

## **Curah hujan, kelembapan, kecepatan angin ketersediaan air bersih dan kasus diare di daerah kering Kupang**

*Rainfall, humidity, wind speed, availability of clean water and diarrheal cases in dry area of Kupang, Indonesia*

Hubi Maria Padji<sup>1</sup> & Sudarmadji<sup>2</sup>

### **Abstract**

**Purpose:** This study aimed to determine the relation of climate factors and the availability of clean water with the diarrhea occurrence in Kupang City from the years of 2011-2015. **Methods:** This study used an ecological study design with Pearson correlation with Spearman correlation tests and used secondary data consisting of diarrhea cases, water discharge, and climate data of Kupang City from 2011-2015. **Results:** The results of statistical analysis showed the variables that correlate with diarrhea occurrence in Kupang City were rainfall ( $p = 0.0001$ ;  $r = -0.48$ ), humidity lag1-3 ( $p = 0.000$ ;  $r = -0, 5$ ), wind speed lag2-3 ( $p = 0.000$ ;  $r = 0.5$  and clean water supply ( $p = 0.0002$ ;  $r = -0.47$ ) while the air temperature variable had no correlation with diarrhea occurrence in Kupang city in 2011 -2015 ( $p$  value  $> 0.05$ ). **Conclusion:** Based on the research results, it was concluded that the variables of rainfall, humidity lag1-3, wind speed lag2-3 and availability of clean water were correlated with the incidence of diarrhea in Kupang City from the years of 2011-2015.

**Keywords:** climatic factors; clean water; diarrhea; ecological studies

**Dikirim:** 27 Juli 2017  
**Diterbitkan:** 1 Oktober 2017

<sup>1</sup> Departemen Perilaku Kesehatan, Lingkungan dan Kedokteran Sosial, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada (Email: hubimaria93@gmail.com)

<sup>2</sup> Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

## PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan fenomena yang memberi dampak secara global. Perubahan iklim adalah perubahan kondisi fisik atmosfer bumi antara lain suhu dan distribusi curah hujan serta beberapa variabel iklim lain. Perubahan iklim berdampak pada berbagai sektor kehidupan manusia (1). Pola curah hujan yang berubah mengurangi ketersediaan air irigasi dan sumber air bersih. Pemanasan global menyebabkan peningkatan presipitasi yang berakibat banjir di musim hujan dan peningkatan evapotranspirasi di musim panas sehingga menyebabkan aliran menurun. Pola iklim yang terganggu menyebabkan efek tidak langsung terhadap kesehatan manusia (2).

Ketersediaan air bersih untuk masyarakat memengaruhi kesehatan masyarakat, produktifitas ekonomi dan kualitas kehidupan (3). Kondisi kesehatan bergantung pada kualitas air, dimana air berfungsi sebagai media penyebaran penyakit (*water borne disease*) akibat air bersih terkontaminasi mikroorganisme (*Salmonella sp*, *Campylobacter jejuni*, *Stafilococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Cryptosporidium* dan *Enterohemorrhagic Escherichia coli*) (4).

Diare adalah salah satu penyakit yang ditularkan melalui air. Sumber air bersih menjadi isu prioritas utama di wilayah pasifik, termasuk di Indonesia. Cakupan air bersih yang kurang adalah faktor penting kejadian penyakit diare. Peningkatan temperatur berhubungan dengan peningkatan jumlah penderita diare (5). Penelitian menemukan hubungan signifikan antara faktor iklim (suhu dan kelembapan) dengan kejadian diare pada musim dan kota berbeda (6). Penderita diare meningkat 4% setiap peningkatan 1°C di musim kemarau, dan meningkat 12% setiap peningkatan temperatur 1°C di musim penghujan. Peningkatan kasus bulanan 3% setiap peningkatan temperatur per 1°C (5).

