

**HUBUNGAN VARIABILITAS IKLIM
(CURAH HUJAN, SUHU, DAN KELEMBABAN)
DENGAN KEJADIAN DIARE DI KOTA DENPASAR, PROVINSI BALI**

*Relationship Between Climate Variability (Rainfall, Temperature, and Humidity) and
Incidence of Diarrheal Diseases in Denpasar City, Bali Province*

Athena dan Cahyorini¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Upaya Kesehatan Masyarakat,
Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan R.I.
Email: athenafb@yahoo.com

Diterima: 4 November 2016; Direvisi: 20 Januari 2017; Disetujui: 31 Januari 2017

ABSTRACT

The variability of some climate elements could be expected to affect the increase of diarrheal diseases. This study aims to determine the relationship between variability of climate elements and the incidence of diarrhea in the city of Denpasar. The variables analyzed were the elements of the climate (rainfall, rainy days, temperature, and humidity) and the number of diarrheal cases from 2010 to 2014. The climate data and data incidence of diarrhea are from Updated Model of Surveillance System Impact of Climate Change on Health Research and Development in 2014. Data analysis was performed to generate univariable, bivariates, and multivariables data using Microsoft Excell software. The analysis showed that during the period 2010 until 2014 increased rainfall compared with the data from 2008, the highest incidence of diarrhea in Denpasar are 10,823 cases (2011). The multivariate analysis showed that there is a significant relationship between diarrhea and rainfall, rainy days, and humidity ($P < 0.05$, $r^2 = 0.703$; lag time 1). It can be concluded that there is a relationship between incidence of diarrhea and climate variables of 1 week earlier. There is a need to increase public awareness in maintaining environmental sanitation and hygienic conditions during a peak of rainy and dry seasons.

Keywords: *Climate variability, rainfall, temperature, humidity, diarrhea*

ABSTRAK

Terjadinya variabilitas beberapa unsur iklim, diduga dapat berhubungan dengan meningkatnya penyakit diare. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan variabilitas unsur-unsur iklim terhadap kejadian diare di Kota Denpasar. Variabel yang dianalisis adalah unsur-unsur iklim (curah hujan, hari hujan, suhu, dan kelembaban) dan jumlah kejadian diare dari tahun 2010 sampai dengan 2014. Data iklim maupun data kejadian diare merupakan data dasar hasil Penelitian dan Pengembangan Pemutakhiran Model/Sistem Surveilans Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan tahun 2014. Analisis data dilakukan secara univariat, bivariat, dan multivariat, menggunakan perangkat lunak *Microsoft excel*. Hasil analisis menunjukkan bahwa selama kurun waktu lima tahun (2010 sampai 2014) terjadi peningkatan curah hujan dibandingkan dengan data tahun 2008, kejadian diare di Kota Denpasar paling tinggi 10.823 kasus (2011). Analisis multivariat menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara diare dengan curah hujan, hari hujan, dan kelembaban ($P < 0,05$, $r^2 = 0,703$; pada *lag time* 1). Dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antara kejadian diare dengan variable iklim seminggu sebelumnya. Perlu adanya upaya untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memelihara kebersihan lingkungan dan perilaku higienis terutama pada puncak musim hujan dan kemarau.

Kata kunci: Variabilitas iklim, curah hujan, suhu, kelembaban, diare

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah terjadi serta dirasakan di beberapa negara, termasuk Indonesia. Berdasarkan hasil pengamatan Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika (BMKG), dalam kurun waktu 30

tahun terakhir telah terjadi kenaikan suhu yang signifikan di sebagian besar wilayah Indonesia. Bukti-bukti lain menunjukkan adanya kecenderungan meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca, dan menurunnya

luasannya di wilayah pegunungan Jaya Wijaya (BMKG, 2015).

Para ahli menyebutkan bahwa terjadinya perubahan sistem iklim global telah menimbulkan ancaman bagi manusia melalui peningkatan kesakitan maupun kematian sebagai akibat suhu ekstrim (sangat panas/dingin), kekeringan atau banjir, perubahan kualitas udara dan air, dan berubahnya ekologi penyakit menular (Gregory et al., 2009); (Semenza and Menne, 2009). Sejak tahun 2000, Patz telah mengidentifikasi bahwa terjadinya perubahan iklim dapat berdampak buruk terhadap kesehatan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung; mulai dari kematian karena gangguan jantung (kardiovaskular), gangguan pernafasan karena gelombang panas, berubahnya transmisi penyakit menular, serta gizi buruk dari kegagalan panen (Patz et al., 2005)

Salah satu penyakit berbasis lingkungan yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia adalah diare. Badan Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa meningkatnya suhu udara, berubahnya pola curah hujan, dan bertambahnya kelembaban dapat berpengaruh terhadap penyakit yang ditularkan melalui air dan makanan (diare) yang menyebabkan 1,8 juta kematian per tahun di dunia (WHO, 2008). Data Riskesdas 2007 menyebutkan bahwa berdasarkan pola penyebab kematian semua umur di Indonesia, diare adalah penyebab kematian peringkat ke-13 (Departemen Kesehatan, 2008); sedangkan berdasarkan penyakit menular, diare merupakan penyebab kematian peringkat ketiga setelah tuberkulosis dan pneumonia (Kementerian Kesehatan, 2011). Kota Denpasar merupakan salah satu kota yang masih bermasalah dengan penyakit diare. Penyakit tersebut berpotensi wabah dan termasuk 10 penyakit terbesar di puskesmas (Dinas Kesehatan Provinsi Bali, 2015). Secara topografi Kota Denpasar merupakan dataran rendah, beriklim tropis yang dipengaruhi oleh angin musim. Selain itu Kota Denpasar adalah bagian dari wilayah provinsi Bali yang merupakan kepulauan yang bersifat rentan terhadap perubahan iklim (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015).

Terjadinya perubahan pola unsur iklim terutama curah hujan diduga berpengaruh terhadap meningkat atau menurunnya kejadian diare di Kota Denpasar.

Tulisan ini disusun dengan tujuan untuk mengetahui adanya hubungan unsur-unsur iklim terhadap kejadian diare di Kota Denpasar.

