

## MEWASPADAI MUNCULNYA BEBERAPA PENYAKIT HEWAN MENULAR STRATEGIS DI INDONESIA TERKAIT DENGAN PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

SJAMSUL BAHRI<sup>1</sup> dan T. SYAFRIATI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Jl. Raya Pajajaran Kav. E 59, Bogor 16151*

<sup>2</sup>*Balai Besar Penelitian Veteriner, Jl. R.E. Martadinata No. 30, Bogor 16114*

(Makalah diterima 15 Januari 2011 – 15 Maret 2011)

### ABSTRAK

Dampak dari pemanasan global dan perubahan iklim akan menimbulkan gangguan musim, terjadinya banjir di satu tempat dan kekeringan di tempat lain, perubahan suhu dan kelembaban udara. Keadaan ini dapat memicu perubahan kehidupan biologis berbagai agen patogen (virus, bakteri, parasiter, dan lain sebagainya), berbagai spesies hewan dan berbagai vektor sebagai hospes antara yang berperan dalam menularkan penyakit ke berbagai spesies hewan. Dalam keadaan seperti ini dapat memicu berbagai penyakit hewan baru (*emerging disease*), atau penyakit yang sudah lama dapat muncul kembali (*re-emerging disease*). Tulisan ini mengulas tentang dampak pemanasan global dan perubahan iklim terhadap kemungkinan munculnya beberapa penyakit hewan tertentu di Indonesia seperti penyakit *bluetongue* (BT) dan penyakit zoonosis seperti Nipah, *Japanese encephalitis* (JE), *West Nile* (WN) dan *Rift Valley fever* (RVF). Perubahan iklim seperti meningkatnya suhu bumi dan curah hujan dapat memicu terjadinya ledakan populasi berbagai spesies vektor terutama yang berperan sebagai vektor virus Arbo seperti penyakit BT, JE, WN dan RVF, selain itu meningkatnya transportasi hewan dan migrasi burung antar negara atau wilayah yang disebabkan perubahan sistem ekologi membuka peluang menyebarnya penyakit. Oleh karena itu, kewaspadaan terhadap muncul dan mewabahnya penyakit BT, JE, WN dan RVF di Indonesia perlu ditingkatkan dengan melakukan surveilans dan deteksi dini terhadap penyakit tersebut. Sedangkan kemungkinan munculnya penyakit Nipah di Indonesia juga perlu diwaspadai karena keberadaan agen patogen dengan hewan reservoirnya (kalong *Pteropus vampyrus*) dan ternak babi sebagai hospes yang berperan sebagai pelipatganda virus. Penyakit lain seperti leptospirosis, *anthrax* dan penyakit *avian influenza* (H5N1) juga mempunyai potensi untuk menyebar lebih luas terkait dengan perubahan iklim terutama dengan meningkatnya curuh hujan di Indonesia.

**Kata kunci:** Pemanasan global, perubahan iklim, penyakit zoonosis

### ABSTRACT

#### ANTICIPATING THE EMERGING OF SOME STRATEGICAL INFECTIOUS ANIMAL DISEASES IN INDONESIA RELATED TO THE EFFECT OF GLOBAL WARMING AND CLIMATE CHANGE

The effect of global warming and climate change is changing the season, included flooding in one area and very dry in other area, changing the temperature and humidity. These changes will trigger changing of the life of biological agent (virus, bacteria, parasites and so on), variety of animal species, variety of vectors as reservoir host of animal with the role of transmitting the disease to other animal species. This condition will trigger the new animal disease (emerging disease) or old disease will be re-emerged (re-emerging diseases). This paper will discuss the effect of global warming and climate change on animal diseases in Indonesia such as *Bluetongue* (BT), Nipah, *Japanese encephalitis* (JE), *West Nile* (WN), and *Rift Valley fever* (RVF). The climate changes such as increasing the earth temperature and rainfall will cause extremely increase of vector population for BT, JE, WN and RVF. In addition, animal transportation and bird migration from one country to others or region will cause changing of ecological system and will open the chance to distribute the diseases. Hence, anticipation on those disease outbreaks should be taken by conducting the surveillance and early detection to those diseases. The possibility of entering Nipah disease in Indonesia should be anticipated because the availability of Nipah virus and the reservoir host (*Pteropus* spp) and also pigs as amplifier host in the surrounding area. Other diseases such as, leptospirosis, *anthrax* and *avian influenza* (H5N1) are also have a wider potential to distributing the disease related to the climate change in Indonesia.

**Key words:** Global warming, climate change, zoonotic disease

## PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan pertumbuhan perekonomian suatu negara, maka setiap negara berlomba-lomba untuk semaksimal mungkin mengeksploitasi sumberdaya alam, baik yang terdapat di negaranya maupun yang ada di negara lain. Hal demikian memang terbukti mampu membangun perekonomian global yang dikenal dengan istilah *black economy* dimana sektor pertambangan yang antara lain terdiri dari bahan bakar fosil, mineral, tambang emas sempat menjadi komoditas perdagangan utama. Demikian juga dengan hasil hutan yang memicu terjadinya deforestasi menjadi komoditas andalan Negara berkembang yang memiliki sumberdaya tersebut.

Masyarakat dunia mulai menyadari bahwa eksploitasi yang berlebihan terhadap sumberdaya alam tersebut memiliki keterkaitan dengan kejadian fenomena alam berupa meningkatnya permukaan air laut, mencairnya es di kutub, naiknya suhu permukaan bumi dan terjadinya perubahan iklim dunia. Fenomena alam yang dicirikan dengan berbagai perubahan tersebut juga dipicu oleh semakin berkembangnya industri primer, industri manufaktur dan meningkatnya sektor transportasi global yang kesemuanya terkait dengan meningkatnya emisi gas rumah kaca berupa CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O. Gas rumah kaca ini, di atmosfer akan memantulkan kembali radiasi sinar matahari infra merah ke permukaan bumi sehingga panas permukaan bumi akan meningkat dan terjadilah pemanasan global yang salah satunya menyebabkan terjadinya perubahan iklim.

Dampak dari pemanasan global dan perubahan iklim ini antara lain akan menimbulkan gangguan musim, terjadinya iklim yang ekstrim, banjir di satu tempat dan kekeringan di tempat lain, perubahan suhu dan kelembaban udara (EASTERLING *et al.*, 2000). Keadaan ini dapat memicu perubahan kehidupan biologis berbagai agen patogen seperti virus, bakteri, parasiter atau kapang, berbagai spesies hewan dan berbagai vektor seperti nyamuk, lalat atau caplak sebagai hospes antara yang berperan dalam menularkan penyakit ke berbagai spesies hewan (KAY dan AASKOV, 1989; WILLCOX dan COWELL, 2005; MCMICHAEL dan WOODRUFF, 2008). Keadaan ini akan melahirkan berbagai penyakit hewan baru (*emerging disease*) seperti kejadian penyakit *West Nile* di Amerika Serikat pada tahun 1999 (BRIESE *et al.*, 1999; KOMAR, 2003), atau penyakit yang sudah lama tidak muncul dapat muncul kembali (*re-emerging disease*) seperti kejadian penyakit *bluetongue* di Mediteranian dan di Eropa (MELLOR dan WITTMANN, 2002; PURSE *et al.*, 1999). Tulisan ini mengulas tentang kemungkinan munculnya penyakit hewan tertentu termasuk penyakit zoonosis di Indonesia terkait dengan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim.

## PRINSIP TERJADINYA PENYAKIT HEWAN

Penyakit hewan dapat dikategorikan sebagai penyakit yang terjadi pada hewan baik yang disebabkan oleh agen patogen atau agen infeksius (seperti virus, bakteri dan parasiter) maupun disebabkan oleh penyebab lain selain agen infeksius (seperti senyawa beracun atau gangguan metabolisme). Penyakit hewan ada yang hanya dapat menular dari hewan ke hewan saja seperti penyakit *Septichaemia epizootica* (SE) yaitu penyakit ngorok yang disebabkan oleh bakteri *Pasteurella multocida* atau penyakit yang dapat menular dari hewan ke manusia atau yang dikenal sebagai penyakit zoonosis. Di Indonesia penyakit SE bersifat endemis, banyak menyerang ternak sapi dan kerbau di berbagai provinsi (NATALIA dan PRIADI, 2006). Penyakit ini penularannya secara langsung dari hewan ke hewan lainnya melalui kontak langsung, dan tidak dapat menular ke manusia. Adakalanya penyakit yang hanya dapat menyerang hewan ini penularannya terjadi tidak secara langsung dari hewan tertular ke hewan lainnya, melainkan harus melalui hospes antara seperti lalat *Tabanus* sp. yang berperan sebagai vektor pada kejadian penyakit surra pada sapi, kerbau atau kuda. Penyakit surra juga merupakan penyakit endemis di Indonesia seperti yang dikemukakan oleh PARTOUTOMO (1993).

Penyakit hewan yang hanya menular diantara hewan contohnya penyakit SE sedangkan penyakit zoonosis misalnya penyakit rabies yang ditularkan anjing penderita rabies ke manusia melalui gigitan anjing. Penyakit zoonosis lain yang penularannya harus melalui vektor nyamuk diantaranya penyakit *Japanese encephalitis* (JE) pada babi atau penyakit *West Nile* (WN) yang umumnya terdapat pada burung atau spesies hewan mamalia lainnya (seperti kuda), (KOMAR, 2003; ENDY dan NISALAK, 2002; MCMICHAEL dan WOODRUFF, 2008). Bagan penularan berbagai penyakit hewan dan Zoonosis disajikan pada Gambar 1.

