

**Status Infeksi Virus Hendra Pada Kalong (*Pteropus* spp.) di Pontianak, Kalimantan Barat dan Manado, Sulawesi Utara  
(Hendra Virus Invectious Status on Flying Fox (*Pteropus* spp) in Pontianak West Kalimantan and Manado-North Menado**

**Indrawati Sendow<sup>1</sup>, Hume Field<sup>2</sup>, Atik Ratnawati<sup>1</sup>, RM. Abdul Adjid<sup>1</sup>, Muharam Saepulloh<sup>1</sup>, Andrew Breed<sup>3</sup>, Chris. Morrissy<sup>4</sup>, & Peter Daniels<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>. Balai Besar Penelitian Veteriner, PO Box 30, Bogor, Indonesia

<sup>2</sup>. Department of Agriculture, Fisheries & Forestry, Queensland Australia

<sup>3</sup>. Animal Health and Veterinary Laboratories Agency, Epidemiology Surveillance and Risk Group. Addlestone, Surrey, UK

<sup>4</sup>. Australian Animal Health Laboratory, PO Bag 3 Geelong, Victoria Australia

**Email:** indrawati.sendow@yahoo.com

**Memasukkan:** Januari 2013 , **Diterima:** Februari 2013.

**ABSTRACT**

Hendra is one of several dangerous zoonotic and emerging disease, in Genus *Henipavirus*, (Paramyxoviridae). The disease is closely related to Nipah virus, which infects pig and humans. A serological surveys in 2 provinces, namely West Kalimantan and North Sulawesi was conducted. The results show that 148 fruit bats (*Pteropus* sp.) consisting of 84 *P. vampyrus* from West Kalimantan, and 64 *P. alecto* from North Sulawesi was collected. Serological results indicated that in West Kalimantan 22,6% *P. vampyrus* had antibodies against Hendra virus, attributed to cross reaction with Nipah virus. In North Sulawesi, 25% sera had antibodies against Hendra virus, with 7,8 % having reactivity only to Hendra virus.. The study concluded that antibody against Hendra virus was detected in *P. alecto* in North Sulawesi. This is the first report of Hendra infection in *P. alecto* in Indonesia. The difference of prevalence may be due to the geographic location or species of fruit bats.

**Keywords:** *P. vampyrus*, *P. alecto*, antibody, Hendra, Nipah, Serum Netralization

**ABSTRAK**

Hendra merupakan salah satu penyakit *emerging* dan zoonosis yang berbahaya, termasuk Genus *Henipavirus* (Paramyxoviridae). Penyakit ini sangat erat hubungannya dengan Nipah, yang dapat menginfeksi ternak babi dan manusia. Survey serologi dilakukan di dua propinsi, yaitu Kalimantan Barat dan Sulawesi Utara. Hasil menunjukkan bahwa 148 kalong (*Pteropus* sp.) yang terdiri dari 84 *P. vampyrus* asal Kalimantan Barat dan 64 *P. alecto* asal Sulawesi Utara telah dikoleksi. Hasil serologis mengindikasikan 22,6% *P. vampyrus* di Kalimantan Barat mempunyai antibodi terhadap virus Hendra, yang juga merupakan reaksi silang dengan virus Nipah. Di Sulawesi Utara, 25% serum mengandung antibodi terhadap virus Hendra, dimana 7,8% diantaranya hanya mempunyai antibodi terhadap virus Hendra. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa antibodi terhadap virus Hendra terdeteksi pada *P. alecto* di Sulawesi Utara. Hasil ini merupakan laporan pertama tentang infeksi Hendra pada *P. alecto* di Indonesia. Adanya perbedaan prevalensi tersebut, dapat disebabkan oleh letak geografis atau spesies kalong yang diuji.

