

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: ***Systematic Review***

1. Submit manuskrip ke Jurnal Kesehatan Politeknik Kesehatan
Tanjungkarang (6 Maret 2020)
2. Pemberitahuan hasil review-1 (23 Maret 2020)
3. Perbaikan tahap-1 (3 Agustus 2020)
4. Pemberitahuan hasil review-2 (7 Agustus 2020)
5. Perbaikan tahap-2 (10 Agustus 2020)
6. Pemberitahuan artikel accepted (17 September 2020)
7. Pemberitahuan artikel published (24 September 2020)

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

1. Submit manuskrip ke Jurnal Kesehatan Politeknik Kesehatan
Tanjungkarang (6 Maret 2020)
 - Pemberitahuan telah submit
 - Lampiran manuskrip submit



Prayudhy Yushananta <prayudhyyushananta@gmail.com>

[JK] Submission Acknowledgement

Jurnal Kesehatan <jk@poltekkes-tjk.ac.id>

06 Maret 2020 pukul 14.44

Kepada: "Mr. Prayudhy yushananta" <prayudhyyushananta@gmail.com>

jk@poltekkes-tjk.ac.id

Mr. Prayudhy yushananta:

Thank you for submitting the manuscript, "PERUBAHAN IKLIM DAN DBD DI INDONESIA: SYSTEMATIC REVIEW" to Jurnal Kesehatan. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JK/author/submission/1696>

Username: pyushananta

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Jurnal Kesehatan

Jurnal Kesehatan

Jurnal Kesehatan

<http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JK>

Perubahan Iklim dan DBD di Indonesia: *Systematic Review*

Prayudhy Yushananta¹, Agus Setiawan², Tugiyono²

¹ Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Lampung

² Pasca Sarjana, Universitas Lampung, Indonesia

ABSTRACT

Introduction. DHF is still a serious problem, especially in children in endemic countries. An estimated 3.6 billion people are at risk and 21,000 deaths each year. Climate is one of the environmental factors that play a role through the abundance of vector organisms. In Indonesia, in 2018 there were 65,602 cases (IR = 24.75 per 100,000 population), with the death of 467 people (CFR = 0.71%), and 85.6% of districts in Indonesia reported dengue cases.

Method. Google scholar is used as the main source for finding articles related to DHF and climate published during 2015-2019. The inclusion criteria set forth, are articles that must be published in international journals, published in 2015-2019, must discuss about Indonesia, and must assess the effect of climate change on DHF.

Results. A total of 52 articles were found, but only 6 articles met the inclusion criteria. Using various analytical methods, all articles obtain climate variability related to the incidence of DHF, through vector abundance.

Conclusion. The dynamics of DHF is a very complex system, so it is necessary to combine additional factors other than climate to predict it. The development of an early warning and monitoring system is important, in addition to strengthening the role of households in controlling DHF.

Keywords: DHF, Climate, Rainfall, Humidity, Temperature

Pendahuluan. Penyakit DBD masih menjadi masalah serius, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis. Diperkirakan 3,6 miliar orang berisiko dan 21.000 kematian setiap tahunnya. Iklim menjadi salah satu faktor lingkungan yang berperan melalui kelimpahan organisme vektor. Di Indonesia, selama tahun 2018 tercatat sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan kematian 467 orang (CFR= 0,71%), dan 85,6% kabupaten di Indonesia melaporkan kasus DBD.

Metode. Google scholar digunakan sebagai sumber utama untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim yang terbit selama 2015-2019. Kriteria inklusi yang ditetapkan, adalah artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional, diterbitkan pada tahun 2015-2019, harus membahas tentang Indonesia, dan harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD.

Hasil. Sebanyak 52 artikel ditemukan, namun hanya 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi. Menggunakan bermacam metode analisis, semua artikel mendapatkan variabilitas iklim berhubungan dengan kejadian DBD, melalui kelimpahan vektor.

Kesimpulan. Dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini menjadi penting, selain memperkuat peran rumah tangga dalam pengendalian DBD.

PENDAHULUAN

Dengue adalah penyakit yang disebabkan oleh empat virus berbeda dalam keluarga *Flaviviridae* dan genus *Flavivirus*, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk dari genus *Aedes*, terutama *Aedes aegypti* (Lloyd, 2003; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Infeksi dengue memiliki spektrum penyakit klinis yang luas, mulai dari penyakit demam asimtomatik, demam dengue (DF), demam berdarah dengue (DHF), hingga Dengue Syok Sindrom (DSS) (Word Health Organization, 1997).

Dewasa ini penyakit DBD merupakan salah satu masalah serius bagi lebih dari setengah populasi dunia dan penyebab utama rawat inap dan kematian, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis (Gubler, 2013; Gubler et al., 2001). Studi terbaru memperkirakan bahwa 3,6 miliar orang berisiko, dengan lebih dari 230 juta infeksi, lebih dari 2 juta kasus dengan penyakit parah, dan 21.000 kematian (Gubler, 2013). Secara global, Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya (Myles Allen, 2018). Terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2010, Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara.

Kasus DBD pada tahun 2018 berjumlah 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan jumlah kematian sebanyak 467 orang (CFR= 0,71%). Berdasarkan daerah yang terjangkau, sebanyak 440 (85,6%) kabupaten di Indonesia melaporkan kasus DBD (Ministry of Health Indonesia, 2018, 2019).

Terdapat empat komponen yang sangat berpengaruh terhadap penyebaran dan penularan penyakit DBD, yaitu agent, vektor, host dan lingkungan. Namun, selama vaksin dan obat-obatan yang spesifik belum ditemukan maka mengendalikan vektor dan pengelolaan lingkungan merupakan upaya yang paling utama untuk mencegah dan mengendalikan penyakit DBD (Lloyd, 2003; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Salah satu faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap tingginya kejadian DBD adalah faktor iklim, yaitu suhu, curah hujan, dan kelembaban (Brisbois & Ali, 2010). Distribusi dan kelimpahan dari organisme vektor dipengaruhi oleh perubahan iklim, sehingga penyakit yang tersebar melalui vektor (*vector borne disease*) seperti malaria dan DBD perlu diwaspadai karena penularan penyakit seperti ini akan makin meningkat dengan perubahan iklim (Hopp & Foley, 2001).

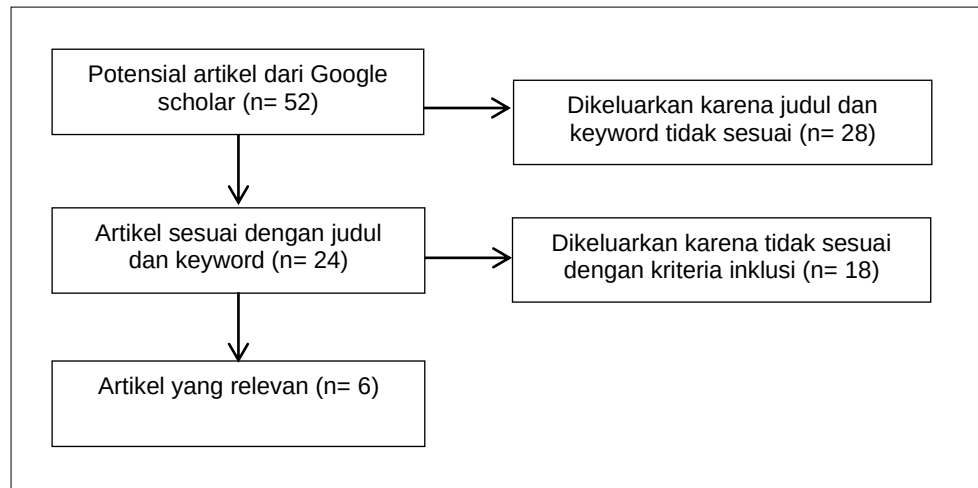
Secara geografis, *Aedes aegypti* menyebar di daerah tropis dan subtropis dengan lingkungan hidup yang dekat dengan manusia (Kraemer et al., 2015). *Aedes albopictus* lebih toleran terhadap suhu dingin sehingga penyebarannya lebih besar ke daerah sub-tropis (Brady et al., 2014, 2013). *Aedes aegypti* hidup optimal di 26-30°C dan kelembaban 70-80% (Lloyd, 2003; Mourya, Yadav, & Mishra, 2004; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011) bersama dengan ketersediaan tempat berkembang biak (Espinosa et al., 2016; Lloyd, 2003) dan sumber makanan (Arrivillaga & Barrera, 2004).

Perubahan iklim yang merupakan fenomena global yang menjadi perhatian dari banyak negara karena dampaknya terhadap manusia dan lingkungan. Peningkatan suhu global selama dekade 2006-2015 adalah 0,87°C, dan antara tahun 2030 dan 2052 diprediksi menjadi 1,5°C (Myles Allen, 2018). Konsekuensinya, risiko perubahan iklim terhadap kesehatan juga diperkirakan akan meningkat. Laporan Penilaian Kelima (AR5) dari Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC) menyimpulkan bahwa dampak iklim tidak langsung pada kesehatan, terkait dengan perubahan ekosistem. Yang paling memprihatinkan adalah meningkatnya risiko penyakit yang disebabkan oleh makanan, air dan penyakit yang ditularkan melalui vektor baik sebagai akibat dari peristiwa ekstrem maupun karena perubahan jangka panjang dalam ekosistem (Haryanto, 2009; Myles Allen, 2018). Tantangan yang menghambat kemampuan negara untuk mengendalikan dan menghilangkan penyakit bersumber vektor adalah resistensi terhadap insektisida dan pola iklim anomaly (World Health Organization, 2014).

Mempertimbangkan hubungan antara iklim dan DBD, proyeksi iklim menyiratkan peningkatan risiko wabah DBD. Selain memperkuat sistem pengawasan dan kontrol dengan kapasitas yang ditingkatkan, kemampuan prediksi epidemi diperlukan untuk memungkinkan mitigasi yang tepat waktu dan penyebaran sumber daya yang efektif. Sampai saat ini, belum ada sistem peringatan dini atau peringatan wabah berbasis iklim yang telah ditetapkan untuk pengawasan demam berdarah. Kurangnya data dan pengetahuan, serta dukungan yang tidak memadai dari pembuat kebijakan untuk penggunaan sistem seperti itu, dapat menghambat pengembangan inovasi teknologi untuk mengendalikan demam berdarah.

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah melalui Google scholar yang digunakan sebagai sumber utama yang diakses pada bulan Agustus-September 2019 untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim selama tahun 2015-2019. Rangkaian kata kunci yang digunakan adalah variasi dari “dengue”, “climate”, “Indonesia”. Tahap awal, dilakukan penyaringan artikel dengan memperhatikan judul, kata kunci dan abstrak. Selanjutnya dilakukan penyaringan lengkap dengan mengikuti kriteria inklusi yang telah ditetapkan, yaitu :

1. Artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional.
2. Artikel harus diterbitkan pada tahun 2015-2019.
3. Artikel harus membahas tentang Indonesia.
4. Artikel harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD. Variabel iklim antara lain meliputi suhu, kelembaban, curah hujan.



Gambar 1. Flowchar artikel review

Sebanyak 52 artikel ditemukan menggunakan Google scholar sebagai mesin pencari dengan tiga variasi kata kunci. Sebanyak 28 artikel dikeluarkan karena judul dan keyword tidak sesuai. Dilakukan penilaian teks lengkap, sebanyak 18 dikeluarkan karena tidak sesuai dengan kriteria inklusi. Akhirnya, hanya sebanyak 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan dapat dilakukan penilaian isi. Penelitian dilaksanakan di Kota Kendari, Kolaka, Surabaya, Sleman dan Denpasar. Metode dan temuan utama pada masing-masing artikel disajikan pada Tabel 1.

Semua artikel yang dimasukkan mempelajari hubungan antara variabel iklim dan kejadian DBD. Beberapa metode analisis digunakan untuk menilai hubungan antara variabel iklim dengan kejadian DBD. Tiga penelitian menggunakan analisis deskriptif menggunakan Regresi Linier dan Spearman Correlation (Azhar, Marina, & Anwar, 2017; Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramodyo, 2018b; Tang, Rusli, & Lestari, 2018), satu penelitian menggunakan GIS (Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramodyo, 2018a), dua lainnya menggunakan analisis multivariat (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, & Worakhunpiset, 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, & Nakhapakorn, 2018).

PEMBAHASAN

1. Suhu

Hasil penelitian yang dilakukan di enam lokasi berbeda untuk mengetahui hubungan suhu dengan kejadian DBD, mendapatkan hasil yang bervariasi. Penelitian di Kendari mendapatkan rata-rata suhu bulanan $26,9^{\circ}\text{C}$ ($20,7-33,3^{\circ}\text{C}$) dan berkorelasi positif dengan DBD. Rata-rata dan suhu maksimal menunjukkan korelasi tinggi pada lag 2-4, sedangkan itu terjadi untuk suhu minimal pada lag 1-3 dan 5. Di Kolaka, suhu rata-rata berkisar $26,1-29,7^{\circ}\text{C}$, dengan minimum $24,2^{\circ}\text{C}$ dan maksimum $33,6^{\circ}\text{C}$. Korelasi positif suhu rata-rata dan maksimal pada lag 2, 3 dan 4,

dan suhu minimum pada lag 0, 1, 2, 3 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Penelitian lain menunjukkan bahwa kota-kota yang memiliki suhu lebih besar atau sama dengan 18°C selama lebih dari 11 bulan memiliki potensi besar untuk terjadinya infeksi DBD. Suhu dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004; Negev et al., 2015; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Variasi suhu juga berhubungan kejadian DBD di Denpasar, dengan suhu rata-rata mingguan 27,48°C (Azhar et al., 2017). Hasil lain diperoleh dari penelitian di Sleman yang mendapatkan tidak terdapat hubungan antara suhu dan kejadian DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a). Sedangkan di Surabaya, mendapatkan korelasi negative (Tang et al., 2018).

Suhu mempengaruhi perkembangan, kematian, dan perilaku vektor, dan replikasi virus pada nyamuk. *Aedes aegypti* biasanya bertelur pada suhu sekitar 25°C - 30°C dan akan menetas dalam 3-4 hari di dalam air (Lloyd, 2003). Peningkatan suhu udara dapat memengaruhi perilaku menggigit nyamuk, jumlah rata-rata gigitan, pemendekan periode kematangan parasit nyamuk dan periode perkembangbiakan nyamuk, dan periode inkubasi ekstrinsik menjadi lebih pendek. Suhu yang lebih hangat meningkatkan metabolisme nyamuk, menghasilkan peningkatan kepadatan vektor ketika jumlah tempat berkembang biak masih konstan. Suhu yang lebih hangat juga akan memperpendek siklus gonotropik nyamuk, mengurangi periode inkubasi ekstrinsik (EIP) dan juga periode inkubasi virus dengue. Ketika suhu lingkungan di atas 15°C, ukuran tubuh akan cenderung menyusut, bersama dengan siklus hidup yang lebih pendek. Ukuran tubuh yang lebih kecil akan meningkatkan frekuensi menggigit dan secara otomatis penyebaran virus dengue juga akan meningkat. Peningkatan suhu juga dapat mempersingkat siklus pengembangan gonotropik di *Aedes aegypti*. Dengan demikian, suhu udara hangat biasanya akan diikuti oleh peningkatan populasi nyamuk, masa inkubasi ekstrinsik virus dengue akan dipersingkat dan kemudian membuat perpanjangan waktu nyamuk infeksius menyebarkan virus dengue (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004).

Suhu optimal untuk siklus reproduksi nyamuk cepat adalah 26-30°C. Semakin cepat siklus reproduksi, maka akan semakin tinggi kepadatan nyamuk, sehingga penularan juga akan meningkat. Suhu juga mempengaruhi frekuensi gigitan nyamuk, karena nyamuk betina mengisap darah untuk keperluan reproduksi. Suhu juga memberikan efek pada Periode Inkubasi Eksternal (EIP) dalam tubuh nyamuk, yang akan mengalami waktu tercepat ketika suhu udara mencapai 30°C (Brady et al., 2014). Fluktuasi suhu harian yang tajam akan mempercepat EIP, menyebabkan penularan menjadi lebih efektif karena jumlah virus dalam tubuh nyamuk vektor akan meningkat cepat (Tang et al., 2018).

Fluktuasi suhu harian yang besar pada suhu rata-rata tinggi (musim kemarau) akan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk, sehingga kapasitas vektorial berkurang. Namun, fluktuasi suhu harian yang besar dapat mempercepat EIP, sehingga dapat meningkatkan kemungkinan penularan. Fluktuasi suhu yang besar pada suhu rata-rata yang rendah akan mengurangi kemampuan reproduksi nyamuk *Aedes* dan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk (kapasitas vektorial). Namun, fluktuasi suhu yang besar pada suhu rendah akan mempercepat EIP, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

2. Curah Hujan

Dampak curah hujan terhadap DBD menunjukkan hasil yang bervariasi di lima kota yang berbeda. Di Kendari, variabel curah hujan berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah pada lag 4-5. Sedangkan di Kolaka, curah hujan berkorelasi positif dengan DBD hanya ditemukan pada jeda waktu 0 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Di Sleman, curah hujan berkontribusi sebesar 13,5% - 27,4% (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya memberikan nilai korelasi sebesar 40,7% (Tang et al., 2018), dan di Denpasar juga menunjukkan hubungan yang signifikans (Azhar et al., 2017).

Tabel 1. Metode dan temuan utama artikel

Peneliti dan Tahun	Area Studi	Variabel	Metode Analisis	Data	Temuan Utama
Ramadhan Tosesp, et al (2017)	Kendari, Sulawesi Tenggara	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	Spearmen test, Time-series Poisson regression	2010-2015	- Subhuberkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi negatif dengan DBD - Curah hujan berkorelasi negatif dengan DBD.
Ramadhan Tosesp, et al (2018)	Kolaka, Sulawesi Tenggara	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	Multiple Linier Regression	2010-2015	- Subhuberkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi positif dengan DBD. - Curah hujan berkorelasi positif dengan DBD.
Tri Wulandari Kesetyaningsih, et al (2018)	Slleman, Yogyakarta	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	GIS, Spearmen Correlation	2008-2018	- Subhuitidak berhubungan dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.
Sandra Choi Ning Tang, et al. (2019)	Surabaya, Jawa timur	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	Kolmogorov Smirnof, Spearmen Correlation	2009-2017	- Subhuberhubungan negatif dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan berhubungan dengan DBD.
Triwulandari Kaseyvaningsih, et al. (2017)	Slleman, Yogyakarta	- DBD - Suhu	Linier Regression	2008-2013	- Subhuberhubungan dengan DBD.
Khadijah Azhar, Rina Marina, Athena Anwar. (2017)	Denpasar, Bali	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	Linier Regression	2010-2014	- Subhuberhubungan dengan DBD. - Kelembaban tidak berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.

Secara langsung, hubungan curah hujan dengan DBD melalui peningkatan potensi tempat perkembangbiakan nyamuk, yang mengarah pada peningkatan kepadatan dan penyebaran vektor, dan akhirnya akan meningkatkan risiko penularan virus dengue (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Berdasarkan spesiesnya, peluang *Aedes aegypti* dipengaruhi oleh curah hujan untuk menularkan wabah lebih kecil dibandingkan *Ae. Albopictus*, karena *Aedes aegypti* berkembang biak di dalam ruangan. Selain menyiapkan tempat bertelurnya, telur nyamuk yang sudah terdapat pada tempat penampungan air, akan menetas dalam waktu 1-3 hari setelah terkena air hujan. Pada suasana kering, telur *Aedes aegypti* mampu bertahan hingga 3 bulan (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 2011).

Curah hujan akan mempengaruhi suhu dan kelembaban udara, hal inilah yang selanjutnya akan mempengaruhi pola makan vektor, usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada suhu rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008). Secara tidak langsung, curah hujan juga mempengaruhi turunnya suhu dan tingginya kelembaban, menyebabkan peningkatan populasi vektor, sekaligus memperpanjang usia vektor. Fluktuasi suhu yang besar pada suhu rata-rata yang rendah akan mempercepat EIP, sehingga akan meningkatkan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

3. Kelembaban

Hasil penelitian di lima lokasi berbeda mendapatkan hasil yang bervariasi. Di Kendari, curah hujan dan kelembaban berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah saat lag waktu 4-5. Kelembaban relatif juga berkontribusi negatif terhadap kasus DBD bulanan meskipun secara statistik tidak signifikan. Di Kolaka, kelembaban relatif rata-rata adalah 76% dan menunjukkan korelasi positif pada lag 0 dan korelasi negatif pada lag 5 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Hasil penelitian di Sleman mendapatkan pengaruh kelembaban terhadap DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya juga mendapatkan nilai korelasi positif yang kuat (Tang et al., 2018). Namun, penelitian di Denpasar tidak menunjukkan hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan DBD (Azhar et al., 2017).

Kelembaban berkaitan dengan curah hujan dan suhu, tingginya curah hujan akan meningkatkan kelembaban udara. Dalam kehidupan vektor, meningkatnya kelembaban mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes*, sehingga meningkatkan kelangsungan hidup dan umur nyamuk. Selain itu juga berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga

dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada suhu rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008).

Suhu dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekuensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004; Negev et al., 2015; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Tingginya curah hujan akan meningkatkan tempat perindukan baru, sekaligus memicu turunnya suhu dan tingginya kelembaban. Pada kondisi ini, maka populasi vektor akan meningkat, sekaligus memperpanjang usia vektor. Fluktuasi suhu yang besar pada suhu rata-rata yang rendah akan mempercepat EIP, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

SIMPULAN

Dampak perubahan iklim terhadap peningkatan kejadian DBD telah dijelaskan. Faktor iklim yang terdiri dari suhu, curah hujan, dan kelembaban, merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi. Pada sisi lain, dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Dalam hal ini, faktor tambahan dimaksud adalah perilaku manusia dalam mengelola lingkungan, anggaran, kebijakan, dan lain-lain. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini berbasis iklim menjadi penting, selain memperkuat peran rumah tangga dalam pengendalian DBD.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrivillaga, J., & Barrera, R. (2004). Food as a limiting factor for *Aedes aegypti* in water-storage containers. *Journal of Vector Ecology : Journal of the Society for Vector Ecology*, 29(1), 11–20. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15266737>
- Azhar, K., Marina, R., & Anwar, A. (2017). A prediction model of Dengue incidence using climate variability in Denpasar city. *Health Science Journal of Indonesia*, 8(2), 68–73. <https://doi.org/10.22435/hsji.v8i2.6952.68-73>
- Brady, O. J., Golding, N., Pigott, D. M., Kraemer, M. U. G., Messina, J. P., Reiner, R. C., ... Hay, S. I. (2014). Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-338>
- Brady, O. J., Johansson, M. A., Guerra, C. A., Bhatt, S., Golding, N., Pigott, D. M., ... Hay, S. I. (2013). Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasites and Vectors*, 6(1), 1–12.

