

HUBUNGAN IKLIM DENGAN KASUS COVID-19: STUDI EKOLOGI DI KOTA BANDUNG, PROVINSI JAWA BARAT

THE RELATIONSHIP BETWEEN CLIMATE AND COVID-19 CASES: AN ECOLOGICAL STUDY IN BANDUNG CITY, WEST JAVA

Minar Indriasih¹, Laila Fitria²

^{1,2}Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Indonesia
email: indriasih.minar@gmail.com

Abstrak

Pandemi COVID-19 terjadi secara global menjadi ancaman besar bagi kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Kemunculan virus patogen baru dengan potensi pandemi yang tinggi seringkali disebabkan oleh interaksi kompleks antara hewan, manusia dan lingkungan. Salah satu faktor lingkungan yang diperkirakan mempengaruhi penyebaran COVID-19 adalah iklim. Kebaruan penelitian ini peneliti ingin melihat hubungan iklim dengan kasus Covid-19. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan iklim dengan kasus COVID-19 di Kota Bandung. Metode penelitian adalah metode kuantitatif dengan desain studi ekologi. Data yang digunakan adalah data sekunder yaitu jumlah kasus harian COVID-19 dan data iklim (suhu rata-rata, kelembaban rata-rata, curah hujan, dan kecepatan angin) di Kota Bandung. Uji korelasi digunakan untuk melihat hubungan antara iklim dan kasus COVID-19. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada Bulan April hingga September 2022, tren kasus harian COVID-19 di Kota Bandung mengalami peningkatan. Uji korelasi *rank spearman* menunjukkan bahwa suhu rata-rata ($r = -0.191$; $P = 0.010$), kelembaban rata-rata ($r = -0.288$; $P = 0.000$), dan curah hujan ($r = -0.236$; $P = 0.001$) berkorelasi secara signifikan dengan kasus COVID-19. Ketiga faktor iklim tersebut menunjukkan pola hubungan (r) yang negatif, artinya apabila kondisi suhu, kelembaban dan curah hujan meningkat, maka jumlah kasus COVID-19 akan menurun. Kesimpulan bahwa ada hubungan antara iklim (suhu, kelembaban dan curah hujan) dengan kasus COVID-19 di Kota Bandung. Mekanisme yang mendasari hubungan tersebut adalah adanya pengaruh iklim terhadap kelangsungan hidup dan penyebaran virus di lingkungan sebelum masuk ke dalam tubuh *host*. Selain itu, faktor iklim juga berpengaruh terhadap kerentanan *host*.
Kata kunci: COVID-19; Iklim; Lingkungan.

Abstract

The COVID-19 pandemic is occurring globally and is a significant threat to public health worldwide. The emergence of new pathogenic viruses with high pandemic potential is often caused by complex interactions between animals, humans, and the environment. One environmental factor that is thought to influence the spread of COVID-19 is climate. The novelty of this research is that the researchers want to see the relationship between the environment and the Covid-19 case. This study aims to analyze the relationship between climate and the COVID-19 case in Bandung. The research method is a quantitative method with an ecological study design. The data used is secondary data, namely the number of daily issues of COVID-19 and climate data (average temperature, average humidity, rainfall, and wind speed) in Bandung. The correlation test shows the relationship between climate and COVID-19 cases. The study results show that from April to September 2022, the trend of daily issues of COVID-19 in the city of Bandung has increased. Spearman's rank correlation test shows that average temperature ($r = -0.191$; $P = 0.010$), average humidity ($r = -0.288$; $P = 0.000$), and rainfall ($r = -0.236$; $P = 0.001$) are correlated significantly with cases of COVID-19. The three climatic factors show a negative (r) relationship pattern, meaning that if temperature, humidity, and rainfall increase, COVID-19 issues will decrease. The conclusion is that a relationship exists between climate (temperature, humidity, and rainfall) and COVID-19 matters in Bandung. The mechanism underlying this relationship is the influence of climate on the survival and spread of viruses in the environment before entering the host's body. In addition, climatic factors also affect host susceptibility.

Keywords: COVID-19; Climate; Environment.

