



PERUBAHAN CUACA DAN PENYAKIT DENGGI: KAJIAN KES DI DAERAH SEREMBAN, NEGERI SEMBILAN, MALAYSIA

(Climate change and dengue: Case study in Seremban District, Negeri Sembilan, Malaysia)

Er Ah Choy, Elainie Bte Mohd Khair, Asmahani Atan, Mazrura Sahani & Zainudin Mohd Ali

ABSTRAK

Denggi merupakan penyakit endemik di Malaysia. Perubahan cuaca mengakibatkan peningkatan kematian, kemorbidan serta peningkatan kes penyakit seperti denggi. Artikel ini bertujuan untuk melihat hubungan antara perubahan cuaca dengan kes denggi yang dilaporkan di Daerah Seremban. Objektif kajian ini ialah untuk mengenalpasti hubungan antara perubahan cuaca dengan bilangan kes denggi di Daerah Seremban. Data sekunder berkaitan dengan bilangan kes penyakit bawaan-vektor dikumpul dari Pejabat Kesihatan Daerah Seremban, laman sesawang Kementerian Kesihatan Malaysia serta temubual dengan *key informant* yang berpengetahuan tentang perubahan cuaca dan kesihatan awam. Temubual telah dilaksanakan dari bulan Mac hingga Novembe 2009. Data kelembapan relatif dan data taburan hujan diperolehi dari Jabatan Meteorologi Malaysia dan Jabatan Pengairan dan Saliran. Kaedah korelasi Pearson digunakan untuk mengkaji hubungan antara pembolehubah perubahan cuaca dengan kes denggi pada aras keyakinan $p < 0.05$. Hasil kajian mendapati bahawa min suhu maksimum dan kelembapan relatif masing-masing mempunyai hubungan yang signifikan dengan bilangan kes denggi di Daerah Seremban (yakni masing-masing $r = 0.625$, $p < 0.05$ dan $r = 0.969$, $p < 0.05$). Bagi taburan hujan pula, hanya dua daripada empat stesen hujan di Daerah Seremban yang mempunyai hubungan yang signifikan dengan bilangan kes denggi: Stesen Stor JPS Sikamat ($r = 0.613$, $p < 0.05$) dan Stesen Hospital Seremban ($r = 0.64$, $p < 0.05$).

Kata kunci: Perubahan cuaca; kes denggi; kelembapan relatif, taburan hujan, kerpasan

ABSTRACT

Dengue is an endemic disease in Malaysia. Climate change has a direct impact on mortality morbidity of diseases such as dengue. This article aims to investigate the relationship between climate change and dengue cases in Seremban District, Malaysia. The objective of this study was to determine the relationship between climate change with the number of dengue cases in Seremban District, Negeri Sembilan. The numbers of cases of vector-borne diseases were collected from the Seremban District Health Office and the Ministry of Health website. In addition, interviews were also carried out with 15 key informants or experts of climate change and public health. Data on relative humidity and rainfall were obtained from the Meteorological Department and the Department of Irrigation and Drainage. The relationship between climate variables and dengue cases were analysed via Pearson correlation coefficients at $p < 0.05$. The results indicated that positive significant relationship exists between the mean maximum temperature and relative humidity and the number of dengue cases in the Seremban district ($r = 0.625$, $p < 0.05$ and $r = 0.969$, $p < 0.05$ respectively). For precipitation, only two of the four rainfall stations in the district of Seremban have significant relationships with the number of dengue cases, namely DID Sikamat Store Station ($r = 0.613$, $p < 0.05$) and Seremban Hospital Station ($r = 0.643$, $p < 0.05$).

Keywords: Climate change, dengue cases, relative humidity, rainfall, precipitation

PENGENALAN

Perubahan cuaca semakin mempengaruhi kehidupan manusia. Pertubuhan Bangsa-bangsa Bersatu (UN) telah menubuhkan satu konvensyen rangka kerja iaitu *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) dalam menangani perubahan cuaca. Menurut UNFCCC, sistem cuaca merupakan sumber yang dikongsi bersama seluruh dunia manakala kestabilannya boleh digugat melalui industri seperti pengeluaran karbon dioksida dan juga gas rumah hijau yang lain. Dalam bidang sains fizikal dan sosial, perubahan cuaca masih merupakan faktor tersembunyi yang perlu di ambil berat supaya perdebatan ini boleh menjadi isu utama masyarakat dunia (Burroughs 2007). Burroughs juga mendapati bahawa aktiviti manusia merupakan kesan utama yang mengakibatkan perubahan cuaca yang turut memberi ancaman kepada kesejahteraan manusia pada abad ke-21.

Peningkatan populasi, dan seterusnya pembangunan perindustrian dan aktiviti pertanian meningkatkan peningkatan pengeluaran gas rumah hijau (IPCC 1990). Khasnis dan Nettleman (2005) menyatakan peningkatan suhu global yang direkodkan pada abad ke-20 ialah sebanyak 0.3°C kepada 0.6°C dan peningkatan ini diramalkan akan meningkat dengan pesat. Menurut UNFCCC (2008), perubahan cuaca berlaku akibat aktiviti-aktiviti yang melibatkan industri dan gas rumah hijau. Selain daripada aktiviti industri, aktiviti pembalakan dan guna tanah turut menyumbang kepada perubahan cuaca dunia. Pada tahun 1994 sahaja, Malaysia mengeluarkan sebanyak 144 million tan gas rumah hijau (Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar Malaysia 2000).

