
PEMETAAN PENELITIAN BIOTEKNOLOGI TERKAIT VAKSIN COVID-19 DAN KONTRIBUSI INDONESIA: ANALISIS BIBLIOMETRIKA SELAMA PANDEMI COVID-19 TAHUN 2020

Firman Fajar Perdhana^{1*}

¹ Program Studi Magister
Bioteknologi, Universitas Gadjah
Mada, Yogyakarta 55284

*e-mail korespondensi:
firman.fajar.p@mail.ugm.ac.id

Abstrak. Pandemi Covid-19 yang tengah mengancam kemanusiaan memunculkan fenomena meledaknya penelitian di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Berbagai penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 belum terpetakan secara global, membuka potensi tumpang tindih atau kekosongan penelitian di area tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penelitian bioteknologi pada vaksin Covid-19 dan mengetahui kontribusi para peneliti Indonesia dalam publikasi ilmiah selama pandemi Covid-19 tahun 2020. Sebanyak 1777 dokumen yang telah diseleksi dengan topik bioteknologi, Covid-19, SARS-CoV-2, dan vaksin dikumpulkan dari database Scopus tanpa batasan tertentu. Semua dokumen ditentukan karakteristik bibliometrikanya, termasuk jenis dokumen, judul sumber, negara dan institusi paling produktif, penulis teratas, dan kutipan teratas. Jenis dokumen terbanyak berupa dokumen artikel (911 dokumen). *Journal Of Biomolecular Structure And Dynamics* adalah sumber teratas dengan 80 dokumen. Amerika Serikat adalah negara paling produktif dengan 427 publikasi, diikuti India (383) dan Tiongkok (237). *The Chinese Academy of Science* menjadi institusi paling produktif dengan 34 publikasi, disusul *the Ministry of Education China and the National Institute of Health*, keduanya dengan 28 publikasi. Indonesia menempati peringkat ke-26, menyumbang 23 publikasi. Visualisasi bibliometrika menghasilkan empat klaster utama dalam penelitian bioteknologi vaksin Covid-19 di seluruh dunia: (1) studi terkait pasien Covid-19, (2) pengembangan dan teknologi antibodi, (3) analisis dan aktivitas obat, dan (4) studi protein terkait Covid-19. Temuan ini diharapkan bermanfaat untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman, serta memberikan arahan dan potensi bidang bioteknologi yang belum tergalai untuk penelitian lebih lanjut.

Kata kunci: analisis bibliometrika, bioteknologi, covid-19, Indonesia, vaksin.

Abstract. The Covid-19 pandemic, which is currently threatening humanity, has led to research explosions all over the world, including in Indonesia. Various biotechnology studies on Covid-19 vaccine has not been mapped globally, open the potential for overlapping or research vacancies in certain areas. This study aims to analyze biotechnology research on Covid-19 vaccine and find out the contribution of Indonesian researchers in scientific publication during the Covid-19 pandemic in 2020. A total of 1777 refined documents on topics of biotechnology, Covid-19, SARS-CoV-2, and vaccine were collected from the Scopus database without any limitations. All documents were determined their bibliometric characteristics, including document type, source title,

the most productive countries and institutions, top authors, and top citations. The most document type was article-based documents (911 documents). The Journal of Biomolecular Structure and Dynamics was the leading source with 80 documents. The United State of America was the most productive country with 427 publications, followed by India (383) and China (237). The Chinese Academy of Science was the most productive institution with 34 publications, followed by the Ministry of Education China and the National Institute of Health, both with 28 publications. Indonesia ranked the 26th, contributed 23 publications. Bibliometric visualization resulted in four major clusters: (1) the study related to Covid-19 patients, (2) antibody development and technology, (3) drug analysis and activity, and (4) the study of protein related to Covid-19. These findings could be useful to improve knowledge and understanding, also give direction and potential unexplored biotechnological area for further research