Penyakit hewan akan muncul karena ada interaksi antara spesies hewan yang peka (sebagai hospes), keberadaan agen patogen dan lingkungan/ habitat yang mendukung. Untuk penyakit yang dalam penularannya kepada hospes memerlukan vektor yang kompeten, maka keberadaan vektor tersebut merupakan tambahan persyaratan yang harus terpenuhi keberadaannya (EPSTEIN, 2001). Apabila ketiga atau keempat hal tersebut terdapat pada jangkauan lokasi dan waktu yang tepat maka hampir dapat dipastikan bahwa penyakit akan muncul. Keadaan lingkungan ini merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi kondisi spesies hewan (hospes) sehingga pada kondisi tertentu bisa sebagai pemicu timbulnya penyakit atau wabah. Pengaruh perubahan lingkungan terhadap perkembangbiakan agen patogen juga ikut menentukan hal yang sama. Demikian juga dengan pengaruh

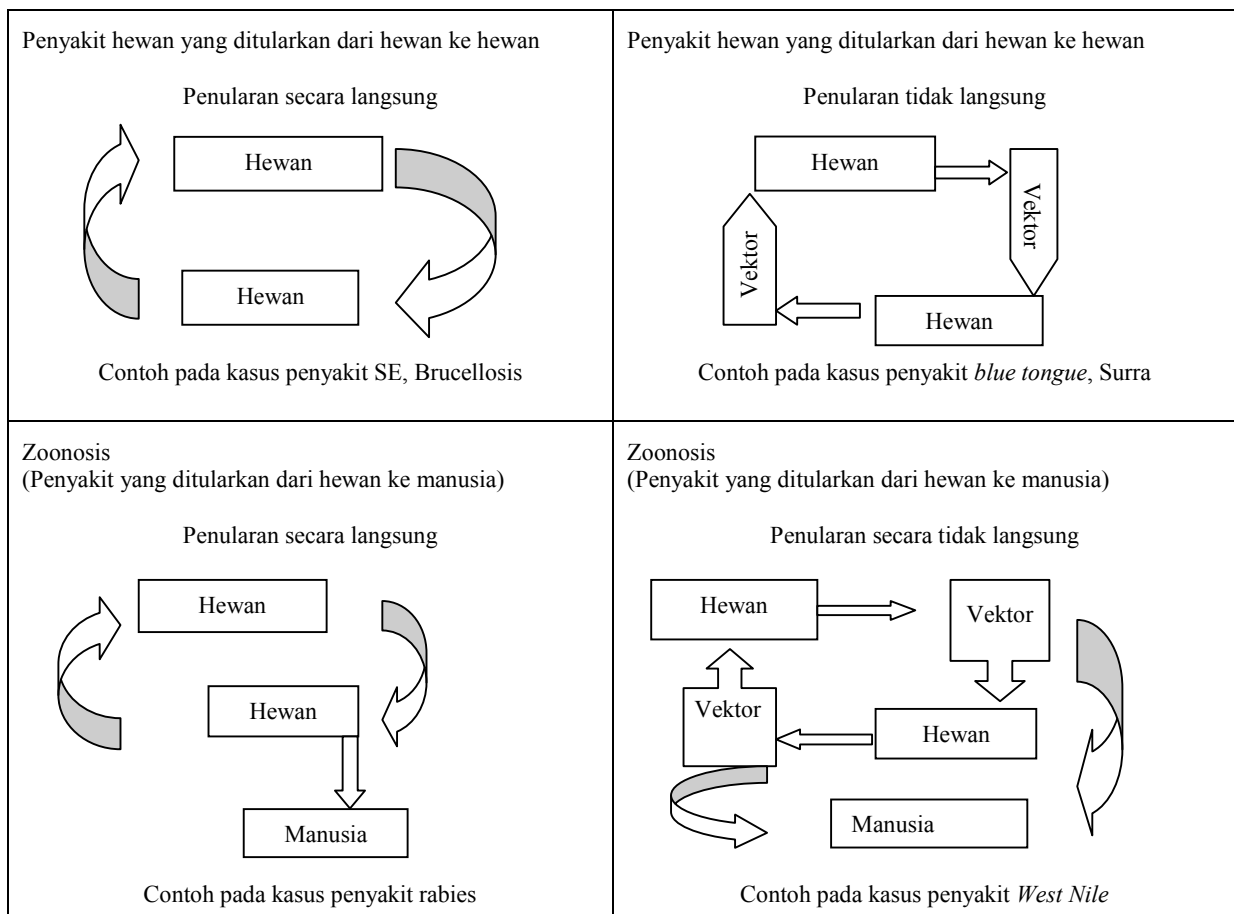
perubahan lingkungan terhadap perkembangan dan keberadaan vektor juga dapat memicu terjadinya penyakit. Pada kondisi spesies hewan menjadi stres akibat perubahan lingkungan, sementara itu perkembangan agen patogen dan vektor menjadi lebih cepat pada perubahan lingkungan yang sama, maka keadaan ini akan menimbulkan efek sinergisme terjadinya wabah penyakit hewan secara luas. Sebaliknya bila terjadinya perubahan lingkungan yang justru menyebabkan agen patogen dan vektor menjadi kurang atau tidak berkembang, maka keadaan ini akan menekan kemungkinan munculnya suatu penyakit atau wabah. Oleh karena itu, pemanasan global dan perubahan iklim pada kondisi tertentu dapat mempengaruhi keadaan lingkungan dan kejadian penyakit karena adanya interaksi antara hospes dengan agen patogen dan vektor serta lingkungan (MCMICHAEL dan WOODRUFF, 2008).

Faktor lain yang ikut menentukan kejadian penyakit hewan adalah kepadatan populasi hewan maupun penduduk, tingginya frekuensi lalu lintas

manusia (domestik maupun internasional), tingginya populasi vektor, meningkatnya arus perdagangan Internasional, kondisi sosial ekonomi masyarakat yang lemah, meningkatnya deforestasi, terjadinya alih fungsi lahan dan hilangnya biodiversiti (EPSTEIN, 2007; ZELL *et al.*, 2008; GOULD dan HIGGS, 2009). Keadaan demikian selain berpengaruh terhadap lingkungan secara langsung juga akan meningkatkan terjadinya paparan patogen kepada hospes maupun paparan vektor kepada hospes, sehingga akan meningkatkan kemungkinan terjadinya penyakit hewan.

### PENGARUH PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM TERHADAP KEJADIAN PENYAKIT HEWAN

Sesungguhnya keadaan iklim terkait erat dengan timbulnya gangguan kesehatan karena dapat memicu timbulnya berbagai penyakit infeksi, terutama pada pemanasan yang berkepanjangan dan ketidakstabilan



**Gambar 1.** Bagan penularan penyakit hewan dan zoonosis

**Sumber:** MCMICHAEL dan WOODRUFF (2008) dimodifikasi

iklim seperti cuaca yang ekstrim. Keadaan iklim seperti ini dapat memicu munculnya atau kemunculan kembali penyakit infeksius global (NICHOLLS, 1993; EPSTEIN, 1999; 2001).

Pengaruh perubahan iklim terhadap kejadian penyakit hewan juga dapat terjadi secara tidak langsung misalnya, terjadinya banjir sehingga agen penyakit terbawa aliran banjir ke lokasi lain atau vektor penyakit yang juga sebagai reservoir menyebar ke berbagai lokasi lain atau pemukiman lain. Hal ini dapat menimbulkan wabah seperti penyakit leptospirosis pada manusia dimana tikus yang bertindak sebagai reservoir, bakteri *Leptospira* spp. akan tersebar ke pemukiman/daerah lain melalui urin tikus dan dapat menginfeksi manusia atau hewan lain sehingga terjadi wabah penyakit leptospirosis (KUSMIYATI *et al.*, 2005). Beberapa penyakit yang diperantarai oleh nyamuk sebagai vektor biasanya peka terhadap perubahan cuaca (EPSTEIN, 2001; ZELL *et al.*, 2008).

### Pengaruh terhadap agen patogen

Pada umumnya hampir semua agen infeksius (seperti virus, bakteri, parasiter) perkembangannya dapat dipengaruhi oleh keadaan iklim setempat, terutama yang paling peka pada saat agen patogen tersebut menjalani siklus hidupnya di luar hospes utamanya (MCMICHAEL dan WOONDRUFF, 2008). PATZ *et al.* (1998) mengemukakan bahwa suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat masa perbanyakan suatu agen patogen dalam kelenjar liur nyamuk, sehingga nyamuk menjadi lebih infeksiif dan dapat meningkatkan penularan. Kuman *Salmonella* spp. juga akan berkembang lebih cepat pada suhu yang lebih panas. Demikian juga dengan bakteri *Vibrio cholera* juga akan lebih berkembangbiak pada air yang lebih hangat yang terdapat di danau, muara dan pantai (WILLCOX dan COWELL, 2005), namun tidak semua organisme akan memberikan respon yang sama terhadap perubahan iklim (SLENNING, 2010).

### Pengaruh terhadap vektor

Perubahan iklim yang terkait dengan faktor cuaca, curah hujan, suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi dinamika biologi dan populasi dari vektor berupa nyamuk yang sebagian siklus hidupnya berhabitat di dalam air. Suhu yang sangat ekstrim akan mengurangi populasi nyamuk, misalnya larva *Culex annulirostris* akan mati pada suhu di bawah 10°C dan di atas 40°C (MCMICHAEL dan WOODRUFF, 2008). Tetapi pada suhu yang meningkat sampai batas tertentu dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk pengembangan larva, sehingga akan lebih banyak generasi nyamuk yang dihasilkan pada satuan waktu

yang sama. Dalam hal ini *Culex annulirostris* umumnya memerlukan waktu 12 – 13 hari dari periode telur sampai dengan dewasa pada suhu 25°C, tetapi pada suhu 30°C hanya memerlukan waktu 9 hari dari telur sampai dengan dewasa (KAY dan AASKOV, 1989). Pengaruh curah hujan yang sangat tinggi dapat memutus siklus hidup nyamuk karena semua larva dan pupa akan hanyut terbawa aliran air hujan, sebaliknya pada curah hujan yang rendah dan terdapat genangan air, akan berdampak positif terhadap peningkatan populasi nyamuk. Populasi serangga *Culicoides* spp. sebagai vektor virus Arbo akan meningkat pada awal dan akhir musim hujan. Hal ini berdampak pada peningkatan kasus infeksi virus Arbo pada ternak (SENDOW, 2006). Dengan demikian perubahan suhu, curah hujan dan kelembaban dapat mempengaruhi jarak generasi, kepadatan populasi dan dinamika biologik berbagai vektor (seperti nyamuk, caplak, siput air). Pada penyakit yang penularannya memerlukan vektor seperti ini, maka vektor ini merupakan titik kritis yang menentukan terjadinya penularan penyakit.

### Pengaruh terhadap hospes utama

Pemanasan global dan perubahan iklim dapat berpengaruh langsung kepada spesies hewan sebagai hospes utama, antara lain timbulnya stres sehingga hewan menjadi peka terhadap infeksi suatu agen patogen, sehingga akan muncul gejala penyakit. Pengaruh langsung juga dapat terjadi pada hospes utama berupa burung yang biasa bermigrasi karena mengikuti musim. Pada perubahan iklim maka migrasi dapat dipercepat atau diperlambat sehingga apabila burung tersebut telah terinfeksi misalnya virus *West Nile* maka virus ini akan ikut menyebar ke lokasi baru. Demikian juga dengan unggas lain yang bermigrasi dan membawa agen patogen seperti virus H5N1 dalam tubuhnya sebagai reservoir, dapat menularkan penyakit avian influenza (AI) di lokasi yang baru (GILBERT *et al.*, 2006). Hal yang sama juga dapat terjadi pada kalong yang pindah lokasi karena gangguan habitat lingkungannya dengan membawa serta virus Nipah dalam tubuhnya yang berperan sebagai reservoir (AZIZ *et al.*, 1999; CHUA *et al.*, 2000a; FIELD *et al.*, 2007).

