>)	Inang (<i>Host</i>)	Habitat	Lokasi (<i>Location</i>)
1	<i>Gahrliepia (Walchia) disparunguis</i>	Coxa III mempunyai 2 atau 3 setae. Cakar palpus tidak sama besar. Scutum mempunyai 4 pasang bulu.	<i>Maxomys surifer</i>	Kebun	Kutai, Kalimantan Timur
2	<i>Gahrliepia (Walchia) ewingi</i>	Coxa III mempunyai 3 bulu. Rumus palpus N/N/NNN + 4B	<i>Rattus tanezumi</i>	Rumah	
3	<i>Gahrliepia (Walchia) morrowae</i>	Coxa III mempunyai 2 - 3 bulu, Rumus palpus B/B/bNb + 4B	<i>Tupaia glis</i>	Semak kebun	
4	<i>Walchiella sarawakensis</i>	Kaki mempunyai ruas 7-7-7, AL>AM; PW:SD ratio < 1,2	<i>Leopoldamys sabanus</i>	Semak kebun	
5	<i>Walchiella oudemansi</i>	Rumus palpus N/b/bbb+6B. Lebar scutum 1,5 X panjang. Bulu AM pada scutum >AL>PL	<i>Sundamys muelleri</i>	Semak kebun	
			<i>Maxomys surifer</i>	Kebun	
			<i>Rattus tiomanicus</i>		
			<i>Rattus tanezumi</i>	Rumah	
6	<i>Walchiella impar</i>	Rumus palpus N/b/BbB+7B. Lebar scutum 1,4X panjang. Bulu AM pada scutum >AL>PL	<i>Leopoldamys sabanus</i>	Semak kebun	Penajam, Kalimantan Timur
7	<i>Schoengastia pseudoschuffeni</i>	Rumus palpus B/N/NNB+7B. Bulu AL pada scutum >PL>AM	<i>Rattus tiomanicus</i>	Semak kebun	
8	<i>Helinucala signata</i>	Rumus palpus B/B/bBB + 5B. Lebar scutum 1,5 x 1,9 panjang. Bulu AM pada scutum <AL<PL	<i>Tupaia glis</i>	Semak kebun	
9	<i>Ascoschoengastia indica</i>	Rumus palpus b/N/NNB + 5B. Lebar scutum 1,3 x panjang. Tepi posterior scutum berombak. Bulu dorsal 34 tersusun 2,8,6.6.6.4,2	<i>Maxomys whiteheadi</i>	Semak kebun	
10	<i>Leptotrombidium deliense</i>	Rumus palpus N/N/BNN + 7B. Cakar palpus bercabang 3. Bulu PL pada scutum >AM>AL	<i>Tupaia glis</i>	Semak kebun	
			<i>Rattus tiomanicus</i>	Semak kebun	
			<i>Maxomys suifer</i>	Semak kebun	
			<i>Rattus tanezumi</i>	Semak kebun	
			<i>Rattus tanezumi</i>	Rumah	

PEMBAHASAN

Fauna Tungau Trombikulid dan Inangnya

Di Kalimantan Timur, ditemukan enam genera tungau trombikulid, yaitu; *Gahrliopia*, *Walchiella*, *Schoengastia*, *Helinucala*, *Ascoschoengastia*, dan *Leptotrombidium*. Keenam genera tersebut tersebar luas di Indonesia bagian Barat dan inangnya adalah tikus yang bersifat peridomestik, yaitu tikus yang beraktifitas, berkembangbiak, bersarang, dan mencari makan di luar rumah.