BAHAN DAN CARA

Penelitian ini merupakan analisis lanjut data Penelitian dan Pengembangan Model Surveilans Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan di Provinsi Lampung, Jawa Tengah, dan Bali, yang bersifat riset operasional. Dipilihnya lokasi Kota Denpasar karena penyakit diare masih merupakan masalah kesehatan, dimana angka insidensi cukup tinggi (Profil Kesehatan Kota Denpasar, 2013), dan merupakan wilayah yang cukup rentan terhadap perubahan iklim (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015). Selain itu, topografi Kota Denpasar sebagian besar merupakan dataran rendah (berada di daerah cekungan) sehingga rentan terhadap banjir (Kota Denpasar, 2013). Sebagai variabel dependen adalah kejadian diare, dan variabel independen adalah data iklim yang meliputi curah hujan, suhu, hari hujan, dan kelembaban. Data penyakit maupun data iklim berasal dari data dasar Model Surveilans Dampak perubahan Iklim Terhadap Kesehatan, yang diperoleh dari Sistem Kewaspadaan Dini Dan Respons (SKDR), Sub Direktorat Simkarkesma, Direktorat Pengendalian Penyakit, Kementerian Kesehatan; sedangkan sumber data iklim adalah BMKG. Frekuensi pengumpulan data adalah secara mingguan berdasarkan pengumpulan data penyakit dalam SKDR. Pengolahan dan analisis data dilakukan secara univariat, bivariat, dan multivariat. Analisis univariat dilakukan untuk mengetahui distribusi kejadian diare dan gambaran iklim dan kecenderungannya. Berdasarkan pola musim di Kota Denpasar selama ini; yaitu bulan basah atau musim hujan (curah hujan >100 mm/bulan) yang berlangsung mulai September sampai Maret tahun berikutnya (minggu ke-36 sampai dengan minggu ke-12); bulan kering atau

kemarau (curah hujan <100 mm/bulan) jatuh pada bulan Juni sampai Desember (minggu ke-24 sampai 52), dan musim pancaroba/diantara musim hujan dan kemarau (Bali, 2015). Analisis bivariat/multivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara berbagai variabel iklim (curah hujan, suhu, hari hujan, dan kelembaban) dengan kejadian penyakit diare dengan uji *Spearman Rho* menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Oleh karena terjadinya variabilitas iklim terhadap diare bersifat tidak langsung, maka uji statistik dilakukan pada berbagai *lag time* (untuk melihat jeda waktu antara perubahan curah hujan, hari hujan, suhu, kelembaban dengan timbulnya kejadian diare).

HASIL

Gambaran Kondisi Iklim

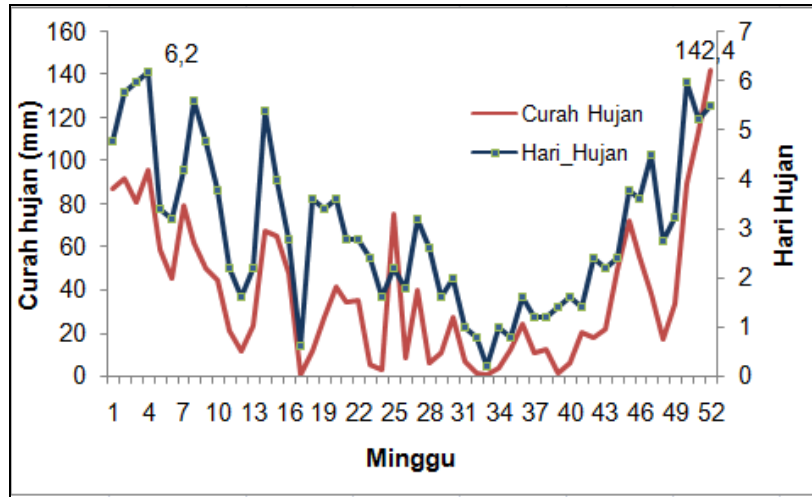
Gambaran unsur-unsur iklim secara tahunan dalam kurun waktu lima tahun (2010 sampai dengan 2014) menunjukkan bahwa curah hujan, hari hujan, suhu dan kelembaban udara secara mingguan berada dalam rentang yang sangat lebar. Rentang curah hujan mingguan paling lebar terjadi pada tahun 2011 dengan nilai tertinggi 220,8 mm dan terendah kurang dari 0,5 mm. Untuk hari hujan, dalam seminggu terdapat hujan setiap hari (7 hari/minggu) atau hari tanpa hujan (0 hari/minggu); terjadi setiap tahun. Rerata suhu udara dan kelembaban paling tinggi (suhu: 29,4 °C, kelembaban: 89,0%) maupun paling rendah (suhu: 25,3°C, kelembaban: 66,9%) terjadi pada tahun 2014 (Tabel 1).

Tabel 1. Rentang curah hujan, hari hujan, suhu dan kelembaban di Kota Denpasar, 2010 - 2014

| Tahun | Curah Hujan (mm) | Hari Hujan (hari) | Suhu Udara (°C) | Kelembaban Udara (%) |
|-------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| 2010 | 0 - 198,5 | 0 - 7 | 26,6 - 29,2 | 72,3 - 87,1 |
| 2011 | 0 - 220,8 | 0 - 7 | 25,6 - 29,0 | 73,2 - 89,3 |
| 2012 | 0 - 157,8 | 0 - 7 | 25,8 - 29,3 | 72,4 - 85,7 |
| 2013 | 0 - 157,8 | 0 - 7 | 25,8 - 29,3 | 72,4 - 85,7 |
| 2014 | 0 - 155,8 | 0 - 7 | 25,3 - 29,4 | 66,9 - 89,0 |

Dilihat secara mingguan selama kurun waktu lima tahun; curah hujan, hari hujan, rerata suhu udara, maupun kelembaban mulai dari minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-52 cukup berfluktuasi (Gambar 1 dan Gambar 2). Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa puncak-puncak curah hujan terjadi pada awal tahun (minggu ke-2 sampai dengan minggu ke-14 (minggu ke-2 April) dan akhir tahun mulai minggu ke-44/November sampai dengan minggu ke-52/Desember), curah hujan tertinggi sebesar 142,4 mm. Pada pertengahan tahun, mulai minggu ke-15 (minggu ke-3 April) sampai