Menurut badan dunia *Food and Agriculture Association*, iklim semi-arid adalah iklim daerah yang menerima curah hujan lebih rendah dibandingkan dengan evapotranspirasi potensial (7). Diare menjadi salah satu masalah kesehatan yang berpengaruh di Kota Kupang. Tahun 2013, kasus diare ditemukan 7700 kasus. Peningkatan kasus sangat dipengaruhi perubahan cuaca dan musim serta ketersediaan air bersih. Kasus tertinggi di Kecamatan Alak, hal ini sesuai dengan kondisi Kecamatan Alak yang mempunyai keterbatasan Sarana Air Bersih yang memenuhi syarat. Sedangkan berdasarkan waktu kejadian, kasus tertinggi terjadi pada bulan Januari, Juli dan Agustus (8). Berdasarkan tingginya kasus diare di Kota Kupang tersebut, maka penelitian ini perlu dilakukan. Tujuan

penelitian ini adalah mengetahui hubungan faktor iklim dan ketersediaan air bersih dengan kasus diare di Kota Kupang tahun 2011-2015.

## METODE

Penelitian observasional menggunakan desain studi ekologi. Penelitian ini dilakukan di Kota Kupang dengan menggunakan data sekunder. Populasi adalah wilayah administrasi kota Kupang dengan kejadian penderita diare selama periode tahun 2011-2015 yang tercatat pada Bidang Pencegahan dan Pemberantasan Penyakit (P2PL) Dinas Kesehatan Kota Kupang.

Variabel bebas adalah suhu udara, curah hujan, kelembapan dan kecepatan angin serta ketersediaan air bersih yang diukur melalui jumlah debit mata air sedangkan variabel terikat adalah kejadian diare di Kota Kupang. Analisis yang digunakan berupa analisis univariat, analisis bivariat dengan menggunakan uji spearman-rho dan analisis multivariat dengan menggunakan regresi linear.

Sebelum melakukan penelitian maka terlebih dahulu penelitian ini diajukan pada Komisi Etik Fakultas Kedokteran UGM untuk mendapatkan surat keterangan kelayakan etik atau *Ethical Clearance*. Seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh setelah mengajukan perizinan dan melakukan permohonan data ke instansi terkait (BMKG, BPS, Dinas Kesehatan dan PDAM) yaitu dari Universitas Gadjah Mada dan Pemerintah Kota Kupang.

## HASIL

Hasil analisis univariat menunjukkan rata-rata kasus diare tahun 2011-2015 sebesar 618 kasus dengan jumlah kasus minimal sebesar 216 kasus dan kasus terbanyak sebesar 1186 kasus. Suhu rata-rata periode waktu tersebut sebesar 27,32°C dengan suhu terendah adalah 25°C dan suhu tertinggi yaitu 29,8°C, kelembapan udara rata-rata sebesar 74,27% dengan kelembapan minimal 61% dan maksimal mencapai 87%. Sepanjang periode tahun 2011-2015 kecepatan angin rata-rata sebesar 7,62 knot dengan nilai minimal adalah 2,93 knot dan kecepatan angin maksimal sebesar 14,46 knot, sedangkan curah hujan rata-rata sebesar 191,53 mm dengan curah hujan terendah adalah 0 mm (tidak terjadi hujan pada bulan-bulan tertentu) dan curah hujan maksimal mencapai 680 mm. Rata-rata debit air bersih yang tersedia sepanjang tahun 2011-2015 adalah sebesar 335,6 L/s dengan debit

air minimal 225,5 L/s dan debit air maksimal sebesar 435,5 L/s.

Hasil analisis bivariat menunjukkan variabel yang berhubungan secara statistik dengan kejadian diare

adalah curah hujan, kelembapan *lag1-3*, kecepatan angin *lag2-3* dan ketersediaan air bersih, sedangkan variabel suhu udara tidak memiliki hubungan dengan kejadian diare di Kota Kupang tahun 2011-2015. Hasil analisis bivariat disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Korelasi faktor iklim dan air dengan kejadian diare di kota Kupang tahun 2011-2015

Diare	Lag-0		Lag-1		Lag-2		Lag-3	
	<i>p-value</i>	<i>r</i>	<i>p-value</i>	<i>r</i>	<i>p-value</i>	<i>r</i>	<i>p-value</i>	<i>r</i>
Curah Hujan	0,0366	-0,270	0,0017	-0,396	0,0004	-0,439	0,0001	-0,488*
Suhu	0,9124	0,014	0,4086	-0,108	0,3648	-0,119	0,2876	-0,139*
Kelembapan	0,0616	-0,242	0,0074	-0,342	0,0000	-0,515*	0,0000	-0,509
Kecepatan angin	0,2896	0,139	0,2262	0,158	0,0012	0,407	0,0000	0,502*
Air	0,0002	-0,467	-	-	-	-	-	-

Pola hubungan secara grafik antara masing-masing variabel iklim dan ketersediaan air dengan kasus diare di Kota Kupang ditampilkan pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 5.