Genus *Leptotrombidium* dan *Walchiella* pada tikus *R. tanezumi* ditemukan di dalam rumah. Kelompok jenis tungau trombikulid tersebut pada umumnya ditemukan di Indonesia wilayah Barat, meliputi Jawa, Sumatra, dan Kalimantan. Hasil penelitian Lakshana (1973) menunjukkan bahwa beberapa jenis tribus tungau tersebut banyak ditemukan pada mamalia kecil bangsa rodensia di Thailand dan Indonesia bagian Barat (Lakhsana, 1973). Demikian juga hasil penelitian Sharma *et al.* (2005) yang menunjukkan bahwa jenis tungau trombikulid dari tribus tersebut tersebar luas di Asia Tenggara. Menurut Hadi (1989), meskipun tungau trombikulid lebih bersifat spesifik pada habitat, tetapi sebagai parasit pada hewan, kehidupannya tidak dapat dipisahkan dari inangnya, yaitu hewan mamalia (Hadi, 1989).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa genus *Leptotrombidium* dan *Walchiella* umumnya lebih banyak dijumpai pada mamalia peridomestik atau luar rumah, diantaranya; *R. norvegicus*, *R. tiomanicus*, *R. exulans*, *B. indica*, *R. argentiventer*, *Crocidura* sp. dan silvatik *Hylomys suilus*, *Lariscus insignis*, *T. glis*, *Maxomys bartelsii*, *M. surifer*, *Hylopetes spadiceus*, *Niviventer cremoriventer*, *Niviventer lepturus*, *Melogale orientalis*, daripada mamalia kecil domestik yaitu; *Mus musculus*, *R. tanezumi*, *Suncus murinus*. Mamalia kecil peridomestik adalah hewan mamalia yang berlindung, mencari makan, dan berkembangbiak baik di dalam maupun di luar tempat tinggal manusia. Kelompok mamalia silvatik merupakan hewan mamalia yang aktivitasnya seperti berlindung, mencari makan, dan berkembangbiak di luar tempat tinggal manusia (Ristiyanto *et al.*, 2014). Menurut Hadi (1989), tungau trombikulid lebih menyukai hewan mamalia yang habitatnya di luar rumah seperti kebun, rerumputan, dan hutan, daripada yang berhabitat di dalam rumah.

Peluang Penularan Demam Semak di Pulau Kalimantan

Tungau trombikulid mendapat perhatian karena perannya dalam penularan penyakit demam semak. Tungau tersebut berperan sebagai vektor dan *reservoir* karena sifatnya yang dapat menularkan *Rickettsia* secara transovarial (Vivekanandan *et al.*, 2010). Jenis tungau yang telah dikenal di Asia diperkirakan sebanyak 600 spesies, sedangkan di Asia Tenggara sebanyak 350 spesies (Easton, 2003). Dari sekian banyak spesies tersebut, hanya tujuh spesies dari genus *Leptotrombidium* yang dilaporkan sebagai vektor demam semak, yaitu, *L. akamushi*, *L. arenicola*, *L. deliense*, *L. fletcheri*, *L. pallidum*, *L. pavlovsky* dan *L. scutellare* (Kamarasu *et al.*, 2007).

Jenis tungau trombikulid vektor demam semak yang ditemukan di beberapa daerah di Kalimantan Timur adalah *L. deliense*. Tungau ini hidup pada lingkungan yang hangat dan lembab, terutama di wilayah pegunungan, lembah, sungai, dataran rendah yang memiliki suhu hangat, kelembaban dan curah hujan yang tinggi (Lv *et al.*, 2018). Sebaran spesies ini ditemukan di wilayah tropis dan subtropis yang beriklim sedang. *Leptotrombidium delicense* merupakan vektor utama demam semak yang ditemukan di Taiwan, Papua Nugini, Australia bagian Utara, Myanmar, Thailand, Philipina, India, China, Pakistan, dan Indonesia (Kelly *et al.*, 2009). Tungau tersebut ditemukan pada kelompok tikus dan mamalia kecil domestik seperti *R. tanezumi* di dalam rumah, kelompok mamalia peridomestik *Tupaia glis*, *R. tiomanicus*, dan *Maxomys suifer* di semak kebun. Selain *L. deliense*, juga ditemukan *Ascoschoengastia indica* pada mamalia peridomestik *Maxomys whitehead* di habitat semak kebun. Tungau *Ascoschoengastia indica* merupakan vektor *murine typhus* (Nadchataram, 1979).