Received: January 7th, 2023; 1st Revised January 19th, 2023;

2nd Revised February 7th, 2023; Accepted for

Publication : January 27th, 2023

1. PENDAHULUAN

Pandemi Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) yang terjadi secara global telah menjadi ancaman besar bagi kesehatan masyarakat di seluruh dunia (1). Pandemi bermula di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, China, pada akhir Desember 2019, dimana terdapat wabah pneumonia yang tidak diketahui asal usulnya. Kasus pneumonia tersebut secara epidemiologi dikaitkan dengan keberadaan pasar makanan laut Huanan (2). *National Health Commission China* pada tanggal 7 Februari 2020 menamai wabah penyakit tersebut sebagai *Novel Coronavirus Pneumonia* (3). Kemudian pada 11 Februari 2020, penyakit ini secara resmi dinamai *Coronavirus Disease-2019 (COVID-19)* oleh WHO (4).

Penyebab COVID-19 adalah *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* atau SARS-CoV-2, yaitu jenis baru dari coronavirus yang belum pernah ditemukan sebelumnya pada manusia. Gangguan pernapasan akut seperti demam, batuk dan sesak napas merupakan tanda dan gejala umum infeksi COVID-19. Masa inkubasi rata-rata 5-6 hari dengan masa inkubasi terpanjang 14 hari. COVID-19 dengan gejala berat dapat menyebabkan pneumonia, sindrom pernapasan akut, gagal ginjal, dan bahkan kematian (5).

Dikarenakan tingginya tingkat penularan dan luasnya penyebaran penyakit, maka WHO secara resmi mengumumkan COVID-19 sebagai pandemi pada tanggal 11 Maret 2020 (6). Hingga 30 September 2022, terdapat lebih dari 613 juta kasus terkonfirmasi dan lebih dari

6,5 juta kematian di seluruh dunia (7). Di Indonesia kasus positif COVID-19 pertama kali terdeteksi pada tanggal 2 Maret 2020, ketika dua orang terkonfirmasi tertular dari seorang warga negara Jepang. Pandemi menyebar begitu cepat, hingga pada tanggal 9 April 2020, seluruh provinsi di Indonesia telah terpapar virus corona dengan DKI Jakarta, Jawa Barat dan Jawa Tengah sebagai provinsi dengan kasus tertinggi (8).

Kemunculan virus patogen baru dengan potensi pandemi yang tinggi seringkali disebabkan oleh interaksi yang kompleks antara hewan, manusia dan lingkungan (9). Sejak lama faktor lingkungan dinilai penting dalam dinamika penyakit manusia, tidak hanya penyakit kronis tetapi juga penyakit menular. Faktor lingkungan tersebut salah satunya adalah iklim. Kondisi iklim yang menguntungkan diperlukan untuk kelangsungan hidup, reproduksi, transmisi dan penyebaran patogen dari vektor dan inangnya (10). Baik agen infeksi maupun organisme vektor berukuran sangat kecil dan tidak memiliki mekanisme termostatik. Oleh karena itu, suhu dan tingkat cairannya ditentukan langsung oleh kondisi iklim sekitar (11).

Hubungan antara infeksi pernapasan dan kondisi iklim telah lama diketahui melalui studi epidemiologi di Belanda pada awal abad ke-20 yang menunjukkan bahwa kasus infeksi saluran pernapasan atas meningkat seiring dengan menurunnya suhu lingkungan luar. Bahkan bulan-bulan di musim dingin sering dijuluki sebagai “musim flu dan batuk” (12). Penelitian

lain di Amerika Serikat menunjukkan bahwa perubahan kelembaban lingkungan mempengaruhi penularan virus influenza dan bahwa musim dingin dapat mendorong penularan virus tersebut (13). Penelitian di empat kota besar China menunjukkan bahwa penularan virus SARS secara signifikan berhubungan dengan suhu, dimana terjadi peningkatan kasus harian pada kondisi suhu yang lebih rendah (14).

Sama seperti infeksi pernapasan lainnya, penularan COVID-19 juga bergantung pada penyebaran droplet pernapasan di udara yang memaparkan virus ke lingkungan luar. Oleh karena itu, penyebaran virus ini juga sangat mungkin dipengaruhi oleh faktor iklim (10). Meneliti hubungan antara faktor iklim dan transmisi COVID-19 sangat penting untuk memahami potensi musiman dan wabah di masa depan serta untuk mengembangkan sistem peringatan dini (15). Namun demikian, hubungan antara faktor iklim dan penyebaran penyakit, terutama untuk penyakit yang menular dari orang ke orang, masih kurang dipahami khususnya pada penyakit baru seperti COVID-19.