## BEBERAPA PENYAKIT HEWAN YANG PENYEBARANNYA DIDUGA TERKAIT DENGAN PERUBAHAN IKLIM

Pada umumnya penyakit-penyakit infeksius yang sangat peka terhadap perubahan iklim adalah penyakit yang dalam proses penularannya memerlukan vektor jenis serangga seperti nyamuk (EPSTEIN, 2001; ZELL *et al.*, 2008). Sebagaimana yang diuraikan sebelumnya bahwa vektor tertentu seperti serangga nyamuk dalam

siklus hidupnya dipengaruhi oleh perubahan suhu dan kelembaban sehingga dapat berkembang dengan pesat yang berpotensi menyebarkan penyakit kepada induk semangnya. Selain itu perubahan iklim juga dapat memicu terjadinya perubahan migrasi burung yang ikut berperan dalam menyebarkan penyakit. Demikian juga dengan perubahan lingkungan dapat mengakselerasi

terjadinya penyakit hewan. ARZT *et al.* (2010) dalam tulisannya mengemukakan bahwa penyakit RVF, AI (HPAI) dan BT termasuk dalam kelompok penyakit di bidang pertanian yang diduga akan menjadi perhatian di awal millenium ke-3 ini.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa beberapa penyakit yang diduga kuat memperlihatkan keterkaitan antara

**Tabel 1.** Penyakit yang penyebarannya diduga memiliki keterkaitan dengan perubahan iklim

Penyakit/ patogen	Hewan tertular	Gejala klinis utama	Distribusi geografis	Keterangan	Pustaka
Penyakit <i>Japanese encephalitis</i> (JE)/virus JE	Babi, kuda, unggas, ruminansia	Abortus (babi), <i>Encephalitis</i> (kuda)	Asia, Asia Tenggara	Vektor arthropod, babi tempat perbanyakan virus, zoonosis	ENDY dan NISALAK (2002); YAMADA <i>et al.</i> (2004)
Penyakit <i>West Nile</i> (WN)/virus WN	Berbagai burung dan spesies mamalia (seperti kuda)	Burung: tiba-tiba mati, gejala syaraf; Mamalia: gejala syaraf	Berbagai negara hampir seluruh dunia	Emerging, vektor arthropod, penularan dari importasi atau migrasi burung terinfeksi, zoonosis	KOMAR (2003); BAKONYI <i>et al.</i> (2006)
Penyakit <i>Wesselsbron</i> (Wess)/virus WESS	Sapi, domba, kambing	Abortus, kematian neonatal, kerusakan hati, gejala syaraf	Afrika, Madagaska Thailand	Wabah tdk teratur, sporadis	SWANEPOEL dan COETZER (2004)
Penyakit <i>Murray Valley encephalitis</i> (MVE)/virus MVE	Domba, monyet	encephalitis	Australia, Papua New Guinea	Vektor arthropod, terkait dengan curah hujan, La-Nina	NICHOLLS (1993); BROOM <i>et al.</i> (1995)
Penyakit <i>bluetongue</i> (BT)/virus BT	Domba, sapi	Demam, oedema di daerah muka, lidah kebiruan, coronitis, pincang	Afrika, eropa, Australia	Wabah di Eropa ( <i>re-emerging</i> ), vektor arthropod, penularan dari impor domba terinfeksi atau sensitif, terkait dengan perubahan iklim ENSO	WARD dan JOHNSON (1996); PURSE <i>et al.</i> (1999); MELLOR dan WITTMANN (2002); MEHLHOM <i>et al.</i> (2007)
Penyakit <i>Rift Valley fever</i> (RVF)/Virus RVF	Domba	Demam, abortus, kematian anak dan dewasa	Mesir, Saudi Arabia, Yaman	Penyebaran hospes yang terinfeksi (melalui importasi), emerging di Saudi dan Yaman, vektor artropod, zoonosis, terkait perubahan iklim ENSO	ABD EL-RAHIM <i>et al.</i> (1999); MADANI <i>et al.</i> (2003)
Penyakit Nipah/Virus Nipah	Babi, dan berbagai hewan lain	Demam tinggi, batuk keras, sesak nafas, gangguan syaraf, kematian tinggi	Malaysia, Singapura	Emerging, terkait deforestasi dan perubahan penggunaan lahan, zoonosis	CHUA <i>et al.</i> (1999; 2000a); DANIELS <i>et al.</i> (2001); FIELD <i>et al.</i> (2007)
Penyakit <i>Avian Influenza</i> (AI)/virus AI H5N1	Unggas, terutama ayam	Kematian tinggi, perdarahan sub kutan, jengger kebiruan, eksudat hidung	Negara ASEAN, Afrika, Timur tengah, timur dekat, eropa	Emerging, reasortant virus, penyebaran meluas melalui migrasi burung, unggas air, impor, Zoonosis	GILBERT <i>et al.</i> (2006)
Penyakit <i>Roos River/Virus Roos River Togaviridae</i>	Hewan?	??	Queensland Australia	Endemik, vektor arthropod, terkait dengan perubahan iklim	DONE <i>et al.</i> (2002)

?: tidak ada informasi

**Tabel 2.** Beberapa penyakit hewan yang perlu diwaspadai dapat muncul di Indonesia terkait dengan pemanasan global dan perubahan iklim

Penyakit/patogen	Keberadaan penyakit di Indonesia			Keterangan	Pustaka
	Patogen	Vektor	Hospes		
Penyakit <i>bluetongue</i> (BT)/Virus BT	Ada	Ada	Ada	Kasus pada domba Suffolk impor tahun 1981. Kasus klinis pada hewan lokal belum pernah, isolat virus BT didapat dari hewan ruminansia dan vektor	SUDANA dan MALOLE (1982); SENDOW <i>et al.</i> (1993a; b); SENDOW (2002)
Penyakit <i>Japanese encephalitis</i> (JE)/virus JE	Ada	Ada	Ada	Kasus pada manusia sporadis, reaktor positif antibodi pada berbagai spesies hewan di berbagai provinsi	POERWOSOEDARMO <i>et al.</i> (1996); BUHL <i>et al.</i> (1996); SENDOW <i>et al.</i> (2000; 2008b)
Penyakit Nipah/virus Nipah	Ada	Ada	Ada	Kasus klinis dan serologis pada hewan (terutama babi) dan manusia belum pernah terjadi, antibodi thd virus Nipah positif pada kalong di beberapa provinsi	SENDOW <i>et al.</i> (2004); SENDOW dan ADJID (2005); SENDOW <i>et al.</i> (2008a; 2009)
Penyakit <i>West Nile</i>	Tidak ada data	Ada	Ada	Belum ada laporan kasus, patogen dapat masuk melalui migrasi dan importasi burung atau melalui vektor	OWEN <i>et al.</i> (2006); BOTH A <i>et al.</i> (2008)
Penyakit <i>Rift Valley fever</i> (RVF)/virus RVF	Tidak ada data	Ada	Ada	Belum ada laporan kasus, patogen dapat masuk importasi domba tertular	GOULD dan HIGGS (2009)

perubahan iklim dengan penyebaran penyakit dan mempunyai potensi untuk muncul dan mewabah di Indonesia. Penyakit tersebut secara garis besar disajikan dalam Tabel 2, sedangkan uraiannya akan dibahas secara lebih rinci. Selain itu terdapat juga penyakit lain yang secara tidak langsung berhubungan dengan kejadian banjir atau kekeringan akibat adanya perubahan iklim, yaitu penyakit leptospirosis, *anthrax* dan penyakit flu burung (H5N1) yang memang sudah ada di Indonesia.

### BEBERAPA PENYAKIT HEWAN YANG PERLU DIWASPADAI KEMUNCULANNYA DI INDONESIA

#### Penyakit *bluetongue* (BT)

Penyakit *bluetongue* (BT) adalah penyakit hewan yang disebabkan oleh virus Arbo dari genus Orbivirus yang termasuk dalam famili Reoviridae. Berbeda dengan virus Arbo lainnya, penyakit BT ini tidak menular ke manusia. Virus ini patogenik untuk hewan ruminansia domestik maupun liar. Virus ini banyak menyerang domba asal Eropa yang dikembangkan secara komersial dan banyak didistribusikan ke Afrika, Asia dan Australia. Pada sapi dan kambing jarang

menimbulkan penyakit secara klinis dan gejalanya jauh lebih ringan daripada di domba. Saat ini paling sedikit telah terdapat 24 serotipe virus BT yang diketahui di dunia.

Penyebaran virus ini dimulai dari Afrika menyebar ke negara beriklim sedang, biasanya penyakit virus BT ini muncul pada keadaan iklim yang sesuai. Introduksi serotipe virus BT-8 terbaru telah sampai ke Eropa bagian Utara termasuk Inggris pada tahun 2006, bahkan sudah mencapai Norwegia pada tahun 2009 (ARZT *et al.*, 2010). Penyebaran penyakit virus BT di Eropa ini terkait erat dengan ekspansi dari vektornya berupa nyamuk *Culicoides imicola*, dimana pada saat itu telah terjadi perubahan iklim yang cukup panas dengan kelembaban yang meningkat (ARZT *et al.*, 2010; PURSE *et al.*, 2008). Di Amerika Serikat virus BT serotipe-1 (virus BT-1) pertama kali dideteksi di Louisiana pada tahun 2004 yang diduga berhubungan dengan sebaran vektor *Culicoides* spp. dimana penyebarannya terkait dengan perubahan iklim. Penyebaran penyakit BT juga didukung oleh faktor transportasi ternak yang diperdagangkan, terutama apabila terbawa ternak ruminansia yang terinfeksi virus BT tetapi belum memperlihatkan gejala sakit.

Di Indonesia kasus pertama penyakit virus BT terjadi pada domba impor Suffolk asal Australia pada tahun 1981 di Jawa Barat (SUDANA dan MALOLE,

1982). Pada penelitian yang dilakukan SENDOW *et al.* (1993a; b) dapat diisolasi virus BT serotipe 1, 3, 6, 7, 9, 12, 16, 21 dan 23 yang berasal dari sentinel sapi di Jabar dan Irian Jaya. Antibodi virus BT banyak ditemukan pada ruminansia besar maupun ruminansia kecil karena terdapat banyak vektor yang menularkan penyakit ini. Isolat virus BT lokal serotipe 1, 9, dan 21 yang diperoleh dari sentinel di Jawa Barat dan Irian Jaya (SENDOW *et al.*, 1993a; b) ternyata tidak patogen setelah diuji pada domba merino impor dan domba lokal (SENDOW, 2005).

SENDOW (2002) berhasil mengisolasi virus BT serotipe 1 dari *Culicoides fulvus*; virus BT serotipe 6 dari *C. peregrinus*, dan virus BT serotipe 21 dari *C. shortii* dan *C. orientalis* yang mana semua serangga nyamuk tersebut berasal dari wilayah Jawa Barat. Serotipe yang paling banyak diisolasi adalah serotipe 1 dan 21 (SENDOW dan BAHRI, 2005).

Melihat perkembangan penyakit virus BT akhir-akhir ini di Eropa dan di Amerika Utara yang dikaitkan dengan perubahan iklim, maka perlu kehati-hatian terhadap kemungkinan timbulnya penyakit BT di Indonesia, terutama terhadap kebijakan impor domba dari Eropa, Australia atau negara lain. Hal ini dikarenakan agen penyakit dan vektor penyakitnya terdapat di Indonesia, sehingga apabila masuk domba impor yang peka apalagi membawa serotipe virus BT lain, bisa muncul wabah penyakit BT.