Cuaca merupakan faktor penentu kepada kesejahteraan dan kesihatan manusia dalam kesihatan awam. Suhu sekitar luar dari julat selesa yang dirasai oleh populasi sudah disuai cuacakan dengan tekanan udara panas; bencana berkaitan dengan cuaca seperti banjir dan ribut, menyebabkan kehilangan nyawa yang jelas; banyak lagi penyakit berjangkit yang terhad kepada zon cuaca tertentu (Menne & Ebi 2006). Menurut Miller dan Smolarkiewicz (2008), kesan perubahan cuaca kepada kesihatan awam terbahagi kepada dua iaitu kesan secara langsung dan kesan bukan secara langsung. Menne dan Ebi (2006) menyatakan bahawa kesan secara langsung boleh dilihat melalui kematian yang disebabkan oleh tekanan kepanasan atau penyakit respiratori akibat pencemaran udara. Manakala kesan bukan secara langsung pula mengakibatkan penyakit bawaan makanan serta bawaan air, penyakit akibat bawaan vektor seperti demam denggi dan malaria.

Perubahan cuaca semulajadi global dijangka menimbulkan risiko pada masa akan datang yang tidak diketahui kepada manusia dan ekosistem tempatan semulajadi (Sutherst 2004). Ianya berlaku dengan pantas pada skala global dan mempunyai kesan signifikan kepada penyakit bawaan vektor. Perubahan cuaca global akan menjejaskan vektor penyakit, yang mana boleh merubah corak penyebaran bawaan vektor semasa (Khasnis dan Nettleman 2005). Insiden yang melibatkan penyakit bawaan arthropod akan bergantung kepada vektor dan faktor pembawa (Kovats et al. 2003). Malaria, denggi, wabak dan virus yang menyebabkan sindrom ensefalitis merupakan antara penyakit bawaan vektor yang terlibat. Walaupun pelbagai kajian telah dibuat, namun masih terdapat kecelaruan kerana kaitan antara cuaca dan denggi masih kurang difahami. Ini disebabkan virus denggi disebarkan oleh nyamuk yang membiak dalam bekas yang menakung air di kawasan-kawasan bandar (Kovats et al. 2003). Selain daripada faktor cuaca, faktor kepadatan populasi di sesuatu kawasan juga boleh dianggap relevan dengan pertambahan kes denggi. Kajian lepas menunjukkan apabila terdapat perubahan cuaca (dari tiga aspek iaitu hujan, suhu dan kelembapan), bergabung dengan faktor populasi setempat, kemungkinan peningkatan kes denggi adalah tinggi. Hal tersebut memberi implikasi terhadap kesihatan yang mana dalam sesetengah keadaan akan

mempunyai interaksi dengan cuaca untuk membesarkan lagi impak yang sedia ada (Haines et al. 2006).

Perubahan cuaca memberi impak kepada kehidupan manusia dan mengancam kesihatan manusia. Antara faktor utamanya ialah peningkatan kepadatan penduduk manusia, peningkatan suhu dunia seperti pemanasan global serta darjah pergantungan ke atas bahan pembakar *fossil* yang semakin meningkat. Pemindahan gas rumah hijau ke dalam atmosfera juga mengakibatkan kesan gas rumah hijau. Hal tersebut mengakibatkan gangguan ke atas lapisan ozon stratosfera dan seterusnya meningkatkan radiasi ultraungu ke permukaan bumi (Er 2007). Perubahan cuaca kesan daripada peningkatan aktiviti manusia serta pengeluaran gas rumah hijau memberi tekanan ke atas biosfera dan pelbagai ekosistem. Perubahan persekitaran memberi impak negatif ke atas kesihatan manusia. Dengan kata lain, perubahan cuaca, terutamanya perubahan suhu serta pemendakan berpotensi mempengaruhi kesihatan manusia, ekonomi, persekitaran fizikal dan sosial di seluruh pelusuk dunia.

Perubahan cuaca juga memberi implikasi kepada keakhiran kesihatan manusia yang mana peningkatan dalam julat kebolehubahan cuaca seperti frekuensi banjir yang tinggi dan peningkatan kerpasan dan suhu, membawa kepada masalah kebersihan serta keadaan ekologi yang sesuai untuk bakteria dan vektor yang menyumbang kepada peningkatan wabak penyakit (Er 2008, 2009).

Cuaca memang memberi impak yang besar terhadap kesihatan dan kesejahteraan manusia (WHO 2008). Bukti yang dikemukakan dalam Laporan Penilaian Keempat, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menunjukkan peningkatan dalam suhu akan diikuti dengan perubahan dalam cuaca. Pada tahun 2007 sahaja, kes denggi dilaporkan telah meningkat di beberapa negara Asia terutamanya Indonesia, Myanmar, Thailand dan juga Malaysia. Justeru, artikel ini memfokus kepada analisis hubungan antara perubahan cuaca dengan bilangan kes denggi.