Berbagai penelitian yang dilakukan di luar negeri menunjukkan korelasi yang signifikan antara indikator iklim (seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan curah hujan) dengan penularan dan kematian akibat COVID-19 (16–22). Di Indonesia juga telah dilakukan penelitian sejenis meskipun masih terbatas jumlahnya, diantaranya oleh Tosepu dan Rendana di DKI Jakarta. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa suhu, kecepatan angin dan curah hujan berkorelasi secara

signifikan dengan peningkatan kasus COVID-19 (16) (17).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara faktor iklim dengan kasus COVID-19 di Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya ilmu pengetahuan dan menjadi dasar dalam penentuan kebijakan pencegahan dan pengendalian kasus COVID-19 baik di tingkat Nasional, lingkup Pemerintahan Provinsi Jawa Barat maupun Kota Bandung.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan desain studi ekologi menurut waktu (*time trend*). Lokasi penelitian yaitu di Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. Populasi penelitian adalah laporan data kasus harian COVID-19 dan data iklim (suhu rata-rata, kelembaban rata-rata, curah hujan, dan kecepatan angin rata-rata) selama 6 bulan mulai tanggal 1 April hingga 30 September 2022 di Kota Bandung. Rentang data tersebut cukup panjang bila dibandingkan dengan penelitian sejenis di Indonesia maupun di negara lain. Selain itu, rentang waktu tersebut dipilih dengan mempertimbangkan jumlah kasus COVID-19 yang fluktuatif pada periode tersebut, sehingga perlu dilihat apakah kondisi ini dipengaruhi oleh faktor iklim. Sampel penelitian yang digunakan adalah seluruh populasi penelitian.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Pengumpulan data variabel kasus COVID-19 dilakukan dengan mengambil data dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat secara online melalui website dashboard.jabarprov.go.id. Untuk data variabel

iklim diambil dari BMKG Stasiun Geofisika Kelas I Kota Bandung secara online melalui website dataonline.bmkg.go.id.

Agar analisis penelitian menghasilkan informasi yang benar, peneliti melakukan beberapa tahap pengolahan data yaitu: (1) *Editing*, yakni untuk memeriksa kembali data yang diperoleh apakah sudah lengkap dan jelas. Hal ini untuk menghindari kesalahan atau kekurangan pada data yang diperoleh; (2) *Processing*, yakni pemrosesan data yang dilakukan dengan cara meng-*entry* data ke paket program SPSS dalam bentuk tabel yang berisikan semua data per variabel dengan tujuan untuk mempermudah analisis data; (3) *Cleaning*, yakni kegiatan pengecekan kembali data yang sudah di-*entry* apakah ada kesalahan atau tidak. Salah satu hal yang diperiksa adalah *missing data*. Jika terdapat variabel dengan data kosong (*missing data*), peneliti akan menyuntingnya dengan memasukkan nilai rerata dari setiap variabel yang memiliki data kosong tersebut.

Data dianalisis menggunakan analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat dilakukan untuk memberikan gambaran distribusi kasus COVID-19 dan gambaran kondisi iklim di Kota Bandung pada Tahun 2022. Nilai rerata/mean, standar deviasi, nilai maksimal dan minimum digunakan untuk analisis univariat karena skala data pada semua variabel penelitian berupa data numerik (rasio dan interval). Kemudian, hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan antara faktor iklim dengan kasus COVID-19. Sebelum melakukan uji hubungan,

perlu dilakukan uji normalitas data dengan menggunakan metode pembagian antara nilai skewness dan nilai standar errornya. Jika hasil pembagian tersebut lebih besar dari 2 (dua), maka distribusi data dikatakan tidak normal dan sebaliknya. Uji hubungan antara dua variabel numerik menggunakan korelasi *pearson* atau korelasi *rank spearman* bergantung pada kondisi distribusi data. Hubungan antar variabel dikatakan bermakna jika nilai $P < 0.05$ dengan derajat koefisien korelasi (r) sebagai berikut : (1) $r = 0,00 - 0,25$ (tidak ada hubungan/hubungan lemah); (2) $r = 0,26 - 0,50$ (hubungan sedang); (3) $r = 0,51 - 0,75$ (hubungan kuat) dan (4) $r = 0,76 - 1,00$ (hubungan sangat kuat/semurna). Arah hubungan dapat terlihat dari positif-negatif nilai suatu koefisien korelasi (r). Jika nilai r positif, maka diinterpretasikan bahwa semakin meningkat nilai suatu variabel, maka nilai variabel lainnya juga semakin meningkat. Sedangkan nilai r negatif berarti semakin meningkat nilai suatu variabel, maka terjadi penurunan nilai variabel lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