Keywords: *bibliometric analysis, biotechnology, Covid-19, Indonesia, vaccine.*

PENDAHULUAN

Penyakit Coronavirus 2019 (Covid-19) dilaporkan mewabah pertama kali pada awal Desember 2019 di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, Tiongkok. Otoritas Kesehatan Tiongkok memperingatkan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) ditemukannya beberapa kasus pneumonia. Penyebab utama ditengarai berasal dari infeksi coronavirus baru berdasarkan hasil tes usap tenggorokan pasien, yang kemudian diidentifikasi sebagai *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2). Laporan tertanggal 30 Januari 2020 menyebutkan sebanyak 7736 kasus telah dikonfirmasi dan 12167 kasus yang dicurigai telah dilaporkan di Tiongkok. Sebanyak 1370 kasus parah dan 170 kematian terjadi hanya di Tiongkok serta sebanyak 82 kasus yang dikonfirmasi juga terdeteksi di 18 negara lain (Burki, 2020). Laporan kasus penularan manusia-ke-manusia juga telah dikonfirmasi dan memicu WHO menetapkan kasus wabah SARS-CoV-2 sebagai *Public Health Emergency of International Concern* (PHEIC) atau Darurat Kesehatan Masyarakat yang Menjadi Perhatian Internasional (Harapan *et al.*, 2020; Hui *et al.*, 2020).

Saat itu, belum terdapat vaksin yang tersedia untuk melawan Covid-19. Vaksin atau strategi sebelumnya yang digunakan untuk mengembangkan vaksin melawan SARS-CoV menjadi awal pengembangan vaksin untuk infeksi SARS-CoV-2. Berbagai penelitian pun dilakukan untuk menemukan vaksin tersebut (Shereen *et al.*, 2020; Zhao *et al.*, 2021). Berbagai penelitian bioteknologi dilakukan untuk mendapatkan kandidat vaksin yang selanjutnya dikembangkan menjadi vaksin yang efektif (Anderson *et al.*, 2020; Yan *et al.*, 2021). Namun demikian, penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 belum terpetakan secara global. Hal tersebut berpotensi menimbulkan adanya tumpang tindih atau kekosongan penelitian di area tertentu.

Pemetaan publikasi ilmiah sangat penting dilakukan untuk mempermudah penggalan informasi dan mencari potensi kebaruan untuk penelitian selanjutnya. Pemetaan publikasi ilmiah dapat dilakukan menggunakan metode analisis bibliometrika. Metode ini berperan penting dalam komunitas ilmiah dan profesional. Berbagai portal pustaka publikasi ilmiah tersedia secara daring dan memudahkan akademisi maupun tenaga profesional mengaksesnya. Berbagai

layanan penyedia jasa pengindeks publikasi ilmiah juga sudah cukup banyak, seperti *Scopus*, *Thomson Reuters/Web of Science*, *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*, *Dimensions*, *Pubmed*, *Google Scholar* dan *Index Copernicus*. Pemingkatan dan pengukuran produktivitas berbagai publikasi ilmiah diterapkan rutin berdasarkan indikator bibliometrika (Ellegaard, 2018). Analisis bibliometrika membantu pemetaan publikasi ilmiah berbasis metadata yang disediakan oleh penyedia jasa pengindeks publikasi ilmiah (Eck & Waltman, 2020). Pemanfaatan metadata ini dapat mengukur produktifitas dan distribusi publikasi ilmiah pada bidang keilmuan tertentu (Nuryudi, 2016; Tupan & Rachmawati, 2018).

Pandemi Covid-19 yang masih berlangsung mempengaruhi perkembangan penelitian bioteknologi, terutama terkait dengan ilmu kesehatan, biologi molekular, virologi, dan teknologi vaksin. Pendataan dan pemetaan berbagai penelitian bioteknologi yang telah ada, perlu dilakukan untuk mengetahui sejauh mana perkembangan bioteknologi menjawab tantangan yang ada. Analisis bibliometrika memiliki berbagai perangkat untuk melakukan pendataan dan pemetaan tersebut (Chen & Ho, 2015). Sejauh ini, belum ditemukan publikasi tentang penggunaan analisis bibliometrika untuk pemetaan penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penelitian bioteknologi pada vaksin Covid-19 dan mengetahui kontribusi para peneliti Indonesia dalam publikasi ilmiah selama pandemi Covid-19 tahun 2020.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan menggunakan kaidah analisis bibliometrika (Kappi, 2020). Data penelitian berupa metadata publikasi ilmiah terindeks Scopus terkait dengan penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-