<https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-351>

- Brisbois, B. W., & Ali, S. H. (2010). Climate change, vector-borne disease and interdisciplinary research: social science perspectives on an environment and health controversy. *EcoHealth*, 7(4), 425–438.
- Espinosa, M., Weinberg, D., Rotela, C. H., Polop, F., Abril, M., & Scavuzzo, C. M. (2016). Temporal Dynamics and Spatial Patterns of *Aedes aegypti* Breeding Sites, in the Context of a Dengue Control Program in Tartagal (Salta Province, Argentina). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(5), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004621>
- Gubler, D. J. (2013). Prevention and control of *Aedes aegypti*-borne diseases: Lesson learned from past successes and failures. *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 19(3), 111–114.
- Gubler, D. J., Reiter, P., Ebi, K. L., Yap, W., Nasci, R., & Patz, J. A. (2001). Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector- and Rodent-Borne diseases. *Environmental Health Perspectives*, 109(SUPPL. 2), 223–233. <https://doi.org/10.2307/3435012>
- Haryanto, B. (2009). Climate Change and Public Health in Indonesia Impacts and Adaptation Budi Haryanto Austral Policy Forum 09-05S. *Nautilus Institute Australia*, (December), 1–12.
- Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001). Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Climatic Change*, 48(2–3), 441–463.
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, & Pramodyo, H. (2018a). Determination of environmental factors affecting dengue incidence in Sleman District, Yogyakarta, Indonesia. *African Journal of Infectious Diseases*, 12(Special Issue 1), 13–25. <https://doi.org/10.2101/Ajid.12v1S.3>
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, S., & Pramodyo, H. (2018b). The minimum-maximum weather temperature difference effect on dengue incidence in sleman regency of Yogyakarta, Indonesia. *Walailak Journal of Science and Technology*, 15(5), 387–396.
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., ... Hay, S. I. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *ELife*, 4(JUNE2015), 1–18. <https://doi.org/10.7554/eLife.08347>
- Lloyd, L. S. (2003). *Best practices for dengue prevention and control in the Americas*. Washington DC Camp Dresser and McKee International Environmental Health
- Ministry of Health Indonesia. (2018). *Kemenkes 2018*.
- Ministry of Health Indonesia. (2019). *Profil Kesehatan Indonesia 2018 [Indonesia Health Profile 2018]*. Retrieved from http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/Data-dan-Informasi_Profil-Kesehatan-Indonesia-2018.pdf
- Mourya, D. T., Yadav, P., & Mishra, A. C. (2004). Effect of temperature stress on immature stages

- and susceptibility of *Aedes aegypti* mosquitoes to chikungunya virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 70(4), 346–350.
- Myles Allen, et al. (2018). *Summary for Policymakers - Global warming of 1.5oC, an IPCC special report*. WHO.
- Negev, M., Paz, S., Clermont, A., Pri-Or, N. G., Shalom, U., Yeger, T., & Green, M. S. (2015). Impacts of climate change on vector borne diseases in the mediterranean basin — implications for preparedness and adaptation policy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6745–6770. <https://doi.org/10.3390/ijerph120606745>
- Regis, L., Monteiro, A. M., De Melo-Santos, M. A. V., Silveira, J. C., Furtado, A. F., Acioli, R. V., ... De Souza, W. V. (2008). Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: Basis for surveillance, alert and control system. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(1), 50–59. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762008000100008>
- Tang, S. C. N., Rusli, M., & Lestari, P. (2018). Climate Variability and Dengue Hemorrhagic Fever in Surabaya, East Java, Indonesia. *Arlangga University*, (December). <https://doi.org/10.20944/preprints201812.0206.v1>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Nakhapakorn, K., & Worakhunpiset, S. (2018). Climate variability and dengue hemorrhagic fever in Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(15), 14944–14952. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1528-y>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Worakhunpiset, S., & Nakhapakorn, K. (2018). Climatic factors influencing dengue hemorrhagic fever in Kolaka district, Indonesia. *Environment and Natural Resources Journal*, 16(2), 1–10. <https://doi.org/10.14456/ennrj.2018.10>
- World Health Organization. (1997). *Dengue Haemorrhagic Fever Diagnosis, Treatment, prevention and Control* (second Edition).
- World Health Organization. (2011). *Comprehensive guideline for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever*.
- World Health Organization. (2014). *World Health Statistic 2014*.

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

2. Review Tahap-1 (23 Maret 2020)

- Pemberitahuan hasil review tahap-1
- Lampiran hasil review-1

[JK] Keputusan Editor

Jurnal Kesehatan <jk@poltekkes-tjk.ac.id>

23 Maret 2020 pukul 15.02

Balas Ke: Adinda Juwita Sari <adindajuwitasari@poltekkes-tjk.ac.id>

Kepada: "Mr. Prayudhy yushananta" <prayudhyyushananta@gmail.com>

jk@poltekkes-tjk.ac.id

Mr. Prayudhy yushananta:

Kami telah mengambil keputusan mengenai naskah Anda untuk Jurnal Kesehatan, "PERUBAHAN IKLIM DAN DBD DI INDONESIA: SYSTEMATIC REVIEW".

Keputusan kami adalah:

Perlu adanya revisi pada naskah Anda, yaitu mohon mengirimkan kembali naskah Anda sesuai dengan template dan pedoman penulisan pada Jurnal Kesehatan.

Kami tunggu revisi Anda segera dan mohon melampirkan Surat Pernyataan Penyerahan Naskah.

Demikian kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Jurnal Kesehatan<http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JK>

2 lampiran**13-4 edit penulis.doc**

324K

**Template literature review.doc**

273K

Perubahan Iklim dan DBD di Indonesia: Systematic Review

Commented [A1]: Judul tidak spesifik, harap diganti yang lebih menarik

Prayudhy Yushananta¹, Agus Setiawan², Tugiyono²

¹ Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Lampung
² Pasca Sarjana, Universitas Lampung, Indonesia

Commented [A2]: Data penulis tidak lengkap, lengkapi

ABSTRACT

Introduction. DHF is still a serious problem, especially in children in endemic countries. An estimated 3.6 billion people are at risk and 21,000 deaths each year. Climate is one of the environmental factors that play a role through the abundance of vector organisms. In Indonesia, in 2018 there were 65,602 cases (IR = 24.75 per 100,000 population), with the death of 467 people (CFR = 0.71%), and 85.6% of districts in Indonesia reported dengue cases.

Method. Google scholar is used as the main source for finding articles related to DHF and climate published during 2015-2019. The inclusion criteria set forth, are articles that must be published in international journals, published in 2015-2019, must discuss about Indonesia, and must assess the effect of climate change on DHF.

Results. A total of 52 articles were found, but only 6 articles met the inclusion criteria. Using various analytical methods, all articles obtain climate variability related to the incidence of DHF, through vector abundance.

Conclusion. The dynamics of DHF is a very complex system, so it is necessary to combine additional factors other than climate to predict it. The development of an early warning and monitoring system is important, in addition to strengthening the role of households in controlling DHF.

Keywords: DHF, Climate, Rainfall, Humidity, Temperature

Pendahuluan. Penyakit DBD masih menjadi masalah serius, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis. Diperkirakan 3,6 miliar orang berisiko dan 21.000 kematian setiap tahunnya. Iklim menjadi salah satu faktor lingkungan yang berperan melalui kelimpahan organisme vektor. Di Indonesia, selama tahun 2018 tercatat sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan kematian 467 orang (CFR= 0,71%), dan 85,6% kabupaten di Indonesia melaporkan kasus DBD.

Metode. Google scholar digunakan sebagai sumber utama untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim yang terbit selama 2015-2019. Kriteria inklusi yang ditetapkan, adalah artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional, diterbitkan pada tahun 2015-2019, harus membahas tentang Indonesia, dan harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD.

Hasil. Sebanyak 52 artikel ditemukan, namun hanya 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi. Menggunakan bermacam metode analisis, semua artikel mendapatkan variabilitas iklim berhubungan dengan kejadian DBD, melalui kelimpahan vektor.

Kesimpulan. Dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini menjadi penting, selain memperkuat peran rumah tangga dalam pengendalian DBD.

PENDAHULUAN

Dengue adalah penyakit yang disebabkan oleh empat virus berbeda dalam keluarga *Flaviviridae* dan genus *Flavivirus*, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk dari genus *Aedes*, terutama *Aedes aegypti* (Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Infeksi dengue memiliki spektrum penyakit klinis yang luas, mulai dari penyakit demam asimtomatik, demam dengue (DF), demam berdarah dengue (DHF), hingga Dengue Syok Sindrom (DSS) (World Health Organization, 1997).

Dewasa ini penyakit DBD merupakan salah satu masalah serius bagi lebih dari setengah populasi dunia dan penyebab utama rawat inap dan kematian, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis (Gubler, 2013; Gubler et al., 2001). Studi terbaru memperkirakan bahwa 3,6 miliar orang berisiko, dengan lebih dari 230 juta infeksi, lebih dari 2 juta kasus dengan penyakit parah, dan 21.000 kematian (Gubler, 2013). Secara global, Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya (Myles Allen, 2018). Terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2010, Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara.

Kasus DBD pada tahun 2018 berjumlah 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan jumlah kematian sebanyak 467 orang (CFR= 0,71%). Berdasarkan daerah yang terjangkau, sebanyak 440 (85,6%) kabupaten di Indonesia melaporkan kasus DBD (Ministry of Health Indonesia, 2018, 2019).

Terdapat empat komponen yang sangat berpengaruh terhadap penyebaran dan penularan penyakit DBD, yaitu agent, vektor, host dan lingkungan. Namun, selama vaksin dan obat-obatan yang spesifik belum ditemukan maka mengendalikan vektor dan pengelolaan lingkungan merupakan upaya yang paling utama untuk mencegah dan mengendalikan penyakit DBD (Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Salah satu faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap tingginya kejadian DBD adalah faktor iklim, yaitu suhu, curah hujan, dan kelembaban (Brisbois & Ali, 2010). Distribusi dan kelimpahan dari organisme vektor dipengaruhi oleh perubahan iklim, sehingga penyakit yang tersebar melalui vektor (*vector borne disease*) seperti malaria dan DBD perlu diwaspadai karena penularan penyakit seperti ini akan makin meningkat dengan perubahan iklim (Hopp & Foley, 2001).

Secara geografis, *Aedes aegypti* menyebar di daerah tropis dan subtropis dengan lingkungan hidup yang dekat dengan manusia (Kraemer et al., 2015). *Aedes albopictus* lebih toleran terhadap suhu dingin sehingga penyebarannya lebih besar ke daerah sub-tropis (Brady et al., 2014, 2013). *Aedes aegypti* hidup optimal di 26-30°C dan kelembaban 70-80% (Lloyd, 2003; Mourya, Yadav, & Mishra, 2004; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011) bersama dengan ketersediaan tempat berkembang biak (Espinosa et al., 2016; Lloyd, 2003) dan sumber makanan (Arrivillaga & Barrera, 2004).

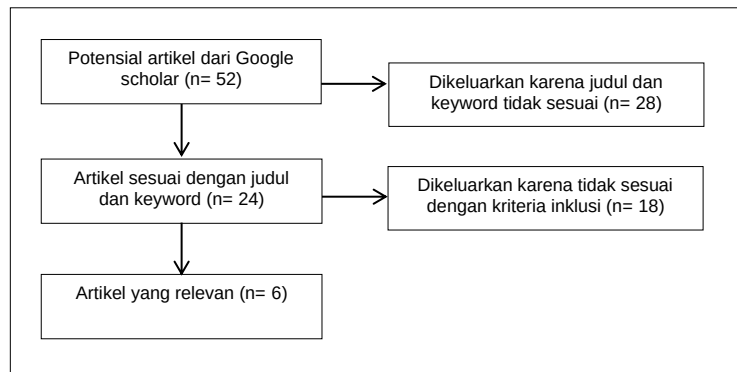
Commented [A3]: Sesuaikan seluruh penulisan dengan template yang sudah ada di Jurnal Kesehatan, periksa literatur dan asumsi penulis (minimal isi naskah 3000 kata tidak termasuk abstrak, dan daftar pustaka), tata penulisan diperbaiki, bahasa asing harus ditulis miring

Perubahan iklim yang merupakan fenomena global yang menjadi perhatian dari banyak negara karena dampaknya terhadap manusia dan lingkungan. Peningkatan suhu global selama dekade 2006-2015 adalah 0,87°C, dan antara tahun 2030 dan 2052 diprediksi menjadi 1,5°C (Myles Allen, 2018). Konsekuensinya, risiko perubahan iklim terhadap kesehatan juga diperkirakan akan meningkat. Laporan Penilaian Kelima (AR5) dari Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC) menyimpulkan bahwa dampak iklim tidak langsung pada kesehatan, terkait dengan perubahan ekosistem. Yang paling memprihatinkan adalah meningkatnya risiko penyakit yang disebabkan oleh makanan, air dan penyakit yang ditularkan melalui vektor baik sebagai akibat dari peristiwa ekstrem maupun karena perubahan jangka panjang dalam ekosistem (Haryanto, 2009; Myles Allen, 2018). Tantangan yang menghambat kemampuan negara untuk mengendalikan dan menghilangkan penyakit bersumber vektor adalah resistensi terhadap insektisida dan pola iklim anomaly (World Health Organization, 2014).

Mempertimbangkan hubungan antara iklim dan DBD, proyeksi iklim menyiratkan peningkatan risiko wabah DBD. Selain memperkuat sistem pengawasan dan kontrol dengan kapasitas yang ditingkatkan, kemampuan prediksi epidemi diperlukan untuk memungkinkan mitigasi yang tepat waktu dan penyebaran sumber daya yang efektif. Sampai saat ini, belum ada sistem peringatan dini atau peringatan wabah berbasis iklim yang telah ditetapkan untuk pengawasan demam berdarah. Kurangnya data dan pengetahuan, serta dukungan yang tidak memadai dari pembuat kebijakan untuk penggunaan sistem seperti itu, dapat menghambat pengembangan inovasi teknologi untuk mengendalikan demam berdarah.

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah melalui Google scholar yang digunakan sebagai sumber utama yang diakses pada bulan Agustus-September 2019 untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim selama tahun 2015-2019. Rangkaian kata kunci yang digunakan adalah variasi dari “dengue”, “climate”, “Indonesia”. Tahap awal, dilakukan penyaringan artikel dengan memperhatikan judul, kata kunci dan abstrak. Selanjutnya dilakukan penyaringan lengkap dengan mengikuti kriteria inklusi yang telah ditetapkan, yaitu :

1. Artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional.
2. Artikel harus diterbitkan pada tahun 2015-2019.
3. Artikel harus membahas tentang Indonesia.
4. Artikel harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD. Variabel iklim antara lain meliputi suhu, kelembaban, curah hujan.



Gambar 1. Flowchar artikel review

Sebanyak 52 artikel ditemukan menggunakan Google scholar sebagai mesin pencari dengan tiga variasi kata kunci. Sebanyak 28 artikel dikeluarkan karena judul dan keyword tidak sesuai. Dilakukan penilaian teks lengkap, sebanyak 18 dikeluarkan karena tidak sesuai dengan kriteria inklusi. Akhirnya, hanya sebanyak 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan dapat dilakukan penilaian isi. Penelitian dilaksanakan di Kota Kendari, Kolaka, Surabaya, Sleman dan Denpasar. Metode dan temuan utama pada masing-masing artikel disajikan pada Tabel 1.

Semua artikel yang dimasukkan mempelajari hubungan antara variabel iklim dan kejadian DBD. Beberapa metode analisis digunakan untuk menilai hubungan antara variabel iklim dengan kejadian DBD. Tiga penelitian menggunakan analisis deskriptif menggunakan Regresi Linier dan Spearman Correlation (Azhar, Marina, & Anwar, 2017; Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramodyo, 2018b; Tang, Rusli, & Lestari, 2018), satu penelitian menggunakan GIS (Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramodyo, 2018a), dua lainnya menggunakan analisis multivariat (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, & Worakhunpiset, 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, & Nakhapakorn, 2018).

PEMBAHASAN

1. Suhu

Hasil penelitian yang dilakukan di enam lokasi berbeda untuk mengetahui hubungan suhu dengan kejadian DBD, mendapatkan hasil yang bervariasi. Penelitian di Kendari mendapatkan rata-rata suhu bulanan 26,9°C (20,7-33,3°C) dan berkorelasi positif dengan DBD. Rata-rata dan suhu maksimal menunjukkan korelasi tinggi pada lag 2-4, sedangkan itu terjadi untuk Suhu minimal pada lag 1-3 dan 5. Di Kolaka, suhu rata-rata berkisar 26,1-29,7°C, dengan minimum 24,2°C dan maksimum 33,6°C. Korelasi positif suhu rata-rata dan maksimal pada lag 2, 3 dan 4,

dan suhu minimum pada lag 0, 1, 2, 3 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Penelitian lain menunjukkan bahwa kota-kota yang memiliki suhu lebih besar atau sama dengan 18°C selama lebih dari 11 bulan memiliki potensi besar untuk terjadinya infeksi DBD. Suhu dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004; Negev et al., 2015; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Variasi suhu juga berhubungan kejadian DBD di Denpasar, dengan suhu rata-rata mingguan 27,48°C (Azhar et al., 2017). Hasil lain diperoleh dari penelitian di Sleman yang mendapatkan tidak terdapat hubungan antara suhu dan kejadian DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a). Sedangkan di Surabaya, mendapatkan korelasi negative (Tang et al., 2018).

Suhu mempengaruhi perkembangan, kematian, dan perilaku vektor, dan replikasi virus pada nyamuk. *Aedes aegypti* biasanya bertelur pada suhu sekitar 25°C - 30°C dan akan menetas dalam 3-4 hari di dalam air (Lloyd, 2003). Peningkatan suhu udara dapat memengaruhi perilaku menggigit nyamuk, jumlah rata-rata gigitan, pemendekan periode kematangan parasit nyamuk dan periode perkembangbiakan nyamuk, dan periode inkubasi ekstrinsik menjadi lebih pendek. Suhu yang lebih hangat meningkatkan metabolisme nyamuk, menghasilkan peningkatan kepadatan vektor ketika jumlah tempat berkembang biak masih konstan. Suhu yang lebih hangat juga akan memperpendek siklus gonotropik nyamuk, mengurangi periode inkubasi ekstrinsik (EIP) dan juga periode inkubasi virus dengue. Ketika suhu lingkungan di atas 15°C, ukuran tubuh akan cenderung menyusut, bersama dengan siklus hidup yang lebih pendek. Ukuran tubuh yang lebih kecil akan meningkatkan frekuensi menggigit dan secara otomatis penyebaran virus dengue juga akan meningkat. Peningkatan suhu juga dapat mempersingkat siklus pengembangan gonotropik di *Aedes aegypti*. Dengan demikian, suhu udara hangat biasanya akan diikuti oleh peningkatan populasi nyamuk, masa inkubasi ekstrinsik virus dengue akan dipersingkat dan kemudian membuat perpanjangan waktu nyamuk infeksius menyebarkan virus dengue (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004).

Suhu optimal untuk siklus reproduksi nyamuk cepat adalah 26-30°C. Semakin cepat siklus reproduksi, maka akan semakin tinggi kepadatan nyamuk, sehingga penularan juga akan meningkat. Suhu juga mempengaruhi frekuensi gigitan nyamuk, karena nyamuk betina mengisap darah untuk keperluan reproduksi. Suhu juga memberikan efek pada Periode Inkubasi Eksternal (EIP) dalam tubuh nyamuk, yang akan mengalami waktu tercepat ketika suhu udara mencapai 30°C (Brady et al., 2014). Fluktuasi suhu harian yang tajam akan mempercepat EIP, menyebabkan penularan menjadi lebih efektif karena jumlah virus dalam tubuh nyamuk vektor akan meningkat cepat (Tang et al., 2018).

Fluktuasi suhu harian yang besar pada suhu rata-rata tinggi (musim kemarau) akan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk, sehingga kapasitas vektorial berkurang. Namun, fluktuasi suhu harian yang besar dapat mempercepat EIP, sehingga dapat meningkatkan kemungkinan penularan. Fluktuasi suhu yang besar pada suhu rata-rata yang rendah akan mengurangi kemampuan reproduksi nyamuk *Aedes* dan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk (kapasitas vektorial). Namun, fluktuasi suhu yang besar pada suhu rendah akan mempercepat EIP, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

2. Curah Hujan

Dampak curah hujan terhadap DBD menunjukkan hasil yang bervariasi di lima kota yang berbeda. Di Kendari, variabel curah hujan berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah pada lag 4-5. Sedangkan di Kolaka, curah hujan berkorelasi positif dengan DBD hanya ditemukan pada jeda waktu 0 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Di Sleman, curah hujan berkontribusi sebesar 13,5% - 27,4% (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya memberikan nilai korelasi sebesar 40,7% (Tang et al., 2018), dan di Denpasar juga menunjukkan hubungan yang signifikan (Azhar et al., 2017).

Tabel 1. Metode dan temuan utama artikel

Peneliti dan Tahun	Area Studi	Variabel	Metode Analisis	Data	Temuan Utama
Ramadhan Tosespul, et al (2017)	Kendari, Sulawesi Tenggara	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	Spearmen test, Time-series Poisson regression	2010-2015	- Suhu berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi negatif dengan DBD - Curah hujan berkorelasi negatif dengan DBD.
Ramadhan Tosespul, et al (2018)	Kolaka, Sulawesi Tenggara	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	Multiple Linier Regression	2010-2015	- Suhu berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi positif dengan DBD. - Curah hujan berkorelasi positif dengan DBD.
Tri Wulandari Kesetyaningsih, et al (2018)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	GIS, Spearmen Correlation	2008-2018	- Suhu tidak berhubungan dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.
Sandra Choi Ning Tang, et al. (2019)	Surabaya, Jawa timur	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	Kolmogorov Smirnov, Spearmen Correlation	2009-2017	- Suhu berhubungan negatif dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan berhubungan dengan DBD.
Triwulandari Kaseyianingsih, et al. (2017)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Suhu	Linier Regression	2008-2013	- Suhu berhubungan dengan DBD.
Khadijah Azhar, Rina Marina, Athena Anwar. (2017)	Denpasar, Bali	- DBD - Suhu - Kelembaban - Curah hujan	Linier Regression	2010-2014	- Suhu berhubungan dengan DBD. - Kelembaban tidak berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.

Secara langsung, hubungan curah hujan dengan DBD melalui peningkatan potensi tempat perkembangbiakan nyamuk, yang mengarah pada peningkatan kepadatan dan penyebaran vektor, dan akhirnya akan meningkatkan risiko penularan virus dengue (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Berdasarkan spesiesnya, peluang *Aedes aegypti* dipengaruhi oleh curah hujan untuk menularkan wabah lebih kecil dibandingkan *Ae. Albopictus*, karena *Aedes aegypti* berkembang biak di dalam ruangan. Selain menyiapkan tempat bertelurnya, telur nyamuk yang sudah terdapat pada tempat penampungan air, akan menetas dalam waktu 1-3 hari setelah terkena air hujan. Pada suasana kering, telur *Aedes aegypti* mampu bertahan hingga 3 bulan (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 2011).