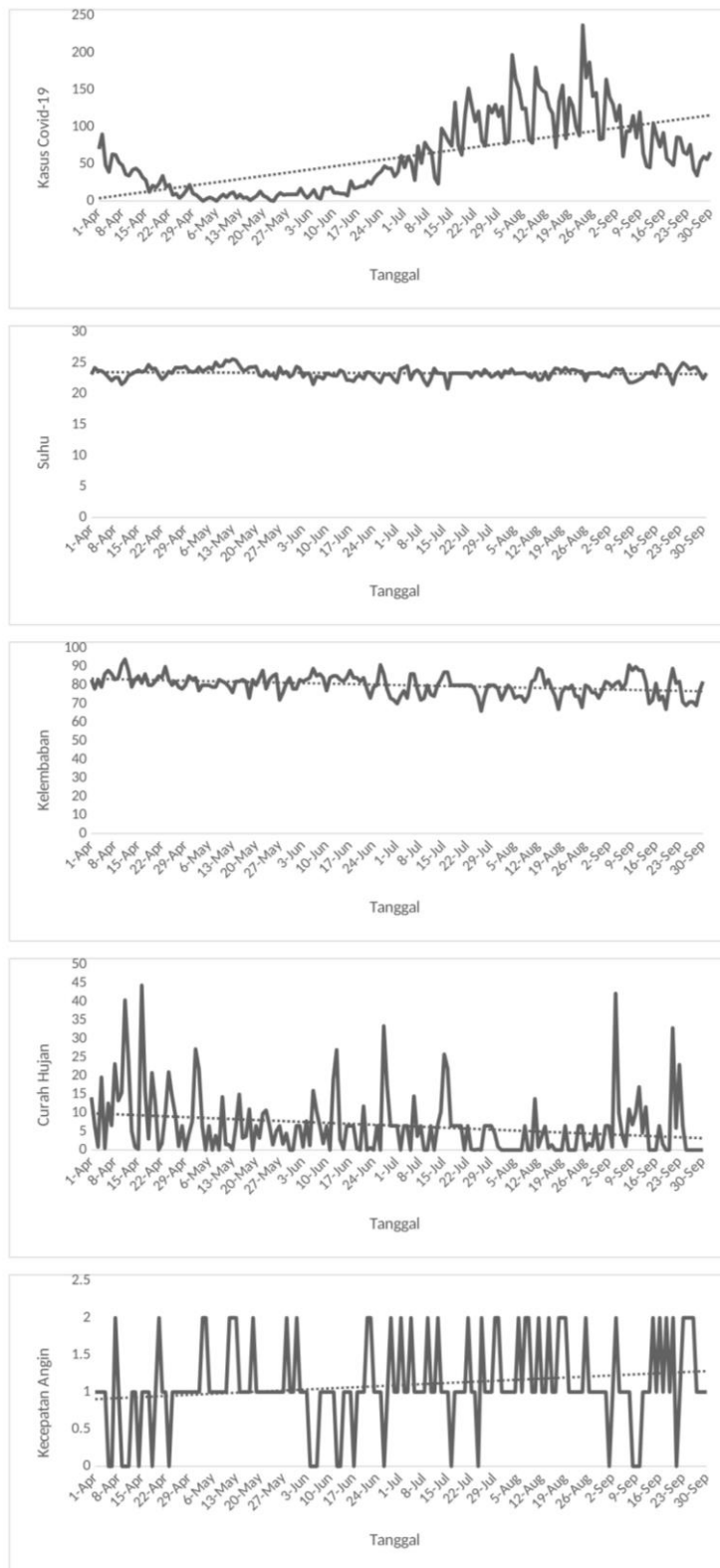
Trend kasus harian COVID-19 dan kondisi iklim Kota Bandung pada Bulan April hingga September 2022 disajikan pada Gambar 1. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa kasus harian COVID-19 cenderung mengalami peningkatan dengan jumlah kasus tertinggi terjadi pada tanggal 23 Agustus 2022 dan kasus terendah pada tanggal 2, 6, dan 23 Mei 2022.

Trend penurunan justru terjadi pada sebagian besar variabel iklim yaitu suhu, kelembaban dan curah hujan. Kondisi suhu paling rendah terjadi pada tanggal 16 Juli 2022

dan paling tinggi pada 13 Mei 2022. Kondisi kelembaban paling rendah terjadi pada tanggal 26 Juli 2022 dan tertinggi pada 11 April 2022. Kondisi curah hujan terendah terjadi hampir di setiap bulan pada periode pengamatan dan paling tinggi terjadi pada 16 April 2022. Berbeda dengan komponen iklim lainnya, variabel kecepatan angin cenderung mengalami peningkatan dimulai dari Bulan Juli hingga September 2022.