**Kata kunci:** *P. vampyrus*, *P. alecto*, antibodi, Hendra, Nipah, Serum Netralisasi

**PENDAHULUAN**

Akhir-akhir ini kesehatan masyarakat global telah dibayangi ketakutan oleh munculnya penyakit zoonosis yang baru. Dilaporkan bahwa sekitar 75% penyakit yang muncul tergolong dalam kategori penyakit zoonosis. Sementara sebagian

dari penyakit zoonosis tersebut dapat berakibat fatal bagi manusia, dan diketahui hewan liar seperti kelelawar/kalong menjadi induk semang reservoir (Woolhouse & Gowtage-Sequeria 2005).

Indonesia memiliki lebih dari 17,000 pulau yang membentang dari Sabang hingga Merauke, dengan kekayaan flora dan fauna yang sangat be-

ragam. Kalong merupakan salah satu jenis mamalia yang banyak ditemui di Indonesia, dengan jumlah spesies yang sangat beragam di setiap daerah atau pulau.

Sebagai hewan pemakan buah (*fruit bat*), kalong telah menjadi perhatian dunia sebagai hewan pembawa penyakit *emerging* dan *reemerging*. Telah dilaporkan pula bahwa banyak penyakit virus seperti *flaviviruses*, *alphaviruses*, *rhabdoviruses*, *arenaviruses*, *reoviruses* dan *paramyxoviruses*, telah diidentifikasi berada dalam tubuh kalong (Field *et al.* 2007). Disisi lain dilaporkan pula bahwa kalong terbukti sebagai *reservoir host* bagi penyakit zoonosis yang *emerging*, seperti Nipah, Hendra, Lysa dan Japanese Encephalitis (JE). Penyakit ini dapat berakibat fatal bila menginfeksi manusia dan hewan (Daniels *et al.* 2001; Field *et al.* 2001, 2004; Playford *et al.* 2010).

Hendra adalah salah satu penyakit zoonosis dan *emerging* berbahaya yang termasuk genus morbillivirus, famili Paramyxoviridae (Wang *et al.* 2001). Virus ini mempunyai kemiripan secara genetik dengan virus Nipah, tetapi tidak identik (Wang *et al.* 2001). Umumnya virus Hendra menginfeksi kuda dan manusia (Williamson *et al.* 1998; Halpin *et al.* 2000; Field *et al.* 2010; Playford *et al.* 2010), seperti yang terjadi di Australia, sementara virus Nipah dapat menginfeksi babi dan manusia (Chua *et al.* 2000). Infeksi Hendra pada kuda menimbulkan gejala klinis berupa demam, pembengkakan pada bagian muka, bibir dan leher, depresi, ataxia, syaraf muka paralisis, disorientasi, hypersensitive saat didekati, infeksi saluran pernafasan, ingusan yang dapat disertai dengan darah, encephalitis akut, yang berakhir dengan kematian (Guillaume *et al.* 2009; Field, *et al.* 2010). Pada manusia selain infeksi saluran pernafasan bagian atas (ISPA), gangguan neurologis/encephalitis juga terjadi diakibatkan oleh infeksi ini (Wong & Ong 2011; Playford *et al.*

2010). Gejala klinis penyakit tersebut tidak tampak pada kalong, meskipun secara serologis dan virologis dapat terdeteksi (Daniels *et al.* 1999; Middleton 2007). Kondisi yang demikian menimbulkan spekulasi peneliti, bahwa kalong merupakan hewan yang sangat unik dalam merespon infeksi virus Field (2001).

Penyakit Hendra pertama kali ditemukan di Australia pada manusia dan kuda *Thoroughbred* di Brisbane, Australia pada tahun 1994 (Murray *et al.* 1995). Pada kasus wabah tersebut, awalnya diidentifikasi sebagai *equine morbillivirus*, namun pada saat ini dinamakan Hendra virus, yang berasal dari nama daerah tempat kejadian wabah tersebut ditemukan pertama kali. Saat ini, virus hendra telah menyebar dan kembali muncul di Australia 2008 (Playford *et al.* 2010), 2010 dan pada tahun 2011 (Smith *et al.* 2011).