ULASAN LITERATUR

Cuaca memang selalu memberikan impak yang besar terhadap kesihatan dan kesejahteraan manusia terutamanya sistem cuaca global yang kini telah mengalami tekanan berikutan daripada aktiviti manusia. Dengan itu, perubahan cuaca global merupakan cabaran terbaru kepada usaha yang berterusan dalam melindungi kesihatan manusia. Perubahan pada cuaca bumi akan mempengaruhi fungsi-fungsi kebanyakan ekosistem dan ahli dalam spesiesnya, begitu juga impak kepada kesihatan manusia. Antara perubahan yang pertama dapat dikenalpasti ialah perubahan dalam julat geografi (latitud dan altitud) dan musim penyakit berjangkit termasuklah jangkitan bawaan vektor seperti malaria dan demam denggi yang mana meningkat pada bulan-bulan yang panas (WHO 2003).

Perubahan cuaca mengakibatkan lima kesan kepada kesihatan awam (Zaini Ujang 2008). Pertamanya, perubahan suhu dan corak hujan telah menukar taburan serangga pembawa penyakit dari segi geografi, khususnya malaria dan denggi. Kemelut ini disebabkan kesihatan awam banyak bergantung kepada empat komponen alam sekitar utama, iaitu kualiti air minum, makanan mencukupi, kediaman dan persekitaran sosial selamat. Perubahan cuaca boleh menjejaskan keempat-empat komponen alam sekitar.

Kesan rumah hijau berlaku apabila terdapat pelepasan gas karbon dioksida daripada aktiviti manusia seperti pembakaran arang batu, minyak dan gas asli; metana dan nitrogen oksida yang dihasilkan oleh aktiviti perladangan dan perubahan dalam penggunaan tanah serta beberapa lagi gas industri yang telah lama dan tidak berlaku secara semulajadi. Contoh gas industri lain yang terjadi bukan secara semulajadi ialah seperti hidrofluorokarbon (HFC),

perfluorokarbon (PFC) dan sulfur heksafluorokarbon (SF₆) (UNFCCC 2008; Khasnis & Nettleman 2005). Tindakan dan aktiviti manusia yang ketara akan meningkatkan kadar kepekatan gas-gas rumah hijau di atmosfera bumi. Suhu bumi dijangka akan meningkat kesan dari bertambahnya kepekatan gas CO₂ di atmosfera bumi hari ini. Sejak akhir tahun 1800-an, min suhu dunia telah meningkat sebanyak kira-kira 0.3°C hingga 0.6°C dengan tahun 1998 dianggap sebagai tahun yang paling panas yang pernah direkodkan dalam kurun ke-20 lalu (Shaharuddin Ahmad 2006).

Denggi merupakan masalah buatan manusia yang berkaitan dengan perlakuan manusia sendiri. Ianya dipengaruhi oleh globalisasi, pembangunan bandar yang tidak dirancang dan tidak dikawal, tempat penyimpanan air yang tidak sesuai serta kebersihan yang kurang memuaskan. Faktor-faktor ini menyebabkan pertambahan bilangan tempat pembiakan nyamuk Aedes (Plianbangchang 2007; Campbell-Lendrum & Reithinger 2002). Kes denggi telah merebak secara mendadak di seluruh dunia dalam dekad kebelakangan ini. Lebih kurang 2.5 billion manusia iaitu 2/5 daripada jumlah populasi dunia berisiko untuk dijangkiti denggi setiap tahun di seluruh dunia. Penyakit ini sudah menjadi tetap di lebih 100 negara di Afrika, Amerika Syarikat, Timur Mediterranean, Asia Tenggara, dan juga Barat Pasifik. Asia Tenggara dan Barat Pasifik merupakan kawasan yang terjejas teruk (WHO 2008; Lee 2005).

Kajian mengenai denggi di Malaysia tidak banyak berdasarkan kepada perubahan cuaca dan juga kes denggi. Antara kajian yang awal di Malaysia selain kajian Foo et al (1985) yang telah mengaitkan antara keduanya ialah kajian oleh Lokman Hakim Sulaiman (2005). Kajian tersebut menyatakan bahawa pemanasan global dan perubahan cuaca membantu dalam penyebaran penyakit. Denggi memerlukan tiga keadaan untuk membantu penyebaran virusnya iaitu melalui perubahan suhu, taburan hujan dan kelembapan relatif. Suhu mempengaruhi pertumbuhan, pembangunan dan kadar ketahanan mikrob dan vektor manakala cuaca mempengaruhi masa penyebaran penyakit. Secara ringkasnya boleh dinyatakan bahawa cuaca memainkan peranan yang penting dalam penyebaran penyakit denggi.