Curah hujan akan mempengaruhi suhu dan kelembaban udara, hal inilah yang selanjutnya akan mempengaruhi pola makan vektor, usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada suhu rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008). Secara tidak langsung, curah hujan juga mempengaruhi turunnya suhu dan tingginya kelembaban, menyebabkan peningkatan populasi vektor, sekaligus memperpanjang usia vektor. Fluktuasi suhu yang besar pada suhu rata-rata yang rendah akan mempercepat EIP, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

3. Kelembaban

Hasil penelitian di lima lokasi berbeda mendapatkan hasil yang bervariasi. Di Kendari, curah hujan dan kelembaban berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah saat lag waktu 4-5. Kelembaban relatif juga berkontribusi negatif terhadap kasus DBD bulanan meskipun secara statistik tidak signifikan. Di Kolaka, kelembaban relatif rata-rata adalah 76% dan menunjukkan korelasi positif pada lag 0 dan korelasi negatif pada lag 5 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Hasil penelitian di Sleman mendapatkan pengaruh kelembaban terhadap DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya juga mendapatkan nilai korelasi positif yang kuat (Tang et al., 2018). Namun, penelitian di Denpasar tidak menunjukkan hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan DBD (Azhar et al., 2017).

Kelembaban berkaitan dengan curah hujan dan suhu, tingginya curah hujan akan meningkatkan kelembaban udara. Dalam kehidupan vektor, meningkatnya kelembaban mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes*, sehingga meningkatkan kelangsungan hidup dan umur nyamuk. Selain itu juga berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga

dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada suhu rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008).

Suhu dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004; Negev et al., 2015; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Tingginya curah hujan akan meningkatkan tempat perindukan baru, sekaligus memicu turunnya suhu dan tingginya kelembaban. Pada kondisi ini, maka populasi vektor akan meningkat, sekaligus memperpanjang usia vektor. Fluktuasi suhu yang besar pada suhu rata-rata yang rendah akan mempercepat EIP, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

SIMPULAN

Dampak perubahan iklim terhadap peningkatan kejadian DBD telah dijelaskan. Faktor iklim yang terdiri dari suhu, curah hujan, dan kelembaban, merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi. Pada sisi lain, dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Dalam hal ini, faktor tambahan dimaksud adalah perilaku manusia dalam mengelola lingkungan, anggaran, kebijakan, dan lain-lain. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini berbasis iklim menjadi penting, selain memperkuat peran rumah tangga dalam pengendalian DBD.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrivillaga, J., & Barrera, R. (2004). Food as a limiting factor for *Aedes aegypti* in water-storage containers. *Journal of Vector Ecology : Journal of the Society for Vector Ecology*, 29(1), 11–20. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15266737>
- Azhar, K., Marina, R., & Anwar, A. (2017). A prediction model of Dengue incidence using climate variability in Denpasar city. *Health Science Journal of Indonesia*, 8(2), 68–73. <https://doi.org/10.22435/hsji.v8i2.6952.68-73>
- Brady, O. J., Golding, N., Pigott, D. M., Kraemer, M. U. G., Messina, J. P., Reiner, R. C., ... Hay, S. I. (2014). Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-338>
- Brady, O. J., Johansson, M. A., Guerra, C. A., Bhatt, S., Golding, N., Pigott, D. M., ... Hay, S. I. (2013). Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasites and Vectors*, 6(1), 1–12.

<https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-351>

- Brisbois, B. W., & Ali, S. H. (2010). Climate change, vector-borne disease and interdisciplinary research: social science perspectives on an environment and health controversy. *EcoHealth*, 7(4), 425–438.
- Espinosa, M., Weinberg, D., Rotela, C. H., Polop, F., Abril, M., & Scavuzzo, C. M. (2016). Temporal Dynamics and Spatial Patterns of *Aedes aegypti* Breeding Sites, in the Context of a Dengue Control Program in Tartagal (Salta Province, Argentina). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(5), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004621>
- Gubler, D. J. (2013). Prevention and control of *Aedes aegypti*-borne diseases: Lesson learned from past successes and failures. *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 19(3), 111–114.
- Gubler, D. J., Reiter, P., Ebi, K. L., Yap, W., Nasci, R., & Patz, J. A. (2001). Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector- and Rodent-Borne diseases. *Environmental Health Perspectives*, 109(SUPPL. 2), 223–233. <https://doi.org/10.2307/3435012>
- Haryanto, B. (2009). Climate Change and Public Health in Indonesia Impacts and Adaptation Budi Haryanto Austral Policy Forum 09-05S. *Nautilus Institute Australia*, (December), 1–12.
- Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001). Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Climatic Change*, 48(2–3), 441–463.
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, & Pramoedyo, H. (2018a). Determination of environmental factors affecting dengue incidence in Sleman District, Yogyakarta, Indonesia. *African Journal of Infectious Diseases*, 12(Special Issue 1), 13–25. <https://doi.org/10.2101/Ajid.12v1S.3>
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, S., & Pramoedyo, H. (2018b). The minimum-maximum weather temperature difference effect on dengue incidence in sleman regency of Yogyakarta, Indonesia. *Walailak Journal of Science and Technology*, 15(5), 387–396.
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., ... Hay, S. I. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *ELife*, 4(JUNE2015), 1–18. <https://doi.org/10.7554/eLife.08347>
- Lloyd, L. S. (2003). *Best practices for dengue prevention and control in the Americas*. Washington DC Camp Dresser and McKee International Environmental Health
- Ministry of Health Indonesia. (2018). *Kemenkes 2018*.
- Ministry of Health Indonesia. (2019). *Profil Kesehatan Indonesia 2018 [Indonesia Health Profile 2018]*. Retrieved from http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/Data-dan-Informasi_Profil-Kesehatan-Indonesia-2018.pdf
- Mourya, D. T., Yadav, P., & Mishra, A. C. (2004). Effect of temperature stress on immature stages

- and susceptibility of *Aedes aegypti* mosquitoes to chikungunya virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 70(4), 346–350.
- Myles Allen, et al. (2018). *Summary for Policymakers - Global warming of 1.5oC, an IPCC special report*. WHO.
- Negev, M., Paz, S., Clermont, A., Pri-Or, N. G., Shalom, U., Yeger, T., & Green, M. S. (2015). Impacts of climate change on vector borne diseases in the mediterranean basin — implications for preparedness and adaptation policy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6745–6770. <https://doi.org/10.3390/ijerph120606745>
- Regis, L., Monteiro, A. M., De Melo-Santos, M. A. V., Silveira, J. C., Furtado, A. F., Acioli, R. V., ... De Souza, W. V. (2008). Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: Basis for surveillance, alert and control system. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(1), 50–59. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762008000100008>
- Tang, S. C. N., Rusli, M., & Lestari, P. (2018). Climate Variability and Dengue Hemorrhagic Fever in Surabaya, East Java, Indonesia. *Arlangga University*, (December). <https://doi.org/10.20944/preprints201812.0206.v1>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Nakhapakorn, K., & Worakhunpiset, S. (2018). Climate variability and dengue hemorrhagic fever in Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(15), 14944–14952. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1528-y>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Worakhunpiset, S., & Nakhapakorn, K. (2018). Climatic factors influencing dengue hemorrhagic fever in Kolaka district, Indonesia. *Environment and Natural Resources Journal*, 16(2), 1–10. <https://doi.org/10.14456/enrj.2018.10>
- World Health Organization. (1997). *Dengue Haemorrhagic Fever Diagnosis, Treatment, prevention and Control* (second Edition).
- World Health Organization. (2011). *Comprehensive guideline for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever*.
- World Health Organization. (2014). *World Health Statistic 2014*.

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

3. Perbaikan tahap-1 (3 Agustus 2020)

- Pemberitahuan dari editor telah submit perbaikan tahap-1
- Lampiran perbaikan tahap-1

artikel

Prayudhy Yushananta <prayudhyyushananta@gmail.com>
Kepada: jk@poltekkes-tjk.ac.id

03 Agustus 2020 pukul 08.41

Selamat pagi.

Kami telah mengirimkan perbaikan manuskrip dengan judul "PERUBAHAN IKLIM DAN DBD DI INDONESIA: SYSTEMATIC REVIEW".

Selain perubahan format tulisan, kami juga dilakukan perubahan judul menjadi "VARIASI IKLIM DAN DINAMIKA KASUS DBD DI INDONESIA: SYSTEMATIC REVIEW".

Kami juga melakukan perbaikan afiliasi. Terima kasih



**VARIASI IKLIM DAN DINAMIKA KASUS DBD DI
INDONESIA.docx**

106K

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

Climate variability and dynamics of DHF cases in Indonesia: Systematic Review

Prayudhy Yushananta^{1,2}, Agus Setiawan³, Tugiyono⁴

¹ Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang, Lampung, Indonesia

² Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Lampung, Indonesia

³ Fakultas Kehutanan, Universitas Lampung, Indonesia

⁴ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Indonesia

ARTICLE INFO

ABSTRACT/ ABSTRAK

Article history

Received date

Revised date

Accepted date

Keywords:

DHF, Climate,
Rainfall, Humidity,
Temperature

Kata kunci:

DBD, Iklim, Hujan,
Kelembaban, Temperatur

DHF is still a serious problem, especially in children in endemic countries. An estimated 3.6 billion people are at risk and 21,000 deaths each year. Indonesia, in 2018 there were 65,602 cases (IR = 24.75 per 100,000 population), with the death of 467 people (CFR = 0.71%), and 85.6% of districts in Indonesia reported dengue cases. Climate becomes one of the environmental factors that play a role in the number of cases

Google scholar is used as the main source for finding articles related to DHF and climate published during 2015-2019. The inclusion criteria set forth, are articles that must be published in international journals, published in 2015-2019, must discuss about Indonesia, and must assess the effect of climate change on DHF.

A total of 52 articles were found, but only 6 articles met the inclusion criteria. Using various analytical methods, all articles obtain climate variability related to the incidence of DHF, through vector abundance.

The dynamics of DHF is a very complex system, so it is necessary to combine additional factors other than climate to predict it. The development of an early warning and monitoring system is important, in addition to strengthening the role of households in controlling DHF.

Penyakit DBD masih menjadi masalah serius, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis. Diperkirakan 3,6 miliar orang berisiko dan 21.000 kematian setiap tahunnya. Di Indonesia, selama tahun 2018 tercatat sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan kematian 467 orang (CFR= 0,71%), dan 85,6% kabupaten di Indonesia melaporkan kasus DBD. Iklim menjadi salah satu faktor lingkungan yang berperan dalam dinamika jumlah kasus.

Google scholar digunakan sebagai sumber utama untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim yang terbit selama 2015-2019. Kriteria inklusi yang ditetapkan, adalah artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional, diterbitkan pada tahun 2015-2019, harus membahas tentang Indonesia, dan harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD.

Sebanyak 52 artikel ditemukan, namun hanya 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi. Menggunakan bermacam metode analisis, semua artikel mendapatkan variabilitas iklim berhubungan dengan kejadian DBD, melalui kelimpahan vektor.

Dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini menjadi penting, selain memperkuat peran rumah tangga dalam pengendalian DBD.

Copyright © 2020 *Jurnal Kesehatan*
All rights reserved

Corresponding Author:

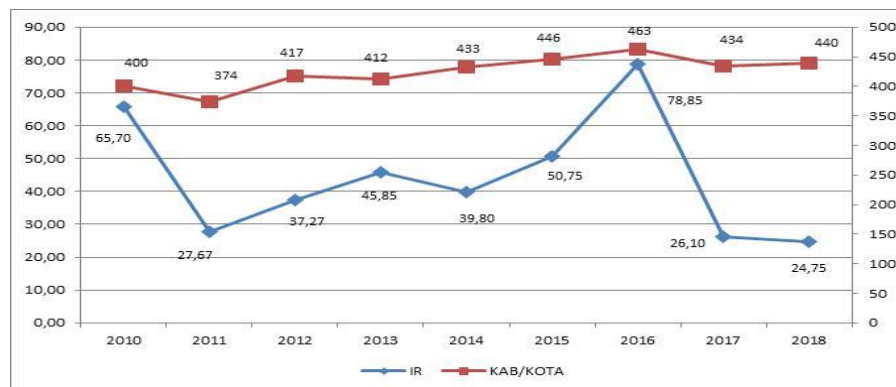
Prayudhy Yushananta
Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Tanjungkarang
Jl. Soekarno-Hatta No. 6, Bandar Lampung
Email : prayudhiyushananta@poltekkes-tjk.ac.id

PENDAHULUAN

Dengue adalah penyakit yang disebabkan oleh empat virus berbeda dalam keluarga *Flaviviridae* dan genus *Flavivirus*, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk dari genus *Aedes*, terutama *Aedes aegypti* (Lloyd, 2003; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Infeksi virus dengue memiliki spektrum penyakit klinis yang luas, mulai dari penyakit demam asimtomatik, demam dengue (DF), demam berdarah dengue (DHF), hingga *Dengue Syok Sindrom (DSS)* (Word Health Organization, 1997).

Dewasa ini penyakit DBD merupakan salah satu masalah serius bagi lebih dari setengah populasi dunia, serta menjadi penyebab utama rawat inap dan kematian, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis (Gubler, 2013; Gubler et al., 2001). Studi terbaru memperkirakan sebanyak 3,6 miliar orang berisiko, dengan lebih dari 230 juta infeksi, lebih dari 2 juta kasus dengan penyakit parah, dan 21.000 berakhir dengan kematian (Gubler, 2013). Secara global, Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya (Myles Allen, 2018). Di Indonesia, kasus DBD pertama kali dilaporkan terjadi di Jakarta dan Surabaya pada tahun 1968 (Karyanti et al., 2014). DBD sering terjadi sebagai kejadian luar biasa (KLB) karena penyebarannya yang cepat dan memberikan risiko kematian. Terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2010, Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara (Kemenkes, 2010).

Data Kementerian Kesehatan menunjukkan angka kesakitan DBD selalu bervariasi dari tahun ke tahun (Gambar 1). Pada tahun 2010, angka kesakitan DBD sebesar 65,70 (per 100.000 penduduk), kemudian turun menjadi 27,67 pada tahun 2011. Selanjutnya trend kasus meningkat terus hingga mencapai puncaknya pada tahun 2016 sebesar 76,85. Pada tahun 2018, jumlah kasus DBD sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan jumlah kematian sebanyak 467 orang (CFR= 0,71%). Sedangkan berdasarkan daerah kabupaten/kota yang terjangkit, Gambar 1 menunjukkan jumlah yang tidak terlalu bervariasi, yaitu berkisar antara 374-463 kabupaten/kota. Namun, jika dibandingkan dengan jumlah kabupaten/kota di Indonesia tahun 2019, maka proporsi kabupaten/kota terjangkit pada sepuluh tahun terakhir berkisar antara 72,7%-85,6%. Gambaran ini menunjukkan bahwa mayoritas kabupaten/kota di Indonesia merupakan daerah *endemis* DBD (Ministry of Health Indonesia, 2018, 2019).



Gambar 1. Trend Angka Kesakitan DBD dan Kabupaten/Kota terjangkit DBD (sumber : Kemenkes, 2010)

Terdapat empat komponen yang sangat berpengaruh terhadap penyebaran dan penularan penyakit DBD, yaitu agent, vektor, host dan lingkungan. Namun, selama vaksin dan obat-obatan yang spesifik belum ditemukan maka mengendalikan vektor dan pengelolaan lingkungan merupakan upaya yang paling utama untuk mencegah dan mengendalikan penyakit DBD (Lloyd, 2003; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Iklim merupakan salah satu faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap tingginya kejadian DBD, yaitu temperatur, curah hujan, dan kelembaban (Brisbois & Ali, 2010). Dalam epidemiologi penyakit tular vektor, variabilitas iklim memainkan peran yang sangat penting karena mempengaruhi kesehatan manusia dan penyebaran penyakit. Sehingga diperlukan pemahaman yang utuh dan menyeluruh tentang hubungan iklim dengan penyakit (Naish et al., 2014). Perubahan iklim mempengaruhi distribusi dan kelimpahan dari organisme vektor, sehingga penyakit yang tersebar melalui vektor (*vector borne disease*) seperti malaria dan DBD perlu diwaspadai

karena penularan penyakit seperti ini akan makin meningkat dengan perubahan iklim (Hopp & Foley, 2001).

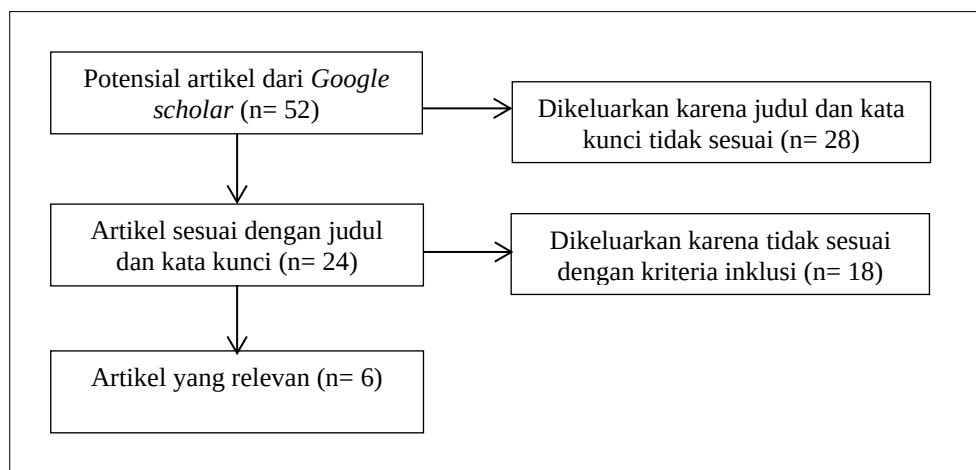
Secara geografis, *Aedes aegypti* menyebar di daerah tropis dan subtropis dengan lingkungan hidup yang dekat dengan manusia (Kraemer et al., 2015). *Aedes albopictus* lebih toleran terhadap temperatur dingin sehingga penyebarannya lebih besar ke daerah *sub-tropis* (Brady et al., 2014, 2013). *Aedes aegypti* hidup optimal pada temperature 26-30°C dan kelembaban 70-80% (Lloyd, 2003; Mourya, Yadav, & Mishra, 2004; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011) bersama dengan ketersediaan tempat berkembang biak (Espinosa et al., 2016; Lloyd, 2003) dan sumber makanan (Arrivillaga & Barrera, 2004).

Perubahan iklim yang merupakan fenomena global yang menjadi perhatian dari banyak negara karena dampaknya terhadap manusia dan lingkungan. Peningkatan temperatur global selama dekade 2006-2015 adalah 0,87°C, dan antara tahun 2030 dan 2052 diprediksi akan terjadi peningkatan sebesar 1,5°C (Myles Allen, 2018). Konsekuensinya, risiko perubahan iklim terhadap kesehatan juga diperkirakan akan meningkat. Laporan Penilaian Kelima (AR5) dari Panel Antar pemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC) menyimpulkan bahwa dampak iklim tidak langsung pada kesehatan, terkait dengan perubahan ekosistem. Simpulan yang paling memprihatinkan adalah meningkatnya risiko penyakit yang disebabkan oleh makanan, air dan penyakit yang ditularkan melalui vektor baik sebagai akibat dari peristiwa ekstrem maupun karena perubahan jangka panjang dalam ekosistem (Haryanto, 2009; Myles Allen, 2018). Tantangan lain yang menghambat kemampuan negara untuk mengendalikan dan menghilangkan penyakit bersumber vektor adalah resistensi terhadap insektisida dan pola iklim *anomaly* (World Health Organization, 2014).

Mempertimbangkan hubungan antara iklim dan DBD, proyeksi iklim menyiratkan peningkatan risiko wabah DBD. Selain memperkuat sistem pengawasan dan kontrol dengan kapasitas yang ditingkatkan, kemampuan prediksi epidemi diperlukan untuk memungkinkan mitigasi yang tepat waktu dan penyebaran sumber daya yang efektif. Sampai saat ini, belum ada sistem peringatan dini atau peringatan wabah berbasis iklim yang telah ditetapkan untuk pengawasan demam berdarah. Kurangnya data dan pengetahuan, serta dukungan yang tidak memadai dari pembuat kebijakan untuk penggunaan sistem seperti itu, dapat menghambat pengembangan inovasi teknologi untuk mengendalikan penyakit DBD.

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah melalui *Google scholar* yang digunakan sebagai sumber utama yang diakses pada bulan Agustus-September 2019 untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim selama tahun 2015-2019. Rangkaian kata kunci yang digunakan adalah variasi dari “*dengue*”, “*climate*”, “Indonesia”. Tahap awal, dilakukan penyaringan artikel dengan memperhatikan judul, kata kunci dan abstrak. Selanjutnya dilakukan penyaringan lengkap dengan mengikuti kriteria inklusi yang telah ditetapkan, yaitu :

1. Artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional.
2. Artikel harus diterbitkan pada tahun 2015-2019.
3. Artikel harus membahas tentang Indonesia.
4. Artikel harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD. Variabel iklim antara lain meliputi temperatur, kelembaban, dan curah hujan.



Gambar 2. Flowchar artikel review

Sebanyak 52 artikel ditemukan menggunakan *Google scholar* sebagai mesin pencari dengan tiga variasi kata kunci. Namun, sebanyak 28 artikel dikeluarkan kembali karena judul dan kata kunci yang tidak sesuai. Dilakukan penilaian teks lengkap, dan sebanyak 18 dikeluarkan karena tidak sesuai dengan kriteria inklusi. Akhirnya, hanya sebanyak 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan dapat dilakukan penilaian isi. Penelitian dilaksanakan di Kota Kendari, Kolaka, Surabaya, Sleman dan Denpasar. Metode dan temuan utama pada masing-masing artikel disajikan pada Tabel 1.

Seluruh artikel yang dimasukkan mempelajari hubungan antara variabel iklim dan kejadian DBD. Beberapa metode analisis digunakan untuk menilai hubungan antara variabel iklim dengan kejadian DBD. Tiga penelitian menggunakan analisis deskriptif menggunakan Regresi Linier dan Spearman Correlation (Azhar, Marina, & Anwar, 2017; Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramoedyo, 2018b; Tang, Rusli, & Lestari, 2018), satu penelitian melakukan analisis menggunakan GIS (Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramoedyo, 2018a), dua lainnya menggunakan analisis multivariat (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, & Worakhunpiset, 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, & Nakhapakorn, 2018).

PEMBAHASAN

Pembahasan disajikan berdasarkan variabel iklim yang berhubungan dengan kejadian DBD, yaitu temperatur, curah hujan, dan kelembaban.

1. Temperatur

Hasil penelitian yang dilakukan di enam lokasi berbeda untuk mengetahui hubungan temperatur dengan kejadian DBD, mendapatkan hasil yang bervariasi. Penelitian di Kendari mendapatkan rata-rata temperatur bulanan sebesar 26,9°C (20,7-33,3°C) dan berkorelasi positif dengan jumlah kasus DBD. Nilai temperatur rata-rata dan temperatur maksimal menunjukkan korelasi tinggi pada lag 2-4, sedangkan temperatur minimal pada lag 1-3 dan 5. Di Kolaka, temperatur rata-rata berkisar 26,1-29,7°C, dengan nilai minimum sebesar 24,2°C dan maksimum 33,6°C. Korelasi positif temperatur rata-rata dan maksimal pada lag 2, 3 dan 4, dan temperatur minimum pada lag 0, 1, 2, 3 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018).