Hasil analisa deskriptif kasus COVID-19 dan faktor iklim di Kota Bandung pada Bulan April hingga September 2022 juga dapat dilihat pada Tabel 1. Rata-rata kasus harian COVID-19 adalah 59.69 kasus (95% CI: 52.25-67.13),

dengan jumlah kasus terendah adalah 0 kasus dan tertinggi 237 kasus. Rata-rata suhu adalah 23.33° C (95% CI: 23.21 - 23.45), dengan suhu terendah adalah 20.8 °C dan tertinggi 25.60° C. Rata-rata kelembaban adalah 80.08% (95% CI: 79.29 - 80.86), dengan kelembaban terendah adalah 66% dan tertinggi 94%. Rata-rata curah hujan adalah 6.53 mm (95% CI: 5.3 - 7.75), dengan curah hujan terendah adalah 0 mm dan tertinggi 44.4 mm. Rata-rata kecepatan angin adalah 1.09 m/s (95% CI: 1.01 - 1.18), dengan kecepatan angin terendah adalah 0 m/s dan tertinggi 2 m/s.



Gambar 1. Grafik Kasus COVID-19 dan Faktor Iklim Harian di Kota Bandung pada bulan April-September 2022

Tabel 1. Distribusi Kasus COVID-19 dan Faktor Iklim di Kota Bandung

No	Variabel	Mean	SD	Minimal - Maksimal	95% CI
1	Kasus COVID-19	59.69	51.03	0 - 237	52.25-67.13
2	Suhu (°C)	23.33	0.84	20.8 - 25.60	23.21 - 23.45
3	Kelembaban (%)	80.08	5.39	66 - 94	79.29 - 80.86
4	Curah Hujan (mm)	6.53	8.41	0 - 44.4	5.3 - 7.75
5	Kecepatan Angin (m/s)	1.09	0.57	0 - 2	1.01 - 1.18

Hasil uji hubungan antara kasus COVID-19 dan faktor iklim harian di Kota Bandung dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara variabel suhu dengan kasus COVID-19 ($P=0.010$). Adapun hubungan tersebut menunjukkan kekuatan hubungan yang lemah dan berpola negatif ($r = -0.191$), artinya apabila suhu meningkat maka jumlah kasus COVID-19 akan menurun. Temuan ini sejalan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam studi global yang dilakukan oleh Wu et al. di 166 negara dilaporkan adanya korelasi negatif yang signifikan antara suhu dan kasus COVID-19, di mana peningkatan suhu 1°C dikaitkan dengan penurunan 3,08% kasus (95% CI: 1,53-4,63%) (4). Berbagai penelitian membuktikan bahwa suhu tinggi dapat mengurangi penularan infeksi saluran pernapasan lainnya, seperti influenza (18) (19) dan SARS coronavirus (20) (21).

Suhu udara yang dingin berkontribusi terhadap penyebaran virus, termasuk virus corona, karena kondisi tersebut sesuai untuk kelangsungan hidup dan reproduksi virus (22). Kondisi suhu yang rendah dilaporkan dapat membuat virus menjadi lebih stabil (23).

Penelitian yang dilakukan oleh Chan et al. menunjukkan bahwa kelangsungan hidup SARS-CoV dapat mencapai lebih dari 5 hari pada suhu 22–25° C di permukaan benda yang halus (20). Studi lain menunjukkan bahwa SARS-CoV-2 dapat bertahan secara optimal pada permukaan kaca, baja tahan karat dan uang kertas hingga 28 hari pada kondisi suhu 20° C, dengan viabilitas menurun hingga 24 jam pada suhu 40° C (24). Di luar kisaran suhu optimal tersebut, daya tahan virus terbatas, namun tetap dapat ditransmisikan apabila respon imun *host* terhadap coronavirus lemah. Hal ini mengarah kepada peran lain iklim dalam transmisi penyakit yaitu mempengaruhi kerentanan *host* (25). Udara dingin menyebabkan vasokonstriksi saluran pernapasan yang berkontribusi terhadap melemahnya sistem kekebalan tubuh; dan udara dingin yang kering membuat mukosa hidung rentan terhadap ruptur kecil, sehingga menciptakan peluang untuk invasi virus (26) (27). Respon imun bawaan sangat penting dalam mencegah infeksi awal, menghambat replikasi virus serta mengatasi keparahan respon imun dan peradangan (28).