Grafik hubungan antara kasus diare dengan curah hujan yang ditunjukkan Gambar 1 mengindikasikan adanya hubungan yang negatif antara kasus diare dengan curah hujan meskipun pada beberapa titik dijumpai kenaikan kasus diare diikuti dengan kenaikan curah hujan, namun garis linearnya menunjukkan bahwa rendahnya curah hujan diikuti dengan tingginya kasus diare. Hal ini juga diperkuat dengan hasil uji statistik yang mengindikasikan hubungan yang signifikan antara kasus diare dengan curah hujan dengan arah korelasi negatif.

Garis linear yang ditunjukkan oleh Gambar 2 menunjukkan arah positif antara kasus diare dengan suhu udara namun jika dilihat dari pola fluktuasinya ketika kasus diare menunjukkan tren peningkatan, suhu pada bulan yang sama cenderung konstan atau mengalami perubahan yang tidak signifikan. Hal ini diperkuat dengan hasil uji korelasi antara variabel diare dengan suhu pada bulan yang sama maupun bulan-bulan sebelumnya dimana tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

Pola grafik hubungan antara kelembapan dengan kejadian diare yang ditunjukkan oleh Gambar 3 terlihat bahwa kenaikan kasus diare tidak diikuti oleh tingginya angka kelembapan. Sebagian besar pola cenderung bersifat negatif, dimana kenaikan kasus diare berbanding terbalik dengan kondisi kelembapan yang cenderung menurun.

Pola grafik hubungan antara kasus diare dan kecepatan angin yang ditunjukkan Gambar 4 secara garis besar menunjukkan hubungan yang positif pada bulan-bulan sebelumnya dimana tingginya kecepatan angin pada bulan sebelumnya diikuti dengan kenaikan jumlah kasus pada bulan berikutnya, namun pada

beberapa titik dapat dijumpai tingginya kecepatan angin disertai dengan naiknya angka kasus diare pada bulan yang sama terutama pada setiap pertengahan tahun.

Grafik hubungan antara kasus diare dengan ketersediaan air bersih menunjukkan hubungan dengan pola negatif dimana penurunan debit air diikuti dengan peningkatan kasus diare, begitupun sebaliknya kenaikan debit air diikuti dengan penurunan kasus diare pada bulan yang sama maupun bulan berikutnya.

## BAHASAN

Hasil analisis statistik bivariat antara faktor iklim dan ketersediaan air bersih dengan kejadian diare di kota Kupang menunjukkan beberapa variabel memiliki hubungan yang signifikan dan yang lainnya tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kekuatan korelasi yang berbeda-beda. Berdasarkan grafik, rata-rata bulan tertinggi kasus diare yang tercatat terjadi pada bulan November dan rata-rata suhu tertinggi terjadi menjelang akhir tahun yakni bulan November dan Desember namun hasil uji statistik menunjukkan bahwa variabel suhu dan kasus diare tidak memiliki hubungan yang signifikan, hal ini dapat dilihat dari hasil analisis statistik dengan nilai *p-value* 0,9 ( $> \alpha$ ) dengan demikian hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa ada hubungan positif antara suhu dengan kejadian diare tidak terbukti (*H<sub>a</sub>* ditolak).

Tidak ditemukannya hubungan antara suhu udara dengan kasus diare dapat disebabkan karena suhu udara di Kota Kupang cenderung konstan dan tidak terlalu bervariasi sedangkan kasus diare berfluktuatif dengan variasi yang sangat besar. Penelitian yang dilakukan di New Zealand tahun 2013 menemukan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara faktor iklim dengan infeksi *giardia sp.* dan *campylobacter sp.*, namun diare akibat infeksi *salmonella sp.*

berkorelasi positif dengan suhu pada bulan yang sama (9). Hal ini mengindikasikan bahwa jenis infeksi turut dipengaruhi oleh faktor iklim baik pada bulan yang sama maupun pada bulan-bulan sebelumnya.