Meskipun virus Hendra diketahui hanya dapat menyebabkan kematian pada kuda, akhir-akhir ini telah dilaporkan bahwa babi dapat pula terinfeksi virus Hendra dengan gejala klinis demam dan depresi. Beberapa babi yang terinfeksi menunjukkan gejala infeksi saluran pernafasan pada hari ke-15 setelah inokulasi, sementara gejala nerologis nampak pada hari ke-7 setelah inokulasi (Li *et al.* 2010).

Di Indonesia, surveilen Hendra secara khusus belum pernah dilakukan, namun untuk Nipah pertama kali dilakukan pada tahun 2000 setelah terjadinya wabah Nipah di Malaysia tahun 1999 (Sendow *et al.* 2006), sedangkan laporan keberadaan infeksi Hendra di Indonesia belum banyak dilaporkan. Sendow *et al.* (2006) pertama kali melaporkan adanya antibodi virus Hendra pada kelelawar pemakan buah di Sumut, namun pada serumnya juga terdeteksi antibodi terhadap Nipah, sehingga masih sulit dibuktikan. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan adanya infeksi murni virus pada kalong di Indo-

nesia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan masukan bagi pencegahan penyakit menular zoonosis dan eksotik, sekaligus menjadi masukan untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya wabah penyakit Hendra di Indonesia. Mengingat akhir-akhir ini import kuda kembali banyak dilakukan di beberapa daerah.

## BAHAN DAN CARA KERJA

Identifikasi kalong dan pengambilan contoh serum kalong yang di pergunakan sebagai sumber serum adalah jenis *Pteropus spp*, yang diperoleh dari pedagang dan pengumpul hewan tersebut di Pontianak, Kalimantan Barat dan Manado, Sulawesi Utara. Selanjutnya kalong diidentifikasi berdasarkan panjang lengan kalong. Konfirmasi spesies dilakukan oleh Dr Hume Field. Selanjutnya masing-masing serum tersebut di kelompokkan menurut jenis kelamin, umur (kategori dewasa dan muda) dan lokasi pengambilan.

Uji Serum Netralisasi. Semua serum kalong yang diperoleh diuji secara serologis dengan menggunakan uji serum netralisasi yang dilakukan di Australian Animal Health Laboratory (AAHL), Australia. Metode yang digunakan mengacu pada metoda yang telah dilaporkan oleh Sendow *et al.* (2008).

Untuk mengetahui hubungan antara deteksi antibodi terhadap Nipah dan deteksi ter-

hadap Hendra, maka digunakan uji Chi Square untuk nilai harapan  $> 5$ , sedangkan untuk nilai harapan  $< 5$  digunakan uji exact fisher.

## HASIL

Hasil identifikasi spesies kalong menunjukkan di Pontianak hanya ditemukan *P. vampyrus* sedangkan di Manado hanya ditemukan *P. alecto* seperti yang telah diinformasikan dalam *checklist* mamalia Indonesia (Suyanto *et al.* 2000). Sebanyak 148 serum kalong telah berhasil dikoleksi dari kedua lokasi tersebut, yang terdiri dari 84 serum *P. vampyrus* asal Pontianak, Provinsi Kalbar, (Tabel 1) dan 64 serum *P. alecto* asal Manado, Propinsi Sulawesi Utara seperti tertuang pada Tabel 2. Hasil serologis juga menunjukkan bahwa prevalensi reaktor virus Hendra di Pontianak-Kalimantan Barat 22,6 % dan di Manado, Sulawesi Utara 25%.

Titer antibodi terhadap Hendra di Pontianak bervariasi antara 5 hingga 20 sedangkan titer antibodi terhadap Hendra di Manado bervariasi 10 - 40, seperti tercantum pada Gambar 4.