Metode untuk mengontrol penyakit virus BT ini dimulai dengan upaya menekan terjadinya pemaparan hewan terhadap serangga (vektor) penular virus BT, penggunaan insektisida untuk memutus/mengontrol serangga/ siklus hidup serangga penular virus BT, namun metode ini sepertinya sulit dilakukan. Pemberian vaksin polivalen dari berbagai serotipe virus BT terhadap hewan yang akan diimpor lebih tepat dibandingkan dengan cara pertama.

### **Japanese encephalitis (JE)**

Penyakit *Japanese encephalitis* (JE) adalah penyakit radang otak yang dapat menyerang hewan maupun manusia yang disebabkan oleh virus JE dapat berakibat fatal pada penderita (FENNER *et al.*, 1992; WEISSENBOCK *et al.*, 2010). Penyakit JE pertama kali ditemukan di Jepang pada tahun 1871, oleh karena itu diberi nama *Japanese encephalitis*, sedangkan virusnya sendiri baru berhasil diisolasi pada tahun 1933. Virus JE ini termasuk dalam kelompok virus Arbo dari genus Flaviviridae, mempunyai 5 genotipe didasarkan atas analisis *phylogenetic* dari gen E virus (SOLOMON *et al.*, 2003; WILLIAMS *et al.*, 2000). Penyakit ini bersifat zoonosis dan penularan kepada hewan maupun manusia tidak secara langsung tetapi melalui gigitan vektor berupa serangga nyamuk. Induk semang yang dapat terinfeksi adalah babi, ternak ruminansia, kuda,

kelinci, unggas, kelelawar dan manusia. Aktivitas virus secara alami akan terpelihara melalui siklus hidup nyamuk dengan unggas dan babi adalah induk semang penting tempat perbanyakan dari virus tersebut (WEISSENBOCK *et al.*, 2010). Pada saat ini virus JE telah tersebar hampir di banyak negara, terutama di Asia termasuk Indonesia (OMPUSUNGGU *et al.*, 2008). Hewan yang berperan sebagai reservoir dari virus JE adalah ternak babi, sedangkan manusia dan kuda merupakan target akhir dari siklus penularan atau dikenal juga dengan istilah *dead-end* karena viraemia terjadi sangat singkat sehingga sulit untuk ditularkan dari manusia ke manusia.

POERWOSOEDARMO *et al.* (1996) melaporkan bahwa kasus JE pada manusia di Indonesia hanya terjadi secara sporadis dan hanya terdapat di kota besar. Sedangkan BUHL *et al.* (1996) melaporkan bahwa penyakit JE memang terdapat di Indonesia yaitu pada turis asal Denmark yang menunjukkan gejala klinis, serologis, patologis anatomis dan histopatologis menunjukkan bahwa turis tersebut memang positif mengidap penyakit JE. Laporan di Indonesia bahwa kasus JE rendah karena belum dapat diungkapkan, SENDOW *et al.*, (2000) melaporkan hasil penelitiannya bahwa reaktor JE (antibodi terhadap JE) tertinggi pada sapi baik di Sumatera Utara (86%), Kalimantan Barat (62%), Sulawesi Selatan (57%), Jawa Barat (23%) dan Irian Jaya (37%). Selain sapi, ternak lainnya seperti kambing, babi, ayam, itik, anjing dan kuda juga positif reaktor JE. Sedangkan sampel manusia dari Kalbar, NTT dan Irja juga positif reaktor JE masing-masing 30%, 29% dan 18%. Bila dikelompokkan berdasarkan spesimen asal hewan dan manusia, maka persentase reaktor positif JE adalah sebagai berikut: sapi (51%), kambing (27%), babi (11%), ayam (43%), itik (44%), kuda (14%), anjing (12%), dan manusia (24%). Penelitian terbaru memperlihatkan bahwa reaktor JE pada babi di Kalbar telah meningkat sangat pesat mencapai 84% pada kalong *Pteropus vampyrus* juga positif reaktor JE sebesar 12% (SENDOW *et al.*, 2008b). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berbagai spesies hewan dan juga manusia cukup banyak yang telah terinfeksi virus JE di Indonesia.

Pada perubahan iklim yang cenderung terjadinya peningkatan suhu dan kelembaban di Indonesia, dapat memicu ledakan populasi serangga nyamuk vektor JE. Bila hal ini terjadi maka peluang manusia dan hewan terinfeksi virus JE melalui gigitan nyamuk (vektor) yang telah terinfeksi virus JE akan semakin tinggi. Oleh karena itu, perlu diantisipasi untuk mencegah terjadinya wabah JE di Indonesia dengan cara mengontrol atau mengendalikan vektor tersebut dengan melakukan surveilans yang intensif. Sudah saatnya untuk dilakukan penelitian untuk mengungkap penyebab dari terjadinya kasus ensefalitis pada manusia. Keberadaan virus, vektor dan kondisi

lingkungan yang kurang higienis pada masyarakat Indonesia di pedesaan yang juga kehidupan sosial ekonominya rendah menyebabkan daya tahan tubuhnya juga rendah.

### Penyakit Nipah

Penyakit Nipah adalah penyakit viral yang disebabkan oleh virus Nipah dari genus *Morbilivirus*, Famili *Paramyxoviridae* yang menyerang ternak babi dan bersifat zoonosis (CHUA *et al.*, 2000b). Penyakit Nipah pertama kali dilaporkan di Malaysia pada tahun 1998 pada awalnya diduga penyakit *Japanese encephalitis* (JE) karena selain gejala klinisnya mirip dengan gejala JE terutama bentuk ensefalitis dan gejala syaraf lainnya, juga penyakit Nipah ini merupakan penyakit eksotik yang belum pernah terjadi sebelumnya (CHUA *et al.*, 1999). Hasil pemeriksaan serologis juga bereaksi positif (reaksi silang) dengan virus Hendra, sehingga penyebabnya diduga virus Hendra seperti yang pernah terjadi di Australia, dari hasil penelitian lebih lanjut walaupun secara biomolekuler virus ini mirip dengan virus Hendra tetapi tidak identik. Pada akhirnya diberi nama virus Nipah sesuai dengan nama lokasi kejadian di desa Sungai Nipah Negeri Sembilan (CHUA *et al.*, 1999, and 2000 a,b). Wabah penyakit ini mengejutkan bidang kesehatan manusia dan veteriner karena dalam waktu kurang dari satu tahun (September 1998 – April 1999), wabah penyakit ini telah menewaskan 105 orang dan sekitar 1,1 juta ekor babi dimusnahkan (CHUA *et al.*, 1999; 2000a). Penyakit Nipah ini termasuk penyakit baru yang sebelumnya belum pernah dilaporkan di dunia, sehingga pada awal kejadiannya diduga sebagai penyakit JE karena adanya gejala ensefalitis dan kejadiannya juga banyak menyerang ternak babi.

Pada kejadian penyakit Nipah di Malaysia ini ternyata ternak babi dan kalong merupakan dua spesies hewan yang sangat berperan penting, dimana kalong berperan sebagai reservoir dari virus Nipah, sedangkan ternak babi berperan sebagai pengganda virus yang mengamplifikasi virus Nipah sehingga siap untuk ditularkan ke babi atau hewan lain atau manusia (DANIELS *et al.*, 2001; FIELD, 2001). Penularan virus Nipah melalui udara dan pernafasan dimana partikel virus Nipah terbawa keluar tubuh babi terinfeksi melalui batuk yang sangat keras. Penularan dapat juga melalui kontak langsung dengan darah, cairan tubuh atau cairan ekskresi seperti urin atau saliva, busa cairan yang keluar melalui pernafasan (SENDOW dan ADJID, 2005). Penularan melalui udara merupakan yang paling efektif karena virus antara lain menyerang dan berkembang pada mukosa saluran pernafasan babi dan menyebabkan sel mukosa rusak dan virus keluar tersekreasi dalam busa cairan pernafasan atau udara pernafasan pada waktu babi batuk keras, virus juga

keluar bersama urin atau cairan darah dan menyebar serta menular kepada hewan lain atau manusia.

Kejadian wabah penyakit Nipah di Malaysia tersebut diduga karena dipicu oleh perubahan ekologi dimana telah terjadi peralihan fungsi penggunaan sebagian lahan perhutanan untuk peternakan babi dan perluasan perkebunan buah, sehingga banyak kalong di sekitar perkebunan buah dan peternakan babi tersebut (CHUA, *et al.*, 1999). Sampai saat ini infeksi virus Nipah baru ditemukan di Malaysia dan Singapura dimana kejadian di Singapura merupakan bagian dari kasus yang berasal dari Malaysia (CHUA *et al.*, 2000a) dan Bangladesh (HSU *et al.*, 2004). Indonesia sebagai negara tetangga dari Malaysia dan Singapura sudah selayaknya perlu waspada terhadap kemungkinan munculnya kejadian penyakit Nipah di Indonesia. Oleh karena itu berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui keberadaan virus ini pada kalong maupun ternak babi yang berada di wilayah yang berdekatan dengan Malaysia.

WIDARSO *et al.* (2000) pernah melaporkan bahwa kasus penderita ensefalitis di Indonesia pada dua orang yang pernah bekerja di salah satu peternakan babi yang terkena wabah Nipah di Malaysia, positif mengandung antibodi terhadap virus Nipah secara serologi dimana kedua orang tersebut akhirnya meninggal di rumah sakit Batam pada tahun 1999. Namun saat ini di Indonesia masih dinyatakan bebas Nipah pada babi. Hal ini terlihat dari laporan SENDOW *et al.* (2004) bahwa hasil pengujian terhadap 1300 serum babi yang berasal dari beberapa daerah di Sumatra Utara, Riau, Sulawesi Utara dan Jawa tidak ditemukan adanya antibodi terhadap virus Nipah. Tetapi hasil surveilen secara serologi dengan uji ELISA terhadap sejumlah kalong spesies *Pteropus vampyrus* yang berasal dari Sumatra Utara, Jawa Barat dan Jawa Timur, ditemukan antibodi terhadap virus Nipah (23,7% dari 156 spesimen serum kalong *P. vampyrus*). Hasil uji ini telah dikonfirmasi dengan menggunakan uji SN (serum netralisasi) yang dilakukan di AAHL (*Australian Animal Health Laboratory*) Australia (SENDOW dan ADJID, 2005; SENDOW *et al.*, 2008a). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kalong di beberapa wilayah Indonesia telah terinfeksi oleh virus Nipah yang berpotensi untuk menulari babi di wilayah tersebut.