Penelitian lain menunjukkan bahwa kota-kota yang memiliki temperatur lebih besar atau sama dengan 18°C selama lebih dari 11 bulan memiliki potensi besar untuk terjadinya infeksi DBD. Temperatur dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004; Negev et al., 2015; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Variasi temperatur juga berhubungan kejadian DBD di Denpasar, dengan temperatur rata-rata mingguan sebesar 27,48°C (Azhar et al., 2017). Hasil berbeda diperoleh dari penelitian di Sleman yang menyebutkan tidak terdapatnya hubungan antara temperatur dan kejadian DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a). Sedangkan di Surabaya, hubungan temperatur dan kasus DBD mendapatkan nilai korelasi negatif (Tang et al., 2018).

Temperatur mempengaruhi perkembangan, kematian, dan perilaku vektor, serta replikasi virus pada nyamuk. Nyamuk *Aedes aegypti* biasanya bertelur pada temperatur sekitar 25°C - 30°C dan akan menetas dalam 3-4 hari di dalam air (Lloyd, 2003). Peningkatan temperatur udara dapat memengaruhi perilaku menggigit nyamuk, jumlah rata-rata gigitan, dan pemendekan periode kematangan parasit nyamuk. Selain itu, peningkatan temperatur juga akan mempengaruhi periode perkembangbiakan nyamuk dan menyebabkan periode inkubasi ekstrinsik menjadi lebih pendek. Temperatur yang lebih hangat akan meningkatkan metabolisme nyamuk, sehingga terjadi peningkatan kepadatan vektor ketika jumlah tempat berkembang biak masih konstan. Temperatur yang lebih hangat juga akan memperpendek siklus *gonotropik* nyamuk, mengurangi periode inkubasi ekstrinsik (*Eksterinsik Incubation Period/EIP*) dan juga periode inkubasi virus dengue.

Ketika temperatur lingkungan di atas 15°C, maka ukuran tubuh nyamuk akan cenderung menyusut, bersamaan dengan siklus hidup yang lebih pendek. Ukuran tubuh yang lebih kecil akan meningkatkan frekuensi menggigit dan secara otomatis juga akan meningkatkan penyebaran virus dengue. Peningkatan temperatur juga dapat mempersingkat siklus pengembangan gonotropik di *Aedes aegypti*. Dengan demikian, temperatur udara hangat biasanya akan diikuti oleh peningkatan populasi nyamuk, masa inkubasi ekstrinsik *virus dengue* akan dipersingkat dan kemudian membuat perpanjangan waktu nyamuk infeksius menyebarkan virus dengue (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004).

Temperatur optimal untuk siklus reproduksi nyamuk cepat adalah 26-30°C. Semakin cepat siklus reproduksi, maka akan semakin tinggi kepadatan nyamuk, sehingga penularan juga akan meningkat. Temperatur juga mempengaruhi frekuensi gigitan nyamuk, karena nyamuk betina mengisap darah untuk keperluan reproduksi. Temperatur juga memberikan efek pada Periode Inkubasi Eksternal (*EIP*) dalam tubuh nyamuk, yang akan mengalami waktu tercepat ketika temperatur udara mencapai 30°C (Brady et al., 2014). Fluktuasi temperatur harian yang tajam akan mempercepat *EIP*, menyebabkan penularan menjadi lebih efektif karena jumlah virus dalam tubuh nyamuk vektor akan meningkat cepat (Tang et al., 2018).

Fluktuasi temperatur harian yang besar pada temperatur rata-rata tinggi (musim kemarau) akan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk, sehingga kapasitas vektorial berkurang. Namun, fluktuasi temperatur harian yang besar dapat mempercepat *EIP*, sehingga dapat meningkatkan kemungkinan penularan. Fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rata-rata yang rendah akan mengurangi kemampuan reproduksi nyamuk *Aedes aegypti* dan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk (kapasitas vektorial). Namun, fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rendah akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

2. Curah Hujan

Dampak curah hujan terhadap DBD menunjukkan hasil yang bervariasi di lima kota yang berbeda. Di Kendari, variabel curah hujan berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah pada lag 4-5. Sedangkan di Kolaka, curah hujan berkorelasi positif dengan DBD hanya ditemukan pada jeda waktu 0 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Di Sleman, curah hujan berkontribusi sebesar 13,5% - 27,4% (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya memberikan nilai korelasi sebesar 40,7% (Tang et al., 2018), dan di Denpasar juga menunjukkan hubungan yang signifikans (Azhar et al., 2017).

Secara langsung, hubungan curah hujan dengan DBD melalui peningkatan potensi tempat perkembangbiakan nyamuk, yang mengarah pada peningkatan kepadatan dan penyebaran vektor, dan akhirnya akan meningkatkan risiko penularan virus dengue (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Berdasarkan spesiesnya, peluang *Aedes aegypti* dipengaruhi oleh curah hujan untuk menularkan wabah lebih kecil dibandingkan *Aedes albopictus*, karena *Aedes aegypti* berkembang biak di dalam ruangan. Selain menyiapkan tempat bertelur, telur nyamuk yang sudah terdapat pada tempat penampungan air akan menetas dalam waktu 1-3 hari setelah terkena air hujan. Pada suasana kering, telur *Aedes aegypti* mampu bertahan hingga 3 bulan (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 2011).

Curah hujan akan mempengaruhi temperatur dan kelembaban udara, yaitu menurunkan temperatur dan meningkatkan kelembaban. Temperatur yang rendah akan memperpanjang usia vektor, sehingga populasinya akan meningkat dan peluang angka gigitan nyamuk. Pada temperatur rata-rata yang rendah juga akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018). Meningkatnya kelembaban udara akan mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes*, sehingga kelangsungan hidup dan umur nyamuk akan meningkat pula. Selain itu, kelembaban berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada temperatur rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008).

3. Kelembaban

Hasil penelitian di lima lokasi berbeda mendapatkan hasil yang bervariasi. Di Kendari, curah hujan dan kelembaban berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah saat lag waktu 4-5. Kelembaban relatif juga berkontribusi negatif terhadap kasus DBD bulanan meskipun secara statistik tidak signifikan. Di Kolaka, kelembaban relatif rata-rata adalah 76% dan menunjukkan korelasi positif pada lag 0 dan korelasi negatif pada lag 5 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Hasil penelitian di Sleman mendapatkan pengaruh kelembaban terhadap DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya juga mendapatkan nilai korelasi positif yang kuat (Tang et al., 2018). Namun, penelitian di Denpasar tidak menunjukkan hubungan yang signifikans antara kelembaban dengan DBD (Azhar et al., 2017).

Kelembaban berkaitan dengan curah hujan dan temperatur, tingginya curah hujan akan meningkatkan kelembaban udara. Dalam kehidupan vektor, meningkatnya kelembaban mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes aegypti*, sehingga meningkatkan kelangsungan hidup dan umur nyamuk. Selain itu juga berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada temperatur rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008).

Temperatur dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004; Negev et al., 2015; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Tingginya curah hujan akan meningkatkan tempat perindukan baru, sekaligus memicu turunnya temperatur dan tingginya kelembaban. Pada kondisi ini, maka populasi vektor akan meningkat, sekaligus memperpanjang usia vektor. Fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rata-rata yang rendah akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

Tabel 1. Metode dan temuan utama artikel

Peneliti dan Tahun	Area Studi	Variabel	Metode Analisis	Data	Temuan Utama
Ramadhan Tosespu, et al (2017)	Kendari, Sulawesi Tenggara	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Spearmen test, Time-series Poisson regression	2010-2015	- Temperatur berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi negatif dengan DBD - Curah hujan berkorelasi negatif dengan DBD.
Ramadhan Tosespu, et al (2018)	Kolaka, Sulawesi Tenggara	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Multiple Linier Regression	2010-2015	- Temperatur berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi positif dengan DBD. - Curah hujan berkorelasi positif dengan DBD.
Tri Wulandari Kesetyaningsih, et al (2018)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	GIS, Spearmen Corelation	2008-2018	- Temperatur tidak berhubungan dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.
Sandra Choi Ning Tang, et al. (2019)	Surabaya, Jawa timur	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Kolmogorov Smirnof, Spearmen Corelation	2009-2017	- Temperatur berhubungan negatif dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan berhubungan dengan DBD.
Triwulandari Kasetyaningsih, et al. (2017)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Temperatur	Linier Regression	2008-2013	- Temperatur berhubungan dengan DBD.
Khadijah Azhar, Rina Marina, Athena Anwar. (2017)	Denpasar, Bali	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Linier Regression	2010-2014	- Temperatur berhubungan dengan DBD. - Kelembaban tidak berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.

SIMPULAN

Dampak perubahan iklim terhadap peningkatan kejadian DBD telah dijelaskan. Faktor iklim yang terdiri dari temperatur, curah hujan, dan kelembaban, merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi. Pada sisi lain, dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Dalam hal

ini, faktor tambahan dimaksud adalah perilaku manusia dalam mengelola lingkungan, anggaran, kebijakan, dan lain-lain. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini berbasis iklim menjadi penting dalam upaya perencanaan dan pengendalian, selain terus melakukan penelitian dan kajian hubungan iklim dan penyakit DBD di berbagai tempat di Indonesia.

Penguatan peran rumah tangga menjadi solusi yang paling penting dan utama dalam pengendalian penyakit DBD melalui pemberantasan sarang nyamuk, atau dikenal dengan istilah 3 M (menutup, menguras, dan mengubur). Pemberantasan sarang nyamuk yang dilakukan terus menerus sebagai sebuah perilaku kesehatan, akan menekan jumlah nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor penyakit DBD.

KETERBATASAN PENULISAN

Jumlah artikel yang minim menjadi keterbatasan utama dalam melakukan penulisan artikel ini. Hanya 6 dari 52 artikel yang benar-benar sesuai dengan kriteria inklusi yang ditetapkan. Kondisi ini menunjukkan minimnya penelitian yang mengkaji hubungan perubahan iklim dan penyakit DBD di Indonesia, serta masih terbatasnya hasil penelitian yang dipublikasikan pada tingkat internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrivillaga, J., & Barrera, R. (2004). Food as a limiting factor for *Aedes aegypti* in water-storage containers. *Journal of Vector Ecology : Journal of the Society for Vector Ecology*, 29(1), 11–20. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15266737>
- Azhar, K., Marina, R., & Anwar, A. (2017). A prediction model of Dengue incidence using climate variability in Denpasar city. *Health Science Journal of Indonesia*, 8(2), 68–73. <https://doi.org/10.22435/hsji.v8i2.6952.68-73>
- Brady, O. J., Golding, N., Pigott, D. M., Kraemer, M. U. G., Messina, J. P., Reiner, R. C., ... Hay, S. I. (2014). Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-338>
- Brady, O. J., Johansson, M. A., Guerra, C. A., Bhatt, S., Golding, N., Pigott, D. M., ... Hay, S. I. (2013). Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasites and Vectors*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-351>
- Brisbois, B. W., & Ali, S. H. (2010). Climate change, vector-borne disease and interdisciplinary research: social science perspectives on an environment and health controversy. *EcoHealth*, 7(4), 425–438.
- Espinosa, M., Weinberg, D., Rotela, C. H., Polop, F., Abril, M., & Scavuzzo, C. M. (2016). Temporal Dynamics and Spatial Patterns of *Aedes aegypti* Breeding Sites, in the Context of a Dengue Control Program in Tartagal (Salta Province, Argentina). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(5), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004621>
- Gubler, D. J. (2013). Prevention and control of *Aedes aegypti*-borne diseases: Lesson learned from past successes and failures. *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 19(3), 111–114.
- Gubler, D. J., Reiter, P., Ebi, K. L., Yap, W., Nasci, R., & Patz, J. A. (2001). Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector- and Rodent-Borne diseases. *Environmental Health Perspectives*, 109(SUPPL. 2), 223–233. <https://doi.org/10.2307/3435012>
- Haryanto, B. (2009). Climate Change and Public Health in Indonesia Impacts and Adaptation. *Nautilus Institute Australia*, (December), 1–12.
- Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001). Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Climatic Change*, 48(2–3), 441–463.
- Karyanti, M. R., Uiterwaal, C. S. P. M., Kusriastuti, R., Hadinegoro, S. R., Rovers, M. M., Heesterbeek, H., ... Bruijning-Verhagen, P. (2014). The changing incidence of Dengue Haemorrhagic Fever in Indonesia: a 45-year registry-based analysis. *BMC Infectious Diseases*, 14(1), 412. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-412>
- Kemenkes, P. (2010, August). BULETIN DBD. *Pusat Data Dan Informasi, Kementerian Kesehatan RI*.
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, & Pramodyo, H. (2018a). Determination of environmental factors affecting dengue incidence in Sleman District, Yogyakarta, Indonesia.

- African Journal of Infectious Diseases*, 12(Special Issue 1), 13–25.
<https://doi.org/10.2101/Ajid.12v1S.3>
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, S., & Pramodyo, H. (2018b). The minimum-maximum weather temperature difference effect on dengue incidence in Sleman regency of Yogyakarta, Indonesia. *Walailak Journal of Science and Technology*, 15(5), 387–396.
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., ... Hay, S. I. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *eLife*, 4(JUNE2015), 1–18. <https://doi.org/10.7554/eLife.08347>
- Lloyd, L. S. (2003). *Best practices for dengue prevention and control in the Americas*. Washington DC: Camp Dresser and McKee International Environmental Health
- Ministry of Health Indonesia. (2018). *Kemenkes 2018*.
- Ministry of Health Indonesia. (2019). *Profil Kesehatan Indonesia 2018 [Indonesia Health Profile 2018]*. Retrieved from http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/Data-dan-Informasi_Profil-Kesehatan-Indonesia-2018.pdf
- Mourya, D. T., Yadav, P., & Mishra, A. C. (2004). Effect of temperature stress on immature stages and susceptibility of *Aedes aegypti* mosquitoes to chikungunya virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 70(4), 346–350.
- Myles Allen, et al. (2018). *Summary for Policymakers - Global warming of 1.5°C, an IPCC special report*. WHO.
- Naish, S., Dale, P., Mackenzie, J. S., McBride, J., Mengersen, K., & Tong, S. (2014). Climate change and dengue: a critical and systematic review of quantitative modelling approaches. *BMC Infectious Diseases*, 14(1), 167. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-167>
- Negev, M., Paz, S., Clermont, A., Pri-Or, N. G., Shalom, U., Yeger, T., & Green, M. S. (2015). Impacts of climate change on vector borne diseases in the Mediterranean basin — implications for preparedness and adaptation policy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6745–6770. <https://doi.org/10.3390/ijerph120606745>
- Regis, L., Monteiro, A. M., De Melo-Santos, M. A. V., Silveira, J. C., Furtado, A. F., Acioli, R. V., ... De Souza, W. V. (2008). Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: Basis for surveillance, alert and control system. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(1), 50–59. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762008000100008>
- Tang, S. C. N., Rusli, M., & Lestari, P. (2018). Climate Variability and Dengue Hemorrhagic Fever in Surabaya, East Java, Indonesia. *Arlangga University*, (December).
<https://doi.org/10.20944/preprints201812.0206.v1>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Nakhapakorn, K., & Worakhunpiset, S. (2018). Climate variability and dengue hemorrhagic fever in Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(15), 14944–14952. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1528-y>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Worakhunpiset, S., & Nakhapakorn, K. (2018). Climatic factors influencing dengue hemorrhagic fever in Kolaka district, Indonesia. *Environment and Natural Resources Journal*, 16(2), 1–10. <https://doi.org/10.14456/ennrj.2018.10>
- World Health Organization. (1997). *Dengue Haemorrhagic Fever Diagnosis, Treatment, prevention and Control* (second Edition).
- World Health Organization. (2011). *Comprehensive guideline for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever*.
- World Health Organization. (2014). *World Health Statistics 2014*.

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

2. Review Tahap-2 (7 Agustus 2020)

- Pemberitahuan hasil review tahap-2
- Lampiran hasil review-2



Prayudhy Yushananta <prayudhyyushananta@gmail.com>

[JK] Keputusan Editor

Jurnal Kesehatan <jk@poltekkes-tjk.ac.id>

07 Agustus 2020 pukul 10.47

Balas Ke: Adinda Juwita Sari <adindajuwitasari@poltekkes-tjk.ac.id>

Kepada: "Mr. Prayudhy yushananta" <prayudhyyushananta@gmail.com>

jk@poltekkes-tjk.ac.id

Mr. Prayudhy yushananta:

Kami telah mengambil keputusan mengenai naskah Anda untuk Jurnal Kesehatan, "VARIASI IKLIM DAN DINAMIKA KASUS DBD DI INDONESIA: SYSTEMATIC REVIEW".

Keputusan kami adalah: Revision Required.

Mohon mengirimkan kembali naskah Anda melalui OJS, agar dapat diproses lebih lanjut

Demikian kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Jurnal Kesehatan

<http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JK>

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

Climate variability and dynamics of DHF cases in Indonesia: Systematic Review

ARTICLE INFO

ABSTRACT/ ABSTRAK

Article history

Received date
Revised date
Accepted date

Keywords:

DHF, Climate,
Rainfall, Humidity,
Temperature

Kata kunci:

DBD, Iklim, Hujan,
Kelembaban, Temperatur

DHF is still a serious problem, especially in children in endemic countries. An estimated 3.6 billion people are at risk and 21,000 deaths each year. Indonesia, in 2018 there were 65,602 cases (IR = 24.75 per 100,000 population), with the death of 467 people (CFR = 0.71%), and 85.6% of districts in Indonesia reported dengue cases. Climate becomes one of the environmental factors that play a role in the number of cases

Google scholar is used as the main source for finding articles related to DHF and climate published during 2015-2019. The inclusion criteria set forth, are articles that must be published in international journals, published in 2015-2019, must discuss about Indonesia, and must assess the effect of climate change on DHF.

A total of 52 articles were found, but only 6 articles met the inclusion criteria. Using various analytical methods, all articles obtain climate variability related to the incidence of DHF, through vector abundance.

The dynamics of DHF is a very complex system, so it is necessary to combine additional factors other than climate to predict it. The development of an early warning and monitoring system is important, in addition to strengthening the role of households in controlling DHF.

Penyakit DBD masih menjadi masalah serius, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis. Diperkirakan 3,6 miliar orang berisiko dan 21.000 kematian setiap tahunnya. Di Indonesia, selama tahun 2018 tercatat sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan kematian 467 orang (CFR= 0,71%), dan 85,6% kabupaten di Indonesia melaporkan kasus DBD. Iklim menjadi salah satu faktor lingkungan yang berperan dalam dinamika jumlah kasus.

Google scholar digunakan sebagai sumber utama untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim yang terbit selama 2015-2019. Kriteria inklusi yang ditetapkan, adalah artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional, diterbitkan pada tahun 2015-2019, harus membahas tentang Indonesia, dan harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD.

Sebanyak 52 artikel ditemukan, namun hanya 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi. Menggunakan bermacam metode analisis, semua artikel mendapatkan variabilitas iklim berhubungan dengan kejadian DBD, melalui kelimpahan vektor.

Dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini menjadi penting, selain memperkuat peran rumah tangga dalam pengendalian DBD.

Copyright © 2020 Jurnal Kesehatan
All rights reserved

Corresponding Author:

Commented [A1]: Penulisan dalam 1 kolom, tidak dibuat terpisah per bagian.

Commented [A2]: Penulisan dalam 1 kolom, tidak dibuat terpisah per bagian.

PENDAHULUAN

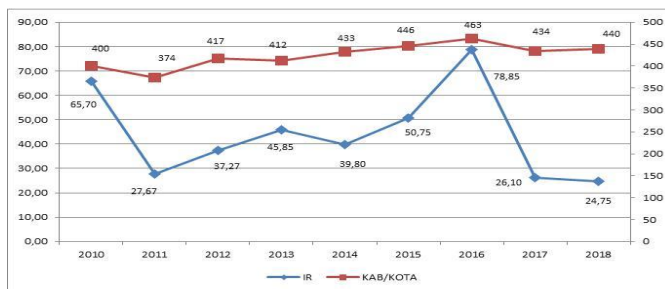
Dengue adalah penyakit yang disebabkan oleh empat virus berbeda dalam keluarga *Flaviviridae* dan *genus Flavivirus*, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk dari *genus Aedes*, terutama *Aedes aegypti* (Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Infeksi virus dengue memiliki spektrum penyakit klinis yang luas, mulai dari penyakit demam asimtomatik, demam dengue

(DF), demam berdarah dengue (DHF), hingga *Dengue Syok Sindrom (DSS)* (World Health Organization, 1997).

Dewasa ini penyakit DBD merupakan salah satu masalah serius bagi lebih dari setengah populasi dunia, serta menjadi penyebab utama rawat inap dan kematian, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis (Gubler, 2013; Gubler et al., 2001). Studi terbaru memperkirakan sebanyak 3,6 miliar orang berisiko, dengan lebih dari 230 juta infeksi, lebih dari 2 juta kasus dengan penyakit parah, dan 21.000 berakhir dengan kematian (Gubler, 2013). Secara global, Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya (Myles Allen, 2018). Di Indonesia, kasus DBD pertama kali dilaporkan terjadi di Jakarta dan Surabaya pada tahun 1968 (Karyanti et al., 2014). DBD sering terjadi sebagai kejadian luar biasa (KLB) karena penyebarannya yang cepat dan memberikan risiko kematian. Terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2010, Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara (Kemenkes, 2010).

Data Kementerian Kesehatan menunjukkan angka kesakitan DBD selalu bervariasi dari tahun ke tahun (Gambar 1). Pada tahun 2010, angka kesakitan DBD sebesar 65,70 (per 100.000 penduduk), kemudian turun menjadi 27,67 pada tahun 2011. Selanjutnya trend kasus meningkat terus hingga mencapai puncaknya pada tahun 2016 sebesar 78,85. Pada tahun 2018, jumlah kasus DBD sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan jumlah kematian sebanyak 467 orang (CFR=0,71%). Sedangkan berdasarkan daerah kabupaten/kota yang terjangkit, Gambar 1 menunjukkan jumlah yang tidak terlalu bervariasi, yaitu berkisar antara 374-463 kabupaten/kota. Namun, jika dibandingkan dengan jumlah kabupaten/kota di Indonesia tahun 2019, maka proporsi kabupaten/kota terjangkit pada sepuluh tahun terakhir berkisar antara 72,7%-85,6%. Gambaran ini menunjukkan bahwa mayoritas kabupaten/kota di Indonesia merupakan daerah *endemis* DBD (Ministry of Health Indonesia, 2018, 2019).

Commented [A3]: Dibuat menjadi 2 kolom.



Gambar 1. Trend Angka Kesakitan DBD dan Kabupaten/Kota terjangkit DBD (sumber : Kemenkes, 2010)

Terdapat empat komponen yang sangat berpengaruh terhadap penyebaran dan penularan penyakit DBD, yaitu agent, vektor, host dan lingkungan. Namun, selama vaksin dan obat-obatan yang spesifik belum ditemukan maka mengendalikan vektor dan pengelolaan lingkungan merupakan upaya yang paling utama untuk mencegah dan mengendalikan penyakit DBD (Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Iklim merupakan salah satu faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap tingginya kejadian DBD, yaitu temperatur, curah hujan, dan kelembaban (Brisbois & Ali, 2010). Dalam epidemiologi penyakit tular vektor, variabilitas iklim memainkan peran yang sangat penting karena mempengaruhi kesehatan manusia dan penyebaran penyakit. Sehingga diperlukan pemahaman yang utuh dan menyeluruh tentang hubungan iklim dengan penyakit (Naish et al., 2014). Perubahan iklim mempengaruhi distribusi dan kelimpahan dari organisme vektor, sehingga penyakit yang tersebar melalui vektor (*vector borne disease*) seperti malaria dan DBD perlu diwaspadai karena penularan penyakit seperti ini akan makin meningkat dengan perubahan iklim (Hopp & Foley, 2001).