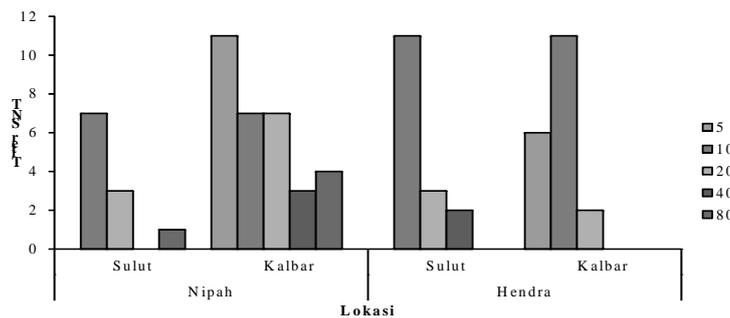
Hasil uji Chi Square menunjukkan bahwa terdapat hubungan (asosiasi) antara deteksi antibodi terhadap Nipah di Pontianak, Kalimantan Barat ( $P < 0,05$ ). Mengingat nilai harapan, 5 untuk menghitung asosiasi antara deteksi antibodi terhadap Nipah dan Hendra di Manado ( Sulawesi Utara tahun 2009, maka digunakan uji exact

**Tabel 1.** Hasil serologis serum kalong terhadap infeksi virus Hendra dan Nipah di Pontianak, Kalimantan Barat 2009.

		Deteksi antibodi terhadap Hendra			Persentase		
		Positif	Negatif	Total	Nipah dan Hendra	Nipah	Hendra
Deteksi antibodi terhadap Nipah	Positif	19	13	32	22,62	38,10	0,00
	Negatif	0	52	52			
	Total	19	65	84			

**Tabel 2** Hasil serologis serum kalong terhadap infeksi virus Hendra dan Nipah di Manado, Sulawesi Utara dengan uji Serum Netralisasi, 2009.

		Deteksi antibodi terhadap Hendra		Total	Persentase		
		Positif	Negatif		Nipah dan Hendra	Nipah	Hendra
Deteksi antibodi terhadap Nipah	Positif	11	0	11	17,19	17,19	7,81
	Negatif	5	48	53			
		16	48	64			



**Gambar 1.** Distribusi titer virus Nipah dan Hendra pada serum kalong di Manado Sulawesi Utara dan Pontianak, Kalimantan Barat dengan uji Serum Netralisasi.

fisher. Uji ini menunjukkan bahwa terdapat asosiasi (hubungan yang erat) antara deteksi antibodi terhadap Nipah dan Hendra di Manado, Sulawesi Utara. ( $P < 0,05$ ).

## PEMBAHASAN

Virus Hendra termasuk agen patogen kategori *Risk Group IV* sehingga untuk melakukan uji serum netralisasi, yang menggunakan virus hidup, harus dilakukan di laboratorium berfasilitas BSL4. Saat ini Indonesia belum mempunyai laboratorium dengan fasilitas BSL-4, sehingga pengerjaan uji ini dilakukan di Australian Animal Health Laboratory (AAHL) yang memiliki fasilitas tersebut. Laboratorium AAHL ini dipergunakan sebagai referensi laboratorium untuk Nipah dan Hendra.

Wang *et al.* (2001), membuktikan secara serologis, telah terjadi reaksi silang antara virus Hendra dengan Virus Nipah. Untuk itu, pada

penelitian ini, serum netralisasi terhadap virus Nipah juga dilakukan pada serum tersebut dan hasilnya menunjukkan bahwa di Pontianak, serum kalong tersebut menetralkan virus Nipah selain virus Hendra, dengan prevalensi yang sama yaitu 22,6%. Hasil juga menunjukkan bahwa tidak ada satu kalong pun yang hanya terinfeksi oleh virus Hendra.