Terkait dengan hasil penelitian SENDOW dan ADJID (2005) kemungkinan ada hubungan dengan yang dilaporkan SMITH *et al.* (2005) bahwa kalong *P. vampyrus* yang ada di peninsula Malaysia dapat bermigrasi ke pulau Sumatra untuk tinggal beberapa minggu dan kembali lagi ke Peninsula Malaysia. Keadaan ini memungkinkan terjadinya penularan virus Nipah dari kalong asal Malaysia dengan kalong yang terdapat di Indonesia atau kalong yang tertangkap merupakan kalong yang bermigrasi dari Malaysia. OLSON *et al.* (2002) melaporkan bahwa beberapa



kalong *Pteropus* spp. di Indonesia terdeteksi mengandung antibodi terhadap virus Nipah, namun hasil serologis pada 2740 serum ternak babi belum ada yang positif mengandung antibodi terhadap virus Nipah. Hal ini menunjukkan bahwa virus Nipah belum sempat menginfeksi ternak babi di Indonesia. Oleh karena itu, keadaan demikian harus dipertahankan jangan sampai ada peluang ternak babi terinfeksi oleh virus Nipah. Keadaan ini hanya dapat dilakukan dengan cara menghindari lokasi peternakan babi dari kehadiran kalong *P. vampyrus*.

Untuk mencegah munculnya wabah penyakit Nipah di Indonesia, perlu dilakukan surveilans lebih lanjut terhadap kalong *P. vampyrus* terutama di sekitar lokasi peternakan babi, kebun buah kesukaan kalong tersebut dan rute perjalanan kalong dari habitatnya ke kebun buah tempat kalong mencari makan. Selain pada kalong, surveilans juga dilakukan pada ternak babi yang populasinya padat dan berdekatan dengan tanaman buah dimana kalong *P. vampyrus* mencari makan. Bila babi positif mengandung virus Nipah, segera lakukan pemusnahan pada kelompok ternak babi tersebut. Hendaknya lokasi peternakan babi tidak berdekatan dengan pemukiman penduduk dan juga tidak berdekatan dengan sarang/habitat kalong yang dapat bertindak sebagai reservoir. Lahan di sekitar peternakan babi sebaiknya tidak ditanami tanaman buah yang dapat mengundang kehadiran kalong *P. vampyrus*. Jadi penting untuk memutus mata rantai penularan virus Nipah dari kalong *P. vampyrus* ke ternak babi. Impor babi juga harus hati-hati jangan ada yang sudah tertular virus Nipah dan pengetatan sistem karantina perlu dilakukan untuk mengantisipasi masuknya Nipah ke Indonesia.

### Penyakit West Nile (WN)

Penyakit *West Nile* (WN) adalah penyakit viral yang dapat menyerang hewan seperti kuda dan unggas yang disebabkan oleh virus Arbo dari genus *Flavivirus*, famili *Flaviviridae* dimana penyakit ini bersifat zoonosis (GOULD dan HIGGS, 2009). Virus WN ini pertama kali diisolasi pada tahun 1937 dari darah seorang wanita yang menderita demam di daerah *West Nile* bagian utara Uganda yang kemudian diketahui juga sebagai virus penyebab demam WN pada anak-anak di Afrika Utara dan Timur Tengah pada tahun 1950 (HAYES, 2001). Penyakit ini kemudian menyebar ke arah Utara melalui burung yang bermigrasi sampai ke Eropa bagian Selatan, Rusia, India dan Australia yang dibuktikan dengan menganalisis rangkaian genom dan *phylogenetic tree* dari virus WN yang berasal dari Amerika, Eropa, Israel, Afrika, Rusia, India dan Australia sehingga diketahui asal-usul silsilah pertama dari virus WN, sedangkan asal usul silsilah kedua merupakan virus WN yang hanya diisolasi dari sub-

Sahara dan Madagaskar (LANCIOTTI *et al.*, 2002). Bahwa penyebaran virus WN ini dibawa oleh burung yang bermigrasi telah dibuktikan serangkaian penelitian (BOTHA *et al.*, 2008).

Virus WN ini diketahui terkait dengan nyamuk *Culex* spp. pada unggas (bersifat *Ornithophilic*), dimana virus ini memperbanyak diri pada nyamuk dan menularkannya kepada burung setempat atau burung/ unggas yang bermigrasi atau burung pendatang, sehingga dapat mempermudah menyebarkan virus WN dengan geographis yang lebih luas. Di bidang veteriner virus WN ini termasuk jenis patogen yang cukup penting, patogenitasnya pada kuda menyebabkan ensefalomyelitis nonsuppuratif (WEISSENBOCK *et al.*, 2010). Wabah WN pada manusia di Amerika Serikat juga didahului banyaknya kematian burung di kota New York, juga telah menyebabkan ribuan ekor kuda mati karena terinfeksi virus WN (KOMAR, 2003; WEISSENBOCK *et al.*, 2010). Bahkan virus WN juga telah memperlihatkan sangat patogenik pada sejumlah besar unggas liar dan domestik (KOMAR, 2003).

Penyakit WN semakin menjadi perhatian dunia setelah mewabah di Amerika Serikat yang dimulai pada Agustus 1999 di kota New York yang menewaskan 9 orang dari 62 orang yang menunjukkan gejala klinis positif WN dimana penyakit menyebar dengan cepat sehingga pada tahun 2002 telah menyebar di 39 negara bagian AS dan menewaskan 284 orang dari 4156 orang yang positif WN (KOMAR, 2003; BRIESE *et al.*, 1999; BANSKOWSKI dan ANDERSON, 2003). Pada saat yang bersamaan juga terjadi banyak kematian burung pada akhir musim panas tahun 1999 (BRIESE *et al.*, 1999). Dari hasil penelitian dapat diungkapkan bahwa *strain* virus WN tersebut berasal dari Israel. Hal ini terkait dengan ditemukannya virus WN dari burung yang ada di kebun binatang di New York yang diperkirakan akibat dari adanya impor burung dari Israel atau Mesir pada tahun 1999 (GOULD *et al.*, 2003). Pada saat itu cuaca di New York antara musim semi dan musim panas di tahun 1999 dimana keadaannya panas dan lembab yang sangat cocok untuk berkembangbiaknya nyamuk sehingga populasi nyamuk sangat tinggi dan berperan sebagai penular virus Arbo yang sangat efisien. Diduga munculnya wabah virus WN di Amerika Serikat pada tahun 1999 sangat terkait dengan adanya perubahan iklim disertai dengan importasi burung dari negara tertular yang membawa virus WN dalam tubuhnya.

Penyebaran virus WN di Amerika Serikat ini terus bergerak ke arah Selatan sehingga pada tahun 2001 sudah terdeteksi di negara bagian Florida, kemudian di akhir tahun 2003 virus WN sudah mulai terdeteksi di Meksiko dan Karibia bahkan juga telah mencapai Argentina (LORONO-PINO *et al.*, 2003; GOULD dan HIGGS, 2009). Hal yang menarik adalah bahwa virus ini sering dapat diisolasi dari burung yang sakit

maupun sehat, sehingga burung yang bermigrasi dianggap sebagai sumber penularan yang pola penyebarannya mengikuti rute migrasi burung tersebut. Dapat dikatakan bahwa burung yang bermigrasi tersebut berperan sebagai kendaraan dari penyebaran virus WN (OWEN *et al.*, 2006). Penyebaran ke Meksiko pada Juli – Oktober 2002 juga dipastikan melalui burung yang bermigrasi dari bagian Utara karena antibodi virus WN dari burung yang bermigrasi tersebut juga positif (LORONO-PINO *et al.*, 2003). Di Indonesia diduga banyak kedatangan burung migran yang berasal dari negara Asia bagian Utara, Barat Daya dan Asia Barat dan juga dari Australia, oleh karena itu perlu diwaspadai kemungkinan munculnya wabah penyakit WN. Apalagi vektor dan induk semang utama penyakit ini terdapat di Indonesia, sehingga apabila virus WN sempat masuk di Indonesia diduga akan dengan cepat menyebar.

Hasil penelitian yang juga cukup menarik adalah bahwa vektor berupa *Cx. pipiens* dan *Cx. tarsalis* di California dapat mengalihkan pola makannya dari burung/unggas ke mamalia, hal ini terjadi apabila burung tersebut bermigrasi pada akhir musim panas. Oleh karena itu, kejadian epidemik penyakit WN pada spesies burung banyak terjadi pada awal musim panas dimana banyak nyamuk telah mengandung virus WN dari menggigit unggas/burung, sedangkan epidemik pada manusia banyak terjadi pada akhir musim panas (KILPATRICK *et al.*, 2006 dalam GOULD dan HIGGS, 2009).

### Penyakit Rift Valley Fever (RVF)

Penyakit *Rift Valley Fever* (RVF) adalah penyakit viral yang menyerang hewan maupun manusia yang disebabkan oleh virus dari genus Phlebovirus dari famili Bunyaviridae. Virus ini pertama kali diidentifikasi pada tahun 1931 pada kejadian epidemik disuatu peternakan di *Rift Valley* di Kenya (DAUBNEY *et al.*, 1931 yang dikutip GOULD dan HIGGS, 2009). Penyakit ini utamanya ditularkan kepada hewan dan manusia oleh nyamuk *Aedes* spp., dan dapat menyebabkan penyakit yang serius yang ditandai dengan tingginya kejadian keguguran dan bisa mengakibatkan kematian. Manusia bisa tertular apabila berada pada lokasi tersebut dan terkena gigitan nyamuk yang mengandung virus RVF. Biasanya kasus pada manusia umumnya ringan tetapi pada beberapa individu peka dapat menimbulkan gejala penyakit yang berat.

Penyakit RVF terus menyebar di Afrika Utara sehingga terjadi di Mesir pada akhir tahun 1977 dimana terjadi epizootik yang dramatis yang menyebabkan 600 orang meninggal dan lebih dari 60.000 orang memperlihatkan gejala klinis yang berat (MEEGAN, 1979; MEEGAN *et al.*, 1979). Kemudian pada tahun

2000 kasus penyakit RVF terjadi di Saudi Arabia dan Yaman (GOULD dan HIGGS, 2009). Selanjutnya pada tahun 1997 terjadi lagi epizootik penyakit RVF di Mesir pada sapi dan domba dengan gejala demam tinggi, ikterus, diare berdarah dan abortus (ABD EL-RAHIM *et al.*, 1999). Sumber infeksi wabah penyakit RVF ini berasal dari unta dan ternak ruminansia yang diimpor dari Sudan, dimana kejadian penyakit ini diperparah dengan meningkatnya populasi nyamuk sebagai vektor penyakit RVF pada musim panas di Mesir (ABD EL-RAHIM *et al.*, 1999). Dari kejadian ini timbul pertanyaan apakah tidak mungkin penyakit RVF ini akan sampai ke Eropa dan Asia.