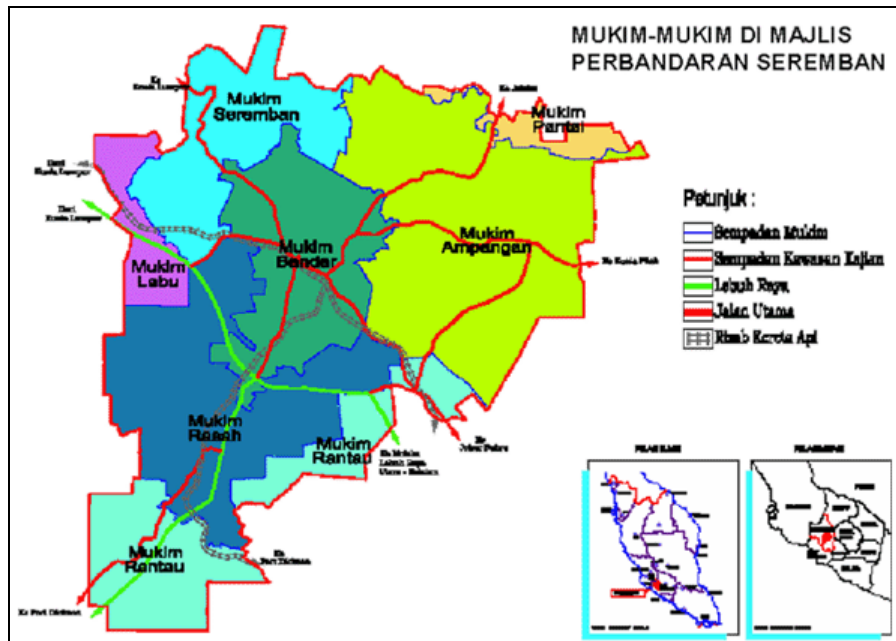
METOD KAJIAN

Kajian ini menggunakan beberapa metod dalam mengumpul data. Data sekunder dikumpul dari pelbagai jabatan kerajaan seperti Jabatan Meteorologi Malaysia (JMM), Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) serta Pejabat Kesihatan Daerah Seremban (PKDS) serta Kementerian Kesihatan Malaysia (KMM). Temubual dengan key informant telah dilakukan dari bulan Mac hingga November 2009.

Data yang diperolehi daripada JMM ialah data taburan hujan, data min suhu maksimum dan min suhu minimum serta data kelembapan relatif bagi satu lagi stesen pengumpulan data iaitu Stesen Hospital Seremban. Stesen Hospital Seremban ini dipilih kerana kesesuaiannya yang terletak di dalam Daerah Seremban itu sendiri. Data meteorologi yang dipilih pula berdasarkan data bagi setiap bulan untuk jangka masa sebelas tahun iaitu dari tahun 1998 hingga 2008 (JMM 2009). Data yang diperolehi daripada pihak JPS ini hanyalah data jenis taburan hujan di Daerah Seremban. Terdapat hanya tiga buah stesen pengumpulan data hujan di Daerah Seremban yang berada di bawah pengawasan JPS Stesen Stor JPS Sikamat (Latitud 02° 44' 15" Longitud 101° 57' 20"), Stesen Astana Hinggap (Latitud 02° 43' 50" Longitud 101° 56' 50") dan juga Stesen Kampung Bahru Pantai (Latitud 02° 47' 06" Longitud 101° 59' 42") sahaja. Data taburan hujan ini juga berbentuk data bulanan bagi tahun 1998 hingga 2008. Data yang boleh diperolehi daripada Pejabat Kesihatan Daerah ini ialah data insiden penyakit denggi yang dilaporkan di sekitar Daerah Seremban yang merupakan kawasan seliaan pihak PKDS seperti di Rajah 1. Data yang diperolehi ini juga dalam bentuk data

mingguan dari tahun 2000 hingga 2009, iaitu sehingga Minggu Epid 25/2009 (21 hingga 27 Jun 2009) yang merupakan data terkini (Param Jothie 2009).

Rajah 1: Peta Mukim di Majlis Perbandaran Seremban



Sumber: Laman Web Rasmi Majlis Perbandaran Seremban

Selain daripada data sekunder yang diperolehi daripada jabatan kerajaan, maklumat dari bahan bacaan jurnal, buku ilmiah yang didapati daripada perpustakaan, laman sesawang rasmi, dan juga Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Negeri Sembilan (JPBDNS) turut diambil kira (<http://www.ns.gov.my/jabatan/jpbdns/>). Bagi maklumat dari internet pula, hanya laman sesawang rasmi yang dipercayai yang digunakan seperti laman sesawang bagi World Health Organization (WHO), United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), dan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Selain itu, terdapat juga keratan akhbar dari Ketua Pengarah Kesihatan Malaysia yang memberi maklumat mengenai situasi semasa demam denggi dan Chikungunya di Malaysia yang terdapat secara atas talian.

Analisis Korelasi Pearson digunakan untuk mendapatkan perhubungan antara perubahan cuaca dengan bilangan kes denggi di Malaysia. Faktor perubahan cuaca merangkumi taburan hujan, suhu, kelembapan relatif, bilangan kes denggi Daerah Seremban, populasi penduduk Daerah Seremban. Terdapat empat stesen pengumpulan hujan yang terdapat dalam Daerah Seremban. Daripada empat stesen itu, hanya dua daripadanya yang mempunyai perkaitan dengan bilangan kes denggi di Daerah Seremban. Stesen yang mempunyai perkaitan dengan bilangan kes denggi di Daerah Seremban ialah Stesen Stor JPS Sikamat dan juga Stesen Hospital Seremban. Nilai pekali korelasi positif menunjukkan hubungan positif manakala pekali korelasi negatif menunjukkan hubungan negatif atau songsang (Abd. Rahim et al. 2004). Aras keyakinan yang digunakan ialah $p < .05$.