Merujuk pada titer antibodi terhadap virus Hendra dan Nipah pada Gambar 1 dan 2, titer antibodi terhadap Hendra bervariasi mulai 5 hingga 20 pada kalong *P. vampyrus* yang diuji asal Pontianak. Sedangkan titer antibodi terhadap Nipah bervariasi mulai 5 hingga 80. Rendahnya titer antibodi terhadap Hendra dan tidak terdeteksinya infeksi tunggal terhadap Hendra pada kalong tersebut, mendukung argument bahwa di Pontianak, Kalimantan Barat, antibodi terhadap Hendra tidak dominan. Bahkan cenderung bahwa kalong di Pontianak tidak terinfeksi oleh

virus Hendra, melainkan hanya akibat reaksi silang dengan virus Nipah.

Sedangkan di Manado, Propinsi Sulawesi Utara, antibodi terhadap virus Hendra terdeteksi hingga 25% atau sebanyak 16 ekor. Sebelas (17,2%) diantaranya juga mempunyai antibodi terhadap virus Nipah. Tabel 2 juga mengungkapkan bahwa 5 (7,8%) dari 64 serum yang diuji, atau 5 (31,25%) dari 16 serum yang positif hanya mempunyai antibodi terhadap virus Hendra saja, tetapi tidak terhadap virus Nipah. Data pendukung lain adalah tidak pernah dilakukan vaksinasi Hendra ataupun Nipah pada hewan liar kalong tersebut. Dari data tersebut menunjukkan bahwa ke 5 ekor kalong *P. alecto* tersebut telah terinfeksi virus Hendra, dan bukan dengan virus Nipah.

Bila dikorelasikan dengan titer yang diperoleh seperti tertuang pada Gambar 5 dan 6, titer antibodi terhadap virus Hendra berkisar antara 10 hingga 40 pada serum *P. alecto* di Manado, Sulawesi Utara. Terlihat bahwa titer antibodi terhadap virus Hendra lebih tinggi dibanding titer antibodi virus Hendra di Pontianak, yaitu hanya mencapai 20. Dari data ini dapat dipastikan bahwa kalong tersebut hanya terinfeksi oleh virus Hendra.

Membandingkan hasil serologis dari ke dua Propinsi tersebut, dapat disimpulkan bahwa infeksi virus Hendra telah terjadi di Manado pada kalong *P. alecto*. Sedangkan di Pontianak, terdeteksinya antibodi terhadap virus Hendra, merupakan reaksi silang dengan virus Nipah. Situasi ini diperkuat oleh hasil serologis yang dilakukan oleh Johara *et al.* (2001), yang menunjukkan bahwa antibodi terhadap virus Hendra yang merupakan reaksi silang dengan Nipah, yang dideteksi pada *P. vampyrus*, dan *P. hypomelanus* di Malaysia. Hasil penelitian Sendow *et al.* (2006) menyatakan bahwa antibodi terhadap Hendra di

Sumatera Utara, hanya 35,7 % dengan titer bervariasi antara 5 hingga 80, sedangkan titer antibodi terhadap Nipah dapat mencapai 160. Semua serum yang mengandung antibodi terhadap Hendra juga mengandung antibodi terhadap Nipah. Data ini menunjukkan adanya reaksi silang yang besar antara virus Nipah dan Hendra di Sumatera Utara, sementara reaksi terhadap Nipah tampak lebih dominan dibandingkan dengan Hendra. Hasil penelitian 2009, juga menunjukkan bahwa antibodi virus Hendra tidak terdeteksi pada kalong *P. vampyrus*, tetapi antibodi dan virus Nipah dapat terdeteksi pada kalong di Sumatera Utara (Sendow, data belum dipublikasikan)

Beberapa hal yang menarik dicermati adalah, rendahnya reaktor Nipah di Sulawesi di Utara, kemungkinan dipengaruhi oleh spesies *Pteropus* yang diuji. Di Provinsi Kalimantan Barat, spesies kalong yang diperoleh adalah *P. vampyrus*, sedangkan di Sulawesi Utara, *P. alecto* lebih dominan, di samping terdapatnya spesies lain. *P. vampyrus* telah terbukti bertindak sebagai "reservoir host" alami bagi virus Nipah (Field 2001). Sedangkan virus Hendra telah berhasil diisolasi dari *P. alecto* dan juga dilaporkan sebagai "reservoir host" alami (Smith *et al.* 2011).