Penelitian lain menemukan bahwa ada hubungan positif antara suhu dengan infeksi *giardia sp.* serta hubungan negatif antara suhu dengan *cryptosporidiosis* di New Zealand (10). Hasil penelitian di Bangladesh menemukan bahwa potensi risiko diare rotavirus menurun seiring dengan peningkatan suhu hingga lebih dari 28°C. Untuk peningkatan setiap 1°C jumlah diare akibat infeksi rotavirus meningkat 40,2%. Hubungan yang signifikan antara kenaikan suhu dengan kenaikan kasus diare terjadi ketika dilakukan analisis pada suhu *lag0* dan *lag3* (11).

Hasil analisis hubungan secara statistik antara kelembapan pada bulan yang sama dengan kejadian diare yang terjadi di Kota Kupang menunjukkan tidak adanya hubungan yang bermakna secara statistik ( $p$  value = 0,06) dengan nilai  $r = 0,24$  yang menunjukkan korelasi yang lemah antara kedua variabel namun analisis statistik lebih lanjut antara kasus diare dengan kelembapan udara pada satu bulan hingga tiga bulan sebelumnya menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kekuatan hubungan sedang dengan arah negatif ( $r = -0,5$ ). Hubungan dua variabel yang bersifat negatif mengindikasikan bahwa dua variabel tersebut dalam hal ini kelembapan relatif dan kasus diare tidak searah, dalam artian jika kelembapan udara menurun, maka kasus diare meningkat begitupun sebaliknya.

Penelitian mengenai hubungan antara variabilitas cuaca dan infeksi gastroenteritis (IG) pada anak-anak menunjukkan bahwa untuk setiap penurunan 1% kelembapan relatif rata-rata mingguan, jumlah kasus IG meningkat 3,9% (95% CI: 2,8-5,0%) (12). Penelitian lain di Taiwan yang meneliti hubungan antara variasi iklim dan morbiditas diare menemukan bahwa ada korelasi negatif yang signifikan antara kelembapan relatif dan morbiditas diare pada 0- untuk anak 14 tahun<sup>(13)</sup> sedangkan studi yang dilakukan di Peru oleh pada tahun 2000 menemukan adanya kaitan antara peningkatan 1% kelembapan relatif dengan 3% penurunan kasus diare (14).

Kelembapan bersama dengan faktor iklim lain berpengaruh pada distribusi penyakit menular dengan memengaruhi reproduksi, pertumbuhan dan dinamika populasi vektor. Iklim yang semakin hangat dan lembap berhubungan dengan peningkatan tingkat atmosfer dan kepadatan *aero allergen*. Kelembapan lingkungan secara tidak langsung dapat memengaruhi insiden dan prevalensi penyakit alergi. Hasil penelitian mengemukakan bahwa peningkatan kelembapan

relatif hingga 80% berdampak pada penurunan kecepatan infektivitas beberapa agen rotavirus sehingga secara tidak langsung dapat menjelaskan mengapa kelembapan relatif memiliki hubungan linear yang negatif dengan jumlah kasus diare (15).

Hasil analisis hubungan antara kecepatan angin dengan kasus diare tidak menunjukkan hubungan yang signifikan pada bulan yang sama maupun satu bulan sebelumnya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak terbukti hubungan positif antara kecepatan angin dengan kejadian diare di Kota Kupang tahun 2011-2015, namun hasil analisis pada *lag2* dan *lag3* kecepatan angin menunjukkan hubungan signifikan dengan kejadian diare dengan tingkat keeratan hubungan sedang ( $r = 0,5$ ).

Penelitian di Bandung tahun 2015 menemukan tidak ada hubungan signifikan antara kecepatan angin dengan kejadian diare (16), namun hasil penelitian lain mengemukakan hubungan kecepatan angin dengan diare, demam berdarah dan influenza di beberapa wilayah di Filipina dengan variasi berbeda (17).

Hasil analisis hubungan antara diare dan curah hujan menunjukkan adanya hubungan yang signifikan dengan kekuatan hubungan lemah pada bulan yang sama, analisis lebih lanjut pada curah hujan *lag1-lag3* didapatkan hasil yang signifikan dengan keeratan hubungan semakin tinggi pada *lag3* dengan arah korelasi negatif ( $r = -4,8$ ). Semakin tinggi curah hujan, akan diikuti dengan penurunan kasus diare dan sebaliknya.