Dari berbagai kejadian wabah penyakit RVF ternyata munculnya mengikuti tingginya curah hujan dan biasanya ada hubungan dengan terjadinya genangan air di daratan yang cukup lama yang terkait erat dengan perkembangbiakan vektor (nyamuk). Proyek irigasi selama abad ke-20 di Afrika memicu terjadinya wabah penyakit RVF karena bermunculannya nyamuk dalam jumlah yang sangat banyak. Hal ini juga telah dibuktikan melalui suatu pembentukan genangan air buatan di daerah epizootik di Kenya, ternyata jutaan larva *Ae. mcintoshi* menetas dan virus RVF dapat diisolasi dari nyamuk dewasa termasuk nyamuk jantan. Dengan demikian penularan transovarial virus memberikan suatu penjelasan yang dapat diterima akal (GOULD dan HIGGS, 2009).

GOULD dan HIGGS (2009) juga dalam tulisannya mengemukakan bahwa wabah RVF di Afrika Timur berkaitan erat dengan tingginya curah hujan yang terjadi selama fase musim panas dari fenomena ENSO (*El Nino/Southern Oscillation*). Umumnya RVF terjadi di pedesaan dan semi-rural, bukan diperkotaan, dan kejadian epizootik pada ternak terutama pada beberapa bangsa ternak yang di impor. Kejadian pada manusia biasanya terjadi pada manusia yang karena pekerjaannya mempunyai hubungan dengan ternak tersebut, seperti penggembala ternak, pekerja kandang, pekerja rumah potong hewan (RPH), atau tinggal bersama ternak tersebut sehingga terjadi infeksi melalui kontak dengan ekskreta atau darah atau jaringan dari hewan yang terinfeksi. Penularan kepada manusia bisa juga karena terpapar terhadap gigitan dari nyamuk yang telah terinfeksi dengan virus RVF.

Karena penyakit RVF ini ditularkan oleh nyamuk *Aedes* spp. sebagai vektor, maka kondisi iklim merupakan pemicu timbulnya penyakit RVF. Oleh karena itu, secara teori penyakit RVF ini memungkinkan untuk tersebar sampai negara di Eropa dan Asia termasuk Indonesia. Disamping itu, selain faktor perubahan iklim, faktor lain seperti perpindahan hewan yang terinfeksi melalui perdagangan (ekspor/impor) atau melalui terbawanya vektor nyamuk yang kompeten ke daerah yang bukan epidemik RVF dan menyebar di luar batas geografisnya. Oleh karena itu,

dapat diantisipasi pencegahannya melalui kontrol terhadap vektornya disertai dengan melakukan surveilans pada iklim tertentu atau pada keadaan terjadinya perubahan iklim sebelum terjadinya penyakit sehingga penyebaran penyakit dapat dihambat.

### Penyakit-penyakit lainnya

Selain kelima penyakit yang telah disebutkan di atas, juga ada beberapa penyakit hewan yang kemungkinan akan sering muncul di Indonesia terkait dengan meningkatnya curah hujan yaitu penyakit leptospirosis, anthrax dan avian influenza H5N1. Penyakit leptospirosis yang bersifat zoonosis dapat menyebar melalui pergerakan hewan tikus yang berperan sebagai reservoir. Pada keadaan banjir karena curah hujan yang tinggi, maka tikus akan keluar karena sarangnya tergenang air, dan perpindahan tikus ini akan ikut menyebarkan *Leptospira* spp. melalui urin ke lingkungan sekitar, sehingga dapat menginfeksi hewan lain maupun manusia di sekitarnya. Fenomena ini sering terjadi pada peristiwa banjir di daerah Jakarta dan beberapa kota lainnya dimana kasus leptospirosis pada manusia meningkat (WIDARSO dan WILFRIED, 2002; OKATINI *et al.*, 2007). Untuk mengantisipasi penyakit ini perlu dilakukan surveilans pada hewan penular saat terjadinya banjir dan melakukan diagnosis dini pada manusia agar penderita bisa segera diberi pertolongan. Vaksin leptospirosis juga perlu dikembangkan dan disiapkan. Teknik diagnosis dan pengembangan vaksin leptospirosis telah dikembangkan oleh BBALITVET (KUSMIYATI *et al.*, 2005).

Pada kejadian banjir juga dapat menghanyutkan spora kuman *anthrax* yang terdapat di lapisan tanah terutama di daerah endemik anthrax sehingga sporanya dapat berpindah tempat ke daerah yang lebih rendah atau spora anthrax tersebut yang sebelumnya berada di bagian dalam tanah akan muncul dan berada pada lapisan permukaan tanah sehingga spora *anthrax* ini mempunyai kesempatan yang lebih besar untuk menginfeksi hewan ternak maupun manusia (NOOR *et al.*, 2001). POERWADIKARTA *et al.* (1996) telah melaporkan bahwa petani di NTB terkena *anthrax* melalui aktivitas bertani di lokasi dimana terdapat spora *anthrax* sehingga menginfeksi bagian terluka dari tangan petani tersebut. Pada keadaan kekeringan (musim kemarau yang berkepanjangan) spora *anthrax* di dalam tanah juga bisa menginfeksi hewan ternak, karena ternak akan memakan rumput kering sampai ke akarnya sehingga tanah di sekitarnya juga ikut termakan, sehingga spora *anthrax* yang ada di lapisan tanah sekitar bisa masuk ke dalam tubuh ternak (HARDJOUTOMO *et al.*, 1995)

Pada keadaan curah hujan atau musim hujan yang berkepanjangan akan meningkatkan kelembaban

termasuk di lokasi peternakan unggas terutama ayam kampung maupun itik yang dipelihara masyarakat secara tradisional sehingga keadaan lingkungan di sekitar kandang unggas tersebut menjadi lembab dan virus AI H5N1 yang masih terdapat di Indonesia akan bertahan hidup lebih lama, sementara itu kondisi ayam tersebut menjadi lemah. Keadaan demikian akan memicu munculnya wabah penyakit flu burung. Selain itu migrasi burung/unggas pada keadaan pemanasan global dan perubahan iklim global juga akan terus terjadi, dan migrasi burung/unggas liar dari China dan negara Asia bagian Barat dan Utara yang masih belum bebas AI akan memicu munculnya penyakit AI strain baru (hasil mutasi dari virus H5N1 yang ada). Oleh karena itu, hal demikian perlu diantisipasi dengan mengembangkan vaksin AI yang sesuai dan biosekuriti yang ketat.

### POTENSI BAHAYA DAN KEWASPADAAN

Wabah penyakit dapat menyebar dengan cepat antar negara diduga mengikuti migrasi burung, juga perkembangan vektor penyakit yang berkembang pesat karena perubahan iklim yang panas dan lembab pada musim panas (seperti penyakit WN), demikian juga penyakit yang kemunculannya hampir berbarengan dan diduga ada keterkaitan dengan perubahan iklim (penyakit Nipah). Kedua penyakit ini (Nipah dan WN) belum pernah terjadi di Indonesia, walaupun virus Nipah ada pada kelelawar *Pteropus vampyrus* tetapi belum pernah ada ternak babi yang terinfeksi (SENDOW *et al.*, 2004; SENDOW dan ADJID, 2005; SENDOW *et al.*, 2008a).

Menurut WARD dan JOHNSON (1996) bahwa penyakit BT ini ada hubungannya dengan perubahan iklim ENSO dimana dalam penelitiannya di Queensland Australia pada tahun 1990 – 1994 mereka melakukan pengukuran SOI (*Southern Oscillation Index*), karena perubahan iklim sehingga terjadi ledakan populasi vektor.

MELLOR dan WITTMANN (2002) mengemukakan bahwa transmisi virus BT ditentukan antara lain dengan melimpahnya vektor nyamuk *Culicoides* dewasa yang mampu menularkan virus BT yang disertai masuknya virus BT di daerah tersebut. Suhu sekitar 25° – 30°C merupakan kondisi optimal untuk perkembangbiakan *Culicoides* dan juga bagi transmisi virus BT (WITTMANN dan BAYLIS, 2000). Suhu seperti ini sesuai dengan keadaan di Indonesia sehingga kita perlu mewaspadai dengan melakukan pemantauan dan surveilans. Namun demikian terjadinya wabah seperti pada penyakit BT dapat juga melalui lalu lintas ternak seperti domba impor dari Australia atau dari negara lain atau masuknya virus BT serotipe yang lebih ganas (baik melalui migrasi burung atau terbawa dalam transportasi ternak/hewan dan barang).

Terbawanya vektor nyamuk yang sudah mengandung virus RVF dapat juga melalui transportasi seperti pada waktu kegiatan ibadah umat muslim dimana lalulintas barang dan orang dari Arab Saudi ke Indonesia sangat tinggi frekuensinya, demikian juga dari Mesir dan Yaman yang telah tertular virus RVF.

Kewaspadaan terhadap suhu karena perubahan iklim merupakan hal yang penting untuk melakukan pemantauan, surveilans dan deteksi dini, terutama di daerah endemis serta lebih diprioritaskan pada keadaan iklim yang ekstrim seperti curah hujan yang tinggi dan berkepanjangan atau musim kemarau yang berlangsung lama seperti penyakit BT, leptospirosis, anthrax dan AI H5N1. Hal lain yang penting adalah dalam memperkuat sistem pelayanan kesehatan hewan nasional, umumnya sistem pelayanan kesehatan hewan di negara Asia sangat lemah, sehingga kemampuan mendiagnosa penyakit hewan menular secara dini diragukan (FORMAN *et al.*, 2008).

### KESIMPULAN

Dari uraian yang telah dikemukakan ini dapat disimpulkan bahwa terkait dengan pemanasan global dan perubahan iklim, paling tidak terdapat 5 (lima) penyakit hewan menular strategis (PHMS) yang perlu diwaspadai dapat muncul dan mewabah di Indonesia, yaitu *bluetongue*, Nipah, *Japanese encephalitis*, *West Nile* dan *Rift Valley fever*. Hal ini dikarenakan tiga dari lima PHMS tersebut (BT, JE dan Nipah) baik agen patogen, vektor dan hospesnya sudah terdapat di Indonesia, sehingga dikhawatirkan bahwa perubahan iklim dan perubahan ekologi yang terjadi akan memicu munculnya penyakit tersebut. Sedangkan dua PHMS lainnya (WN dan RVF) yang sudah menyebar di berbagai negara juga mempunyai peluang masuk ke Indonesia melalui migrasi burung atau perdagangan komoditas ternak internasional maupun transportasi global dari negara tertular, dimana vektor dari kedua penyakit tersebut diduga terdapat di Indonesia. Selain itu tiga (3) penyakit lainnya (*avian influenza* H5N1, anthrax dan leptospirosis) yang memang sudah ada di Indonesia dapat diperkirakan juga akan sering muncul seiring dengan terjadinya perubahan iklim terutama pada musim hujan yang berkepanjangan.