Tungau trombikulid relatif jarang ditemukan pada cecurut rumah *S. murinus*. Kelompok tikus domestik merupakan jenis tikus yang aktivitas mencari makan, berlindung, dan berkembang biak di dalam rumah/tempat tinggal manusia (Ristiyanto *et al.*, 2014). Infestasi tungau trombikulid pada tikus domestik terjadi akibat tikus tersebut bermigrasi atau terjadi perubahan lingkungan habitat tungau karena tungau menyukai tempat yang bervegetasi. Hasil penelitian Stekolnikov dan Daniel (2012)

yang dilakukan di Turki menunjukkan bahwa, tikus domestik *Rattus rattus* banyak ditemukan di daerah bekas hutan, ladang, atau kebun yang sudah dihuni selama tiga tahun atau lebih. Sedangkan di daerah yang baru dibuka, jenis tikus yang dominan adalah *R. exulans* (Stekolnikov dan Daniel, 2012). Migrasi tikus dari suatu habitat ke habitat lainnya dapat mempengaruhi jenis tungau trombikulid yang menginfestasi tikus tersebut (Takahashi *et al.*, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian Takahashi *et al.* (2012), habitat tungau trombikulid yang bersifat spesifik dengan penyebaran terbatas, tidak memungkinkan penyakit demam semak yang ditularkan melalui tungau trombikulid berpotensi menjadi masalah kesehatan masyarakat di Provinsi Kalimantan Timur. Meskipun demikian, ditemukannya vektor demam semak (*L. deliense*) pada mamalia kecil yaitu *R. tanezumi* di dalam rumah, menunjukkan bahwa penyakit demam semak tetap berpeluang tersebar luas. Pembangunan calon IKN akan membuat perubahan lingkungan yang signifikan, dimana akan terjadi pergerakan manusia ketika proses pembangunan dan pertumbuhan penduduk di wilayah IKN sudah semakin banyak. Interaksi yang terjadi antara manusia, hewan *reservoir*, dan vektor akan mengakibatkan risiko penularan demam semak semakin meningkat.

Dengan adanya potensi risiko penularan demam semak, maka fasilitas pelayanan kesehatan di wilayah calon IKN juga sebaiknya dipersiapkan untuk menghadapi penyakit tersebut.

KESIMPULAN

Di Kalimantan Timur, ditemukan 10 spesies tungau trombikulid yang termasuk dalam 6 genera. Mamalia kecil bersifat peridomestik dan silvatik ditemukan banyak terinfestasi jenis tungau trombikulid daripada hewan mamalia kecil domestik. Keberadaan *Ascoscogantia indica* dan *Leptotrombidium deliensis* pada mamalia kecil di Kalimantan Timur berpotensi menyebabkan terjadinya penularan penyakit demam semak pada masyarakat di wilayah tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Penelitian Kesehatan, Kemenkes, R.I., Kepala B2P2VRP Salatiga, Kepala Dinas Kesehatan Propinsi/Kabupaten/Kota dan Kepala Puskesmas beserta staf tempat penelitian ini dilakukan yang telah memfasilitasi baik moril dan materiil selama penelitian berlangsung. Dr. Tuti R. Hadi, M.Sc. (almarhum) perintis dan pakar tungau trombikulid di Indonesia yang telah membina, membimbing, dan memacu penulis untuk mendalami tungau trombikulid semasa beliau masih hidup. Prof. Dr. M. Sudomo, yang menyarankan dan mendukung publikasi, serta membina penulis dalam menyelesaikan tulisan ini. Drh. Ima Nurisa, M.Sc, yang telah memberikan informasi biologi tungau trombikulid untuk penyempurnaan makalah ini. B. Yuliadi, Siska Indriyani, Muhidin, dan Ika Martiningsih yang telah membantu dalam pembuatan preparat, identifikasi, pemetaan dan lain-lain, serta teman sejawat semua yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