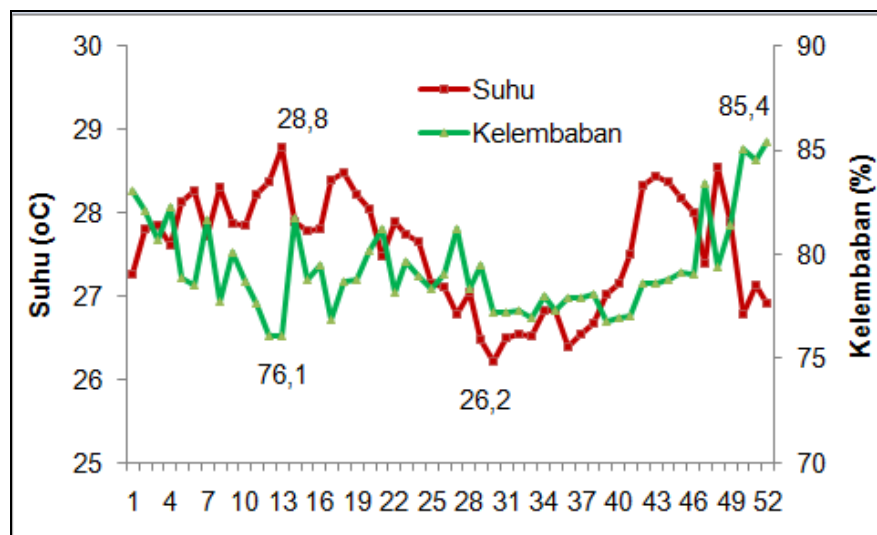
minggu ke-43 (minggu ke-3 Oktober) puncak-puncak curah hujan lebih rendah. Hal yang sama dengan hari hujan mingguan, hari hujan maksimum juga terjadi pada awal tahun sampai dengan minggu ke-15 dan akhir tahun (minggu ke-43 sampai dengan minggu ke-52). Periode diantara minggu ke-15 dan ke-44, puncak-puncak hari hujan lebih rendah. Dari pola curah hujan dalam kurun waktu 5 tahun (tahun 2010 sampai dengan 2014) yang terukur paling tinggi terjadi pada minggu ke-4 dan minggu ke-52, yaitu sebesar 6 hari (Gambar 1).



Gambar 1. Rerata mingguan curah hujan dan hari hujan mingguan di Kota Denpasar, 2010 - 2014

Untuk suhu udara mingguan, pola selama lima tahun cukup berfluktuasi. Pada minggu ke-1 sampai minggu ke-13 cenderung terjadi peningkatan, kemudian menurun sampai minggu ke-15, dan meningkat kembali sampai minggu ke-18. Mulai minggu ke-19 sampai dengan minggu ke-36 rerata suhu udara mingguan lebih rendah dibandingkan dengan sebelumnya. Mulai minggu ke-37 sampai minggu ke-48 meningkat kembali. Untuk pola rerata kelembaban udara, kondisinya terbalik dengan suhu udara. Pada minggu ke-1

sampai minggu ke-13 cenderung menurun, kemudian meningkat sampai minggu ke-15, dan menurun kembali sampai minggu ke-26. Mulai minggu ke-27 sampai dengan minggu ke-46 rerata kelembaban udara mingguan relatif tetap dan lebih tinggi dibandingkan dengan sebelumnya. Mulai minggu ke-48 sampai minggu ke-52 meningkat lebih tajam dibandingkan dengan sebelumnya. Hal ini berarti bahwa pada saat suhu maksimum, kelembaban berada pada kondisi minimum; dan sebaliknya (Gambar 2).



Gambar 2. Rerata mingguan suhu dan kelembaban mingguan di Kota Denpasar, 2010 - 2014

Berdasarkan kriteria waktu musim yang selama ini terjadi di Denpasar, hasil

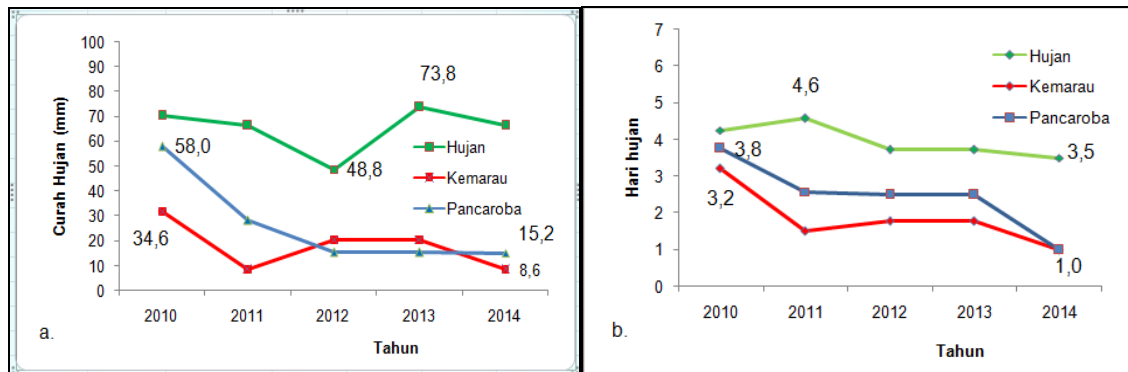
pengolahan data menunjukkan bahwa pada musim hujan, curah hujan mingguan berada

pada rentang 13,7 mm sampai 142,4 mm, dan rerata sebesar 60,7 mm; sedangkan pada musim kemarau berada pada rentang 0,4 mm sampai dengan 75,1 mm, dan rerata 18,1 mm (Tabel 2). Hal serupa tergambar juga oleh hari hujan, dimana nilai minimum, maksimum, dan rerata hari hujan pada musim hujan lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau. Pada musim hujan, hari hujan paling rendah 1,4 hari, paling tinggi 6,2 hari dengan rerata 4,0 hari; sedangkan pada musim kemarau hari hujan terendah adalah

0,2 hari dan tertinggi 3,2 hari, dengan rerata 1,9 hari (Tabel 2). Dari Tabel 2 juga terlihat bahwa pada musim pancaroba, minimum dan maksimum curah hujan dan hari hujan lebih kecil dari musim hujan maupun musim kemarau; tetapi secara rerata curah hujan maupun hari hujan, lebih besar dari musim kemarau dan lebih kecil dari musim hujan. Dilihat dari kecenderungannya, selama kurun waktu lima tahun rerata curah hujan cenderung berfluktuasi; sedangkan hari hujan cenderung menurun (Gambar 3).