Penelitian di Rwanda pada tahun 2010 menemukan bahwa tingginya curah hujan menjadi faktor protektif terhadap insiden penyakit diare yang terjadi pada anak-anak di bawah 5 tahun, namun beberapa studi menunjukkan bahwa kenaikan curah hujan diikuti dengan kenaikan kasus diare (18). Hasil studi ini menunjukkan pengaruh variabel curah hujan terhadap kejadian diare berbeda tergantung sanitasi rumah tangga dan akses air bersih. Pada saat curah hujan tinggi, individu yang menggunakan air permukaan atau memompa air dapat menggunakan air dari curah hujan namun di lain pihak curah hujan yang sangat tinggi mengakibatkan genangan yang memengaruhi kualitas air yang digunakan.

Kemarau panjang mengakibatkan penipisan cadangan air permukaan maupun air tanah yang kemudian berpengaruh terhadap pola sanitasi rumah tangga. Curah hujan baik secara langsung ataupun tidak langsung berpengaruh pada kualitas dan kuantitas air. Kasus diare bisa meningkat bahkan menurun pada curah dan *hygiene personal* maupun pemanfaatan sarana sanitasi dasar (18).

Penelitian tahun 2015 tentang pengaruh peningkatan pasokan air terhadap prevalensi diare anak balita di Wilayah Volta Ghana dengan menggunakan metode *cluster-randomized controlled trial* mengemukakan bahwa suplai air memiliki peran yang penting dalam meminimalisasi kasus diare. Penelitian ini mengungkapkan bahwa usaha dalam menurunkan angka kasus diare hanya dengan perubahan perilaku tanpa peningkatan sumber air bukan merupakan solusi yang tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan persediaan air dapat mengurangi diare pada anak di bawah 5 tahun sebesar 11% (19).

Hasil studi tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini yang juga menjawab hipotesis bahwa ada hubungan negatif antara ketersediaan air bersih dengan kejadian diare. Semakin rendah ketersediaan air bersih, maka terjadi peningkatan kasus diare di Kota Kupang tahun 2011-2015 atau sebaliknya. Kota Kupang dikenal dengan karakter tanah yang berbatu sehingga pada musim kemarau sangat kering. Curah hujan rendah, ditambah kondisi wilayah dengan batuan karst yang tidak bisa menangkap dan menyimpan air hujan. Kondisi tersebut menyebabkan Kota Kupang memiliki kerentanan cukup tinggi dalam hal kekeringan dan akses air bersih.

Akses terhadap air bersih dan air minum yang buruk berhubungan dengan peningkatan beberapa kasus penyakit, terutama penyakit yang ditularkan melalui air yaitu diare dan kolera, dan tifus (20). Angka kejadian penyakit yang ditularkan langsung melalui air minum masih sangat tinggi. Hal ini tidak hanya disebabkan karena kondisi sanitasi yang buruk, namun juga akibat tingkat pengetahuan masyarakat yang rendah terkait keamanan dan ketersediaan air.

Akses air bersih yang buruk memengaruhi perilaku hidup bersih dan sehat masyarakat maupun individu, misalnya karena minimnya ketersediaan air maka perilaku sehat seperti mencuci tangan sebelum makan maupun setelah buang air, mencuci bahan makanan ataupun mencuci peralatan makan dengan air bersih, memasak air yang digunakan sebelum dikonsumsi seringkali diabaikan atau dianggap tidak terlalu penting padahal kebiasaan tersebut merupakan hal yang penting dan harus dilakukan untuk dapat mencegah penularan penyakit. Kebiasaan yang berhubungan dengan kebersihan perorangan yang penting dalam penularan kuman diare adalah mencuci tangan. Mikroorganisme penyebab penyakit seperti bakteri, virus, parasit dan jamur tak terlihat oleh kasatmata dan indera penciuman.

*Water washed diseases* merupakan penyakit yang disebabkan oleh kurangnya air untuk pemeliharaan

kebersihan perseorangan dan air bagi kebersihan alat-alat terutama alat dapur dan alat makan. Dengan ketersediaan air yang baik maka penularan penyakit infeksi saluran pencernaan seperti diare (21).