Kajian lebih lanjut dan konfirmasi adanya infeksi dengan cara isolasi virus atau deteksi virus Hendra perlu dilakukan untuk mengetahui apakah, virus Nipah lebih dominant di daerah kawasan Barat Indonesia jika dibandingkan dengan di kawasan Timur Indonesia. Hal tersebut sekaligus dapat menggambarkan kemungkinan adanya penyebaran virus lain yang mirip dengan Hendra dan Nipah tetapi bukan virus Hendra atau Virus Nipah di Indonesia. Pendekatan dengan menggunakan teknik molekuler perlu dilakukan agar makin memperjelas keberadaan virus Hendra. Mengingat akhir-akhir ini telah

banyak ditemukan berbagai virus baru yang juga termasuk dalam kelompok paramyxovirus.

Penyebaran virus Hendra tentunya akan terkait dengan migrasi kalong. Terjadinya migrasi kalong dapat disebabkan oleh adanya perubahan ekologi hutan, seperti penebangan liar, kebakaran dan kepadatan penduduk secara tidak langsung akan menyebabkan migrasi kalong ke daerah baru untuk mencari makan (Plowright *et al.* 2008; Breed *et al.* 2006b). Adanya perpindahan populasi kalong tersebut dapat menyebabkan terjadinya wabah baru terutama penyakit eksotik lainnya yang ditularkan melalui hewan reservoir kalong, seperti Lissa virus, Hendra, Nipah, Japanese Encephalitis dan lain-lain (Plowright *et al.* 2008).

Untuk mengeliminasi kasus wabah yang mungkin terjadi, perlu dilakukan upaya-upaya agar perubahan ekologi hutan tidak banyak mempengaruhi fasilitas makanan bagi penghuni hutan, sehingga penyebaran penyakit-penyakit eksotik dapat dicegah lebih dini dan lebih arif (Plowright *et al.* 2008, 2011; Breed *et al.* 2006b). Pembunuhan kalong untuk mencegah penyebaran virus sangat tidak dianjurkan. Hal ini disebabkan karena ekologi dan ekosistem hutan dan populasinya harus tetap terjaga. Di samping diketahui bahwa kalong merupakan salah satu hewan yang membantu proses penyerbukan.

Dari data tersebut dapat diasumsikan bahwa antibodi terhadap virus Hendra telah terdeteksi pada kalong di Manado, Sulawesi Utara.. Di beberapa daerah ada kecenderungan infeksi virus Hendra tersebut lebih dominan, sementara di daerah lainnya infeksi Nipah lebih dominan. Dengan terdeteksinya antibodi terhadap virus Nipah, Hendra dan *Japanese Encephalitis* pada kalong, terdapat kecenderungan yang menunjukkan adanya peningkatan terdeteksinya penyakit eksotik di Indonesia, terutama terhadap kehidupan hewan liar terutama kelelawar buah

sehingga antisipasinya perlu dilakukan. Di samping itu, diagnosis yang tepat perlu segera diadakan agar deteksi dini terhadap penyakit ini dapat diketahui lebih awal. Monitoring surveylen terhadap industri babi dan kalong tetap harus dilakukan. Penelitian lebih lanjut dengan menggunakan teknologi molekuler diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih jelas adanya perbedaan prevalensi ini, atau temuan virus baru selain Nipah dan Hendra