Tabel 2. Rentang dan rerata mingguan curah hujan, hari hujan, suhu dan kelembaban di Kota Denpasar, 2010 - 2014

| Variabel | Musim Hujan | | | | Musim Kemarau | | | | Musim pancaroba | | | |
|-------------------|-------------|---------|--------|---------|---------------|--------|--------|---------|-----------------|--------|--------|---------|
| | Rentang | | Rerata | ± Stdev | Rentang | | Rerata | ± Stdev | Rentang | | Rerata | ± Stdev |
| Curah hujan (mm) | 13,7 | - 142,4 | 60,7 | ± 32,4 | 0,4 | - 75,1 | 18,1 | ± 21,5 | 0,0 | - 67,4 | 26,5 | ± 23,5 |
| Hari Hujan (Hari) | 1,4 | - 6,2 | 4,0 | ± 1,4 | 0,2 | - 3,2 | 1,9 | ± 0,9 | 0,6 | - 5,4 | 2,5 | ± 1,5 |
| Suhu (°C) | 26,8 | - 28,8 | 27,9 | ± 0,5 | 26,2 | - 27,9 | 27,0 | ± 0,5 | 26,4 | - 28,5 | 27,5 | ± 0,8 |
| Kelembaban (%) | 76,1 | - 85,4 | 80,0 | ± 2,7 | 76,9 | - 81,2 | 78,6 | ± 1,4 | 76,8 | - 81,7 | 78,5 | ± 1,4 |



Gambar 3. Rerata mingguan (a.) curah hujan dan (b.) hari hujan per tahun di Kota Denpasar, 2010 - 2014

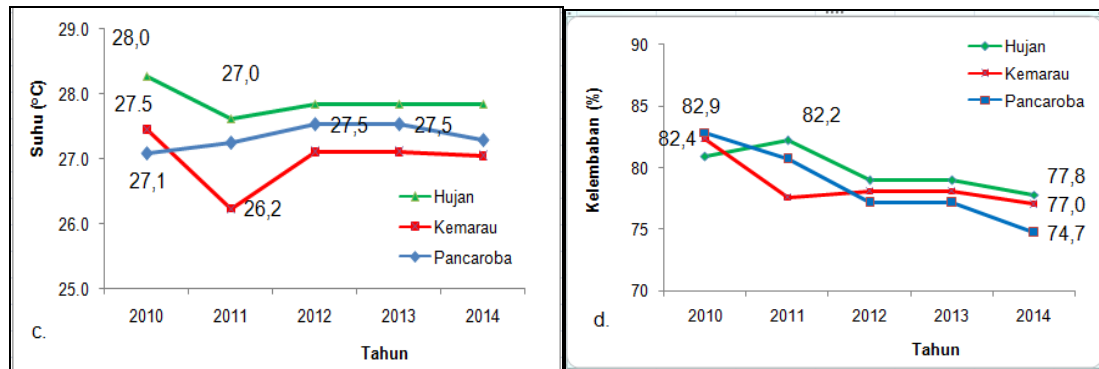
Rerata suhu udara paling tinggi (28,8°C) terjadi pada musim hujan, dan paling rendah (26,2°C) terjadi pada musim kemarau; tetapi secara rerata suhu udara selama lima tahun, pada musim hujan (27,9°C), kemarau (27,0°C), maupun pancaroba tidak jauh berbeda (27,5°C) (Tabel 2). Menurut waktu, rerata suhu udara selama lima pada musim hujan lebih tinggi dari musim kemarau. Pada musim pancaroba, rerata suhu berada diantara musim hujan dan kemarau; kecuali pada tahun 2010 dimana rerata suhu udara lebih rendah dari pada

musim kemarau maupun musim hujan (Gambar 4a).

Untuk kelembaban maksimum maupun rerata selama kurun waktu lima tahun, tertinggi terjadi pada musim hujan, dan terendah terjadi pada musim kemarau maupun pancaroba; sedangkan kelembaban udara minimum pada musim hujan sedikit lebih rendah daripada musim kemarau maupun musim hujan (Tabel 2). Berdasarkan waktu, pola rerata kelembaban pada musim hujan lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau. Pada musim pancaroba berada diantara musim hujan maupun hujan

dan musim kemarau (Gambar 4b). Sepanjang tahun 2010 sampai dengan 2014, rerata

kelembaban udara di Kota Denpasar cenderung menurun.

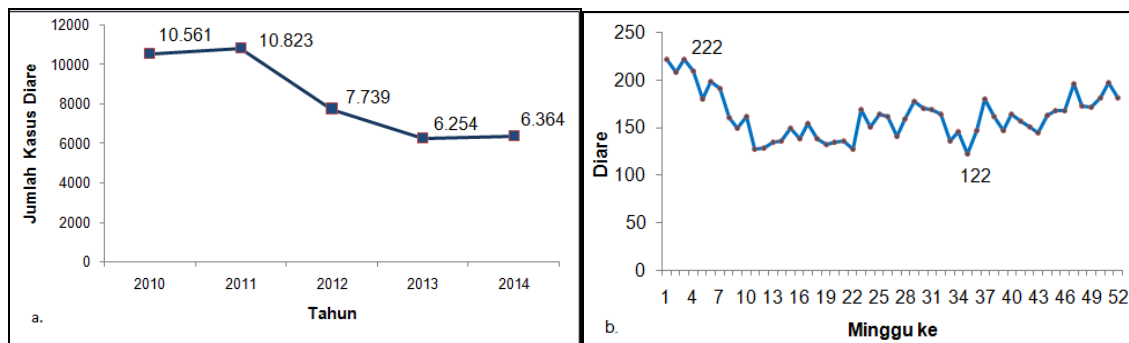


Gambar 4. Rerata mingguan (a.) suhu dan (b.) kelembaban per tahun (2010 –2014) menurut musim di Kota Denpasar, 2010 - 2014

Distribusi Kejadian Diare

Selama kurun waktu lima tahun (2010-2014), total kejadian diare yang dilaporkan melalui sistem surveilans Dinas Kesehatan Kota Denpasar sebesar 41.741 kasus, dengan jumlah tertinggi pada tahun 2011 (10.561 kasus) dan terendah pada tahun 2014 (6.364 kasus). Dari tahun 2012 sampai 2013, kejadian diare cenderung menurun dan meningkat kembali pada tahun 2014 (Gambar 5a). Apabila dilihat rerata mingguan

selama lima tahun, kasus diare cukup berfluktuasi. Pada awal tahun (minggu pertama sampai dengan minggu ke-12) kasus diare lebih tinggi dari minggu-minggu lainnya (222 kasus), dan mulai minggu ke-13 menurun dan meningkat kembali sampai minggu ke-29. Minggu ke-30 sampai minggu ke-35, jumlah kasus diare menurun (mencapai 122 kasus); dan mulai minggu ke-36 sampai minggu ke-52 kasus diare meningkat kembali (Gambar 5b.).