Pada kesempatan ini diperlukan membangun program surveilans terhadap berbagai penyakit hewan yang mempunyai kemungkinan untuk masuk ke Indonesia, juga harus dikuasai teknik deteksi agen patogen maupun uji serologi terhadap antibodi dari agen patogen tersebut secara dini. Dengan demikian pencegahan dapat dilakukan apabila deteksi dini dapat dilakukan. Untuk mengantisipasi munculnya penyakit tersebut di atas, maka pemerintah perlu memperkuat perkarantina hewan nasional di pelabuhan atau pintu

masuk bagi kegiatan ekspor – impor dan juga memperkuat sistem pelayanan kesehatan hewan nasional sehingga kemampuan mengenal penyakit dan memberikan respon cepat secara dini dapat dilakukan.

### DAFTAR PUSTAKA

- ABD EL-RAHIM, IH., U.ABD EL-HAKIM and M. HUSSEIN. 1999. An epizootic of Rift Valley fever in Egypt in 1997. *Rev. Sci. Tech.* 18: 741 – 748.
- ARTZ, J., W.R. WHITE, B.V. THOMSEN and C.C. BROWN. 2010. Agricultural diseases on the move early in the third millenium. *Vet. Pathol.* 47(1): 15 – 27.
- AZIZ, J., J. OLSON, O.B. LEE, P. DANIELS, A.B. ADZHAR, M. BUNNING, SHARIHUDDIN, H. FIELD, JOHARA and P. HOOPER. 1999. Nipah virus infections of animals in Malaysia. *In: Abstract Book XI<sup>th</sup> International Congress of Virology, International Unions of Microbiological Societies, Sydney, Australia.* p. 38.
- BAKONYI, T., E. IVANICS, K. ARDELYI, K.U RSU, E. FERENCZI, H. WEISSENBOCK and N. NOWOTNY. 2006. Lineage 1 and 2 strains of encephalitic West Nile virus, Central Europe. *Emerg. Infect. Dis.* 12: 618 – 629.
- BANKOWSKI, M.J AND M.S. ANDERSON. 2003. West Nile Virus Infection a Review for Clinicians Laboratory Corporation of America Advance/Laboratory. [www.advance.web.com](http://www.advance.web.com). (31 Oktober 2003).
- BOTHA, E.M., W. MARKOTTER, M. WOLFAARDT, J.T. PAWESKA, R. SWANEPOEL, G. PALACIOS, L.H. NEL and M. VENTER. 2008. Genetic determinants of virulence in pathogenic lineage 2 West Nile virus strains, *Emerg. Infect. Dis.* 14(2): 222 – 230.
- BRIESE, T., JIA.XI-YU, H. CINNIA, G.J. LEO and W.I. LIPKIN. 1999. Identification of a Kunjin/West Nile-like flavivirus in brains of patients with New York encephalitis. *Lancet.* 354: 1261 – 1262.
- BROOM, A.K., M.D. LINDSAY, C.A. JOHANSEN, A.E. WRIGHT and J.S. MACKENZIE. 1995. Two possible mechanisms for survival and initiation of Murray Valley encephalitis virus activity in the Kimberley region of Western Australia. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 53: 95 – 99.
- BUHL, M.R., F.T. BLACK, P.L. ANDERSEN and A. LAURSEN. 1996. Data Japanese encephalitis in a Danish tourist visiting Bali for 12 days. *Second. J. Infect. Dis.* 28(2): 189.
- CHUA, K.B., S.K. LAM, C.L. KOH, P.S. HOOI, K.F. WEE, J.H. KONG, B.H. CHUA, Y.P. CHAN and M.C. LIM. 2000a. Reservoir of Nipah virus identified. *Proceedings of the International conference on emerging infectious disease, Atlanta. USA. Session 78.*
- CHUA, K.B., S.K. LAM, D.J. GUBBLER and T.G. KSIAZEK. 1999. Nipah encephalitis: tracking a killer virus. *Proc. of International Union of Microbiological Society.* 9-13 Agustus 1999. Sydney. Australia. p. 37.

- CHUA, K.B., W.J. BELLINI, P.A. ROTA, B.H. HARCOURT, A. TAMIN, S.K. LAM, T.G. KSIAZEK, P.E. ROLLIN, S.R. ZAKI, W.J. SHIEH, C.S. GOLDSMITH, D.J. GUBLER, J.T. ROEHRIG, B. EATON, A.R. GOULD, J. OLSON, H. FIELD, P. DANIELS, A.E. LING, C.J. PETERS, L.J. ANDERSON and B.J. MAHY. 2000b. Nipah virus: A recently emerging deadly Paramyxovirus. *Sci.* 288: 1432 – 1435.
- DANIELS, P., D. MIDDLETON, C. MORRISSY, B. VAN DER HEIDE, G. RUSSEL, M. BRAUN, J. MUSCHIALI, D. CARLSON and H. WESTBURY. 2001. Experimental infection with Nipah virus in pigs, cats and Pteropid bats: Clinical features, virus excretion and subclinical infection. *Proceeding Regional Seminar on Nipah Virus infection*. OIE- Department of Veterinary Services Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia. P9-12 April 2001. pp. 38 – 40.
- DONE S.J., N.J. HOLBROOK and P.J. BEGGS. 2002. The Quasi-biennial oscillation and ross river virus incidence in Queensland Australia. *Int. J. Biometeorol.* 46(4): 202 – 207.
- EASTERLING, D.R., G.A. MEEHL, C. PARMESAN, S.A. CHANGNON, T.R. KARL and L.O. MEARNES. 2000. Climate extremes: Observations, modeling and impacts. *Science* 289: 2068 – 2074.
- ENDY, T.P. and A. NISALAK. 2002. Japanese encephalitis virus: ecology and epidemiology. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 267: 11 – 48
- EPSTEIN, P.R. 1999. Climate and health. *Science* 285: 347 – 348.
- EPSTEIN, P.R. 2001. Climate change and emerging infectious diseases. *Microbes and Infection* 3: 747 – 754.
- EPSTEIN, P.R. 2007. Chikungunya fever resurgence and global warming. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 76: 403 – 404.
- FENNER F.J., E.P.J. GIBBS, F.A. MURPHY, R. ROTT, M.J. STUDDERT and D.O. WHITE. 1992. *Flaviviridae in Veterinary Virology* 2<sup>nd</sup> Edition. Academic Press, New York, USA pp. 441 – 455.
- FIELD, H.E. 2001. Wildlife reservoirs of Nipah and other emerging diseases. *Proc. of Regional Seminar on Nipah Virus Infection*. OIE-Dept. Veterinary Services, Malaysia, Kuala Lumpur, 9 – 12 April 2001. pp. 43 – 46.
- FIELD, H.E. J.S. MACKENZIE and P. DASZAK. 2007. Henipaviruses: emerging paramyxoviruses associated with fruit bats. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 315(51): 133 – 159.
- FORMAN, S.N. HUNGFORD. M. YAMAKAWA. T. YANASE. H.J. TSAI and Y.S. JOO. 2008. Climate Change Impacts and Risk for Animal Health in Asia. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 27(2): 581 – 597.
- GILBERT, M., X. XIAO, J. DOMENECH, J. LUBROTH, V. MARTIN and J. SLINGENBERGH. 2006. Anatidae migration in the Western Palearctic and spread of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus. *Emerg. Infect. Dis.* 12: 1650 – 1656.
- GOULD, E.A. and S. HIGGS. 2009. Impact of climate change and other factors on emerging arbovirus diseases. *Transactions of The Royal Society of Trop. Med. Hygiene* 103: 109 – 121
- GOULD, E.A., X. DE LAMBALLERIE, P.M. ZANOTTO and E.C. HOLMES. 2003. Origins, evolution, and vector/host coadaptations within the genus *Flavivirus*. *Adv. Virus Res.* 59: 277 – 314.
- HARDJOUTOMO, S., M.B. POERWADIKARTA dan E. MARTINDAH. 1995. Antraks pada hewan dan manusia di Indonesia. *Pros. Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner*. Bogor, 7-8 Nopember 1995. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 305 – 318.
- HAYES, C.G. 2001. West Nile Virus: Uganda, 1937, to New York City, 1999. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 951: 25 – 37.
- HSU, V.P., M.J. HOSAIN, U.D. PARASHAR, M.M. ALI, T.G. KSIAZEK, L. KUZMIN, M. NIEZYODA, C. RUPRECHT, J. BRESEE and R.F. BREIMAN. 2004. Nipah virus encephalitis reemergence, Bangladesh. *Emerg. Infect. Dis.* 10: 2082 – 2087.
- KAY, B.H. and J.G. AASKOV. 1989. Ross River virus (epidemic polyarthritis). *In: The Arboviruses: Epidemiology and Ecology*, Vol. 4. MONATH, T.P. (Ed.). Boca Raton: CRC Press. pp. 93 – 112.
- KOMAR, N. 2003. West Nile virus: epidemiology and ecology in North America. *Adv. Virus Res.* 61: 185 – 234.
- KUSMIYATI, N.S., S.N. MAPHILINDAWATI dan SUPAR. 2005. Leptospirosis pada hewan dan manusia di Indonesia. *Wartazoa* 15(4): 213 – 220.
- LANCIOTTI, R.S., G.D. EBEL, V. DEUBEL, A.J. KERST, S. MURRI, R. MEYER, M. BOWEN, N. MCKINNEY, W.E. MORRILL, M.B. CRABTREE, L.D. KRAMER and J.T. ROEHRIG. 2002. Complete genome sequences and phylogenetic analyses of West Nile virus strains isolated from the United States, Europe, and the Middle East. *Virology* 298: 96 – 105.
- LORONO-PINO, M.A., B.J. BLITVICH, J.A. FARFAN-ALE, F.I. PUERTO, J.M. BLANCO, N.L. MARLENEE, E.P. ROSADO-PAREDES, J.E. GARCIA-REJON, D.J. GUBLER, C.H. CALISHER and B.J. BEATY. 2003. Serological evidence of West Nile virus infection in horses, Yucatan State, Mexico. *Rev. Biomed.* 14: 159 – 161.
- MADANI, T.A., Y.Y. AL-MAZROU, M.H. AL-JEFFRI, A.A. MISHKHAS, A.M. AL-RABEAH, A.M. TURKISTANI, M.O. AL-SAYED, A.A. ABODAHISH, A.S. KHAN, T.G. KSIAZEK, and O. SHOBOKSHI. 2003. Rift Valley fever epidemic in Saudi Arabia: Epidemiological, clinical, and laboratory characteristics. *Clin. Infect. Dis.* 37(22): 1084 – 1092.
- MCMICHAEL, A.J. and R.E. WOODRUFF. 2008. Climate change and infectious diseases. *In the social ecology of infectious diseases* 1<sup>st</sup> Edition. MEYER, K.H. and H.F. PIZER (Eds.). 2008. London. Academic Press Elsevier pp. 378 – 407.