HUBUNGAN ANTARA PERUBAHAN CUACA DENGAN BILANGAN KES DENGGI

Korelasi antara faktor perubahan cuaca seperti taburan hujan, suhu, kelembapan relatif dengan bilangan kes denggi Daerah Seremban. Korelasi Pearson digunakan kerana semua data sekunder yang diperolehi adalah berbentuk data kuantitatif (Abd. Rahim et al. 2004). Selain itu, korelasi Pearson menganalisis hubungan antara perubahan cuaca dengan bilangan kes denggi di Daerah Seremban pada aras keyakinan $p < .05$.

(a) Hubungan Antara Taburan Hujan dengan Bilangan Kes Denggi

Terdapat hubungan positif yang sederhana dan signifikan antara taburan hujan di Stesen Stor JPS Sikamat dengan bilangan kes denggi di Seremban ($r = 0.613$, $p < .05$). Manakala terdapat hubungan positif yang sederhana dan signifikan antara taburan hujan di Stesen Hospital Seremban dengan bilangan kes denggi ($r = 0.643$, $p < .05$). Hubungan positif dan signifikan tersebut menunjukkan semakin meningkatnya taburan hujan, semakin meningkat bilangan kes denggi. Menurut Todorov & David (1982), analisis rekod taburan hujan bagi Malaysia tidak menunjukkan sebarang tren kenaikan dan penurunan yang konsisten. Rekod taburan hujan yang terbaru bagi sebahagian kawasan di Malaysia mendapati bahawa kesemua kawasan tersebut mempunyai tren pengurangan hujan yang kecil daripada 4 hingga 7 mm per tahun. Berlakunya peningkatan dan penurunan taburan hujan adalah disebabkan oleh pengaruh angin monsun iaitu Monsun Timur Laut yang berlaku pada bulan Disember hingga Mac, manakala Monsun Barat Daya pula pada bulan Jun hingga September. Angin Monsun Timur Laut yang bercirikan musim kering di negara ASEAN Utara seperti Kemboja, Laos, Myanmar, Utara Filipinan, Utara Thailand dan Vietnam. Pada masa yang sama, negara ASEAN Selatan pula mengalami musim hujan seperti negara Brunei Darussalam, Indonesia, Malaysia, Selatan Filipinan, Singapura dan Selatan Thailand (National Environment Agency 2007). Menurut Dale (1959) pula, semasa musim Angin Monsun Timur Laut, kawasan Semenanjung Pantai Timur yang terdedah, Barat Sarawak dan Timur Laut Sabah mengalami peristiwa hujan lebat. Purata penurunan hujan bulanan di kawasan tersebut mempunyai julat di antara 230mm hingga 760mm. Sementara itu, kawasan daratan ataupun kawasan yang dilindungi oleh banjaran gunung selalunya bebas daripada pengaruh hujan lebat tersebut. Secara puratanya, min penurunan hujan bulanan boleh berada pada julat 10mm hingga 300mm di tempat-tempat lain pada musim yang lain. Antara keempat-empat stesen taburan hujan di Daerah Seremban, Stesen Kg. Bahru Pantai pernah mencatatkan kadar penurunan hujan paling tinggi ialah sebanyak 668mm berbanding daripada tiga stesen yang lain yang mengalami kadar penurunan hujan yang sekata sekitar 250mm hingga 320mm

Kajian Gubler et al. (2001); Woodruff et al. (2002); dan Kelly-Hope et al. (2004) menunjukkan pola taburan hujan akan mempengaruhi habitat larva dan saiz populasi vektor. Dalam sesetengah kes, peningkatan dalam kadar penurunan hujan akan meningkatkan habitat larva dan populasi vektor dengan mewujudkan habitat baru, sementara hujan lebat juga boleh menghapuskan habitat nyamuk melalui banjir dan seterusnya mengurangkan populasi vektor. Dua stesen taburan hujan yang mempunyai hubungan yang signifikan dengan kes denggi di Daerah Seremban ini mengalami kadar penurunan hujan yang sekata sekitar 250mm hingga 320mm. Ke kerapannya peristiwa hujan akan memastikan sebarang bekas takungan buatan manusia yang boleh dijadikan sebagai habitat larva nyamuk akan ditakungi air. Dengan itu, keadaan ini akan mengembangkan lagi populasi nyamuk dewasa (Patz dan Reisen 2001). Menurut Curto de Casas dan Carcavallo (1995), hujan merupakan faktor penting dalam penyediaan tempat pembiakan vektor yang merupakan haiwan akuatik seperti Diptera. Banyak tempat akan dibanjiri dengan sisa air pada musim hujan.

(b) Hubungan Antara Suhu dengan Bilangan Kes Denggi

Terdapat hubungan positif dan signifikan antara suhu maksimum dengan bilangan kes demam denggi ($r = 0.625$, $p < .05$). Hal tersebut menunjukkan suhu merupakan salah satu faktor yang memainkan peranan yang penting dalam pembiakan vektor nyamuk. Ini menunjukkan semakin tinggi suhu, semakin tinggi bilangan kes denggi.