Gambar 5. Jumlah kejadian diare per tahun (a) dan rerata kejadian diare mingguan (b) di Kota Denpasar, 2010 - 2014

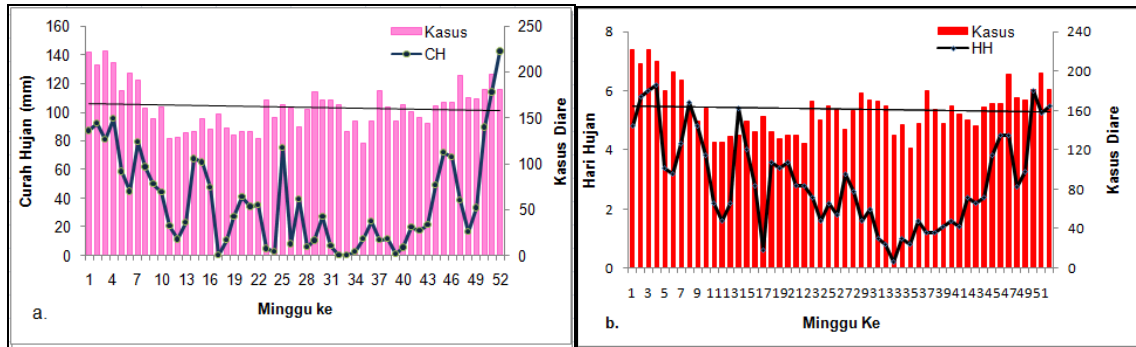
Pola Kejadian Diare dengan Unsur Iklim

Untuk melihat gambaran pola kejadian diare dan unsur iklim dapat dilihat dalam grafik *overlay* antara kedua variabel tersebut. Dari grafik *overlay* antara kejadian diare dengan curah hujan terlihat bahwa puncak kejadian diare terjadi pada awal dan akhir tahun (minggu ke-2, 4, 7, 14 dan minggu ke-36, 45, 50, 52) dimana rerata

curah hujan maksimum (tinggi). Demikian juga pada pertengahan tahun (minggu ke-6, 12, 17, 22, 31 sampai dengan minggu ke-40), dimana curah hujan minimum (rendah); namun kejadian diare tinggi (Gambar 6a). Kondisi ini hampir serupa dengan parameter hari hujan, dimana puncak kejadian diare terjadi pada saat rerata hari hujan sangat tinggi (awal dan akhir tahun) atau sangat rendah (pertengahan tahun) (Gambar 6b). Hal

ini mengindikasikan bahwa puncak kejadian diare terjadi pada saat curah hujan/hari hujan

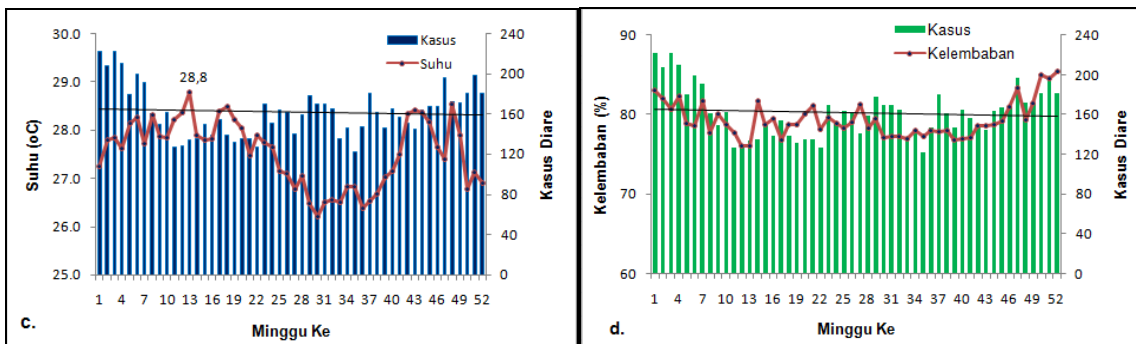
sangat tinggi (musim hujan) dan curah hujan/hari hujan sangat rendah (kemarau).



Gambar 6. Grafik rerata mingguan kasus diare dengan (a) curah hujan dan (b) hari hujan di Kota Denpasar, 2010 - 2014

Berbeda dengan curah hujan dan hari hujan, gambaran diare dengan rerata suhu udara di Kota Denpasar menunjukkan pola yang tidak konsisten. Pada awal tahun (minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-15), kejadian diare menurun pada saat rerata suhu udara meningkat; sedangkan pada pertengahan tahun (mulai minggu ke-21 sampai dengan minggu ke-37), kejadian diare meningkat pada saat rerata suhu udara menurun. Pada akhir tahun (mulai minggu ke-44), kejadian diare dengan rerata suhu udara tidak menunjukkan pola yang jelas (Gambar 7a). Untuk rerata kelembaban udara

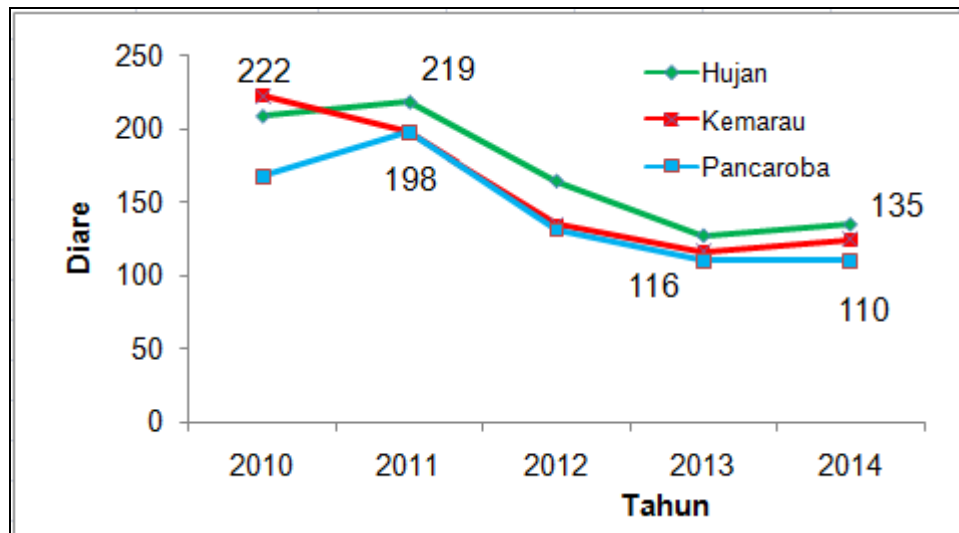
dengan jumlah kasus diare, terlihat bahwa meningkat dan menurunnya rerata kelembaban serupa dengan kejadian diare (Gambar 7b). Dari grafik *overlay* antara unsur-unsur iklim dengan kejadian diare, terlihat bahwa puncak kejadian diare dengan puncak curah hujan dan hari hujan (Gambar 6a dan 6b) maupun puncak kejadian diare dengan rerata suhu dan kelembaban udara dan (Gambar 7a dan 7b) tidak tepat berhimpitan, hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya jeda antara variabilitas/perubahan unsur-unsur iklim dengan munculnya kejadian diare.