## KESIMPULAN

Infeksi virus Hendra telah ditemukan pada kalong spesies *P. Alecto* di Indonesia. Antibodi terhadap Hendra dan Nipah dapat dideteksi pada kalong yang sama dengan dominasi salah satu agennya. Prevalensi antibodi virus Hendra tampaknya dipengaruhi oleh letak geografis dan spesies kalong yang diperoleh. Penelitian lebih lanjut untuk mendeteksi virus Hendra perlu dilakukan untuk mengetahui lebih jelas distribusi virus Hendra baik pada hewan liar maupun ternak di Indonesia. Data ini dapat merupakan peringatan dini penyakit exotik bagi pemangku kepentingan, sehingga penyakit Hendra perlu mendapat perhatian yang serius untuk dicermati agar terjadinya wabah dapat diantisipasi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis tujukan untuk staf dan teknisi di Bagian Virologi Bbalitvet, Dinas Peternakan Propinsi Sumatera Utara, Kalimantan Barat, DKI Jakarta dan Jawa Timur, BPPV Medan, Wildlife Conservation di Sulawesi Utara, staff perpustakaan Bbalitvet, dan Direktorat Jendral Peternakan-Jakarta yang telah banyak membantu dalam proses kegiatan penelitian ini. Kepa-

da Sdr Heri Nasution, yang telah banyak membantu pekerjaan di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Breed, A., C. Smith, J. Epstein, & W Wanderers. 2006<sup>a</sup>. Long distance movements of flying foxes. In: *The Encyclopedia of Mammals*. Eds. Macdonald DW. Oxford: Oxford University Press; p. 474-5.
- Breed, AC., HE. Field, JH. Epstein, & P. Daszak. 2006<sup>b</sup>. Emerging henipaviruses and flying foxes—Conservation and management perspectives. *Biol. Conserv.* 131: 211 – 220.
- Chua, KB., WJ. Bellini, PA. Rota., BH. Harcourt, SK. Lam., TG. Ksiazek., PE. Rollin., SR. Zaki, WJ. Shieh, CS. Goldsmith, DJ. Gubler, JT. Roehrig, BT. Eaton., A. Gould., J. Olson, H. Field, P. Daniels, AE. Ling, CJ. Peters, LJ. Anderson, & WJ. Mahy. 2000. Nipah virus: a recently emergent deadly paramyxovirus. *Science*. 288: 1432–1435.
- Daniels, P., J. Aziz., T. Ksiazek., BL. Ong., M. Bunning., B. Johara, *et al.* 1999. Nipah virus –considerations for regional preparedness. In: Classical swine fever and emerging diseases in Southeast Asia. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, p. 133–41.
- Daniels, P., TG. Ksiazek, & BT. Eaton. 2001. Laboratory diagnosis of Nipah and Hendra infections. *Microbes Infect.* 3:289-295.
- Field, H., J. Mackenzie. & P. Daszak. 2007. Henipaviruses: emerging paramyxoviruses associated with fruit bats. *Curr. Trop. Microbiol. Immunol.* 315:133–59.
- Field, H., P. Young, J. Yob, J. Mills, L. Hall. & J. Mackenzie. 2001. The natural history of Hendra and Nipah viruses. *Microbes Infect.* 3):315-22.
- Field, H., K. Schaaf, N. Kung, C. Simon, D. Waltisbuhl, H. Hobert, F. Moore, D. Middleton, A. Crook, G. Smith, P. Daniels, R. Glanville. & D. Lovell. 2010. Hendra Virus Outbreak with Novel Clinical Features, Australia. *Emerg. Infect. Dis.* 16: 338-340.
- Field, HE., & J. Mackenzie. 2004. Novel viral encephalitides associated with bats (Chiroptera) – host management strategies. *Arch. Virology Supplement.* 18: 113–121.
- Guillaume, V., KT. Wong, RY. Looi, MC. Georges-Courbot., L. Barrot., R. Buckland., TF. wild. & B. Horvat. 2009. Acute Hendra virus infection: Analysis of the pathogenesis and passive antibody protection in the hamster model. *Virology.* 387:459-465
- Halpin, K., PL. Young, HE. Field. & JS. Mackenzie. 2000. Isolation of Hendra virus from pteropid bats: a natural reservoir of Hendra virus. *J. Gen. Virology* 81: 1927–1932.
- Johara, M., H. Field, A. Rashdi, C. Morrissy, B. vanderHeide, P. Rota, A. Azri, J. White, P. Daniels, A. Jamaluddin, & T. Ksiazek. 2001. Nipah virus infection in bats (order Chiroptera) in peninsular Malaysia. *Emerg. Infect. Dis.* 7, 439–441.
- Li, M., C. Embury-Hyatt. & HM. Weingartl. 2010. Experimental inoculation study indicates swine as a potential host for Hendra virus. *Vet. Res.* 41:33-44.
- Middleton, DJ., C. Morrissy, BM. van der Heide., GM. Russell, MA. Braun, HA. Westbury, K. Halpin, & PW. Daniels. 2007. Experimental Nipah Virus infection in Pteropid Bats (*Pteropus poliocephalus*). *J. Comp. Pathol.* 136: 266–272