KONTRIBUSI PENULIS

R, RAW, MCH, dan TAG membuat desain dan rancangan studi lapangan; ANW, FSH, APK, YMA, dan TW mempersiapkan dan mengelola sampel lapangan; R, AM, dan RAW melakukan identifikasi sampel; R, M, dan APK membuat analisis dan interpretasi data; R, RAW dan YMA membuat draft artikel; RAW, ANW, dan YMA merevisi naskah akhir

DAFTAR PUSTAKA

Biritwum, N.K., Frempong, K.K., Verver, S., Odoom, S., Alomatu, B., Asiedu, O., Kontoroupis, P., Yeboah, A., Hervie, E.T., Marfo, B., Boakye, D.A., *et al.* 2019. Progress towards lymphatic filariasis elimination in Ghana from 2000-2016: Analysis of microfilaria prevalence data from 430 communities. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007115>.

- Budiyanto, D., Sibuea, F., Widiyanti, W., Indrayani, Y.A., Ismandari, F., Susanti, M.I., Pangribowo, S., Harpini, A., Khairani, Aprianda, R., *et al.*, 2018. *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2018*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Chogle, A., 2010. Diagnosis and Treatment of Scrub typhus - The Indian Scenario. *J Assoc Physicians India*, 58, pp. 11–12.
- Easton, E., 2003. Ecology of ticks, including a new record of *Aponomma* (Ixodoidea: Ixodidae) from *Laticauda colubrina* on Loloata Island of Papua New Guinea. *Hamadryad-Madras*, 27, pp. 256–259.
- Elliott, I. Pearson, I., Dahal, P., Thomas, N.V., Roberts, T., Newton, P.N. 2019. Scrub typhus ecology: A systematic review of *Orientia* in vectors and hosts. *Parasites and Vectors*, 12(1), pp. 1–36., Available at: <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3751-x>.
- Hadi, T., 1989. *Jenis Tungau Trombiculid di Beberapa Daerah di Indonesia*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Huang, X.D., Cheng, P., Zhao, Y.Q., Li, W.J., Zhao, J.X., Liu, H.M., Kou, J.X., Gong, M.Q. 2017. Chigger mite (Acari: Trombiculidae) survey of rodents in Shandong Province, Northern China. *Korean Journal of Parasitology*, 55(5), pp. 555–559. <https://doi.org/10.3347/kjp.2017.55.5.555>.
- Kamarasu, K., Malathi, M., Rajagopal, V., Subramani, K., Jagadeeshramasamy, D., Mathai, E. 2007. Serological evidence for wide distribution of spotted fevers and Scrub typhus fever in Tamil Nadu. *Indian J Med Res*, 126, pp. 128–130.
- Kelly, D.J., Fuerst, P.A., Ching, W.M., Richards, A.L. 2009. Scrub typhus: The geographic distribution of phenotypic and genotypic variants of *Orientia tsutsugamushi*. *Clinical Infectious Diseases*, 48(SUPPL.3), Available at: <https://doi.org/10.1086/596576>.
- Kuo, C.C., Lee, P.L., Chen, C.H. Wang, H.C., 2015. Surveillance of potential hosts and vectors of scrub typhus in Taiwan. *Parasites and Vectors*, 8(1), pp.1–11. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1221-7>.
- Lakhsana, P., 1973. *A checklist of the trombiculid mites of Thailand (Prostigmata: Trombiculidae)*. Bangkok, Thailand: U.S. Army Medical Component Southeast Treaty Organization.
- Lee, I.Y., Kim, H.C., Lee Y.S., Seo, J.H., Lim, J.W., Yong, T.S., Klein, T.A., Lee, W.J. 2009. Geographical Distribution and Relative Abundance of Vectors of Scrub Typhus in the Republic of Korea. *Korean Journal of Parasitology*, 47(4), pp. 381–386. <https://doi.org/10.3347/kjp.2009.47.4.381>.
- Lindahl, J.F. and Grace, D. 2015. The consequences of human actions on risks for infectious diseases: a review. *Infection Ecology & Epidemiology*, 5(1), p. 30048. <https://doi.org/10.3402/iee.v5.30048>.
- Lv, Y., Guo, X.G., Jin, D.C. 2018. Research progress on *Leptotrombidium deliense*. *Korean Journal of Parasitology*, 56(4), pp. 313–324. <https://doi.org/10.3347/kjp.2018.56.4.313>.
- Moniuszko, H., Mąkol, J. 2016. Host-parasite association in trombiculid mites (Actinotrichida: Trombiculidae) of temperate zone - The case of *Hirsutiella zachvatkini* (Schluger, 1948); Are we dealing with prolonged contact with the host? *Parasites and Vectors*, 9(1), pp. 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1339-2>.
- Morin, C.W., Comrie, A.C., Ernst, K. 2013. Climate and dengue transmission: Evidence and implications. *Environmental Health Perspectives*, 121(11–12), pp. 1264–1272. <https://doi.org/10.1289/ehp.1306556>.
- Mutaqin, D.J., Muslim, M.B., Rahayu, N.H. 2021. Analisis Konsep Forest City dalam Rencana Pembangunan Ibu Kota Negara. *Bappenas Working Papers*, 4(1), pp. 13–29. <https://doi.org/10.47266/bwp.v4i1.87>.
- Myers, S.S., Patz, J. 2009. Emerging Threats to Human Health from Global Environmental Change. *Annual Review of Environment & Resources*, 34, pp. 223–252.
- Nadchataram, M. 1979. The Nymphal Leg Chaetotaxy of Seven Species in Seven Genera of Trombiculid Mites. in *Recent Advance in Acarology*.