Hasil kajian menunjukkan terdapat penurunan dan peningkatan dalam suhu setempat walaupun variasi suhu mengikut musim dan ruang masa adalah kecil, namun begitu ianya agak tetap bagi sesetengah keadaan. Di seluruh Semenanjung Malaysia terdapat variasi suhu yang tetap berikutan angin monsun dan ianya boleh dilihat di daerah sebelah Timur Malaysia. Bulan April dan Mei merupakan bulan yang mempunyai purata suhu bulanan tertinggi di kebanyakan kawasan, manakala bulan Disember dan Januari merupakan bulan yang mempunyai purata suhu bulanan terendah (Teh et al. 1998). Suhu maksimum yang tertinggi pernah dicatatkan di Daerah Seremban ialah 35.1°C dan purata suhu maksimum di Daerah Seremban ialah 31.9°C (Jabatan Meteorologi Malaysia 2008). Di sebaliknya pula, tiada kaitan yang boleh dijelaskan antara julat suhu minimum dengan bilangan kes denggi. Lain pula dengan julat suhu maksimum apabila suhu yang tinggi mampu mempengaruhi pertumbuhan (Tsuzuki et al. 2009), pembangunan dan kadar ketahanan mikrob dan vektor manakala cuaca mempengaruhi masa penyebaran penyakit (Lokman Hakim Sulaiman 2005).

Namun begitu, Patz dan Reisen (2001) menyatakan bahawa replikasi viral dan jangkamasa waktu musim penyebaran penyakit bergantung kepada suhu persekitaran. Tambah pula, suhu yang panas akan membesarkan dan meluaskan lagi musim penyebaran. Hales et al. (2002) turut menyokong bahawa penyebaran penyakit bawaan nyamuk ini sensitif kepada cuaca untuk beberapa sebab; salah satunya ialah suhu persekitaran yang panas adalah sangat penting kepada kelakuan makan dan kematian nyamuk, kadar pembangunan larva, dan kelajuan proses replikasi viral. Selain itu, suhu yang tinggi juga memendekkan masa pengeraman telur nyamuk (Watts et al 1987).

Peningkatan suhu berkait dengan perubahan cuaca global telah dijangka meluaskan penyebaran patogen bawaan vektor dengan mengubah ekosistem sesuatu tempat. Apabila penyebarannya meluas, ianya telah mendedahkan populasi pembawa kepada musim penjangkitan yang lebih panjang selain mendedahkan populasi ini kepada patogen yang baru dikenali. Perubahan cuaca merupakan faktor penyumbang kerana patogen menghabiskan masa kitaran hidupnya dalam pembawa invertebrata yang mana suhu badannya kekal sama dengan keadaan sekitar (Patz & Reisen 2001; Barclay 2008; B. Lee Ligon 2005). Menurut Curto de Casas dan Carcavallo (1995), analisis kesan akibat faktor cuaca terhadap biologi vektor membenarkan rumusan dibuat bahawa peningkatan suhu mempercepatkan proses metabolik. Kesannya ialah keperluan vektor untuk memerlukan lebih banyak makan dengan menghisap darah yang mana mempunyai kesan kepada masa kitar hidupnya dan kepadatan populasi. Pada masa yang sama, parasit mampu mempercepatkan fasa pembangunan dan penjangkitan kepada manusia berbanding ketika suhu sekitaran adalah rendah.

Laporan UNFCCC (2008) dan Barclay (2008) menyatakan bahawa suhu yang panas bermaksud kadar penyejatan yang lebih banyak dan atmosfera yang panas mampu menampung lebih banyak air di atas yang boleh turun dalam bentuk hujan. Sama juga dengan kawasan kering yang besar kemungkinannya untuk kehilangan lebih banyak kelembapan jika cuaca lebih panas; keadaan ini akan menyebabkan kemarau menjadi lebih teruk. Oleh yang demikian, suhu yang tinggi dijangka akan mengembangkan jarak bagi penyakit bawaan vektor yang berbahaya kepada manusia dan menyebabkan kenaikan mendadak dalam jumlah kes denggi.

(c) Hubungan Antara Kelembapan Relatif dengan Bilangan Kes Denggi

Terdapat hubungan positif dan signifikan antara kelembapan relatif dengan bilangan kes denggi ($r = 0.969$, $p < .05$). Hubungan positif yang tinggi wujud antara kelembapan relatif pada pukul 8 pagi dengan bilangan kes denggi. Ertinya, semakin tinggi kelembapan relatif, semakin tinggi bilangan kes denggi. Julat kelembapan relatif pada waktu pukul 2 petang tidak mempunyai perkaitan dengan bilangan kes denggi. Ini mungkin disebabkan nyamuk aedes aktif pada awal pagi dan senja iaitu bermula pada pukul 5.00 pagi hingga 7 pagi dan pukul 5.00 petang hingga 7 petang (Macdonald 1986).

Purata kelembapan relatif bulanan terletak di antara 70% ke 90%, berbeza daripada satu kawasan dengan kawasan yang lain dan antara satu bulan dengan bulan yang lain. Peningkatan dan penurunan peratus kelembapan berkait dengan suhu harian. Apabila suhu rendah, kelembapan relatif berada pada tahap yang tinggi dan juga sebaliknya. Di Semenanjung Malaysia, kelembapan relatif minimum selalunya berlaku pada bulan Januari dan Februari, manakala kelembapan relatif maksimum berlaku pada bulan November (Teh et al. 1998). Peratus kelembapan maksimum tertinggi yang pernah dicatatkan di Daerah Seremban ialah 95% pada bulan Mei 2004 dengan purata peratus bagi kelembapan relatif pada pukul 8 pagi ialah 89%. Kelembapan hanya tinggi jika taburan hujan dan suhu adalah tinggi, dan keadaan ini adalah kondusif kepada pembiakan dan ketahanan populasi vektor, dan kepantasan proses replikasi virus (Hales et al. 2002). Malaysia mempunyai kelembapan yang tinggi.