Secara geografis, *Aedes aegypti* menyebar di daerah tropis dan subtropis dengan lingkungan hidup yang dekat dengan manusia (Kraemer et al., 2015). *Aedes albopictus* lebih toleran terhadap temperatur dingin sehingga penyebarannya lebih besar ke daerah *sub-tropis* (Brady et al., 2014, 2013). *Aedes aegypti* hidup optimal pada temperature 26-30°C dan kelembaban 70-80% (Lloyd, 2003; Mourya,

Yadav, & Mishra, 2004; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011) bersama dengan ketersediaan tempat berkembang biak (Espinosa et al., 2016; Lloyd, 2003) dan sumber makanan (Arrivillaga & Barrera, 2004).

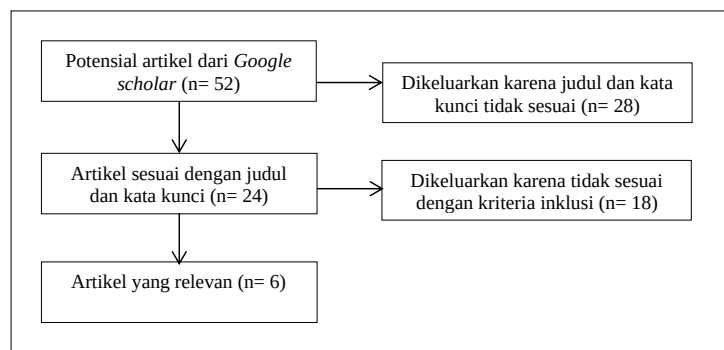
Perubahan iklim yang merupakan fenomena global yang menjadi perhatian dari banyak negara karena dampaknya terhadap manusia dan lingkungan. Peningkatan temperatur global selama dekade 2006-2015 adalah 0,87°C, dan antara tahun 2030 dan 2052 diprediksi akan terjadi peningkatan sebesar 1,5°C (Myles Allen, 2018). Konsekuensinya, risiko perubahan iklim terhadap kesehatan juga diperkirakan akan meningkat. Laporan Penilaian Kelima (AR5) dari Panel Antar pemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC) menyimpulkan bahwa dampak iklim tidak langsung pada kesehatan, terkait dengan perubahan ekosistem. Simpulan yang paling memprihatinkan adalah meningkatnya risiko penyakit yang disebabkan oleh makanan, air dan penyakit yang ditularkan melalui vektor baik sebagai akibat dari peristiwa ekstrem maupun karena perubahan jangka panjang dalam ekosistem (Haryanto, 2009; Myles Allen, 2018). Tantangan lain yang menghambat kemampuan negara untuk mengendalikan dan menghilangkan penyakit bersumber vektor adalah resistensi terhadap insektisida dan pola iklim *anomaly* (World Health Organization, 2014).

Mempertimbangkan hubungan antara iklim dan DBD, proyeksi iklim menyiratkan peningkatan risiko wabah DBD. Selain memperkuat sistem pengawasan dan kontrol dengan kapasitas yang ditingkatkan, kemampuan prediksi epidemi diperlukan untuk memungkinkan mitigasi yang tepat waktu dan penyebaran sumber daya yang efektif. Sampai saat ini, belum ada sistem peringatan dini atau peringatan wabah berbasis iklim yang telah ditetapkan untuk pengawasan demam berdarah. Kurangnya data dan pengetahuan, serta dukungan yang tidak memadai dari pembuat kebijakan untuk penggunaan sistem seperti itu, dapat menghambat pengembangan inovasi teknologi untuk mengendalikan penyakit DBD.

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah melalui *Google scholar* yang digunakan sebagai sumber utama yang diakses pada bulan Agustus-September 2019 untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim selama tahun 2015-2019. Rangkaian kata kunci yang digunakan adalah variasi dari “*dengue*”, “*climate*”, “Indonesia”. Tahap awal, dilakukan penyaringan artikel dengan memperhatikan judul, kata kunci dan abstrak. Selanjutnya dilakukan penyaringan lengkap dengan mengikuti kriteria inklusi yang telah ditetapkan, yaitu :

1. Artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional.
2. Artikel harus diterbitkan pada tahun 2015-2019.
3. Artikel harus membahas tentang Indonesia.
4. Artikel harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD. Variabel iklim antara lain meliputi temperatur, kelembaban, dan curah hujan.

Commented [A4]: Dibuat menjadi 2 kolom.



Gambar 2. Flowchar artikel review

Sebanyak 52 artikel ditemukan menggunakan *Google scholar* sebagai mesin pencari dengan tiga variasi kata kunci. Namun, sebanyak 28 artikel dikeluarkan kembali karena judul dan kata kunci yang tidak sesuai. Dilakukan penilaian teks lengkap, dan sebanyak 18 dikeluarkan karena tidak sesuai dengan kriteria inklusi. Akhirnya, hanya sebanyak 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan dapat

dilakukan penilaian isi. Penelitian dilaksanakan di Kota Kendari, Kolaka, Surabaya, Sleman dan Denpasar. Metode dan temuan utama pada masing-masing artikel disajikan pada Tabel 1.

Seluruh artikel yang dimasukkan mempelajari hubungan antara variabel iklim dan kejadian DBD. Beberapa metode analisis digunakan untuk menilai hubungan antara variabel iklim dengan kejadian DBD. Tiga penelitian menggunakan analisis deskriptif menggunakan Regresi Linier dan Spearman Correlation (Azhar, Marina, & Anwar, 2017; Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramoedyo, 2018b; Tang, Rusli, & Lestari, 2018), satu penelitian melakukan analisis menggunakan GIS (Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramoedyo, 2018a), dua lainnya menggunakan analisis multivariat (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, & Worakhunpiset, 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, & Nakhapakorn, 2018).

PEMBAHASAN

Pembahasan disajikan berdasarkan variabel iklim yang berhubungan dengan kejadian DBD, yaitu temperatur, curah hujan, dan kelembaban.

1. Temperatur

Hasil penelitian yang dilakukan di enam lokasi berbeda untuk mengetahui hubungan temperatur dengan kejadian DBD, mendapatkan hasil yang bervariasi. Penelitian di Kendari mendapatkan rata-rata temperatur bulanan sebesar 26,9°C (20,7-33,3°C) dan berkorelasi positif dengan jumlah kasus DBD. Nilai temperatur rata-rata dan temperatur maksimal menunjukkan korelasi tinggi pada lag 2-4, sedangkan temperatur minimal pada lag 1-3 dan 5. Di Kolaka, temperatur rata-rata berkisar 26,1-29,7°C, dengan nilai minimum sebesar 24,2°C dan maksimum 33,6°C. Korelasi positif temperatur rata-rata dan maksimal pada lag 2, 3 dan 4, dan temperatur minimum pada lag 0, 1, 2, 3 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018).

Penelitian lain menunjukkan bahwa kota-kota yang memiliki temperatur lebih besar atau sama dengan 18°C selama lebih dari 11 bulan memiliki potensi besar untuk terjadinya infeksi DBD. Temperatur dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekuensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004; Negev et al., 2015; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Variasi temperatur juga berhubungan kejadian DBD di Denpasar, dengan temperatur rata-rata mingguan sebesar 27,48°C (Azhar et al., 2017). Hasil berbeda diperoleh dari penelitian di Sleman yang menyebutkan tidak terdapatnya hubungan antara temperatur dan kejadian DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a). Sedangkan di Surabaya, hubungan temperatur dan kasus DBD mendapatkan nilai korelasi negatif (Tang et al., 2018).

Temperatur mempengaruhi perkembangan, kematian, dan perilaku vektor, serta replikasi virus pada nyamuk. Nyamuk *Aedes aegypti* biasanya bertelur pada temperatur sekitar 25°C - 30°C dan akan menetas dalam 3-4 hari di dalam air (Lloyd, 2003). Peningkatan temperatur udara dapat memengaruhi perilaku menggigit nyamuk, jumlah rata-rata gigitan, dan pemendekan periode kematangan parasit nyamuk. Selain itu, peningkatan temperatur juga akan mempengaruhi periode perkembangbiakan nyamuk dan menyebabkan periode inkubasi ekstrinsik menjadi lebih pendek. Temperatur yang lebih hangat akan meningkatkan metabolisme nyamuk, sehingga terjadi peningkatan kepadatan vektor ketika jumlah tempat berkembang biak masih konstan. Temperatur yang lebih hangat juga akan memperpendek siklus *gonotropik* nyamuk, mengurangi periode inkubasi ekstrinsik (*Eksterinsik Incubation Period/EIP*) dan juga periode inkubasi virus dengue.

Ketika temperatur lingkungan di atas 15°C, maka ukuran tubuh nyamuk akan cenderung menyusut, bersamaan dengan siklus hidup yang lebih pendek. Ukuran tubuh yang lebih kecil akan meningkatkan frekuensi menggigit dan secara otomatis juga akan meningkatkan penyebaran virus dengue. Peningkatan temperatur juga dapat mempersingkat siklus pengembangan gonotropik di *Aedes aegypti*. Dengan demikian, temperatur udara hangat biasanya akan diikuti oleh peningkatan populasi nyamuk, masa inkubasi ekstrinsik virus dengue akan dipersingkat dan kemudian membuat perpanjangan waktu nyamuk infeksius menyebarkan virus dengue (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004).

Temperatur optimal untuk siklus reproduksi nyamuk cepat adalah 26-30°C. Semakin cepat siklus reproduksi, maka akan semakin tinggi kepadatan nyamuk, sehingga penularan juga akan meningkat. Temperatur juga mempengaruhi frekuensi gigitan nyamuk, karena nyamuk betina mengisap darah untuk keperluan reproduksi. Temperatur juga memberikan efek pada Periode Inkubasi Eksternal (*EIP*) dalam tubuh nyamuk, yang akan mengalami waktu tercepat ketika temperatur udara mencapai 30°C (Brady et

al., 2014). Fluktuasi temperatur harian yang tajam akan mempercepat *EIP*, menyebabkan penularan menjadi lebih efektif karena jumlah virus dalam tubuh nyamuk vektor akan meningkat cepat (Tang et al., 2018).

Fluktuasi temperatur harian yang besar pada temperatur rata-rata tinggi (musim kemarau) akan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk, sehingga kapasitas vektorial berkurang. Namun, fluktuasi temperatur harian yang besar dapat mempercepat *EIP*, sehingga dapat meningkatkan kemungkinan penularan. Fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rata-rata yang rendah akan mengurangi kemampuan reproduksi nyamuk *Aedes aegypti* dan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk (kapasitas vektorial). Namun, fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rendah akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

2. Curah Hujan

Dampak curah hujan terhadap DBD menunjukkan hasil yang bervariasi di lima kota yang berbeda. Di Kendari, variabel curah hujan berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah pada lag 4-5. Sedangkan di Kolaka, curah hujan berkorelasi positif dengan DBD hanya ditemukan pada jeda waktu 0 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Di Sleman, curah hujan berkontribusi sebesar 13,5% - 27,4% (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya memberikan nilai korelasi sebesar 40,7% (Tang et al., 2018), dan di Denpasar juga menunjukkan hubungan yang signifikans (Azhar et al., 2017).

Secara langsung, hubungan curah hujan dengan DBD melalui peningkatan potensi tempat perkembangbiakan nyamuk, yang mengarah pada peningkatan kepadatan dan penyebaran vektor, dan akhirnya akan meningkatkan risiko penularan virus dengue (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Berdasarkan spesiesnya, peluang *Aedes aegypti* dipengaruhi oleh curah hujan untuk menularkan wabah lebih kecil dibandingkan *Aedes albopictus*, karena *Aedes aegypti* berkembang biak di dalam ruangan. Selain menyiapkan tempat bertelur, telur nyamuk yang sudah terdapat pada tempat penampungan air akan menetas dalam waktu 1-3 hari setelah terkena air hujan. Pada suasana kering, telur *Aedes aegypti* mampu bertahan hingga 3 bulan (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 2011).

Curah hujan akan mempengaruhi temperatur dan kelembaban udara, yaitu menurunkan temperatur dan meningkatkan kelembaban. Temperatur yang rendah akan memperpanjang usia vektor, sehingga populasinya akan meningkat dan peluang angka gigitan nyamuk. Pada temperatur rata-rata yang rendah juga akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018). Meningkatnya kelembaban udara akan mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes*, sehingga kelangsungan hidup dan umur nyamuk akan meningkat pula. Selain itu, kelembaban berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada temperatur rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008).

3. Kelembaban

Hasil penelitian di lima lokasi berbeda mendapatkan hasil yang bervariasi. Di Kendari, curah hujan dan kelembaban berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah saat lag waktu 4-5. Kelembaban relatif juga berkontribusi negatif terhadap kasus DBD bulanan meskipun secara statistik tidak signifikan. Di Kolaka, kelembaban relatif rata-rata adalah 76% dan menunjukkan korelasi positif pada lag 0 dan korelasi negatif pada lag 5 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Hasil penelitian di Sleman mendapatkan pengaruh kelembaban terhadap DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya juga mendapatkan nilai korelasi positif yang kuat (Tang et al., 2018). Namun, penelitian di Denpasar tidak menunjukkan hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan DBD (Azhar et al., 2017).

Kelembaban berkaitan dengan curah hujan dan temperatur, tingginya curah hujan akan meningkatkan kelembaban udara. Dalam kehidupan vektor, meningkatnya kelembaban mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes aegypti*, sehingga meningkatkan kelangsungan hidup dan umur nyamuk. Selain itu juga berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan

lebih banyak telur selama musim hujan pada temperatur rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008).

Temperatur dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004; Negev et al., 2015; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Tingginya curah hujan akan meningkatkan tempat perindukan baru, sekaligus memicu turunnya temperatur dan tingginya kelembaban. Pada kondisi ini, maka populasi vektor akan meningkat, sekaligus memperpanjang usia vektor. Fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rata-rata yang rendah akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

Commented [A5]: Dibuat menjadi 2 kolom.

Tabel 1. Metode dan temuan utama artikel

Peneliti dan Tahun	Area Studi	Variabel	Metode Analisis	Data	Temuan Utama
Ramadhan Tosespu, et al (2017)	Kendari, Sulawesi Tenggara	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Spearmen test, Time-series Poisson regression	2010-2015	- Temperatur berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi negatif dengan DBD. - Curah hujan berkorelasi negatif dengan DBD.
Ramadhan Tosespu, et al (2018)	Kolaka, Sulawesi Tenggara	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Multiple Linier Regression	2010-2015	- Temperatur berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi positif dengan DBD. - Curah hujan berkorelasi positif dengan DBD.
Tri Wulandari Kesetyaningsih, et al (2018)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	GIS, Spearmen Corelation	2008-2018	- Temperatur tidak berhubungan dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.
Sandra Choi Ning Tang, et al. (2019)	Surabaya, Jawa timur	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Kolmogorov Smirnof, Spearmen Corelation	2009-2017	- Temperatur berhubungan negatif dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan berhubungan dengan DBD.
Triwulandari Kasetyaningsih, et al. (2017)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Temperatur	Linier Regression	2008-2013	- Temperatur berhubungan dengan DBD.
Khadijah Azhar, Rina Marina, Athena Anwar. (2017)	Denpasar, Bali	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Linier Regression	2010-2014	- Temperatur berhubungan dengan DBD. - Kelembaban tidak berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.

SIMPULAN

Dampak perubahan iklim terhadap peningkatan kejadian DBD telah dijelaskan. Faktor iklim yang terdiri dari temperatur, curah hujan, dan kelembaban, merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi. Pada sisi lain, dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Dalam hal ini, faktor tambahan dimaksud adalah perilaku manusia dalam mengelola lingkungan, anggaran, kebijakan, dan lain-lain. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini berbasis iklim menjadi penting dalam upaya perencanaan dan pengendalian, selain terus melakukan penelitian dan kajian hubungan iklim dan penyakit DBD di berbagai tempat di Indonesia.

Penguatan peran rumah tangga menjadi solusi yang paling penting dan utama dalam pengendalian penyakit DBD melalui pemberantasan sarang nyamuk, atau dikenal dengan istilah 3 M (menutup, menguras, dan mengubur). Pemberantasan sarang nyamuk yang dilakukan terus menerus sebagai sebuah perilaku kesehatan, akan menekan jumlah nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor penyakit DBD.

Commented [A6]: Dibuat menjadi 2 kolom.

KETERBATASAN PENULISAN

Jumlah artikel yang minim menjadi keterbatasan utama dalam melakukan penulisan artikel ini. Hanya 6 dari 52 artikel yang benar-benar sesuai dengan kriteria inklusi yang ditetapkan. Kondisi ini menunjukkan minimnya penelitian yang mengkaji hubungan perubahan iklim dan penyakit DBD di Indonesia, serta masih terbatasnya hasil penelitian yang dipublikasikan pada tingkat internasional.

Commented [A7]: Dimasukkan pada bagian akhir pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrivillaga, J., & Barrera, R. (2004). Food as a limiting factor for *Aedes aegypti* in water-storage containers. *Journal of Vector Ecology : Journal of the Society for Vector Ecology*, 29(1), 11–20. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15266737>
- Azhar, K., Marina, R., & Anwar, A. (2017). A prediction model of Dengue incidence using climate variability in Denpasar city. *Health Science Journal of Indonesia*, 8(2), 68–73. <https://doi.org/10.22435/hsji.v8i2.6952.68-73>
- Brady, O. J., Golding, N., Pigott, D. M., Kraemer, M. U. G., Messina, J. P., Reiner, R. C., ... Hay, S. I. (2014). Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-338>
- Brady, O. J., Johansson, M. A., Guerra, C. A., Bhatt, S., Golding, N., Pigott, D. M., ... Hay, S. I. (2013). Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasites and Vectors*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-351>
- Brisbois, B. W., & Ali, S. H. (2010). Climate change, vector-borne disease and interdisciplinary research: social science perspectives on an environment and health controversy. *EcoHealth*, 7(4), 425–438.
- Espinosa, M., Weinberg, D., Rotela, C. H., Polop, F., Abril, M., & Scavuzzo, C. M. (2016). Temporal Dynamics and Spatial Patterns of *Aedes aegypti* Breeding Sites, in the Context of a Dengue Control Program in Tartagal (Salta Province, Argentina). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(5), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004621>
- Gubler, D. J. (2013). Prevention and control of *Aedes aegypti*-borne diseases: Lesson learned from past successes and failures. *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 19(3), 111–114.
- Gubler, D. J., Reiter, P., Ebi, K. L., Yap, W., Nasci, R., & Patz, J. A. (2001). Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector- and Rodent-Borne diseases. *Environmental Health Perspectives*, 109(SUPPL. 2), 223–233. <https://doi.org/10.2307/3435012>
- Haryanto, B. (2009). Climate Change and Public Health in Indonesia Impacts and Adaptation. *Nautilus Institute Australia*, (December), 1–12.
- Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001). Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Climatic Change*, 48(2–3), 441–463.
- Karyanti, M. R., Uiterwaal, C. S. P. M., Kusriastuti, R., Hadinegoro, S. R., Rovers, M. M., Heesterbeek, H., ... Bruijning-Verhagen, P. (2014). The changing incidence of Dengue Haemorrhagic Fever in Indonesia: a 45-year registry-based analysis. *BMC Infectious Diseases*, 14(1), 412. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-412>
- Kemenkes, P. (2010, August). BULETIN DBD. *Pusat Data Dan Informasi, Kementerian Kesehatan RI*.
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, & Pramoedyo, H. (2018a). Determination of environmental factors affecting dengue incidence in Sleman District, Yogyakarta, Indonesia. *African Journal of Infectious Diseases*, 12(Special Issue 1), 13–25. <https://doi.org/10.2101/Ajid.12v1S.3>
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, S., & Pramoedyo, H. (2018b). The minimum-maximum weather temperature difference effect on dengue incidence in sleman regency of Yogyakarta,

- Indonesia. *Walailak Journal of Science and Technology*, 15(5), 387–396.
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., ... Hay, S. I. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *ELife*, 4(JUNE2015), 1–18. <https://doi.org/10.7554/eLife.08347>
- Lloyd, L. S. (2003). *Best practices for dengue prevention and control in the Americas*. Washington DC Camp Dresser and McKee International Environmental Health ...
- Ministry of Health Indonesia. (2018). *Kemenkes 2018*.
- Ministry of Health Indonesia. (2019). *Profil Kesehatan Indonesia 2018 [Indonesia Health Profile 2018]*. Retrieved from http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/Data-dan-Informasi_Profil-Kesehatan-Indonesia-2018.pdf
- Mourya, D. T., Yadav, P., & Mishra, A. C. (2004). Effect of temperature stress on immature stages and susceptibility of *Aedes aegypti* mosquitoes to chikungunya virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 70(4), 346–350.
- Myles Allen, et al. (2018). *Summary for Policymakers - Global warming of 1.5oC, an IPCC special report*. WHO.
- Naish, S., Dale, P., Mackenzie, J. S., McBride, J., Mengersen, K., & Tong, S. (2014). Climate change and dengue: a critical and systematic review of quantitative modelling approaches. *BMC Infectious Diseases*, 14(1), 167. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-167>
- Negev, M., Paz, S., Clermont, A., Pri-Or, N. G., Shalom, U., Yeger, T., & Green, M. S. (2015). Impacts of climate change on vector borne diseases in the mediterranean basin — implications for preparedness and adaptation policy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6745–6770. <https://doi.org/10.3390/ijerph120606745>
- Regis, L., Monteiro, A. M., De Melo-Santos, M. A. V., Silveira, J. C., Furtado, A. F., Acioli, R. V., ... De Souza, W. V. (2008). Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: Basis for surveillance, alert and control system. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(1), 50–59. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762008000100008>
- Tang, S. C. N., Rusli, M., & Lestari, P. (2018). Climate Variability and Dengue Hemorrhagic Fever in Surabaya, East Java, Indonesia. *Arlangga University*, (December). <https://doi.org/10.20944/preprints201812.0206.v1>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Nakhapakorn, K., & Worakhunpiset, S. (2018). Climate variability and dengue hemorrhagic fever in Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(15), 14944–14952. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1528-y>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Worakhunpiset, S., & Nakhapakorn, K. (2018). Climatic factors influencing dengue hemorrhagic fever in Kolaka district, Indonesia. *Environment and Natural Resources Journal*, 16(2), 1–10. <https://doi.org/10.14456/ennrj.2018.10>
- World Health Organization. (1997). *Dengue Haemorrhagic Fever Diagnosis, Treatment, prevention and Control* (second Edition).
- World Health Organization. (2011). *Comprehensive guideline for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever*.
- World Health Organization. (2014). *World Health Statistic 2014*.