Gambar 7. Grafik rerata mingguan kasus diare dengan (a) suhu dan (b) kelembaban udara di Kota Denpasar, 2010 - 2014

Gambaran rerata kejadian diare mingguan tahun 2010 sampai dengan 2014 menurut musim di Kota Denpasar, menunjukkan bahwa kejadian diare pada

musim kemarau dan musim hujan lebih tinggi dibandingkan dengan musim pancaroba (Gambar 8).



Gambar 8. Rerata kejadian diare mingguan menurut musim di Kota Denpasar, 2010 - 2014

Hubungan Variabel Iklim dengan Kejadian Diare

Hasil uji statistik secara multivariabel antara kejadian diare dengan berbagai unsur iklim menunjukkan adanya

hubungan antara kasus diare dengan curah hujan, hari hujan, dan kelembaban, kasus diare satu minggu dan dua minggu sebelumnya ($p < 0,05$) dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 3. Hasil uji korelasi berbagai unsur iklim dengan kejadian diare pada berbagai lag time ($p < 0,05$) di Kota Denpasar, 2010 - 2014

| Parameter | R Square (r^2) | | | | | | |
|--|--------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Lag time 0 | Lag time 1 | Lag time 2 | Lag time 3 | Lag time 4 | Lag time 5 | Lag time 6 |
| CH,HH, D ₋₁ , D ₋₂ | 0,674 | 0,678 | 0,650 | - | - | 0,638 | 0,637 |
| CH,HH,S, D-1, D-2 | - | - | - | - | 0,641 | - | - |
| CH,HH,K, D-1, D-2 | 0,6620 | 0,672 | 0,659 | 0,657 | - | - | - |
| CH,HH,K,D-1, D-2 | - | 0,703 | - | - | - | - | - |

Berdasarkan nilai koefisien determinasi (r^2) dan lag time, korelasi yang paling kuat adalah antara curah hujan, hari hujan, dan kelembaban dan kejadian diare pada lag time 1 minggu yaitu sebesar 0,703 (Tabel 3). Hal ini berarti bahwa curah hujan, hari hujan, dan kelembaban udara dengan

kejadian diare tidak terjadi pada minggu yang sama, tetapi terdapat jeda waktu selama seminggu. Dari hasil analisis secara matematis hubungan antara kejadian diare dengan unsur iklim pada koefisien determinasi tertinggi adalah sebagai berikut:

$$\text{Diare} = 0,007CH_1 - 2,397HH_1 + 3,540K_1 + 0,494D_1 + 0,306D_2$$

- Keterangan: CH₁ = Curah hujan satu minggu sebelumnya
 HH₁ = Hari hujan satu minggu sebelumnya
 K₁ = Kelembaban satu minggu sebelumnya
 D₁ = Kejadian diare satu minggu sebelumnya
 D₂ = Kejadian diare dua minggu sebelumnya

PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan data dapat diketahui bahwa selama kurun waktu lima tahun (2010 sampai 2014); curah hujan, hari hujan, suhu, maupun kelembaban di Kota Denpasar cenderung menurun; tetapi apabila dibandingkan dengan data sebelumnya (tahun 2008), terjadi peningkatan curah hujan dan kelembaban. Sebagai contoh, berdasarkan situs resmi pemerintah Kota Denpasar, disebutkan bahwa curah hujan bulanan tertinggi pada tahun 2008 (406 mm) (Denpasar, 2016), sedangkan berdasarkan hasil pengolahan data dalam penelitian ini curah hujan mingguan terendah sebesar 155,8 mm dan tertinggi sebesar 220,8 mm. Dengan demikian kemungkinan curah hujan pada tahun 2010 sampai dengan 2014 lebih tinggi, karena curah hujan bulanan pada tahun 2008 hanya sekitar tiga kali curah hujan terendah atau dua kali curah hujan tertinggi mingguan. Dilihat dari hari hujan, pada musim hujan masih terdapat hari hanya satu hari dalam seminggu. Apabila dalam minggu tersebut curah hujan cukup tinggi, berarti dalam seminggu terjadi hujan dengan intensitas cukup tinggi (sangat lebat). Kondisi ini dapat berakibat pada terjadinya banjir. Untuk suhu udara, pada tahun 2008 tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian ini, dimana suhu udara tahun 2008 adalah 25,4°C sampai 28,5°C dan dari penelitian ini adalah 25,4°C sampai 28,5°C. Untuk kelembaban udara, kondisinya hampir serupa dengan curah hujan, dimana hasil pengukuran tahun 2010 sampai 2014 lebih tinggi dari hasil pengukuran tahun 2008.

Apabila dibandingkan dengan musim yang selama ini terjadi di Kota Denpasar, dimana bulan basah terjadi pada bulan November sampai Februari, dan bulan kering adalah Maret sampai Oktober (Denpasar, 2016), pola musim selama tahun 2010 sampai 2015 masih tetap (tidak bergeser); yaitu pada akhir tahun (minggu ke-40 atau bulan November) sampai awal tahun berikutnya (minggu ke-8 atau bulan Februari), curah hujan dan hari hujan lebih tinggi dibandingkan dengan pertengahan tahun (minggu ke-9 atau bulan Maret sampai minggu ke-43 atau bulan Oktober).