Kelembapan hanya tinggi jika taburan hujan dan suhu adalah tinggi, dan keadaan ini adalah kondusif kepada pembiakan dan ketahanan populasi vektor, dan kepantasan proses replikasi virus (Hales et al. 2002). Kelembapan relatif merupakan faktor penentu yang boleh memberi kesan kepada corak hidup nyamuk, seperti masa mengawan dan oviposition. Tambahan pula, peningkatan kelembapan secara amnya meningkatkan kadar ketahanan vektor, dan seterusnya membenarkan pemanjangan masa nyamuk untuk membekalkan virus secara lebih berkesan kepada perumah yang telah dijangkiti (Wu et al. 2007). Selain itu, kelembapan relatif yang rendah pada persekitaran boleh membantu nyamuk dalam mencari perumah dan memudahkan penyebaran penyakit. Selain itu, kelembapan relatif yang tinggi merangsang proses metabolik vektor dan kelembapan relatif yang rendah menyebabkan nyamuk perlu menghisap darah dengan lebih banyak bagi mengelakkan dehidrasi (Curto de Casas dan Carcavallo 1995).

KESIMPULAN

Hasil kajian mendapati bahawa antara min suhu maksimum dan kelembapan relatif mempunyai hubungan yang signifikan dengan bilangan kes denggi di Daerah Seremban pada aras keyakinan $p < 0.05$ dengan pekali korelasi masing-masing $r = 0.625$ dan $r = 0.969$. Hal tersebut menunjukkan suhu merupakan salah satu faktor yang memainkan peranan yang penting dalam pembiakan vektor nyamuk. Ini menunjukkan semakin tinggi suhu, semakin tinggi bilangan kes denggi. Hubungan positif yang tinggi wujud antara kelembapan relatif pada pukul 8 pagi dengan bilangan kes denggi. Ertinya, semakin tinggi kelembapan relatif, semakin tinggi bilangan kes denggi.

Bagi taburan hujan pula, hanya dua daripada empat stesen hujan di Daerah Seremban yang mempunyai hubungan signifikan dengan bilangan kes denggi iaitu Stesen Stor JPS

Sikamat dan Stesen Hospital Seremban pada aras signifikan $p < 0.05$, maka pekali korelasi masing-masing $r = 0.613$ dan $r = 0.643$. Hubungan positif dan signifikan tersebut menunjukkan semakin meningkatnya taburan hujan, semakin meningkat bilangan kes denggi.

Hasil kajian menunjukkan terdapat perkaitan antara perubahan cuaca dengan kes denggi yang dilaporkan di Daerah Seremban. Antara faktor-faktor perubahan cuaca yang mempengaruhi adalah taburan hujan, suhu dan kelembapan relatif.

RUJUKAN

- Barclay, E. 2008. Is climate change affecting dengue in the Americas? *The Lancet* 371 (9617): 973-974.
- Burroughs, W. J. 2007. *Climate Change: a multidisciplinary approach. 2nd Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Campbell-Lendrum, D. & Reithinger, R. 2002. Dengue and climate change. *Journal of Parasitology* 18 (12): 524.
- Curto de casas, S. I. & Carcavallo, R. U. 1995. Climate change and vector-borne diseases distribution. *Journal of Social Science Medical* 40 (11): 1437-1440.
- Er, A.C. 2007. A Quantitative Methodology to test Ecological Modernization Theory in the Malaysian Context. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands.
- Er Ah Choy. 2008a. Methods In The Assesement Of Socioeconomic Impacts of Climate Change on Public Health. Workshop for Working Group on Vulnerability & Adaptation, Second National Communication (NC2), 28-29 January, 2008, Awana Hotel, Genting Highlands, MNRE, NAHRIM, UNDP, LESTARI.
- Er, A.C., Asmahani Atan, Nursalihah Kassim dan Mazrura Sahani. (2009). Metodologi Kuantitatif Untuk Komputasi Impak Sosio-ekonomi Perubahan Iklim Terhadap Kesihatan Manusia. Prosiding Persidangan Kebangsaan Ekonomi Malaysia keIV 2009, Suria Cherating Beach Resort, Kuantan, Pahang, 2-4 Jun 2009.
- Gubler, D. J., Reiter, P., Ebi, K., Yap, W., Nasci, R., Patz, J. 2001. Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector-and rodent-borne disease. Dlm. Wu, P. C., Lay, J. G., Guo, H. R., Lin, C. Y., Lung, S. C., Su, H. J. (pnyt.). Higher temperature and urbanization affect the spatial patterns of dengue fever transmission in subtropical Taiwan. *Journal of Total Environment* 407: 2224-2233.
- Haines, A., Kovats, R. S., Campbell-Lendrum, D. Corvalan, C. 2006. Climate change and human health: Impact, vulnerability and public health. *Journal of Public Health* 120 (7): 585-596.
- Hales, S., de Wet., Maindonald, J., Woodward, A. 2002. Potential effect of population and climate change on global distribution of dengue fever: an empirical model. *The Lancet* 360: 830-834.