- MEEGAN, J.M. 1979. Rift Valley fever epizootic in Egypt: Description of the epizootic and virological studies. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 73: 618 – 623.
- MEEGAN, J.M., H. HOOGSTRAAL and M.I. MOUSSA. 1979. An epizootic of Rift valley fever in Egypt in 1977. *Vet. Rec.* 105: 124 – 125
- MEHLHOM, H., V. WALLDORF, S. KLIMPEL, B. JAHN, F. JAEGER, J. ESCHWEILER, B. HOFFMANN and M. BEER. 2007. First occurrence of *Culicoides* obsolete-transmitted Bluetongue virus epidemic in Central Europe. *Parasitol. Res.* 101(29): 219 – 228.
- MELLOR, P.S. and E.J. WITTMANN. 2002. Bluetongue virus in the Mediteranean Basin 1998 – 2001. *Vet. J.* 164(27): 20 – 37.
- NATALIA, L. dan A. PRIADI. 2006. Penyakit Septicaemia epizootica, penelitian penyakit dan upaya penanggulangannya pada sapi dan kerbau di Indonesia. *Pros. Lokakarya Nasional Ketersediaan IPTEK dalam Pengendalian Penyakit Strategis.* Jakarta, 12 Juli 2006. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 55 – 69.
- NICHOLLS, N. 1993. El Nino-Southern Oscillation and vector-borne disease. *Lancet* 342: 1284 – 1285.
- NOOR S.M., DARMINTO dan S. HARDJOUTOMO. 2001. Kasus antraks pada manusia dan hewan di Bogor pada awal tahun 2001. *Wartazoa* 11(2): 8 – 14.
- OKATINI, M., R. PURWANA dan I.M. DJAJA. 2007. Hubungan faktor lingkungan dan karakteristik individu terhadap kejadian penyakit Leptospirosis di Jakarta 2003 – 2005, *Makara. Kesehatan* 11(1): 17 – 24.
- OLSON, J.G., C. RUPPRECHT, P.E. ROLLIN, S.A. UNG, M. NIEZGODA, T. CLEMMINS, J. WALSTON and T.G. KSIAZEK. 2002. Antibodies to Nipah-like virus in bats (*Pteropus lylei*) Cambodia. *Emer. Infect. Dis.* 8: 987 – 988.
- OMPUSUNGGU, S., S. HILLS, M. SEMBIRING, V. MONIGAWA, N. SUSILARINI, A. WIDAJA, A. SASMITO, A. SUWANDONO, E. SEDYANINGSIH and I. JACOBSON. 2008. Confirmation of Japanese encephalitis as an endemic human disease through sentinel surveillance in Indonesia. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 79: 963.
- OWEN, J., F. MOORE, N. PANELLA, E. EDWARD, R. BRU and M. HUGHES. 2006. Migrating birds as dispersal vehicles for West Nile virus. *Ecohealth* 3: 79 – 85.
- PARTOUTOMO, S. 1993. Studies on the Epidemiology of Trypanosoma Evansi in Java. Ph.D Thesis. James Cook University, North Queensland 225 p.
- PATZ, J.A., K. STRZEPEK and S. LELE. 1998. Predicting key malaria transmission factors, biting and entomological inoculation rates using modelled soil moisture in Kenya. *Trop. Med. Int. Health* 3(10): 818 – 827.
- POERWADIKARTA, M.B., S. HARDJOUTOMO dan S. BAHRI. 1996. Antraks di Kabupaten Ngada, Prop. Nusa Tenggara Timur 1996: Peneguhan diagnosis antraks di laboratorium Balitvet Bogor. Rapat Teknis dan Pertemuan Ilmiah dengan Direktorat Kesehatan Hewan 20 – 21 September 1996 hlm. 1 – 11.
- POERWOSOEDARMO, S., G.M. SIMANDJUNTAK and T. SUROSO. 1996. Eastern movement of JE possible mechanism. *Proc. 7<sup>th</sup> Arbovirus Research in Australia.* Gold Coast, 25<sup>th</sup> – 27<sup>th</sup> November 1996. 2<sup>nd</sup> Mosquito control Association of Australia Symposium, Gold Coast, Australia (abstract).
- PURSE, B.V., H.E. BROWN, L. HARRUP, P.P.C. MERTENS and D.J. ROGERS 2008. Invasion of bluetongue and other orbivirus infection into Europe the role of biological and climatic processes. *Rev. Sci. Technique OIE* 27(2): 427 – 442.
- PURSE, B.V., P.S. MELLOR, D.J. ROGERS, A.R. SAMUEL, P.P.C. MERTENS and M. BAYUS. 1999. Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. *Nat. Rev. Microbiol.* 3: 171 – 181.
- SENDOW, I. 2002. Isolasi virus bluetongue serotipe 1,6 dan 21 dari serangga nyamuk di Jawa Barat. *JITV* 7(4): 272 – 278.
- SENDOW, I. 2005. Studi patogenitas isolat lokal virus bluetongue pada domba lokal dan impor. *JITV* 10(1): 51 – 62.
- SENDOW, I. 2006. Sentinel ternak, model untuk mempelajari epidemiologi penyakit Arbovirus. *J. Litbang Pertanian.* 25(1): 1 – 6.
- SENDOW, I. dan R.M.A. ADJID. 2005. Penyakit Nipah dan situasinya di Indonesia. *Wartazoa* 15(2): 66 – 71.
- SENDOW, I. dan S. BAHRI. 2005b. Penyakit Bluetongue pada ruminansia, distribusi dan usaha pencegahannya di Indonesia. *J. Litbang Pertanian* 24(2): 56 – 62.
- SENDOW, I., H.E. FIELD, R.M.A. ADJID, A. RATNAWATI, A.C. BREED, DARMINTO, C. MORRISY and P. DANIELS. 2009. Screening for Nipah Virus Infection in West Kalimantan Province, Indonesia. *Zoonoses Public Health.* 20 October 2009. pp. 1 – 5.
- SENDOW, I., R.M.A. ADJID, T. SYAFRIATI, DARMINTO, H. FIELD, HUME, C. MORRISY and P. DANIELS. 2008a. Seroepidemiologi Nipah virus pada kalong dan ternak babi di beberapa wilayah di Indonesia. *J. Biologi Indonesia* 5(1): 35 – 44.
- SENDOW, I., R.M.A. ADJID, A. RATNAWATI, DARMINTO, MUSTAFA, A.MANAF, H.E. FIELD, R.LUNT, P. DANIELS, A. BREED and C. ANDREW. 2008b. Seroepidemiology of Japanese encephalitis virus infection in bats and pigs in West Kalimantan, Indonesia. *Microbiology Indonesia* 2(2): 79 – 83.
- SENDOW, I., S. BAHRI dan A. SAROSA. 2000. Prevalensi Japanese-B- encephalitis pada berbagai spesies di Indonesia. *JITV* 5(1): 46 – 52.
- SENDOW, I., SUKARSIH, E. SOLEHA, B.J. ERASMUS dan P.W. DANIELS. 1993a. Isolation of bluetongue virus serotype 21 from *Culicoides* spp. in Indonesia. *Vet. Microbiol.* 36: 349 – 353.
- SENDOW, I., E. SOLEHA, P.W. DANIELS. D. SEBAYANG, J. ACHDIJATI, K. KARMA and B.J. ERASMUS. 1993b. Isolation of bluetongue virus serotype 1, 21 and 23 from healthy sentinel cattle in Irian Jaya, Indonesia. *Aust. Vet. J.* 70(6): 229 – 230.

- SENDOW, I., T. SYAFRIATI, DARMINTO, C. MORRISSY dan P. DANIELS. 2004. Deteksi dini infeksi virus Nipah dengan uji Enzyme immunoassay pada babi di Indonesia. *J. Mikrobiologi Indonesia* 9(2): 73 – 75.
- SLENNING, B.D. 2010. Global climate change and implications for disease emergence. *Vet. Pathol.* 47(1): 28 – 33.
- SMITH, C., J. EPSTEIN, S. RAHMAN, H. FIELD, S. SHARIFAH, and P. DASZAK. 2005. Use of satellite telemetry to study the movement of the Malayan flying fox (*Pteropus vampyrus*): Implication for conservation and public health. *Proc. of the International Wildlife Diseases Association Conference, Cairn Australia, June 2005.* p. 168.
- SOLOMON T., N.H. BEASLEY, M. EKKELENKAMP, M.J. CARDOSA and A.D.T. BARRETT. 2003. Origin and evolution of Japanese encephalitis virus in Southeast Asia. *J. Virol.* 77: 3091 – 3098.
- SUDANA, I.G. dan M. MALOLE 1982. Penyidikan penyakit hewan bluetongue di desa Caringin, kabupaten Bogor. *Annual report of Disease Investigation in Indonesia during the periode of 1975 – 1981.* Direktorat Kesehatan Hewan, Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta pp. 110 – 121.
- SWANEPOEL, R. and J.A.W. COETZER, 2004. Wesselborn disease. *In: Infectious Diseases of Livestock.* Coetzer, J.A.W. and R.C. Tustin (Eds). Oxford University Press, Oxford. pp. 987 – 994.
- WARD, M.P. and S.J. JOHNSON. 1996. Bluetongue virus and the Southern oscillation index: Evidence of an association. *Prev. Vet. Med.* 28: 57 – 68.
- WEISSENBOCK, H., Z. HUBALEK, T. BAKONYI and N. NOWOTNY. 2010. Zoonotic mosquito-borne flaviviruses: Worldwide presence of agents with proven pathogenicity and potential candidates of future emerging diseases. *Vet. Microbiol.* 140: 271 – 280.
- WIDARSO, H.S. dan P. WIELFRIED. 2002. Kebijakan Departemen Kesehatan dalam Penanggulangan Leptospirosis di Indonesia. *Kumpulan makalah Simposium Leptospirosis.* Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- WIDARSO, H.S., T. SUROSO, W. CECILIS, B. ENDANG, dan P. WIELFRIED. 2000. Kesiagaan Kesehatan dalam Antisipasi Penyebaran Virus Nipah di Indonesia. *Diskusi Panel Penyakit Japanese Encephalitis (JE) di Indonesia.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan – Badan Litbang Pertanian, Jakarta. 16 Mei 2000.
- WILLCOX, B.A. and R. COWELL. 2005. Emerging and re-emerging infectious diseases: Biocomplexity as in interdisciplinary paradigm. *Ecosystem Health* 2: 244 – 257.
- WILLIAMS, D.T., L.F. WANG, P.D. DANIELS and J.S. MACKENZIE. 2000. Molecular characterization of the first Australia isolate of Japanese encephalitis virus, the FU strain, *J. Gen. Virol.* 65: 2471 – 2480.
- WITTMANN, E.J. and M. BAYLIS. 2000. Climate change: Effect on culicoides-transmitted viruses and implications for the UK. *Vet. J.* 160: 107 – 117.
- YAMADA, M., K. NAKAMURA, M. YOSHII and KAKU. 2004. Nonsuppurative encephalitis in piglets after experimental inoculation of Japanese encephalitis flavivirus isolated from pigs. *Vet. Pathol.* 41: 62 – 67.
- ZELL, R., A. KRUMBHOLZ and P. WUTZLER. 2008. Impact of global warming on viral diseases: What is the evidence? *Current Opinion in Biotechnology* 19: 652 – 660.