Tabel 2. Korelasi Spearman Kasus Covid-19 dan Faktor Iklim di Kota Bandung

No	Komponen Iklim	Koefisien Korelasi Spearman
1	Suhu (°C)	-.191**
2	Kelembaban (%)	-.288**
3	Curah Hujan (mm)	-.236**
4	Kecepatan Angin (m/s)	.111

Hubungan yang signifikan juga ditemukan antara variabel kelembaban dengan kasus COVID-19 ($P = 0.000$). Hubungan tersebut menunjukkan kekuatan hubungan yang sedang dan berpola negatif ($r = -0.288$), artinya apabila kelembaban meningkat maka jumlah kasus COVID-19 akan menurun. Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian lain tentang coronavirus yang telah dilakukan (20) (29) (30). Paez et al. melaporkan hubungan negatif yang signifikan antara kelembaban relatif dan kasus harian COVID-19, dimana terjadi pengurangan 3% insiden kasus setiap 1% peningkatan kelembaban setelah mengontrol faktor kepadatan penduduk, usia, dan pembatasan perjalanan (31).

Kelembaban yang tinggi dilaporkan dapat menurunkan kelangsungan hidup dan persistensi virus, terutama pada permukaan benda mati. Coronavirus dapat bertahan hidup pada kelembaban rendah karena kondisi tersebut memperpanjang viabilitas dan stabilitasnya pada permukaan yang terkontaminasi. Dengan demikian, kontaminasi virus corona dapat bertahan selama 14 hari dalam lingkungan dengan kelembaban rendah dan suhu rendah (20). Pemodelan matematis yang dilakukan oleh Lowen et al menunjukkan bahwa kelembaban mempengaruhi ukuran droplet pernapasan di udara. Kadar air pada droplet mempengaruhi berapa lama virus dapat

tetap melayang di udara dan berpotensi ditransmisikan ke host baru (25). Pada kelembaban tinggi, droplet pernapasan mengandung banyak air sehingga akan hilang relatif cepat dari udara akibat gravitasi. Sebaliknya, kelembaban yang rendah mendukung penguapan droplet pernapasan, membentuk aerosol kering yang cukup ringan untuk melayang di udara dalam waktu yang lama (32).

Berdasarkan hasil uji statistik ditemukan pula hubungan yang signifikan antara variabel curah hujan dengan jumlah kasus COVID-19 ($P=0.001$). Hubungan tersebut memiliki kekuatan hubungan yang lemah dan berpola negatif, artinya apabila curah hujan meningkat maka jumlah kasus COVID-19 akan menurun. Chien dan Chen melaporkan korelasi negatif antara curah hujan dan kejadian COVID-19 di AS, dengan kasus harian meningkat pada curah hujan antara 1,27-1,74 inci dan menurun pada curah hujan lebih dari 1,77 inci ($P<0,0001$) (33). Menebo juga melaporkan korelasi negatif yang signifikan, dengan tingkat curah hujan harian tercatat pada pukul 7 pagi di Oslo, Norwegia ($P<0,05$). Berbagai argumen dapat diberikan untuk hubungan negatif antara curah hujan dan kasus COVID-19. Salah satunya adalah hipotesis bahwa orang akan menghindari keluar rumah jika turun hujan (34) (35).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kecepatan angin dengan kasus COVID-19 ($P=0.111$). Hasil tersebut tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Adekunle et al. yang menunjukkan bahwa ada hubungan positif yang signifikan antara COVID-19 dengan kecepatan angin, di mana peningkatan 1% pada kecepatan angin rata-rata dikaitkan dengan 11,21% (95% CI: 0,51–1,19) peningkatan kasus COVID-19 di negara-negara di Afrika (36). Sementara itu, Pani et al. melaporkan korelasi negatif yang signifikan antara kecepatan angin dan COVID-19, dimana peningkatan kecepatan angin terkait dengan penurunan insiden COVID-19 ($r = -0,6$, $P < 0,001$) (37).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara faktor iklim yaitu suhu, kelembaban dan curah hujan dengan kasus COVID-19 di Kota Bandung. Hubungan tersebut memiliki kekuatan yang lemah (suhu, curah hujan) dan sedang (kelembaban) dengan pola hubungan yang negatif, artinya apabila terjadi peningkatan pada kondisi suhu, kelembaban dan curah hujan, maka jumlah kasus COVID-19 akan menurun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Provinsi Jawa Barat dan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang telah menyediakan data yang dibutuhkan oleh peneliti dengan akses terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