- IPCC. 1990. *The IPCC Response Strategies: Working Group III*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jabatan Meteorologi Malaysia. 2009. *Climate change scenarios for Malaysia 2001-2099: Scientific Report*. Kuala Lumpur: Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi.
- Jabatan Perangkaan Malaysia. 2008. *Ciri-ciri asas penduduk mengikut daerah pentadbiran*. Putrajaya: Jabatan Perangkaan Malaysia.
- Kelly-Hope, L.A., Purdie, D.M., Kuhnle, . 1997. Dengue virus infection: Epidemiology, pathogenesis, clinical presentation, diagnosis, and prevention. *Journal of Pediatrics* 131 (4): 516-524.
- Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar Malaysia. 2000. *Malaysia Initial National Communication*. Kuala Lumpur: Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar.
- Kenyataan Akhbar Ketua Pengarah Kesihatan Malaysia. 2009. *Situasi semasa demam denggi dan Chikungunya di Malaysia*. (atas talian) <http://www.moh.gov.my/MohPortal/newsFull.jsp?action=load&id=432> [23 April 2009].
- Khasnis, A. A. & Nettleman, M. D. 2005. Global Warming and Infectious Disease. *Journal of Medical Research* 36: 689-696
- Kovats, R. S., Bouma, M. J., Hajat, S., Worrall, E., Haines, A. 2003. El-Niño and health. *The Lancet* 362: 1481-1488.
- Lee, B. L. 2005. Dengue fever and dengue hemorrhagic fever: A review of the history, transmission, treatment, and prevention. *Journal of Pediatric Infectious Diseases* 16 (1): 60-65
- Lokman Hakim Sulaiman. 2005. *Climate cahnge and its relationship to disease patterns in Malaysia – a retrospective study*. (atas talian) http://nc2.nre.gov.my/wp-content/uploads/2008/08/2b_imrcchealth.ppt [15 April 2009]
- Menne, B. & Ebi, K.L. 2006. *Climate change and adaptation strategies for human health*. Germany: Steinkopff-Verlag Darmstadt.
- Miller, M. J., Smolarkiewiez, P. K. 2008. Predicting weather, climate and extreme events. *Journal of Computational Physics* 207: 3429-3430.
- Param Jothie, T. 2009. *Demam denggi / demam denggi berdarah di Daerah Seremban sehingga minggu pertama tahun 2009 (m 53)*. Slaid Mesyuarat Epidemiologi, Negeri Sembilan, 2008.
- Patz, J. A. & Reisen, W. K. 2001. Immunology, climate change and vector-borne disease. *Journal of Immunology* 22 (4): 171-172.

- Pliangbangchang, S. 2007. *WHO alerted: prompt action needed on dengue*. (atas talian) http://www.searo.who.int/en/Section316/Section503/Section2358_13463.htm [1 Februari 2009]
- Shaharudin Ahmad. 2006. *Meteorologi*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Sutherst, R. W. 2004. Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. *American Society for Microbiology*. 17(1): 136-173.
- Tsuzuki, A., Trong Duoc, V., Higa, Y., Thi Yen, N., Takagi, M. 2009. High potential risk of dengue transmission during the hot-dry season in Nha Trang City, Vietnam, *Journal of Acta Tropika*. 111:325-329.
- United States Environmental Protection Agency. 2006. *Climate and weather*. (atas talian) <http://www.epa.gov./climatechange/kids/climateweather.html> [3 November 2009]
- WHO. 2003. *Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change*. Health and global environmental change, Series 1. Colombo: World Health Organization Publication.
- WHO. 2008. *Dengue*. (atas talian) <http://www.who.int/topics/dengue/en/> [20 Disember 2008].
- Woodruff, R. E., Guest, C. S., Garner, M.G., Becker, N., Lindesay, J., Carvan, T., Ebi, K., 2002. Predicting Ross River virus epidemics from regional weather data. Dlm. Wu, P. C., Lay, J. G., Guo, H. R., Lin, C. Y., Lung, S. C., Su, H. J. (pnyt.). Higher temperature and urbanization affect the spatial patterns of dengue fever transmission in subtropical Taiwan. *Journal of Total Environment* 407: 2224-2233.
- Wu, P. C., Lay, J. G., Guo, H. R., Lin, C., Lung, S. C., Su, H. J. 2009. Higher temperature and urbanization affect the spatial patterns of dengue fever transmission in subtropical Taiwan. *Journal of the Total Environment* 407: 2224-2233.
- Zaini Ujang. 2008. Kesihatan awam dan perubahan cuaca. Berita Harian, 8 April: 2009. (atas talian) <http://www.fkkksa.utm.my/index.php/Latest-Minda-Lestari/KESIHATAN-AWAM-DAN-PERUBAHAN-CUACA.html>. [9 Jun 2009].
- Zell, R., Krumbholz, A., Wutzler, P. 2008. Impact of global warming on viral disease: what is the evidence? *Journal of Biotechnology* 19: 6520660.
- Er Ah Choy, Elaine Bte Mohd Khair, Asmahani Atan, Mazrura Sahani & Zainudin Mohd Ali
 Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran
 Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan
 Universiti Kebangsaan Malaysia
 43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan
 Malaysia
 Email: eveer@ukm.my