Commented [A8]: Dibuat menjadi 2 kolom.

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

5. Perbaikan tahap-1 (10 Agustus 2020)

- Pemberitahuan dari editor telah submit perbaikan tahap-2
- Lampiran perbaikan tahap-2



Prayudhy Yushananta <prayudhyyushananta@gmail.com>

artikel

Prayudhy Yushananta <prayudhyyushananta@gmail.com>
Kepada: jk@poltekkes-tjk.ac.id

10 Agustus 2020 pukul 13.54

Dear Editor,

Kami telah mengirimkan melalui OJS perbaikan manuskrip dengan judul "VARIASI IKLIM DAN DINAMIKA KASUS DBD DI INDONESIA: SYSTEMATIC REVIEW".

Kami berharap perbaikan sudah memenuhi standar Jurnal Kesehatan, sehingga dapat diterbitkan dalam waktu dekat. Terima kasih

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

Climate variability and dynamics of DHF cases in Indonesia: Systematic Review

ARTICLE INFO

Article history

Received date

Revised date

Accepted date

Keywords:

DHF, Climate,
Rainfall, Humidity,
Temperature

Kata kunci:

DBD, Iklim, Hujan,
Kelembaban, Temperatur

ABSTRACT/ ABSTRAK

DHF is still a serious problem, especially in children in endemic countries. An estimated 3.6 billion people are at risk and 21,000 deaths each year. Indonesia, in 2018 there were 65,602 cases (IR = 24.75 per 100,000 population), with the death of 467 people (CFR = 0.71%), and 85.6% of districts in Indonesia reported dengue cases. Climate becomes one of the environmental factors that play a role in the number of cases

Google scholar is used as the main source for finding articles related to DHF and climate published during 2015-2019. The inclusion criteria set forth, are articles that must be published in international journals, published in 2015-2019, must discuss about Indonesia, and must assess the effect of climate change on DHF.

A total of 52 articles were found, but only 6 articles met the inclusion criteria. Using various analytical methods, all articles obtain climate variability related to the incidence of DHF, through vector abundance.

The dynamics of DHF is a very complex system, so it is necessary to combine additional factors other than climate to predict it. The development of an early warning and monitoring system is important, in addition to strengthening the role of households in controlling DHF.

Penyakit DBD masih menjadi masalah serius, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis. Diperkirakan 3,6 miliar orang berisiko dan 21.000 kematian setiap tahunnya. Di Indonesia, selama tahun 2018 tercatat sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan kematian 467 orang (CFR= 0,71%), dan 85,6% kabupaten di Indonesia melaporkan kasus DBD. Iklim menjadi salah satu faktor lingkungan yang berperan dalam dinamika jumlah kasus.

Google scholar digunakan sebagai sumber utama untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim yang terbit selama 2015-2019. Kriteria inklusi yang ditetapkan, adalah artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional, diterbitkan pada tahun 2015-2019, harus membahas tentang Indonesia, dan harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD.

Sebanyak 52 artikel ditemukan, namun hanya 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi. Menggunakan bermacam metode analisis, semua artikel mendapatkan variabilitas iklim berhubungan dengan kejadian DBD, melalui kelimpahan vektor.

Dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini menjadi penting, selain memperkuat peran rumah tangga dalam pengendalian DBD.

Copyright © 2020 Jurnal Kesehatan
All rights reserved

Corresponding Author:

PENDAHULUAN

Dengue adalah penyakit yang disebabkan oleh empat virus berbeda dalam keluarga *Flaviviridae* dan genus *Flavivirus*, yang

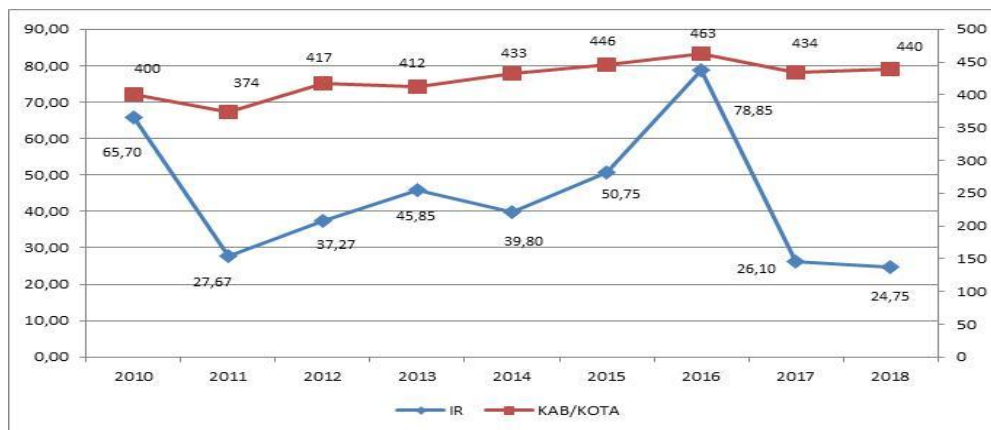
ditularkan melalui gigitan nyamuk dari genus *Aedes*, terutama *Aedes aegypti* (Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Infeksi virus dengue memiliki spektrum penyakit klinis yang luas,

mulai dari penyakit demam asimtomatik, demam dengue (DF), demam berdarah dengue (DHF), hingga *Dengue Syok Sindrom (DSS)* (World Health Organization, 1997).

Dewasa ini penyakit DBD merupakan salah satu masalah serius bagi lebih dari setengah populasi dunia, serta menjadi penyebab utama rawat inap dan kematian, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis (Gubler, 2013; Gubler et al., 2001). Studi terbaru memperkirakan sebanyak 3,6 miliar orang berisiko, dengan lebih dari 230 juta infeksi, lebih dari 2 juta kasus dengan penyakit parah, dan 21.000 berakhir dengan kematian (Gubler, 2013). Secara global, Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya (Myles Allen, 2018). Di Indonesia, kasus DBD pertama kali dilaporkan terjadi di Jakarta dan Surabaya pada tahun 1968 (Karyanti et al., 2014). DBD sering terjadi sebagai kejadian luar biasa (KLB) karena penyebarannya yang cepat dan memberikan risiko kematian. Terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2010, Indonesia sebagai negara dengan

kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara (Kemenkes, 2010).

Data Kementerian Kesehatan menunjukkan angka kesakitan DBD selalu bervariasi dari tahun ke tahun (Gambar 1). Pada tahun 2010, angka kesakitan DBD sebesar 65,70 (per 100.000 penduduk), kemudian turun menjadi 27,67 pada tahun 2011. Selanjutnya trend kasus meningkat terus hingga mencapai puncaknya pada tahun 2016 sebesar 78,85. Pada tahun 2018, jumlah kasus DBD sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan jumlah kematian sebanyak 467 orang (CFR= 0,71%). Sedangkan berdasarkan daerah kabupaten/kota yang terjangkit, Gambar 1 menunjukkan jumlah yang tidak terlalu bervariasi, yaitu berkisar antara 374-463 kabupaten/kota. Namun, jika dibandingkan dengan jumlah kabupaten/kota di Indonesia tahun 2019, maka proporsi kabupaten/kota terjangkit pada sepuluh tahun terakhir berkisar antara 72,7%-85,6%. Gambaran ini menunjukkan bahwa mayoritas kabupaten/kota di Indonesia merupakan daerah *endemis* DBD (Ministry of Health Indonesia, 2018, 2019).



Gambar 1. Trend Angka Kesakitan DBD dan Kabupaten/Kota terjangkit DBD (sumber : Kemenkes, 2010)

Terdapat empat komponen yang sangat berpengaruh terhadap penyebaran dan penularan penyakit DBD, yaitu agent, vektor, host dan lingkungan. Namun, selama vaksin dan obat-obatan yang spesifik belum ditemukan maka mengendalikan vektor dan pengelolaan lingkungan merupakan upaya yang paling utama untuk mencegah dan mengendalikan penyakit DBD (Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Iklim merupakan salah satu faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap tingginya kejadian DBD, yaitu temperatur, curah hujan, dan kelembaban (Brisbois & Ali, 2010). Dalam epidemiologi

penyakit tular vektor, variabilitas iklim memainkan peran yang sangat penting karena mempengaruhi kesehatan manusia dan penyebaran penyakit. Sehingga diperlukan pemahaman yang utuh dan menyeluruh tentang hubungan iklim dengan penyakit (Naish et al., 2014). Perubahan iklim mempengaruhi distribusi dan kelimpahan dari organisme vektor, sehingga penyakit yang tersebar melalui vektor (*vector borne disease*) seperti malaria dan DBD perlu diwaspadai karena penularan penyakit seperti ini akan makin meningkat dengan perubahan iklim (Hopp & Foley, 2001).

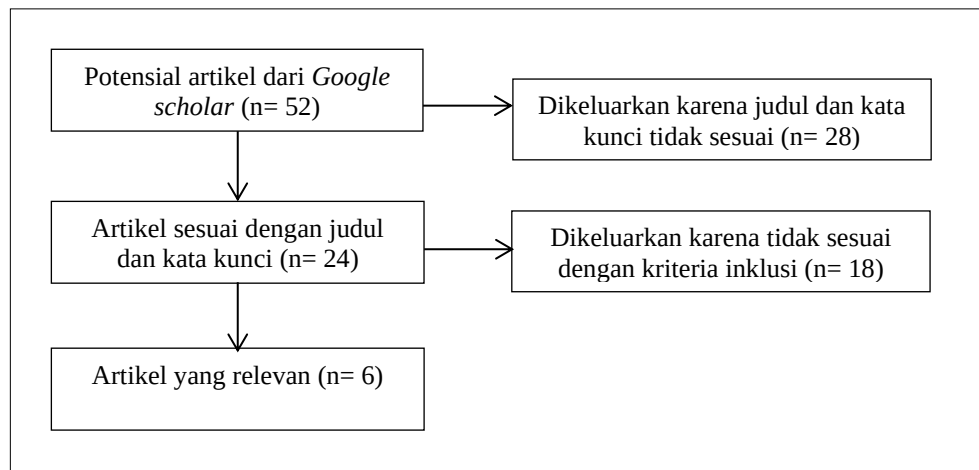
Secara geografis, *Aedes aegypti* menyebar di daerah tropis dan subtropis dengan lingkungan hidup yang dekat dengan manusia (Kraemer et al., 2015). *Aedes albopictus* lebih toleran terhadap temperatur dingin sehingga penyebarannya lebih besar ke daerah *sub-tropis* (Brady et al., 2014, 2013). *Aedes aegypti* hidup optimal pada temperature 26-30°C dan kelembaban 70-80% (Lloyd, 2003; Mourya, Yadav, & Mishra, 2004; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011) bersama dengan ketersediaan tempat berkembang biak (Espinosa et al., 2016; Lloyd, 2003) dan sumber makanan (Arrivillaga & Barrera, 2004).

Perubahan iklim yang merupakan fenomena global yang menjadi perhatian dari banyak negara karena dampaknya terhadap manusia dan lingkungan. Peningkatan temperatur global selama dekade 2006-2015 adalah 0,87°C, dan antara tahun 2030 dan 2052 diprediksi akan terjadi peningkatan sebesar 1,5°C (Myles Allen, 2018). Konsekuensinya, risiko perubahan iklim terhadap kesehatan juga diperkirakan akan meningkat. Laporan Penilaian Kelima (AR5) dari Panel Antar pemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC) menyimpulkan bahwa dampak iklim tidak langsung pada kesehatan, terkait dengan perubahan ekosistem. Simpulan yang paling memprihatinkan adalah meningkatnya risiko penyakit yang disebabkan oleh makanan, air dan penyakit yang ditularkan melalui vektor baik sebagai akibat dari peristiwa ekstrem maupun karena perubahan jangka panjang dalam ekosistem (Haryanto, 2009; Myles Allen, 2018). Tantangan lain yang menghambat kemampuan negara untuk mengendalikan dan menghilangkan penyakit bersumber vektor adalah resistensi terhadap insektisida dan pola iklim *anomaly* (World Health Organization, 2014).

Mempertimbangkan hubungan antara iklim dan DBD, proyeksi iklim menyiratkan peningkatan risiko wabah DBD. Selain memperkuat sistem pengawasan dan kontrol dengan kapasitas yang ditingkatkan, kemampuan prediksi epidemi diperlukan untuk memungkinkan mitigasi yang tepat waktu dan penyebaran sumber daya yang efektif. Sampai saat ini, belum ada sistem peringatan dini atau peringatan wabah berbasis iklim yang telah ditetapkan untuk pengawasan demam berdarah. Kurangnya data dan pengetahuan, serta dukungan yang tidak memadai dari pembuat kebijakan untuk penggunaan sistem seperti itu, dapat menghambat pengembangan inovasi teknologi untuk mengendalikan penyakit DBD.

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah melalui *Google scholar* yang digunakan sebagai sumber utama yang diakses pada bulan Agustus-September 2019 untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim selama tahun 2015-2019. Rangkaian kata kunci yang digunakan adalah variasi dari “*dengue*”, “*climate*”, “Indonesia”. Tahap awal, dilakukan penyaringan artikel dengan memperhatikan judul, kata kunci dan abstrak. Selanjutnya dilakukan penyaringan lengkap dengan mengikuti kriteria inklusi yang telah ditetapkan, yaitu :

1. Artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional.
2. Artikel harus diterbitkan pada tahun 2015-2019.
3. Artikel harus membahas tentang Indonesia.
4. Artikel harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD. Variabel iklim antara lain meliputi temperatur, kelembaban, dan curah hujan.



Gambar 2. Flowchar artikel review

Sebanyak 52 artikel ditemukan menggunakan *Google scholar* sebagai mesin pencari dengan tiga variasi kata kunci. Namun, sebanyak 28 artikel dikeluarkan kembali karena judul dan kata kunci yang tidak sesuai. Dilakukan penilaian teks lengkap, dan sebanyak 18 dikeluarkan karena tidak sesuai dengan kriteria inklusi. Akhirnya, hanya sebanyak 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan dapat dilakukan penilaian isi. Penelitian dilaksanakan di Kota Kendari, Kolaka, Surabaya, Sleman dan Denpasar. Metode dan temuan utama pada masing-masing artikel disajikan pada Tabel 1.

Seluruh artikel yang dimasukkan mempelajari hubungan antara variabel iklim dan kejadian DBD. Beberapa metode analisis digunakan untuk menilai hubungan antara variabel iklim dengan kejadian DBD. Tiga penelitian menggunakan analisis deskriptif menggunakan Regresi Linier dan Spearman Correlation (Azhar, Marina, & Anwar, 2017; Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramodyo, 2018b; Tang, Rusli, & Lestari, 2018), satu penelitian melakukan analisis menggunakan GIS (Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramodyo, 2018a), dua lainnya menggunakan analisis multivariat (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, & Worakhunpiset, 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, & Nakhapakorn, 2018).

PEMBAHASAN

Pembahasan disajikan berdasarkan variabel iklim yang berhubungan dengan kejadian DBD, yaitu temperatur, curah hujan, dan kelembaban.

Temperatur

Hasil penelitian yang dilakukan di enam lokasi berbeda untuk mengetahui hubungan temperatur dengan kejadian DBD, mendapatkan hasil yang bervariasi. Penelitian di Kendari mendapatkan rata-rata temperatur bulanan sebesar 26,9°C (20,7-33,3°C) dan berkorelasi positif dengan jumlah kasus DBD. Nilai temperatur rata-rata dan temperatur maksimal menunjukkan korelasi tinggi pada lag 2-4, sedangkan temperatur minimal pada lag 1-3 dan 5. Di Kolaka, temperatur rata-rata berkisar 26,1-29,7°C, dengan nilai minimum sebesar 24,2°C dan maksimum 33,6°C. Korelasi positif temperatur rata-rata dan maksimal pada lag 2, 3 dan 4, dan temperatur minimum pada lag 0, 1, 2, 3 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018).

Penelitian lain menunjukkan bahwa kota-kota yang memiliki temperatur lebih besar atau sama dengan 18°C selama lebih dari 11 bulan memiliki potensi besar untuk terjadinya infeksi DBD. Temperatur dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004; Negev et al., 2015; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Variasi temperatur juga berhubungan kejadian DBD di Denpasar, dengan temperatur rata-rata mingguan sebesar 27,48°C (Azhar et al., 2017). Hasil berbeda diperoleh dari penelitian di Sleman yang menyebutkan tidak terdapatnya hubungan antara temperatur dan kejadian DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a). Sedangkan di Surabaya, hubungan temperatur dan kasus DBD mendapatkan nilai korelasi negatif (Tang et al., 2018).

Temperatur mempengaruhi perkembangan, kematian, dan perilaku vektor, serta replikasi virus pada nyamuk. Nyamuk *Aedes aegypti* biasanya bertelur pada temperatur sekitar 25°C - 30°C dan akan menetas dalam 3-4 hari di dalam air (Lloyd, 2003). Peningkatan temperatur udara dapat memengaruhi perilaku menggigit nyamuk, jumlah rata-rata gigitan, dan pemendekan periode kematangan parasit nyamuk. Selain itu, peningkatan temperatur juga akan mempengaruhi periode perkembangbiakan nyamuk dan menyebabkan periode inkubasi ekstrinsik menjadi lebih pendek. Temperatur yang lebih hangat akan meningkatkan metabolisme nyamuk, sehingga terjadi peningkatan kepadatan vektor ketika jumlah tempat berkembang biak masih konstan. Temperatur yang lebih hangat juga akan memperpendek siklus *gonotropik* nyamuk, mengurangi periode inkubasi ekstrinsik (*Eksterinsik Incubation Period/EIP*) dan juga periode inkubasi virus dengue.

Ketika temperatur lingkungan di atas 15°C, maka ukuran tubuh nyamuk akan cenderung menyusut, bersamaan dengan siklus hidup yang lebih pendek. Ukuran tubuh yang lebih kecil akan meningkatkan frekuensi menggigit dan secara otomatis juga akan meningkatkan penyebaran virus dengue. Peningkatan temperatur juga dapat mempersingkat siklus pengembangan gonotropik di *Aedes aegypti*. Dengan demikian, temperatur udara hangat biasanya akan diikuti oleh peningkatan populasi nyamuk, masa inkubasi ekstrinsik *virus dengue* akan dipersingkat dan kemudian membuat perpanjangan waktu nyamuk infeksius menyebarkan virus dengue (Brady et al.,

2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004).

Temperatur optimal untuk siklus reproduksi nyamuk cepat adalah 26-30°C. Semakin cepat siklus reproduksi, maka akan semakin tinggi kepadatan nyamuk, sehingga penularan juga akan meningkat. Temperatur juga mempengaruhi frekuensi gigitan nyamuk, karena nyamuk betina mengisap darah untuk keperluan reproduksi. Temperatur juga memberikan efek pada Periode Inkubasi Eksternal (*EIP*) dalam tubuh nyamuk, yang akan mengalami waktu tercepat ketika temperatur udara mencapai 30°C (Brady et al., 2014). Fluktuasi temperatur harian yang tajam akan mempercepat *EIP*, menyebabkan penularan menjadi lebih efektif karena jumlah virus dalam tubuh nyamuk vektor akan meningkat cepat (Tang et al., 2018).

Fluktuasi temperatur harian yang besar pada temperatur rata-rata tinggi (musim kemarau) akan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk, sehingga kapasitas vektorial berkurang. Namun, fluktuasi temperatur harian yang besar dapat mempercepat *EIP*, sehingga dapat meningkatkan kemungkinan penularan. Fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rata-rata yang rendah akan mengurangi kemampuan reproduksi nyamuk *Aedes aegypti* dan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk (kapasitas vektoral). Namun, fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rendah akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

Curah Hujan

Dampak curah hujan terhadap DBD menunjukkan hasil yang bervariasi di lima kota yang berbeda. Di Kendari, variabel curah hujan berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah pada lag 4-5. Sedangkan di Kolaka, curah hujan berkorelasi positif dengan DBD hanya ditemukan pada jeda waktu 0 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Di Sleman, curah hujan berkontribusi sebesar 13,5% - 27,4% (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya memberikan nilai korelasi sebesar 40,7% (Tang et al., 2018), dan di Denpasar juga menunjukkan hubungan yang signifikans (Azhar et al., 2017).

Secara langsung, hubungan curah hujan dengan DBD melalui peningkatan potensi tempat perkembangbiakan nyamuk, yang mengarah pada peningkatan kepadatan dan penyebaran vektor, dan akhirnya akan meningkatkan risiko penularan

virus dengue (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Berdasarkan spesiesnya, peluang *Aedes aegypti* dipengaruhi oleh curah hujan untuk menularkan wabah lebih kecil dibandingkan *Aedes albopictus*, karena *Aedes aegypti* berkembang biak di dalam ruangan. Selain menyiapkan tempat bertelur, telur nyamuk yang sudah terdapat pada tempat penampungan air akan menetas dalam waktu 1-3 hari setelah terkena air hujan. Pada suasana kering, telur *Aedes aegypti* mampu bertahan hingga 3 bulan (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 2011).

Curah hujan akan mempengaruhi temperatur dan kelembaban udara, yaitu menurunkan temperatur dan meningkatkan kelembaban. Temperatur yang rendah akan memperpanjang usia vektor, sehingga populasinya akan meningkat dan peluang angka gigitan nyamuk. Pada temperatur rata-rata yang rendah juga akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018). Meningkatkan kelembaban udara akan mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes*, sehingga kelangsungan hidup dan umur nyamuk akan meningkat pula. Selain itu, kelembaban berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada temperatur rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008).

Kelembaban

Hasil penelitian di lima lokasi berbeda mendapatkan hasil yang bervariasi. Di Kendari, curah hujan dan kelembaban berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah saat lag waktu 4-5. Kelembaban relatif juga berkontribusi negatif terhadap kasus DBD bulanan meskipun secara statistik tidak signifikan. Di Kolaka, kelembaban relatif rata-rata adalah 76% dan menunjukkan korelasi positif pada lag 0 dan korelasi negatif pada lag 5 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, et al., 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, et al., 2018). Hasil penelitian di Sleman mendapatkan pengaruh kelembaban terhadap DBD (Kesetyaningsih et al., 2018a), di Surabaya juga mendapatkan nilai korelasi positif yang kuat (Tang et al., 2018). Namun, penelitian di Denpasar tidak menunjukkan hubungan yang

signifikans antara kelembaban dengan DBD (Azhar et al., 2017).

Kelembaban berkaitan dengan curah hujan dan temperatur, tingginya curah hujan akan meningkatkan kelembaban udara. Dalam kehidupan vektor, meningkatnya kelembaban mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes aegypti*, sehingga meningkatkan kelangsungan hidup dan umur nyamuk. Selain itu juga berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada temperatur rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis et al., 2008).

Temperatur dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady et al., 2014, 2013; Lloyd, 2003; Mourya et al., 2004;

Negev et al., 2015; Word Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Tingginya curah hujan akan meningkatkan tempat perindukan baru, sekaligus memicu turunnya temperatur dan tingginya kelembaban. Pada kondisi ini, maka populasi vektor akan meningkat, sekaligus memperpanjang usia vektor. Fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rata-rata yang rendah akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady et al., 2014, 2013; Kesetyaningsih et al., 2018b; Mourya et al., 2004; Tang et al., 2018).