## SIMPULAN

Faktor yang berhubungan secara statistik dengan kejadian diare di Kota Kupang tahun 2011-2015 adalah curah hujan, kelembapan *lag1-3*, kecepatan angin *lag2-3* dan ketersediaan air bersih, sedangkan tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara suhu udara pada bulan yang sama, suhu udara *lag1-3*, kelembapan pada bulan yang sama, serta kecepatan angin pada bulan yang sama serta 1 bulan sebelumnya dengan kejadian diare di Kota Kupang tahun 2011-2015.

Perlu pengelompokkan jenis kasus diare yang terjadi agar dapat ditangani berdasarkan penyebab infeksi. Perlu koordinasi antara Dinas Kesehatan dan Perusahaan Daerah Air Minum sebagai penyedia layanan air bersih.

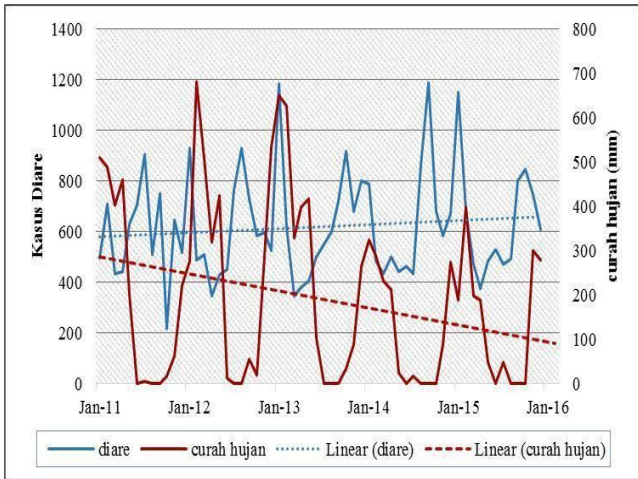
### Abstrak

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan faktor iklim dan ketersediaan air bersih terhadap kasus diare di kota Kupang 2011-2015.

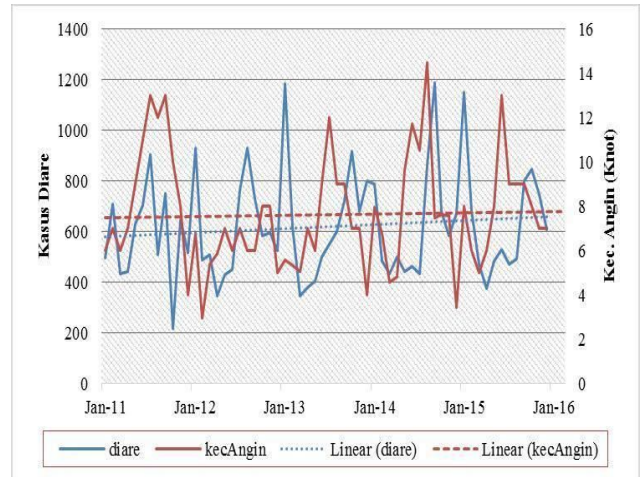
**Metode:** Penelitian ini menggunakan desain studi ekologi dengan menggunakan uji korelasi pearson dengan alternatif uji korelasi spearman dan menggunakan data sekunder yang terdiri atas data kasus diare, data debit air dan data iklim kota Kupang dari tahun 2011-2015. **Hasil:** Dari hasil analisis statistik diketahui bahwa variabel yang memiliki hubungan dengan kejadian diare di kota Kupang adalah curah hujan ( $p=0,0001$ ;  $r = -0,48$ ), kelembapan *lag1-3* ( $p=0,000$ ;  $r -0,5$ ), kecepatan angin *lag2-3* ( $p=0,000$ ;  $r = 0,5$ ) dan ketersediaan air bersih ( $p=0,0002$ ;  $r = -0,47$ ) sedangkan variabel suhu udara tidak memiliki hubungan dengan kejadian diare di kota Kupang tahun 2011-2015. Kasus diare bervariasi setiap tahun dengan menunjukkan tren kenaikan. **Simpulan:** Variabel curah hujan, kelembapan *lag1-3*, kecepatan angin *lag2-3* serta ketersediaan air bersih menunjukkan adanya hubungan dengan kejadian diare di kota Kupang tahun 2011-2015.