1. Shi Y, Wang G, Cai X, Deng J, Zheng L, Zhu H, et al. An overview of COVID-19. *J Zhejiang Univ B* [Internet]. 2020 May 8;21(5):343–60. Available from: <https://link.springer.com/10.1631/jzus.B2000083>
2. Ciotti M, Ciccozzi M, Terrinoni A, Jiang W-C, Wang C-B, Bernardini S. The COVID-19 pandemic. *Crit Rev Clin Lab Sci* [Internet]. 2020 Aug 17;57(6):365–88. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408363.2020.1783198>
3. Wang Q, Dong W, Yang K, Ren Z, Huang D, Zhang P, et al. Temporal and spatial analysis of COVID-19 transmission in China and its influencing factors. *Int J Infect Dis* [Internet]. 2021 Apr;105:675–85. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1201971221002319>
4. Wu Y-C, Chen C-S, Chan Y-J. The outbreak of COVID-19: An overview. *J Chinese Med Assoc* [Internet]. 2020 Mar;83(3):217–20. Available from: <https://journals.lww.com/10.1097/JCMA.0000000000000270>
5. Kementerian Kesehatan RI. Pedoman Pencegahan Dan Pengendalian Coronavirus Disasase (Covid-19). Jakarta; 2020.
6. Liu J, Zhou J, Yao J, Zhang X, Li L, Xu X, et al. Impact of meteorological factors on the COVID-19 transmission: A multi-city study in China. *Sci Total Environ* [Internet]. 2020 Jul;726:138513. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/>

- pii/S004896972032026X
7. World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard [Internet]. 2022. WHO. 2022.
 8. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Penguatan Sistem Kesehatan dalam Pengendalian COVID-19. 2021.
 9. Coker R, Rushton J, Mounier-Jack S, Karimuribo E, Lutumba P, Kambarage D, et al. Towards a conceptual framework to support one-health research for policy on emerging zoonoses. *Lancet Infect Dis* [Internet]. 2011 Apr;11(4):326–31. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1473309910703121>
 10. Facciola A, Laganà P, Caruso G. The COVID-19 pandemic and its implications on the environment. *Environ Res* [Internet]. 2021 Oct;201:111648. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0013935121009427>
 11. World Health Organization. Climate change and human health: risks and responses. Geneva; 2003.
 12. van Loghem JJ. An Epidemiological Contribution to the Knowledge of the Respiratory Diseases. *J Hyg (Lond)* [Internet]. 1928 Aug 15;28(1):33–54. Available from: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0022172400009372/type/journal_article
 13. Dalziel BD, Kissler S, Gog JR, Viboud C, Bjørnstad ON, Metcalf CJE, et al. Urbanization and humidity shape the intensity of influenza epidemics in U.S. cities. *Science* (80-) [Internet]. 2018 Oct 5;362(6410):75–9. Available from: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aat6030>
 14. Tan J. An initial investigation of the association between the SARS outbreak and weather: with the view of the environmental temperature and its variation. *J Epidemiol Community Health* [Internet]. 2005 Mar 1;59(3):186–92. Available from: <https://jech.bmj.com/lookup/doi/10.1136/jech.2004.020180>
 15. McClymont H, Hu W. Weather Variability and COVID-19 Transmission: A Review of Recent Research. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 Jan 6;18(2):396. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/2/396>
 16. Tosepu R, Gunawan J, Effendy DS, Ahmad LOAI, Lestari H, Bahar H, et al. Correlation between weather and Covid-19 pandemic in Jakarta, Indonesia. *Sci Total Environ* [Internet]. 2020 Jul;725:138436. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969720319495>
 17. Rendana M. Impact of the wind conditions on COVID-19 pandemic: A new insight for direction of the spread of the virus. *Urban Clim* [Internet]. 2020 Dec;34:100680. Available from:

- <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212095520302509>
18. Park J, Son W, Ryu Y, Choi SB, Kwon O, Ahn I. Effects of temperature, humidity, and diurnal temperature range on influenza incidence in a temperate region. *Influenza Other Respi Viruses* [Internet]. 2020 Jan 21;14(1):11–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/irv.12682>
 19. Steel J, Palese P, Lowen AC. Transmission of a 2009 Pandemic Influenza Virus Shows a Sensitivity to Temperature and Humidity Similar to That of an H3N2 Seasonal Strain. *J Virol* [Internet]. 2011 Feb;85(3):1400–2. Available from: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/JVI.02186-10>
 20. Chan KH, Peiris JSM, Lam SY, Poon LLM, Yuen KY, Seto WH. The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus. *Adv Virol* [Internet]. 2011;2011:1–7. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/av/2011/734690/>
 21. Yuan J, Yun H, Lan W, Wang W, Sullivan SG, Jia S, et al. A climatologic investigation of the SARS-CoV outbreak in Beijing, China. *Am J Infect Control* [Internet]. 2006 May;34(4):234–6. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196655305009314>
 22. Mecnas P, Bastos RT da RM, Vallinoto ACR, Normando D. Effects of temperature and humidity on the spread of COVID-19: A systematic review. Samy AM, editor. *PLoS One* [Internet]. 2020 Sep 18;15(9):e0238339. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0238339>
 23. Lowen AC, Steel J. Roles of Humidity and Temperature in Shaping Influenza Seasonality. Schultz-Cherry S, editor. *J Virol* [Internet]. 2014 Jul 15;88(14):7692–5. Available from: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/JVI.03544-13>
 24. Riddell S, Goldie S, Hill A, Eagles D, Drew TW. The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces. *Virol J* [Internet]. 2020 Dec 7;17(1):145. Available from: <https://virologyj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12985-020-01418-7>
 25. Lowen AC, Mubareka S, Steel J, Palese P. Influenza Virus Transmission Is Dependent on Relative Humidity and Temperature. Baric RS, editor. *PLoS Pathog* [Internet]. 2007 Oct 19;3(10):e151. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.ppat.0030151>
 26. Zaid Z, Indrianto AP, Adityaningrat HF. We Need Protection: Reviewing Corporate Responsibilities And Strategies In Protecting Employees During The Covid-19 Pandemic. *J Heal*

- Sci Gorontalo J Heal Sci Community [Internet]. 2021 Oct 25;5(2):278–87. Available from: <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/gojhes/article/view/11656>
27. Amalia L, Irwan, Hiola F. Analisis Gejala Klinis dan Peningkatan Kekebalan Tubuh Untuk Mencegah Penyakit COVID-19. *Jambura J Heal Sci Res.* 2020;2(2).
 28. García LF. Immune Response, Inflammation, and the Clinical Spectrum of COVID-19. *Front Immunol* [Internet]. 2020 Jun 16;11. Available from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fimmu.2020.01441/full>
 29. Casanova LM, Jeon S, Rutala WA, Weber DJ, Sobsey MD. Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 2010 May;76(9):2712–7. Available from: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/AEM.02291-09>
 30. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* [Internet]. 2020 Apr 16;382(16):1564–7. Available from: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMc2004973>
 31. Paez A, Lopez FA, Menezes T, Cavalcanti R, Pitta MG da R. A Spatio-Temporal Analysis of the Environmental Correlates of COVID-19 Incidence in Spain. *Geogr Anal* [Internet]. 2021 Jul 8;53(3):397–421. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gean.12241>
 32. Pica N, Bouvier NM. Environmental factors affecting the transmission of respiratory viruses. *Curr Opin Virol* [Internet]. 2012 Feb;2(1):90–5. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1879625711001891>
 33. Chien L-C, Chen L-W. Meteorological impacts on the incidence of COVID-19 in the U.S. *Stoch Environ Res Risk Assess* [Internet]. 2020 Oct 4;34(10):1675–80. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00477-020-01835-8>
 34. Menebo MM. Temperature and precipitation associate with Covid-19 new daily cases: A correlation study between weather and Covid-19 pandemic in Oslo, Norway. *Sci Total Environ* [Internet]. 2020 Oct;737:139659. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S004896972033179X>
 35. Amalia L, Mokodompis Y. Epidemiological Analysis Of Covid-19 Cases In Gorontalo City (Case Study Of Kota Tengah). *Int J Heal Sci Med Res.* 2023;2(1).
 36. Adekunle IA, Tella SA, Oyesiku KO, Oseni IO. Spatio-temporal analysis of meteorological factors in abating the

- spread of COVID-19 in Africa. *Heliyon* [Internet]. 2020 Aug;6(8):e04749. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405844020315929>
37. Pani SK, Lin N-H, RavindraBabu S. Association of COVID-19 pandemic with meteorological parameters over Singapore. *Sci Total Environ* [Internet]. 2020 Oct;740:140112. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969720336330>