19. Keseluruhan data diperoleh dari penelusuran daring pada database Scopus menggunakan kata kunci “bioteknologi”, “Covid-19”, “SARS-CoV-2”, dan “vaksin”. Sebanyak 1777 dokumen yang dipublikasi tahun 2020 dipilih menjadi data utama dari keseluruhan 4410 dokumen yang diperoleh. Data tersebut dianalisis secara bibliometrika dengan karakterisasi: jenis dokumen, judul sumber, negara dan institusi paling produktif, penulis teratas, dan jumlah sitasi teratas menggunakan program pengolah data *Microsoft Excel* (Harsanto, 2020; Yang *et al.*, 2017). Data yang diperoleh selanjutnya dipetakan menggunakan program konstruksi dan visualisasi ilmiah *VOSviewer* (van Eck & Waltman, 2010). Jarak antara dua bulatan pada peta visualisasi mengindikasikan seberapa sering kedua istilah tersebut disebut dalam publikasi ilmiah yang sama. Data istilah yang dianalisis dan divisualisasikan pada penelitian ini dibatasi dengan kemunculan minimal 1% atau $n = 17$ dari jumlah seluruh publikasi ilmiah yang diteliti (Yeung *et al.*, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Publikasi Ilmiah

Publikasi ilmiah yang diteliti merupakan dokumen-dokumen publikasi penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 yang diterbitkan sepanjang tahun 2020. Seluruh publikasi ilmiah yang diteliti terdiri dari berbagai jenis dokumen publikasi, antara lain: *article*, *review*, *note*, *editorial*, *letter*, *conference paper*, *short survey*, *book*, *book chapter*, *data paper*, dan *retracted*. Dokumen berupa *article* merupakan jenis dokumen terbanyak yakni mencapai 911 dokumen (51,27%), diikuti *review* sebanyak 754 dokumen (42,43%). Publikasi ilmiah yang diteliti berasal dari 5 jenis sumber publikasi, yaitu *journal*, *conference proceeding*, *book series*, *trade journal*, dan *book*. Sumber publikasi *journal* memberikan kontribusi

dominan sebanyak 1750 dokumen (98,48%) dibanding sumber lain. Jumlah publikasi dari *conference proceeding* sangat rendah disebabkan selama masa pandemi Covid-19 terjadi pembatasan kegiatan sosial di seluruh

dunia, termasuk konferensi ilmiah. Jumlah publikasi ilmiah berdasarkan jenis dokumen dan jenis sumber publikasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah publikasi ilmiah berdasarkan jenis dokumen dan jenis sumber publikasi.

Jenis Dokumen dan Jenis Sumber Publikasi	Jumlah Publikasi	Persentase
Jenis Dokumen Publikasi		
<i>Article</i>	911	51,27%
<i>Review</i>	754	42,43%
<i>Note</i>	28	1,58%
<i>Editorial</i>	27	1,52%
<i>Letter</i>	27	1,52%
<i>Conference Paper</i>	21	1,18%
<i>Short Survey</i>	5	0,28%
<i>Book</i>	1	0,06%
<i>Book Chapter</i>	1	0,06%
<i>Data Paper</i>	1	0,06%
<i>Retracted</i>	1	0,06%
Jenis Sumber Publikasi		
<i>Journal</i>	1750	98,48%
<i>Conference Proceeding</i>	18	1,01%
<i>Book Series</i>	5	0,28%
<i>Trade Journal</i>	3	0,17%
<i>Book</i>	1	0,06%

Sumber Publikasi Ilmiah, Negara, dan Institusi

Berbagai sumber publikasi ilmiah berkontribusi menerbitkan publikasi ilmiah penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 sepanjang tahun 2020. *Journal Of Biomolecular Structure And Dynamics* menjadi pemuncak dengan menerbitkan 80 dokumen. *Frontiers In Immunology* berada di posisi kedua dengan menerbitkan 46 dokumen. Distribusi penerbitan didominasi oleh Amerika Serikat sebanyak 427 publikasi, diikuti India 383 publikasi, dan Tiongkok sebanyak 237 publikasi. *The Chinese*

Academy of Science (Tiongkok) menjadi institusi paling produktif dengan 34 publikasi, disusul *the Ministry of Education China* (Tiongkok) dan *the National Institute of Health* (Amerika Serikat), keduanya dengan 28 publikasi. Tingginya jumlah publikasi di negara-negara kontributor teratas didorong oleh tingginya jumlah kasus aktif Covid-19 yang ditemukan disertai dengan banyaknya penelitian yang dilakukan oleh berbagai institusi, baik milik pemerintah maupun swasta (WHO, 2020). Jumlah publikasi ilmiah berdasarkan sumber publikasi, negara, dan institusi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah publikasi ilmiah berdasarkan sumber publikasi, negara, dan institusi (peringkat 1-5)