Untuk kejadian diare di Kota Denpasar selama kurun waktu lima tahun

paling tinggi adalah pada tahun 2011, yaitu sebesar 10.823 kasus. Mulai tahun 2012 sampai dengan tahun 2013 menurun, dan meningkat kembali tahun 2014. Apabila dibandingkan dengan data Profil Kesehatan Kota Denpasar, jumlah kejadian diare menurut data profil tersebut berbeda dengan hasil pengumpulan data dalam penelitian ini. Sebagai contoh Profil Kesehatan Dinas Kesehatan, menyebutkan bahwa kejadian diare pada tahun 2012 mencapai 11.000 kasus; sedangkan data pada penelitian ini pada tahun yang sama, tidak sampai 5000 kasus. Perbedaan ini terjadi karena adanya sumber data yang berbeda, dimana data diare dalam profil adalah hasil pencatatan dan pelaporan dari semua fasilitas kesehatan (rumah sakit, puskesmas, dan dokter praktek swasta) di Kota Denpasar; sedangkan data dalam penelitian ini merupakan hasil pengumpulan data dari pelaporan SKDR (dari puskesmas).

Dari hasil analisis multivariat diketahui bahwa variabel iklim yang berhubungan paling erat ($p < 0,05$ dan $r^2 = 0,703$) dengan diare adalah kombinasi variabel curah hujan, hari hujan dan kelembaban dengan *lag time* 1 minggu. Dari gambaran pola curah hujan/hari hujan terlihat bahwa puncak kejadian diare terjadi satu minggu setelah curah hujan sangat tinggi dan sangat rendah. Tingginya kejadian diare pada waktu tersebut kemungkinan disebabkan oleh penyediaan dan kualitas dan penyediaan air serta sanitasi yang merupakan faktor risiko diare sesuai dengan pendapat Finnigan yang menyebutkan bahwa faktor risiko diare, sangat dipengaruhi oleh perubahan pola curah hujan, meningkatnya suhu udara, dan lebih seringnya terjadinya peristiwa cuaca ekstrim (Finnigan, 2012). Demikian juga WHO menyebutkan bahwa banjir dan kemarau berhubungan dengan peningkatan risiko kejadian diare (walaupun pada umumnya bersifat temporal); karena curah hujan yang tinggi menyebabkan banjir dan memungkinkan adanya kontaminasi dalam penyediaan air; sedangkan curah hujan sangat rendah (kemarau), berakibat pada sulitnya penyediaan air bersih yang pada akhirnya dapat menyebabkan penyakit yang berhubungan dengan higiene sanitasi (diare, cholera) akan meningkat (Patz et al., 2003). Hasil penelitian ini juga didukung oleh

pendapat Badan Dunia bidang Pembangunan (UNDP), yang menyebutkan bahwa curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan kontaminasi air yang menyebabkan peningkatan tempat perindukan untuk bakteri, virus, dan parasit. Demikian juga kekeringan juga dapat membuat berkurangnya jumlah air bersih sehingga menyebabkan peningkatan kontak antara manusia dengan air terkontaminasi (Keller, 2013).

Dari hasil analisis data diketahui bahwa kejadian diare tidak hanya dipengaruhi oleh curah hujan dan hari hujan, akan tetapi dipengaruhi juga oleh kelembaban udara. Meningkat kelembaban di Kota Denpasar diikuti dengan meningkatnya kejadian diare, demikian juga ketika kelembaban menurun, kejadian menurun juga. Puncak-puncak kelembaban udara dengan kejadian diare tidak tepat berhimpitan, melainkan bergeser satu minggu. Hal ini karena adanya jeda waktu antara tingkat kelembaban udara terhadap meningkatkan/menurunnya kejadian diare. Peran kelembaban udara terhadap meningkat/menurunnya kejadian diare adalah melalui kehidupan mikroorganisme penyebab diare dan vektor penularnya. Menurut WHO tahun 2003, kelembaban udara yang tinggi dan intensitas sinar matahari yang rendah merupakan kondisi yang baik untuk berkembang biaknya mikroorganisme penyebab diare dan merupakan kondisi yang sangat cocok untuk kehidupan vektor dan reservoir penyakit seperti kecoa, lalat, tikus; yang pada akhirnya dapat memperluas penyebaran penyakit diare (Patz et al., 2003). Penelitian Checkley et. al (2000) menunjukkan hasil yang lebih rinci, yaitu bahwa setiap peningkatan 1% kelembaban dapat meningkatkan 8% kejadian diare.

Walaupun hasil analisis suhu udara dengan kejadian diare tidak berperan terhadap peningkatan atau penurunan kejadian diare di Kota Denpasar, bukan berarti tidak ada pengaruh perubahan suhu terhadap kejadian diare; karena suhu udara lebih tinggi dapat meningkatkan paparan oleh bakteri dan parasit diare, dan memperpanjang kemampuan bertahan hidup bakteri enterotoksin *E. coli* terutama yang terdapat

pada makanan (Checkley et al., 2000). Suhu udara yang tinggi juga dapat menyebabkan serangga yang dapat membawa bakteri berkembangbiak dengan lebih cepat (Keller, 2013).

Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya di berbagai negara, seperti di Kepulauan Pasifik (Singh et al., 2001) dan studi lain terkait suhu dan anomali curah hujan dengan diare dan kolera, dan yang menekankan peran variabilitas iklim terhadap transmisi penyakit diare ((Hashizume et al., 2008); (Luque Fernández et al., 2009) ;(Chou et al., 2010); (Trærup et al., 2010); (Alexander et al., 2013)). Hasil penelitian tersebut tidak jauh berbeda, semua studi menunjukkan sensitivitas iklim yang kuat. Hal ini konsisten dengan pengamatan dari efek langsung dari variabel iklim terhadap agen penyebabnya. Kelembaban relatif memiliki pengaruh langsung pada tingkat kelangsungan hidup dan replikasi bakteri patogen dan protozoa, dan pada kelangsungan hidup enterovirus, dan curah hujan berpengaruh terhadap frekuensi dan tingkat kontaminasi air minum.