- Nugroho, H. 2020. Pemindahan Ibu Kota Baru Negara Kesatuan Republik Indonesia ke Kalimantan Timur: Strategi Pemenuhan Kebutuhan dan Konsumsi Energi. *Bappenas Working Papers*, 3(1), pp. 33–41. <https://doi.org/10.47266/bwp.v3i1.53>.
- Ristiyanto, Farida, D.H., Damar, T.B., Bambang, H., 2014. *Prnyakit Tular Rodensia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Santibáñez, P., Palomar, A.M., Portillo, A., Santibanez, S., Oteo J.A., 2015. The Role of Chiggers as Human Pathogens. *An Overview of Tropical Diseases* [Preprint]. <https://doi.org/10.5772/61978>.
- Sharma, A., Mahajan, S., Gupta, M.L., Kanga, A., Sharma, V. 2005. Investigation of an outbreak of scrub typhus in the Himalayan region of India. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 58(4), pp. 208–210.
- Shatrov, A.B. 2009. Stylostome formation in trombiculid mites (Acariformes: Trombiculidae). *Experimental and Applied Acarology*, 49(4), pp. 261–280. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9264-0>.
- Singer, G. 1967. A Comparison between different mounting techniques commonly employed in Acarology. *Acarologia*, 93, pp. 475–484.
- Stekolnikov, A., Daniel, M. 2012. Chigger mites (Acari: Trombiculidae) of Turkey. *Zootaxa*, 3216, pp. 1–104.
- Stekolnikov, A.A. 2021. A checklist of chigger mites (Acariformes:Trombiculidae) of Southeast Asia January 2021. *Zootaxa*, 4913(1), pp. 1–163.
- Takahashi, M., Misumi, H., Takahashi, Y. 2012. A new genus and two new species of chigger mites (Acari, Trombiculidae) collected from amphibious sea snakes of Japan. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series A, Zoology*, 38(4), pp. 159–172.
- Vivekanandan, M., Mani, A., Priya, Y.S., Singh A. P., Jayakumar, S., Purty, S. 2010. Outbreak of scrub typhus in Pondicherry. *Journal of Association of Physicians of India*, 58(1).
- World Health Organization, 2013. Frequently Asked Questions: Scrub typhus. Regional Office for South East Asia.
- Zhang, L., Zhao, Z., Bi, Z., Kou, Z., Zhang, M., Yang, L., Zheng, L. 2014. Risk factors associated with severe scrub typhus in Shandong, Northern China. *International Journal of Infectious Diseases*, 29, pp. 203–207. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2014.09.019>.