**Kata kunci:** faktor iklim; air bersih; diare; studi ekologi

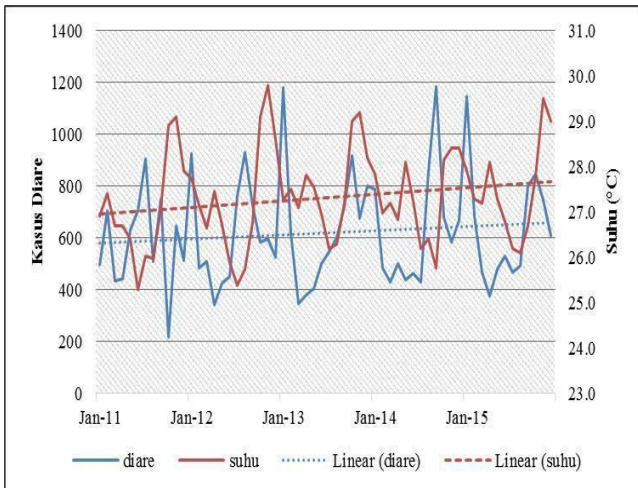
**Gambar**



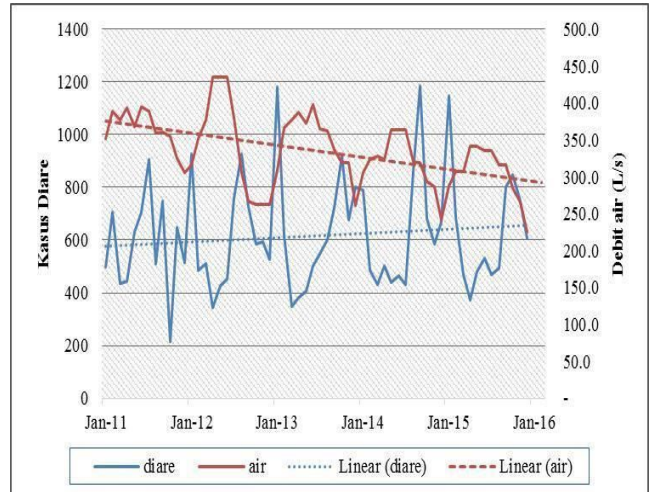
Gambar 1. Grafik hubungan curah hujan dengan kejadian diare



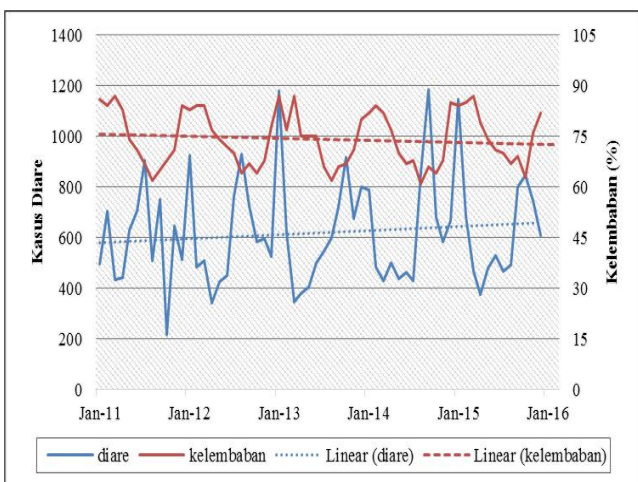
Gambar 4. Grafik hubungan kecepatan angin dengan kejadian diare