Selama ini faktor risiko yang dihubungkan dengan meningkatnya kejadian diare adalah faktor kesehatan lingkungan, seperti kondisi sarana dan akses air minum dan sanitasi dasar) dan perilaku masyarakat (Perilaku Hidup Bersih dan Sehat/PHBS). Menurut profil kesehatan Provinsi Bali, persentase penduduk Kota Denpasar yang memiliki akses terhadap air minum dan sanitasi yang layak tahun 2014 masing-masing adalah 69,5% dan 73,9% (Dinas Kesehatan Provinsi Bali, 2015). Dalam hal perilaku bersih dan sehat (PHBS), persentase rumah tangga di Kota Denpasar sudah cukup baik (peringkat ketiga) yaitu sebesar 78,4%, akan tetapi kondisi PHBS tidak dapat menjelaskan PHBS secara spesifik (menggunakan air bersih, mencuci tangan dengan air bersih dan sabun) yang berhubungan dengan penyakit diare. Dalam hal Strategi Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM), persentase desa yang melaksanakan STBM Kota Denpasar telah mencapai 93% (peringkat kedua terbaik). Gambaran faktor-faktor risiko diare tersebut tidak terlalu buruk, tetapi menurut informasi, diare masih menjadi masalah kesehatan di

Kota Denpasar (Dinas Kesehatan Provinsi Bali, 2015). Dengan demikian faktor iklim salah satu faktor yang berkontribusi terhadap permasalahan tersebut disamping kurang baiknya capaian beberapa indikator kesehatan lingkungan tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data tahun 2010 sampai dengan 2014, terdapat hubungan yang signifikan ($p < 0,05$) antara unsur-unsur iklim curah hujan, hari hujan, dan kelembaban terhadap kejadian diare di Kota Denpasar. Hubungan tersebut keeratannya adalah sedang ($r^2 = 0,703$), dan bersifat tidak langsung. Variabel iklim yang berpengaruh terhadap kejadian diare adalah curah hujan, hari hujan, dan kelembaban udara yang terjadi seminggu sebelumnya.

Saran

Pemerintah daerah perlu meningkatkan upaya preventif dan promotif pengendalian dan pencegahan diare, diantaranya sosialisasi dan komunikasi, informasi, dan edukasi (KIE) tentang pengaruh variabilitas iklim terhadap kesehatan (khususnya kejadian diare), meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memelihara kebersihan lingkungan, dan PHBS terutama pada puncak musim hujan maupun musim kemarau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang tak terhingga kami sampaikan kepada Kepala Pusat Upaya Kesehatan Masyarakat, Badan Litbangkes yang telah memberi dukungan dana kegiatan penelitian ini dan memberi kesempatan untuk penggunaan data hasil penelitian ini. Tidak lupa juga kami sampaikan terima kasih kepada Kepala Sub Direktorat Surveilans, Imunisasi, dan Kesehatan Matra, Direktorat Pengendalian Penyakit, Ditjen P2PL, Kementerian Kesehatan; dan Kepala Pusat Perubahan Iklim, BMKG yang telah memberi dukungan data untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, K.A., Carzolio, M., Goodin, D., Vance, E., 2013. Climate change is likely to worsen the public health threat of diarrheal disease in Botswana. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 10, 1202–1230. doi:10.3390/ijerph10041202
- Bali, D.K.P., 2015. Profil Kesehatan Kota Denpasar Tahun 2014. Dinas Kesehatan Provinsi Bali.
- BMKG, 2015. Buku Informasi Perubahan Iklim Dan Kualitas Udara Di Indonesia. Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara. Kepututusan Bidang Klimatologi. BMKG, Jakarta.
- Checkley, W., Epstrin, L., Gilman, R., Figueroa, D., Cama, R., Patz, J., Black, R., 2000. Effect of El Nino and ambient temperature on hospital admissions for. *Lancet* 355, 442–50.
- Chou, W.C., Wu, J.L., Wang, Y.C., Huang, H., Sung, F.C., Chuang, C.Y., 2010. Modeling the impact of climate variability on diarrhea-associated diseases in Taiwan (1996-2007). *Sci. Total Environ.* 409, 43–51. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.09.001
- Denpasar, P.K., 2016. Selayang Pandang [WWW Document]. URL <http://www.denpasarkota.go.id/index.php/selayang-pandang/2/Kondisi-Geografi#>
- Finnigan, G. et al, 2012. Part I: The Vulnerability Of Children, in: *Climate Change Threats To Health*. World Vision, Australia, pp. 17–20.
- Gregory, P.J., Johnson, S.N., Newton, A.C., Ingram, J.S.I., 2009. Integrating pests and pathogens into the climate change/food security debate. *J. Exp. Bot.* 60, 2827–2838. doi:10.1093/jxb/erp080
- Hashizume, M., Armstrong, B., Wagatsuma, Y., Faruque, A.S.G., Hayashi, T., Sack, D.A., 2008. Rotavirus infections and climate variability in Dhaka, Bangladesh: a time-series analysis. *Epidemiol. Infect.* 136, 1281–9. doi:10.1017/S0950268807009776
- Keller, M., 2013. *Climate Risk Management*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015. SIDIK: Sistem Informasi Data Indeks Kerentanan.
- Kesehatan, B.P. dan P., 2008. *Riset Kesehatan Dasar*. Kementerian Kesehatan.
- Kesehatan, K., 2011. *Buletin Jendela Data dan Informasi Kesehatan: Situasi Diare di Indonesia*, Triwulan I. ed.
- Luque Fernández, M.Á., Bauernfeind, A., Jiménez, J.D., Gil, C.L., Omeiri, N. El, Guibert, D.H., 2009. Influence of temperature and rainfall on the evolution of cholera epidemics in Lusaka, Zambia, 2003-2006: analysis of a time series. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 103, 137–143. doi:10.1016/j.trstmh.2008.07.017
- Patz, J.A., Githeko, A.K., McCarty, J.P., Hussein, S., Confalonieri, U., De Wet, N., 2003. Climate change and infectious diseases. *Climate change and human health: risks and responses*. *World Heal. Organ.* 103–37. doi:10.2307/2137486
- Patz, J., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., Foley, J., 2005. Impact of regional climate change

- on human health. *Nature* 438. doi:10.1038/nature04188
- Profil Kesehatan Kota Denpasar, 2013. . Dinas Kesehatan Kota Denpasar.
- Semenza, J.C., Menne, B., 2009. Climate change and infectious diseases in Europe. *Lancet Infect. Dis.* 9, 365–375. doi:10.1016/S1473-3099(09)70104-5
- Singh, R.B., Hales, S., de Wet, N., Raj, R., Hearnden, M., Weinstein, P., 2001. The influence of climate variation and change on diarrheal disease in the Pacific Islands. *Env. Heal. Perspect* 109, 155–159.
- Trærup, S.L.M., Ortiz, R.A., Markandya, A., 2010. The Health Impacts of Climate Change : A Study of Cholera in Tanzania. *Bc3*. doi:10.3390/ijerph8124386
- WHO, 2008. Protecting health from climate change - A challenging task, in: *Journal of the Indian Medical Association*. pp. 213–215. doi:10.4103/0970-0218.42042