Jumlah artikel yang minim menjadi keterbatasan utama dalam melakukan penulisan artikel ini. Hanya 6 dari 52 artikel yang benar-benar sesuai dengan kriteria inklusi yang ditetapkan. Kondisi ini menunjukkan minimnya penelitian yang mengkaji hubungan perubahan iklim dan penyakit DBD di Indonesia, serta masih terbatasnya hasil penelitian yang dipublikasikan pada tingkat internasional.

Tabel 1. Metode dan temuan utama artikel

Peneliti dan Tahun	Area Studi	Variabel	Metode Analisis	Data	Temuan Utama
Ramadhan Tosespu, et al (2017)	Kendari, Sulawesi Tenggara	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Spearmen test, Time-series Poisson regression	2010-2015	- Temperatur berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi negatif dengan DBD - Curah hujan berkorelasi negatif dengan DBD.
Ramadhan Tosespu, et al (2018)	Kolaka, Sulawesi Tenggara	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Multiple Linier Regression	2010-2015	- Temperatur berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi positif dengan DBD. - Curah hujan berkorelasi positif dengan DBD.
Tri Wulandari Kesetyaningsih, et al (2018)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	GIS, Spearmen Corelation	2008-2018	- Temperatur tidak berhubungan dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.
Sandra Choi Ning Tang, et al. (2019)	Surabaya, Jawa timur	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Kolmogorov Smirnof, Spearmen Corelation	2009-2017	- Temperatur berhubungan negatif dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan berhubungan dengan DBD.
Triwulandari Kasetyaningsih, et al. (2017)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Temperatur	Linier Regression	2008-2013	- Temperatur berhubungan dengan DBD.
Khadijah Azhar, Rina Marina, Athena Anwar. (2017)	Denpasar, Bali	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Linier Regression	2010-2014	- Temperatur berhubungan dengan DBD. - Kelembaban tidak berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.

SIMPULAN

Dampak perubahan iklim terhadap peningkatan kejadian DBD telah dijelaskan. Faktor iklim yang terdiri dari temperatur, curah hujan, dan kelembaban, merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi. Pada sisi lain, dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Dalam hal ini, faktor tambahan dimaksud adalah perilaku manusia dalam mengelola lingkungan, anggaran, kebijakan, dan lain-lain. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini berbasis iklim menjadi penting dalam upaya perencanaan dan pengendalian, selain terus melakukan penelitian dan kajian hubungan iklim dan penyakit DBD di berbagai tempat di Indonesia.

Penguatan peran rumah tangga menjadi solusi yang paling penting dan utama dalam pengendalian penyakit DBD melalui pemberantasan sarang nyamuk, atau dikenal dengan istilah 3 M (menutup, menguras, dan mengubur). Pemberantasan sarang nyamuk yang dilakukan terus menerus sebagai sebuah perilaku kesehatan, akan menekan jumlah nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor penyakit DBD.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrivillaga, J., & Barrera, R. (2004). Food as a limiting factor for *Aedes aegypti* in water-storage containers. *Journal of Vector Ecology : Journal of the Society for Vector Ecology*, 29(1), 11–20. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15266737>
- Azhar, K., Marina, R., & Anwar, A. (2017). A prediction model of Dengue incidence using climate variability in Denpasar city. *Health Science Journal of Indonesia*, 8(2), 68–73. <https://doi.org/10.22435/hsji.v8i2.6952.68-73>
- Brady, O. J., Golding, N., Pigott, D. M., Kraemer, M. U. G., Messina, J. P., Reiner, R. C., ... Hay, S. I. (2014). Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-338>
- Brady, O. J., Johansson, M. A., Guerra, C. A., Bhatt, S., Golding, N., Pigott, D. M., ... Hay, S. I. (2013). Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasites and Vectors*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-351>
- Brisbois, B. W., & Ali, S. H. (2010). Climate change, vector-borne disease and interdisciplinary research: social science perspectives on an environment and health controversy. *EcoHealth*, 7(4), 425–438.
- Espinosa, M., Weinberg, D., Rotela, C. H., Polop, F., Abril, M., & Scavuzzo, C. M. (2016). Temporal Dynamics and Spatial Patterns of *Aedes aegypti* Breeding Sites, in the Context of a Dengue Control Program in Tartagal (Salta Province, Argentina). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(5), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004621>
- Gubler, D. J. (2013). Prevention and control of *Aedes aegypti*-borne diseases: Lesson learned from past successes and failures. *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 19(3), 111–114.
- Gubler, D. J., Reiter, P., Ebi, K. L., Yap, W., Nasci, R., & Patz, J. A. (2001). Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector- and Rodent-Borne diseases. *Environmental Health Perspectives*, 109(SUPPL. 2), 223–233. <https://doi.org/10.2307/3435012>
- Haryanto, B. (2009). Climate Change and Public Health in Indonesia Impacts and Adaptation. *Nautilus Institute Australia*, (December), 1–12.
- Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001). Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Climatic Change*, 48(2–3), 441–463.
- Karyanti, M. R., Uiterwaal, C. S. P. M., Kusriastuti, R., Hadinegoro, S. R., Rovers, M. M., Heesterbeek, H., ... Bruijning-Verhagen, P. (2014). The changing incidence of Dengue Haemorrhagic Fever in Indonesia: a 45-year registry-based analysis. *BMC Infectious Diseases*, 14(1), 412. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-412>
- Kemenkes, P. (2010, August). BULETIN DBD. *Pusat Data Dan Informasi, Kementerian Kesehatan RI*.
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, &

- Pramoedyo, H. (2018a). Determination of environmental factors affecting dengue incidence in Sleman District, Yogyakarta, Indonesia. *African Journal of Infectious Diseases*, 12(Special Issue 1), 13–25. <https://doi.org/10.2101/Ajid.12v1S.3>
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, S., & Pramoedyo, H. (2018b). The minimum-maximum weather temperature difference effect on dengue incidence in sleman regency of Yogyakarta, Indonesia. *Walailak Journal of Science and Technology*, 15(5), 387–396.
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., ... Hay, S. I. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *ELife*, 4(JUNE2015), 1–18. <https://doi.org/10.7554/eLife.08347>
- Lloyd, L. S. (2003). *Best practices for dengue prevention and control in the Americas*. Washington DC Camp Dresser and McKee International Environmental Health
- Ministry of Health Indonesia. (2018). *Kemenkes 2018*.
- Ministry of Health Indonesia. (2019). *Profil Kesehatan Indonesia 2018 [Indonesia Health Profile 2018]*. Retrieved from http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/Data-dan-Informasi_Profil-Kesehatan-Indonesia-2018.pdf
- Mourya, D. T., Yadav, P., & Mishra, A. C. (2004). Effect of temperature stress on immature stages and susceptibility of *Aedes aegypti* mosquitoes to chikungunya virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 70(4), 346–350.
- Myles Allen, et al. (2018). *Summary for Policymakers - Global warming of 1.5oC, an IPCC special report*. WHO.
- Naish, S., Dale, P., Mackenzie, J. S., McBride, J., Mengersen, K., & Tong, S. (2014). Climate change and dengue: a critical and systematic review of quantitative modelling approaches. *BMC Infectious Diseases*, 14(1), 167. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-167>
- Negev, M., Paz, S., Clermont, A., Pri-Or, N. G., Shalom, U., Yeger, T., & Green, M. S. (2015). Impacts of climate change on vector borne diseases in the mediterranean basin — implications for preparedness and adaptation policy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6745–6770. <https://doi.org/10.3390/ijerph120606745>
- Regis, L., Monteiro, A. M., De Melo-Santos, M. A. V., Silveira, J. C., Furtado, A. F., Acioli, R. V., ... De Souza, W. V. (2008). Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: Basis for surveillance, alert and control system. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(1), 50–59. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762008000100008>
- Tang, S. C. N., Rusli, M., & Lestari, P. (2018). Climate Variability and Dengue Hemorrhagic Fever in Surabaya, East Java, Indonesia. *Arlangga University*, (December). <https://doi.org/10.20944/preprints201812.0206.v1>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Nakhapakorn, K., & Worakhunpiset, S. (2018). Climate variability and dengue hemorrhagic fever in Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(15), 14944–14952. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1528-y>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Worakhunpiset, S., & Nakhapakorn, K. (2018). Climatic factors influencing dengue hemorrhagic fever in Kolaka district, Indonesia. *Environment and Natural Resources Journal*, 16(2), 1–10. <https://doi.org/10.14456/ennrj.2018.10>
- World Health Organization. (1997). *Dengue Haemorrhagic Fever Diagnosis, Treatment, prevention and Control* (second Edition).
- World Health Organization. (2011). *Comprehensive guideline for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever*.
- World Health Organization. (2014). *World Health Statistic 2014*.

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

6. Pemberitahuan artikel accepted (17 September 2020)



Prayudhy Yushananta <prayudhyyushananta@gmail.com>

[JK] Keputusan Editor

Jurnal Kesehatan <jk@poltekkes-tjk.ac.id>

17 September 2020 pukul 14.21

Kepada: "Mr. Prayudhy yushananta" <prayudhyyushananta@gmail.com>

Kami telah mengambil keputusan mengenai naskah Anda untuk Jurnal Kesehatan,
"VARIASI IKLIM DAN DINAMIKA KASUS DBD DI INDONESIA: SYSTEMATIC
REVIEW"

Keputusan kami adalah: ACCEPTED

Kami harapkan untuk segera melampirkan Surat Pernyataan Penyerahan Naskah.

Demikian kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Jurnal Kesehatan

<http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JK>

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

7. Pemberitahuan artikel published (24 September 2020)

Informasi Penerbitan Jurnal Kesehatan versi Online

Jurnal Kesehatan <jk@poltekkes-tjk.ac.id>

24 September 2020 pukul 15.53

Kepada: Nauri Anggita Temesvari <nauri@esaunggul.ac.id>, Nita evrianasari <nita.nuninosa@gmail.com>, Jek Amidos Pardede <jekpardedemi@rocketmail.com>, dr Yanuarita Tursinawati <yanuarita_tursina@unimus.ac.id>, Amy Risqina Susanti <arisqina@gmail.com>, Didik Mulyono <mzdidik79@gmail.com>, Betty Yosephin Simanjuntak <patricknmom@yahoo.co.id>, Mrs Wita Asmalinda <wita_asmalinda@yahoo.co.id>, Endah Tri Wahyuni <endahtri19@yahoo.com>, muhammad satria <m.satria87@gmail.com>, Nadhya Ayuningtyas <tyasnadhya@gmail.com>, Indah Trianingsih <Indaheffendi@yahoo.com>, Eka Dhiffa Safira <dhiffaekas@gmail.com>, Yusari Asih <yusariasih@poltekkes-tjk.ac.id>, Harvita Damara Utami <harvitadamara@gmail.com>, Dyah Wulan Sumekar Rengganis Wardani <dyah.wulan@fk.unila.ac.id>, "Mr. Prayudhy yushananta" <prayudhyyushananta@gmail.com>, nadharuth febrizhya <nadharuth.febrizhya.abigael-2016@fkm.unair.ac.id>, sugi arti <sugi.itsuka@gmail.com>

Selamat Siang Bapak/ Ibu Penulis,

Terimakasih kami sampaikan atas kerjasamanya dalam menyelesaikan proses administrasi sehingga berjalan dengan baik.

Berikut kami informasikan Jurnal Kesehatan Poltekkes Tanjungkarang Volume 11, Nomor 2, Tahun 2020 versi Online (OJS) dapat diakses di:

<http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JK/issue/view/93/showToc>

untuk Jurnal versi cetak masih dalam proses, setelah proses cetak selesai akan kami kirimkan ke alamat Anda (mohon dapat membalas email ini jika Anda belum memberikan alamat lengkap pengiriman).

Bagi Anda yang ingin mengirimkan kembali naskah lainnya untuk diterbitkan pada Jurnal Kesehatan periode selanjutnya, silahkan mendaftar dan meng-upload naskah sesuai template Jurnal Kesehatan ke <http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JK>

Demikian kami sampaikan, atas perhatian Anda kami ucapkan terimakasih.

Mohon maaf jika kami masih belum maksimal dalam merespon Anda dan keterlambatan dalam proses penerbitan.

--

Salam,

Pengelola Jurnal Kesehatan Politeknik Kesehatan Tanjungkarang

Variasi Iklim dan Dinamika Kasus DBD di Indonesia: *Systematic Review*

Climate variability and dynamics of DHF cases in Indonesia: Systematic Review

Prayudhy Yushananta¹, Agus Setiawan², Tugiyono³

¹Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Tanjung Karang; Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Lampung, Indonesia

²Fakultas Kehutanan, Universitas Lampung, Indonesia

³Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history

Received date
06 March 2020

Revised date
03 August 2020
10 August 2020

Accepted date
17 Sept 2020

Keywords:

Climate;
DHF;
Humidity;
Rainfall;
Temperature.

ABSTRACT/ ABSTRAK

DHF is still a serious problem, especially in children in endemic countries. An estimated 3,6 billion people are at risk and 21,000 deaths each year. Indonesia, in 2018 there were 65,602 cases (IR=24,75 per 100,000 population), with the death of 467 people (CFR=0,71%), and 85.6% of districts in Indonesia reported dengue cases. The climate becomes one of the environmental factors that play a role in the number of cases. Google scholar is used as the main source for finding articles related to DHF and climate published during 2015-2019. The inclusion criteria set forth, are articles that must be published in international journals, published in 2015-2019, must discuss Indonesia, and must assess the effect of climate change on DHF. A total of 52 articles were found, but only 6 articles met the inclusion criteria. Using various analytical methods, all articles obtain climate variability related to the incidence of DHF, through vector abundance. The dynamics of DHF is a very complex system, so it is necessary to combine additional factors other than climate to predict it. The development of an early warning and monitoring system is important, in addition to strengthening the role of households in controlling DHF.

Kata kunci:

Iklim;
DBD;
Kelembaban;
Hujan;
Temperatur.

Penyakit DBD masih menjadi masalah serius, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis. Diperkirakan 3,6 miliar orang berisiko dan 21.000 kematian setiap tahunnya. Di Indonesia, selama tahun 2018 tercatat sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan kematian 467 orang (CFR= 0,71%), dan 85,6% kabupaten di Indonesia melaporkan kasus DBD. Iklim menjadi salah satu faktor lingkungan yang berperan dalam dinamika jumlah kasus. *Google scholar* digunakan sebagai sumber utama untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim yang terbit selama 2015-2019. Kriteria inklusi yang ditetapkan, adalah artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional, diterbitkan pada tahun 2015-2019, harus membahas tentang Indonesia, dan harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD. Sebanyak 52 artikel ditemukan, namun hanya 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi. Menggunakan bermacam metode analisis, semua artikel mendapatkan variabilitas iklim berhubungan dengan kejadian DBD, melalui kelimpahan vektor. Dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini menjadi penting, selain memperkuat peran rumah tangga dalam pengendalian DBD.

Corresponding Author:

Prayudhy Yushananta

Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Tanjung Karang, Indonesia

Email: prayudhiyushananta@poltekkes-tjk.ac.id

PENDAHULUAN

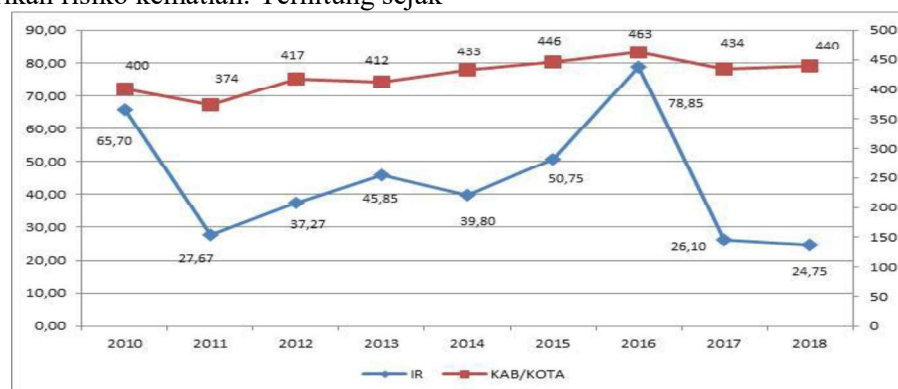
Dengue adalah penyakit yang disebabkan oleh empat virus berbeda dalam keluarga

Flaviviridae dan genus *Flavivirus*, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk dari genus *Aedes*, terutama *Aedes aegypti* (Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Infeksi virus *dengue* memiliki spektrum penyakit klinis yang luas, mulai dari penyakit demam asimtomatik, demam *dengue* (DF), demam berdarah *dengue* (DHF), hingga *Dengue Syok Sindrom* (DSS) (World Health Organization, 1997).

Dewasa ini penyakit DBD merupakan salah satu masalah serius bagi lebih dari setengah populasi dunia, serta menjadi penyebab utama rawat inap dan kematian, terutama pada anak-anak di negara-negara endemis (Gubler, 2013; Gubler, *et al.*, 2001). Studi terbaru memperkirakan sebanyak 3,6 miliar orang berisiko, dengan lebih dari 230 juta infeksi, lebih dari 2 juta kasus dengan penyakit parah, dan 21.000 berakhir dengan kematian (Gubler, 2013). Secara global, Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya (Myles Allen, 2018). Di Indonesia, kasus DBD pertama kali dilaporkan terjadi di Jakarta dan Surabaya pada tahun 1968 (Karyanti, *et al.*, 2014). DBD sering terjadi sebagai kejadian luar biasa (KLB) karena penyebarannya yang cepat dan memberikan risiko kematian. Terhitung sejak

tahun 1968 hingga tahun 2010, Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara (Kemenkes, 2010).

Data Kementerian Kesehatan menunjukkan angka kesakitan DBD selalu bervariasi dari tahun ke tahun (Gambar 1). Pada tahun 2010, angka kesakitan DBD sebesar 65,70 (per 100.000 penduduk), kemudian turun menjadi 27,67 pada tahun 2011. Selanjutnya trend kasus meningkat terus hingga mencapai puncaknya pada tahun 2016 sebesar 78,85. Pada tahun 2018, jumlah kasus DBD sebanyak 65.602 kasus (IR=24,75 per 100.000 penduduk), dengan jumlah kematian sebanyak 467 orang (CFR=0,71%). Sedangkan berdasarkan daerah kabupaten/kota yang terjangkit, Gambar 1 menunjukkan jumlah yang tidak terlalu bervariasi, yaitu berkisar antara 374-463 kabupaten/kota. Namun, jika dibandingkan dengan jumlah kabupaten/kota di Indonesia tahun 2019, maka proporsi kabupaten/kota terjangkit pada sepuluh tahun terakhir berkisar antara 72,7%-85,6%. Gambaran ini menunjukkan bahwa mayoritas kabupaten/kota di Indonesia merupakan daerah *endemis* DBD (Ministry of Health Indonesia, 2018; 2019).



Gambar 1. Trend Angka Kesakitan DBD dan Kabupaten/Kota terjangkit DBD (sumber : Kemenkes, 2010)

Terdapat empat komponen yang sangat berpengaruh terhadap penyebaran dan penularan penyakit DBD, yaitu agent, vektor, host dan lingkungan. Namun, selama vaksin dan obat-obatan yang spesifik belum ditemukan maka mengendalikan vektor dan pengelolaan lingkungan merupakan upaya yang paling utama untuk mencegah dan mengendalikan penyakit DBD (Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Iklim merupakan salah satu faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap tingginya kejadian DBD, yaitu temperatur, curah hujan, dan kelembaban (Brisbois & Ali, 2010). Dalam epidemiologi penyakit tular vektor, variabilitas iklim

memainkan peran yang sangat penting karena mempengaruhi kesehatan manusia dan penyebaran penyakit. Sehingga diperlukan pemahaman yang utuh dan menyeluruh tentang hubungan iklim dengan penyakit (Naish, *et al.*, 2014). Perubahan iklim mempengaruhi distribusi dan kelimpahan dari organisme vektor, sehingga penyakit yang tersebar melalui vektor (*vector borne disease*) seperti malaria dan DBD perlu diwaspadai karena penularan penyakit seperti ini akan makin meningkat dengan perubahan iklim (Hopp & Foley, 2001).

Secara geografis, *Aedes aegypti* menyebar di daerah tropis dan subtropis dengan lingkungan hidup yang dekat dengan manusia (Kraemer, *et*

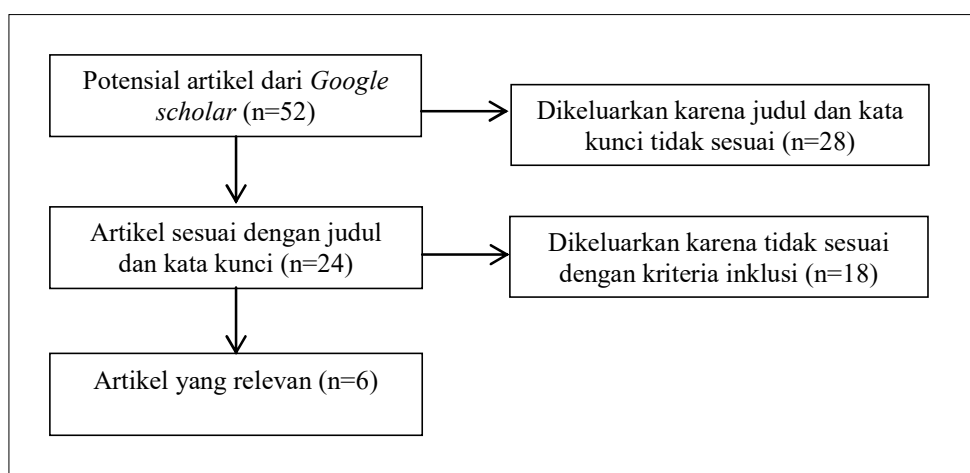
al., 2015). *Aedes albopictus* lebih toleran terhadap temperatur dingin sehingga penyebarannya lebih besar ke daerah *sub-tropis* (Brady, *et al.*, 2013; 2014). *Aedes aegypti* hidup optimal pada temperatur 26-30°C dan kelembaban 70-80% (Lloyd, 2003; Mourya, Yadav, & Mishra, 2004; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011) bersama dengan ketersediaan tempat berkembang biak (Espinosa, *et al.*, 2016; Lloyd, 2003) dan sumber makanan (Arrivillaga & Barrera, 2004).

Perubahan iklim yang merupakan fenomena global yang menjadi perhatian dari banyak negara karena dampaknya terhadap manusia dan lingkungan. Peningkatan temperatur global selama dekade 2006-2015 adalah 0,87°C, dan antara tahun 2030 dan 2052 diprediksi akan terjadi peningkatan sebesar 1,5°C (Myles Allen, 2018). Konsekuensinya, risiko perubahan iklim terhadap kesehatan juga diperkirakan akan meningkat. Laporan Penilaian Kelima (AR5) dari Panel Antar pemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC) menyimpulkan bahwa dampak iklim tidak langsung pada kesehatan, terkait dengan perubahan ekosistem. Simpulan yang paling memprihatinkan adalah meningkatnya risiko penyakit yang disebabkan oleh makanan, air dan penyakit yang ditularkan melalui vektor baik sebagai akibat dari peristiwa ekstrem maupun karena perubahan jangka panjang dalam ekosistem (Haryanto, 2009; Myles Allen, 2018). Tantangan lain yang menghambat kemampuan negara untuk mengendalikan dan menghilangkan penyakit bersumber vektor adalah resistensi terhadap insektisida dan pola iklim *anomaly* (World Health Organization, 2014).