Gambar 2. Grafik hubungan suhu udara dengan kejadian diare



Gambar 5. Grafik hubungan ketersediaan air dengan kejadian diare



Gambar 3. Grafik hubungan kelembapan udara dengan kejadian diare

## PUSTAKA

1. Anonim. *Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim* (RAN-API). Kementerian PPN/Bappenas;2013
2. Relman, D.A., Hamburg, M.A., Choffnes, E.R., Mack, A. *Global Climate Change and Extreme Weather Events: Understanding the Contributions to Infectious Disease Emergence: Workshop Summary* ISBN : 0-3., The National Academies Press Washington D.C. 2008 Available at: <http://www.nap.edu/catalog>
3. Sumantri, A. *Kesehatan Lingkungan & Perspektif Islam*. Penerbit Kencana. Jakarta;2010.
4. Rose JB, Epstein PR, Lipp EK, Sherman BH, Bernard SM, Patz JA. Climate variability and change in the United States: potential impacts on water-and foodborne diseases caused by microbiologic agents. *Environmental health perspectives*. 2001 May;109(Suppl 2):211.
5. Singh RB, Hales S, De Wet N, Raj R, Hearnden M, Weinstein P. The influence of climate variation and change on diarrheal disease in the Pacific Islands. *Environmental health perspectives*. 2001 Feb;109(2):155.
6. D'souza RM, Hall G, Becker NG. Climatic factors associated with hospitalizations for rotavirus diarrhoea in children under 5 years of age. *Epidemiology & Infection*. 2008 Jan;136(1):56-64.
7. Badan Pusat Statistik. *Kota Kupang Dalam Angka 2011*. Badan Pusat Statistik Kota Kupang; 2011.
8. Dinas Kesehatan. *Profil Kesehatan Kota Kupang Tahun 2013*. Dinas Kesehatan Kota Kupang;2013
9. Lal A, Ikeda T, French N, Baker MG, Hales S. Climate variability, weather and enteric disease incidence in New Zealand: time series analysis. *PLoS One*. 2013 Dec 23;8(12):e83484.
10. Britton E, Hales S, Venugopal K, Baker MG. The impact of climate variability and change on cryptosporidiosis and giardiasis rates in New Zealand. *Journal of Water and Health*. 2010 Sep 1;8(3):561-71.
11. Hashizume M, Armstrong B, Wagatsuma Y, Faruque AS, Hayashi T, Sack DA. Rotavirus infections and climate variability in Dhaka, Bangladesh: a time-series analysis. *Epidemiology&Infection*.2008 Sep;136(9):1281-9.
12. Onozuka D, Hashizume M. Weather variability and paediatric infectious gastroenteritis. *Epidemiology & Infection*. 2011 Sep;139(9):1369-78..
13. Chou WC, Wu JL, Wang YC, Huang H, Sung FC, Chuang CY. Modeling the impact of climate variability on diarrhea-associated diseases in Taiwan (1996–2007). *Science of the Total Environment*. 2010 Dec 1;409(1):43-51.
14. Checkley W, Epstein LD, Gilman RH, Figueroa D, Cama RI, Patz JA, Black RE. Effects of El Niño and ambient temperature on hospital admissions for diarrhoeal diseases in Peruvian children. *The Lancet*. 2000 Feb 5;355(9202):442-50.
15. Gao J, Sun Y, Lu Y, Li L. Impact of ambient humidity on child health: a systematic review. *PloS one*. 2014 Dec 12;9(12):e112508.
16. Prasetyo D, Ermaya Y, Martiza I, Yati S. Correlation between climate variations and rotavirus diarrhea in under-five children in Bandung. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 2015 Nov 1;5(11):908-11.
17. Rarugal A, Roxas Villanueva RM, Tapang GA. Impact of climatic factors on acute bloody diarrhea, dengue and influenza-like illness incidences in the Philippines. *GRASPA WORKING PAPERS*. 2015:1-4.
18. Mukabutera A, Thomson D, Murray M, Basinga P, Nyirazinyoye L, Atwood S, Savage KP, Ngirimana A, Hedt-Gauthier BL. Rainfall variation and child health: effect of rainfall on diarrhea among under 5 children in Rwanda, 2010. *BMC public health*. 2016 Dec;16(1):731.
19. Cha S, Kang D, Tuffuor B, Lee G, Cho J, Chung J, Kim M, Lee H, Lee J, Oh C. The effect of improved water supply on diarrhea prevalence of children under five in the Volta region of Ghana: a cluster-randomized controlled trial. *International journal of environmental research and public health*. 2015 Sep 25;12(10):12127-43.
20. World Health Organization. *Treatment of Diarrhoea : A manual for physicians and other senior health workers* . Geneva
21. Chandra B. *Pengantar kesehatan lingkungan*. Jakarta: EGC. 2007.