- Murray, K, P. Selleck, P. Hooper, A. Hyatt, A. Gould, L. Gleeson, H. Westbury, L. Hiley, L. Selvey, & B. Rodwell. 1995. A morbillivirus that caused fatal disease in horses and humans. *Science*. 268:94-97.
- Playford, EG., B. McCall, G. Smith, V. Slinko, G. Allen., I. Smith, F. Moore, C. Taylor, YH. Kung & H. Field . 2010. Human Hendra Virus Encephalitis Associated with Equine Outbreak, Australia, 2008. *Emerg. Infect. Dis.* 16 (2): 219-223.
- Plowright, RK., HE. Field, C. Smith, A. Divljan, C. Palmer, G. Gary Tabor, P. Daszak, & JE. Foley. 2008. Reproduction and nutritional stress are risk factors for Hendra virus infection in little red flying foxes (*Pteropus scapulatus*). *Proc. R. Soc. B*: 275, 861–869.
- Plowright, RK., P. Foley, HE. Field, AP. Dobson, JE. Foley., P. Eby,& P. Daszak. 2011. Urban habituation, ecological connectivity and epidemic dampening: the emergence of Hendra virus from flying foxes (*Pteropus* spp.). *Proc. Royal Soc. B*. 278: 3703–3712.
- Sendow, I., HE. Field, J. Curran, Darminto, C. Morrissy., M. Greer., T. Buick, & P. Daniels. (2006). Henipavirus in *Pteropus vampyrus* bats, Indonesia. *Emerg. Infect. Dis.* 12: 711-712.
- Sendow, I., H. Field, RM. Abdul Adjid, T. Syafri-ati., Darminto, C. Morrissy, & P. Daniels. 2008. Seroepidemiologi Nipah virus pada kalong dan ternak babi di beberapa wilayah di Indonesia. *J. Biol. Indonesia*. 535-44.
- Smith, I., A. Broos, C. de Jong, A. Zeddeman, C. Smith, G. Smith, F. Moore, J. Barr, G. Crameri, G. Marsh, M. Tachedjian, M. Yu, YH. Kung, LF. Wang, & H. Field. 2011. Identifying Hendra Virus Diversity in Pteropid Bats. *PLoS ONE* 6(9): e25275. doi:10.1371/journal.pone.0025275
- Wang, L., BH. Harcourt., M. Yu, A. Tamin, PA. Rota, WJ. Bellini, & BT. Eaton. 2001. Molecular biology of Hendra and Nipah viruses. *Microbes Infect.* 3:279–87.
- Williamson, MM., PT. Hooper, PW. Selleck, LJ. Gleeson, PW. Daniels, HA. Westbury & PK. Murray. 1998. Transmission studies of Hendra virus (equine morbillivirus) in fruit bats, horses and cats. *Aust. Vet. J.* 76:813-818.
- Wong, KT, & KC. Ong. 2011. Pathology of Acute Henipavirus Infection in Humans and Animals. *Pathology Research International*. Article ID 567248, 12 pages. doi:10.4061/2011/567248
- Woolhouse, M. & S. Gowtage-Sequeria. 2005: Host range and emerging and re-emerging pathogens. *Emerg. Infect. Dis.* 11:1842–1847.