Mempertimbangkan hubungan antara iklim dan DBD, proyeksi iklim menyiratkan peningkatan risiko wabah DBD. Selain memperkuat sistem pengawasan dan kontrol dengan kapasitas yang ditingkatkan, kemampuan prediksi epidemi diperlukan untuk memungkinkan mitigasi yang tepat waktu dan penyebaran sumber daya yang efektif. Sampai saat ini, belum ada sistem peringatan dini atau peringatan wabah berbasis iklim yang telah ditetapkan untuk pengawasan demam berdarah. Kurangnya data dan pengetahuan, serta dukungan yang tidak memadai dari pembuat kebijakan untuk penggunaan sistem seperti itu, dapat menghambat pengembangan inovasi teknologi untuk mengendalikan penyakit DBD.

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah melalui *Google scholar* yang digunakan sebagai sumber utama yang diakses pada bulan Agustus-September 2019 untuk mencari artikel yang berkaitan dengan DBD dan iklim selama tahun 2015-2019. Rangkaian kata kunci yang digunakan adalah variasi dari “*dengue*”, “*climate*”, “Indonesia”. Tahap awal, dilakukan penyaringan artikel dengan memperhatikan judul, kata kunci dan abstrak. Selanjutnya dilakukan penyaringan lengkap dengan mengikuti kriteria inklusi yang telah ditetapkan, yaitu :

1. Artikel harus diterbitkan pada jurnal internasional.
2. Artikel harus diterbitkan pada tahun 2015-2019.
3. Artikel harus membahas tentang Indonesia.
4. Artikel harus menilai pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit DBD. Variabel iklim antara lain meliputi temperatur, kelembaban, dan curah hujan.



Gambar 2. Flowchart Artikel Review

Sebanyak 52 artikel ditemukan menggunakan *Google scholar* sebagai mesin

pencari dengan tiga variasi kata kunci. Namun, sebanyak 28 artikel dikeluarkan kembali karena

judul dan kata kunci yang tidak sesuai. Dilakukan penilaian teks lengkap, dan sebanyak 18 dikeluarkan karena tidak sesuai dengan kriteria inklusi. Akhirnya, hanya sebanyak 6 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan dapat dilakukan penilaian isi. Penelitian dilaksanakan di Kota Kendari, Kolaka, Surabaya, Sleman dan Denpasar. Metode dan temuan utama pada masing-masing artikel disajikan pada Tabel 1.

Seluruh artikel yang dimasukkan mempelajari hubungan antara variabel iklim dan kejadian DBD. Beberapa metode analisis digunakan untuk menilai hubungan antara variabel iklim dengan kejadian DBD. Tiga penelitian menggunakan analisis deskriptif menggunakan Regresi Linier dan Spearman Correlation (Azhar, Marina, & Anwar, 2017; Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramodyo, 2018b; Tang, Rusli, & Lestari, 2018), satu penelitian melakukan analisis menggunakan GIS (Kesetyaningsih, Andarini, Sudarto, & Pramodyo, 2018a), dua lainnya menggunakan analisis multivariat (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, & Worakhunpiset, 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, & Nakhapakorn, 2018).

PEMBAHASAN

Pembahasan disajikan berdasarkan variabel iklim yang berhubungan dengan kejadian DBD, yaitu temperatur, curah hujan, dan kelembaban.

Temperatur

Hasil penelitian yang dilakukan di enam lokasi berbeda untuk mengetahui hubungan temperatur dengan kejadian DBD, mendapatkan hasil yang bervariasi. Penelitian di Kendari mendapatkan rata-rata temperatur bulanan sebesar $26,9^{\circ}\text{C}$ ($20,7\text{--}33,3^{\circ}\text{C}$) dan berkorelasi positif dengan jumlah kasus DBD. Nilai temperatur rata-rata dan temperatur maksimal menunjukkan korelasi tinggi pada lag 2-4, sedangkan temperatur minimal pada lag 1-3 dan 5. Di Kolaka, temperatur rata-rata berkisar $26,1\text{--}29,7^{\circ}\text{C}$, dengan nilai minimum sebesar $24,2^{\circ}\text{C}$ dan maksimum $33,6^{\circ}\text{C}$. Korelasi positif temperatur rata-rata dan maksimal pada lag 2, 3 dan 4, dan temperatur minimum pada lag 0, 1, 2, 3 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, *et al.*, 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, *et al.*, 2018).

Penelitian lain menunjukkan bahwa kota-kota yang memiliki temperatur lebih besar atau

sama dengan 18°C selama lebih dari 11 bulan memiliki potensi besar untuk terjadinya infeksi DBD. Temperatur dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady, *et al.*, 2013; 2014; Lloyd, 2003; Mourya, *et al.*, 2004; Negev, *et al.*, 2015; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Variasi temperatur juga berhubungan kejadian DBD di Denpasar, dengan temperatur rata-rata mingguan sebesar $27,48^{\circ}\text{C}$ (Azhar, *et al.*, 2017). Hasil berbeda diperoleh dari penelitian di Sleman yang menyebutkan tidak terdapatnya hubungan antara temperatur dan kejadian DBD (Kesetyaningsih, *et al.*, 2018a). Sedangkan di Surabaya, hubungan temperatur dan kasus DBD mendapatkan nilai korelasi negatif (Tang, *et al.*, 2018).

Temperatur mempengaruhi perkembangan, kematian, dan perilaku vektor, serta replikasi virus pada nyamuk. Nyamuk *Aedes aegypti* biasanya bertelur pada temperatur sekitar $25^{\circ}\text{C}\text{--}30^{\circ}\text{C}$ dan akan menetas dalam 3-4 hari di dalam air (Lloyd, 2003). Peningkatan temperatur udara dapat memengaruhi perilaku menggigit nyamuk, jumlah rata-rata gigitan, dan pemendekan periode kematangan parasit nyamuk. Selain itu, peningkatan temperatur juga akan mempengaruhi periode perkembangbiakan nyamuk dan menyebabkan periode inkubasi ekstrinsik menjadi lebih pendek. Temperatur yang lebih hangat akan meningkatkan metabolisme nyamuk, sehingga terjadi peningkatan kepadatan vektor ketika jumlah tempat berkembang biak masih konstan. Temperatur yang lebih hangat juga akan memperpendek siklus *gonotropik* nyamuk, mengurangi periode inkubasi ekstrinsik (*Eksterinsik Incubation Period/EIP*) dan juga periode inkubasi virus *dengue*.

Ketika temperatur lingkungan di atas 15°C , maka ukuran tubuh nyamuk akan cenderung menyusut, bersamaan dengan siklus hidup yang lebih pendek. Ukuran tubuh yang lebih kecil akan meningkatkan frekuensi menggigit dan secara otomatis juga akan meningkatkan penyebaran virus *dengue*. Peningkatan temperatur juga dapat mempersingkat siklus pengembangan gonotropik di *Aedes aegypti*. Dengan demikian, temperatur udara hangat biasanya akan diikuti oleh peningkatan populasi nyamuk, masa inkubasi ekstrinsik virus *dengue* akan dipersingkat dan kemudian membuat perpanjangan waktu nyamuk infeksi menyebarkan virus *dengue* (Brady, *et al.*, 2013; 2014; Kesetyaningsih, *et al.*, 2018b; Mourya, *et al.*, 2004).

Temperatur optimal untuk siklus reproduksi nyamuk cepat adalah 26-30°C. Semakin cepat siklus reproduksi, maka akan semakin tinggi kepadatan nyamuk, sehingga penularan juga akan meningkat. Temperatur juga mempengaruhi frekuensi gigitan nyamuk, karena nyamuk betina mengisap darah untuk keperluan reproduksi. Temperatur juga memberikan efek pada Periode Inkubasi Eksternal (*EIP*) dalam tubuh nyamuk, yang akan mengalami waktu tercepat ketika temperatur udara mencapai 30°C (Brady, *et al.*, 2014). Fluktuasi temperatur harian yang tajam akan mempercepat *EIP*, menyebabkan penularan menjadi lebih efektif karena jumlah virus dalam tubuh nyamuk vektor akan meningkat cepat (Tang, *et al.*, 2018).

Fluktuasi temperatur harian yang besar pada temperatur rata-rata tinggi (musim kemarau) akan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk, sehingga kapasitas vektorial berkurang. Namun, fluktuasi temperatur harian yang besar dapat mempercepat *EIP*, sehingga dapat meningkatkan kemungkinan penularan. Fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rata-rata yang rendah akan mengurangi kemampuan reproduksi nyamuk *Aedes aegypti* dan mengurangi kelangsungan hidup nyamuk (kapasitas vektoral). Namun, fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rendah akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady, *et al.*, 2013; 2014; Kesetyaningsih, *et al.*, 2018b; Mourya, *et al.*, 2004; Tang, *et al.*, 2018).

Curah Hujan

Dampak curah hujan terhadap DBD menunjukkan hasil yang bervariasi di lima kota yang berbeda. Di Kendari, variabel curah hujan berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah pada lag 4-5. Sedangkan di Kolaka, curah hujan berkorelasi positif dengan DBD hanya ditemukan pada jeda waktu 0 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, *et al.*, 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, *et al.*, 2018). Di Sleman, curah hujan berkontribusi sebesar 13,5-27,4% (Kesetyaningsih, *et al.*, 2018a), di Surabaya memberikan nilai korelasi sebesar 40,7% (Tang, *et al.*, 2018), dan di Denpasar juga menunjukkan hubungan yang signifikans (Azhar, *et al.*, 2017).

Secara langsung, hubungan curah hujan dengan DBD melalui peningkatan potensi tempat perkembangbiakan nyamuk, yang mengarah pada peningkatan kepadatan dan penyebaran vektor, dan akhirnya akan meningkatkan risiko

penularan virus *dengue* (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Berdasarkan spesiesnya, peluang *Aedes aegypti* dipengaruhi oleh curah hujan untuk menularkan wabah lebih kecil dibandingkan *Aedes albopictus*, karena *Aedes aegypti* berkembang biak di dalam ruangan. Selain menyiapkan tempat bertelur, telur nyamuk yang sudah terdapat pada tempat penampungan air akan menetas dalam waktu 1-3 hari setelah terkena air hujan. Pada suasana kering, telur *Aedes aegypti* mampu bertahan hingga 3 bulan (Gubler, 2013; Lloyd, 2003; World Health Organization, 2011).

Curah hujan akan mempengaruhi temperatur dan kelembaban udara, yaitu menurunkan temperatur dan meningkatkan kelembaban. Temperatur yang rendah akan memperpanjang usia vektor, sehingga populasinya akan meningkat dan peluang angka gigitan nyamuk. Pada temperatur rata-rata yang rendah juga akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady, *et al.*, 2013; 2014; Kesetyaningsih, *et al.*, 2018b; Mourya, *et al.*, 2004; Tang, *et al.*, 2018). Meningkatnya kelembaban udara akan mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes*, sehingga kelangsungan hidup dan umur nyamuk akan meningkat pula. Selain itu, kelembaban berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada temperatur rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis, *et al.*, 2008).

Kelembaban

Hasil penelitian di lima lokasi berbeda mendapatkan hasil yang bervariasi. Di Kendari, curah hujan dan kelembaban berkorelasi negatif dan menunjukkan signifikansi tinggi dengan kejadian demam berdarah saat lag waktu 4-5. Kelembaban relatif juga berkontribusi negatif terhadap kasus DBD bulanan meskipun secara statistik tidak signifikan. Di Kolaka, kelembaban relatif rata-rata adalah 76% dan menunjukkan korelasi positif pada lag 0 dan korelasi negatif pada lag 5 (Tosepu, Tantrakarnapa, Nakhapakorn, *et al.*, 2018; Tosepu, Tantrakarnapa, Worakhunpiset, *et al.*, 2018). Hasil penelitian di Sleman mendapatkan pengaruh kelembaban terhadap DBD (Kesetyaningsih, *et al.*, 2018a), di Surabaya juga mendapatkan nilai korelasi positif yang kuat (Tang *et al.*, 2018). Namun, penelitian di

Denpasar tidak menunjukkan hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan DBD (Azhar, *et al.*, 2017).

Kelembaban berkaitan dengan curah hujan dan temperatur, tingginya curah hujan akan meningkatkan kelembaban udara. Dalam kehidupan vektor, meningkatnya kelembaban mempengaruhi pola makan nyamuk *Aedes aegypti*, sehingga meningkatkan kelangsungan hidup dan umur nyamuk. Selain itu juga berkaitan dengan usia kawin, penyebaran, mencari makan, dan replikasi virus yang lebih cepat. Populasi vektor betina dapat bertahan dua kali lipat lebih banyak sehingga dapat menghasilkan lebih banyak telur selama musim hujan pada temperatur rendah dan pada kelembaban relatif tinggi (Regis, *et al.*, 2008).

Temperatur dan kelembaban udara akan mempengaruhi siklus perkembangbiakan, kelangsungan hidup, dan frekwensi menghisap darah, dan mengurangi periode inkubasi (Brady, *et al.*, 2013; 2014; Lloyd, 2003; Mourya, *et al.*, 2004; Negev, *et al.*, 2015; World Health Organization, 1997; World Health Organization, 2011). Tingginya curah hujan akan meningkatkan tempat perindukan baru, sekaligus memicu turunnya temperatur dan tingginya kelembaban. Pada kondisi ini, maka populasi vektor akan meningkat, sekaligus memperpanjang usia vektor. Fluktuasi temperatur yang besar pada temperatur rata-rata yang rendah akan mempercepat *EIP*, sehingga akan peningkatan kemungkinan penularan virus (Brady, *et al.*, 2013; 2014; Kesetyaningsih, *et al.*, 2018b; Mourya, *et al.*, 2004; Tang, *et al.*, 2018).

Tabel 1. Metode dan Temuan Utama Artikel

Peneliti dan Tahun	Area Studi	Variabel	Metode Analisis	Data	Temuan Utama
Ramadhan Tosepu, <i>et al.</i> (2017)	Kendari, Sulawesi Tenggara	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Spearmen test, Time-series Poisson regression	2010-2015	- Temperatur berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi negatif dengan DBD - Curah hujan berkorelasi negatif dengan DBD.
Ramadhan Tosepu, <i>et al.</i> (2018)	Kolaka, Sulawesi Tenggara	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Multiple Linier Regression	2010-2015	- Temperatur berkorelasi positif dengan DBD. - Kelembaban berkorelasi positif dengan DBD. - Curah hujan berkorelasi positif dengan DBD.
Tri Wulandari Kesetyaningsih, <i>et al.</i> (2018)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	GIS, Spearmen Corelation	2008-2018	- Temperatur tidak berhubungan dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.
Sandra Choi Ning Tang, <i>et al.</i> (2019)	Surabaya, Jawa timur	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Kolmogorov Smirnof, Spearmen Corelation	2009-2017	- Temperatur berhubungan negatif dengan DBD. - Kelembaban berhubungan dengan DBD. - Curah hujan berhubungan dengan DBD.
Triwulandari Kasetyaningsih, <i>et al.</i> (2017)	Sleman, Yogyakarta	- DBD - Temperatur	Linier Regression	2008-2013	- Temperatur berhubungan dengan DBD.
Khadijah Azhar, Rina Marina, Athena Anwar (2017)	Denpasar, Bali	- DBD - Temperatur - Kelembaban - Curah hujan	Linier Regression	2010-2014	- Temperatur berhubungan dengan DBD. - Kelembaban tidak berhubungan dengan DBD. - Curah hujan tidak berhubungan dengan DBD.

Jumlah artikel yang minim menjadi keterbatasan utama dalam melakukan penulisan artikel ini. Hanya 6 dari 52 artikel yang benar-benar sesuai dengan kriteria inklusi yang ditetapkan. Kondisi ini menunjukkan minimnya penelitian yang mengkaji hubungan perubahan iklim dan penyakit DBD di Indonesia, serta masih terbatasnya hasil penelitian yang dipublikasikan pada tingkat internasional.

SIMPULAN

Dampak perubahan iklim terhadap peningkatan kejadian DBD telah dijelaskan. Faktor iklim yang terdiri dari temperatur, curah hujan, dan kelembaban, merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi. Pada sisi lain, dinamika penyakit DBD merupakan sistem yang sangat kompleks, sehingga perlu penggabungan

faktor-faktor tambahan selain iklim untuk memprediksinya. Dalam hal ini, faktor tambahan dimaksud adalah perilaku manusia dalam mengelola lingkungan, anggaran, kebijakan, dan lain-lain. Pengembangan sistem pengawasan dan peringatan dini berbasis iklim menjadi penting dalam upaya perencanaan dan pengendalian, selain terus melakukan penelitian dan kajian hubungan iklim dan penyakit DBD di berbagai tempat di Indonesia.

Penguatan peran rumah tangga menjadi solusi yang paling penting dan utama dalam pengendalian penyakit DBD melalui pemberantasan sarang nyamuk, atau dikenal dengan istilah 3 M (menutup, menguras, dan mengubur). Pemberantasan sarang nyamuk yang dilakukan terus menerus sebagai sebuah perilaku kesehatan, akan menekan jumlah nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor penyakit DBD.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrivillaga, J., & Barrera, R. (2004). Food as a limiting factor for *Aedes aegypti* in water-storage containers. *Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology*, 29(1), 11–20. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15266737>
- Azhar, K., Marina, R., & Anwar, A. (2017). A prediction model of Dengue incidence using climate variability in Denpasar city. *Health Science Journal of Indonesia*, 8(2), 68–73. <https://doi.org/10.22435/hsji.v8i2.6952.68-73>
- Brady, O. J., Golding, N., Pigott, D. M., Kraemer, M. U. G., Messina, J. P., Reiner, R. C., ... Hay, S. I. (2014). Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-338>
- Brady, O. J., Johansson, M. A., Guerra, C. A., Bhatt, S., Golding, N., Pigott, D. M., ... Hay, S. I. (2013). Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasites and Vectors*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-351>
- Brisbois, B. W., & Ali, S. H. (2010). Climate change, vector-borne disease and interdisciplinary research: social science perspectives on an environment and health controversy. *EcoHealth*, 7(4), 425–438.
- Espinosa, M., Weinberg, D., Rotela, C. H., Polop, F., Abril, M., & Scavuzzo, C. M. (2016). Temporal Dynamics and Spatial Patterns of *Aedes aegypti* Breeding Sites, in the Context of a Dengue Control Program in Tartagal (Salta Province, Argentina). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(5), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004621>
- Gubler, D. J. (2013). Prevention and control of *Aedes aegypti*-borne diseases: Lesson learned from past successes and failures. *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 19(3), 111–114.
- Gubler, D. J., Reiter, P., Ebi, K. L., Yap, W., Nasci, R., & Patz, J. A. (2001). Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector- and Rodent-Borne diseases. *Environmental Health Perspectives*, 109(SUPPL. 2), 223–233. <https://doi.org/10.2307/3435012>
- Haryanto, B. (2009). Climate Change and Public Health in Indonesia Impacts and Adaptation. *Nautilus Institute Australia*, (December), 1–12.
- Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001). Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Climatic Change*, 48(2–3), 441–463.
- Karyanti, M. R., Uiterwaal, C. S. P. M., Kusriastuti, R., Hadinegoro, S. R., Rovers, M. M., Heesterbeek, H., ... Bruijning-Verhagen, P. (2014). The changing incidence of Dengue Haemorrhagic Fever in Indonesia: a 45-year registry-based analysis.

- BMC Infectious Diseases*, 14(1), 412.
<https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-412>
- Kemenkes, P. (2010). *BULETIN DBD*. Jakarta: Pusat Data Dan Informasi, Kementerian Kesehatan RI.
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, & Pramodyo, H. (2018a). Determination of environmental factors affecting dengue incidence in Sleman District, Yogyakarta, Indonesia. *African Journal of Infectious Diseases*, 12(Special Issue 1), 13–25.
<https://doi.org/10.2101/Ajid.12v1S.3>
- Kesetyaningsih, T. W., Andarini, S., Sudarto, S., & Pramodyo, H. (2018b). The minimum-maximum weather temperature difference effect on dengue incidence in sleman regency of Yogyakarta, Indonesia. *Walailak Journal of Science and Technology*, 15(5), 387-396.
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., ... Hay, S. I. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *ELife*, 4(JUNE2015), 1–18.
<https://doi.org/10.7554/eLife.08347>
- Lloyd, L. S. (2003). *Best practices for dengue prevention and control in the Americas*. Washington DC Camp Dresser and McKee International Environmental Health.
- Ministry of Health Indonesia. (2018). *Profil Kesehatan Indonesia 2017 [Indonesia Health Profile 2017]*. Jakarta.
- Ministry of Health Indonesia. (2019). *Profil Kesehatan Indonesia 2018 [Indonesia Health Profile 2018]*. Jakarta.
- Mourya, D. T., Yadav, P., & Mishra, A. C. (2004). Effect of temperature stress on immature stages and susceptibility of *Aedes aegypti* mosquitoes to chikungunya virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 70(4), 346–350.
- Myles Allen, et al. (2018). *Summary for Policymakers - Global warming of 1.5oC, an IPCC special report*. WHO.
- Naish, S., Dale, P., Mackenzie, J. S., McBride, J., Mengersen, K., & Tong, S. (2014). Climate change and dengue: a critical and systematic review of quantitative modelling approaches. *BMC Infectious Diseases*, 14(1), 167.
<https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-167>
- Negev, M., Paz, S., Clermont, A., Pri-Or, N. G., Shalom, U., Yeger, T., & Green, M. S. (2015). Impacts of climate change on vector borne diseases in the mediterranean basin-implications for preparedness and adaptation policy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6745-6770.
<https://doi.org/10.3390/ijerph120606745>
- Regis, L., Monteiro, A. M., De Melo-Santos, M. A. V., Silveira, J. C., Furtado, A. F., Acioli, R. V., ... De Souza, W. V. (2008). Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: Basis for surveillance, alert and control system. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(1), 50–59.
<https://doi.org/10.1590/S0074-02762008000100008>
- Tang, S. C. N., Rusli, M., & Lestari, P. (2018). Climate Variability and Dengue Hemorrhagic Fever in Surabaya, East Java, Indonesia. *Arlangga University*, (December).
<https://doi.org/10.20944/preprints201812.0206.v1>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Nakhapakorn, K., & Worakhunpiset, S. (2018). Climate variability and dengue hemorrhagic fever in Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(15), 14944–14952.
<https://doi.org/10.1007/s11356-018-1528-y>
- Tosepu, R., Tantrakarnapa, K., Worakhunpiset, S., & Nakhapakorn, K. (2018). Climatic factors influencing dengue hemorrhagic fever in Kolaka district, Indonesia. *Environment and Natural Resources Journal*, 16(2), 1–10.
<https://doi.org/10.14456/ennrj.2018.10>
- World Health Organization. (1997). *Dengue Haemorrhagic Fever Diagnosis, Treatment, prevention and Control* (second Edition).
- World Health Organization. (2011). *Comprehensive guideline for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever*.
- World Health Organization. (2014). *World Health Statistic 2014*.