Kontributor Publikasi	Jumlah Publikasi	Persentase
Nama Sumber Publikasi		
<i>Journal Of Biomolecular Structure And Dynamics</i>	80	4,50%
<i>Frontiers In Immunology</i>	46	2,59%
<i>Vaccines</i>	26	1,46%
<i>International Journal Of Molecular Sciences</i>	24	1,35%
<i>Viruses</i>	21	1,18%

Kontributor Publikasi	Jumlah Publikasi	Persentase
Negara		
Amerika Serikat	427	24,03%
India	383	21,55%
Tiongkok	237	13,34%
Inggris	130	7,32%
Italia	115	6,47%
Institusi		
<i>Chinese Academy of Sciences</i> (Tiongkok)	34	1,91%
<i>Ministry of Education China</i> (Tiongkok)	28	1,58%
<i>National Institutes of Health NIH</i> (Amerika Serikat)	28	1,58%
<i>Indian Veterinary Research Institute</i> (India)	26	1,46%
<i>Harvard Medical School</i> (Amerika Serikat)	24	1,35%

Kontribusi Penulis dalam Publikasi Ilmiah

Kontribusi penulis publikasi ilmiah penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 sepanjang tahun 2020 didominasi oleh para penulis berkebangsaan India. Dharma merupakan penulis paling produktif juga terafiliasi dengan Malik (10 dari 12 publikasi) dan Tiwari (10 dari 10 publikasi). Sementara itu, Chakraborty menduduki peringkat kedua dan terafiliasi dengan Bhattacharya (11 dari

11 publikasi), Lee (11 dari 11 publikasi), Sharma (10 dari 10 publikasi), dan Sharma (10 dari 10 publikasi). Veessler dan Baric merupakan sesama penulis berkebangsaan Amerika Serikat, tetapi hanya terafiliasi dalam 1 (satu) publikasi saja sepanjang tahun 2020. Daftar nama penulis dengan jumlah publikasi ilmiah terbanyak disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Daftar nama penulis dengan jumlah publikasi ilmiah terbanyak (peringkat 1-10).

Penulis	Afiliasi	Jumlah Publikasi
Dhama, K.	<i>Indian Veterinary Research Institute, Bareilly, India</i>	23
Chakraborty, C.	<i>Adamas University, Kolkata, India</i>	12
Malik, Y.S.	<i>Guru Angad Dev Veterinary and Animal Sciences University, College of Animal Biotechnology, Ludhiana, India</i>	12
Bhattacharya, M.	<i>Fakir Mohan University, Department of Zoology, Balasore, India</i>	11
Lee, S.S.	<i>Hallym University, College of Medicine, Institute for Skeletal Aging, Chuncheon, South Korea</i>	11
Sharma, A.R.	<i>Hallym University, College of Medicine, Institute for Skeletal Aging, Chuncheon, South Korea</i>	10
Sharma, G.	<i>Kangwon National University, Neuropsychopharmacology and Toxicology Program, Chuncheon, South Korea</i>	10
Tiwari, R.	<i>College of Veterinary Science India, Department of Microbiology and Immunology, Tirupati, India</i>	10
Veesler, D.	<i>University of Washington, Department of Biochemistry, Seattle, United States</i>	8
Baric, R.S.	<i>The University of North Carolina at Chapel Hill, Department of Epidemiology, Chapel Hill, United States</i>	7

Publikasi Tay *et al.*, (2020); Shen *et al.*, (2020); Gordon *et al.*, (2020); dan Blanco-Melo *et al.*, (2020) mendapat jumlah sitasi teratas yang menembus angka 1000 sitasi. Publikasi Tay *et al.*, (2020) berupa *review*

gambaran patofisiologi infeksi SARS-CoV-2, khususnya terkait interaksi virus dengan sistem imun terhadap perkembangan penyakit pasien Covid-19. Publikasi Shen *et al.*, (2020) melaporkan potensi penanganan pasien

menggunakan transfusi *convalescent plasma* pada pasien Covid-19 yang kritis. Publikasi Gordon *et al.*, (2020) mengidentifikasi 26 dari 29 jenis protein SARS-CoV-2 yang berinteraksi dengan protein pada sel manusia sebagai langkah awal pengembangan vaksin Covid-19. Blanco-Melo *et al.*, (2020)

menyajikan data perbandingan infeksi SARS-CoV-2 dengan virus lain yang menginfeksi saluran pernafasan berdasarkan respon transkripsi sel dan profil serum. Daftar publikasi ilmiah dengan jumlah sitasi terbanyak disajikan pada Tabel 4.

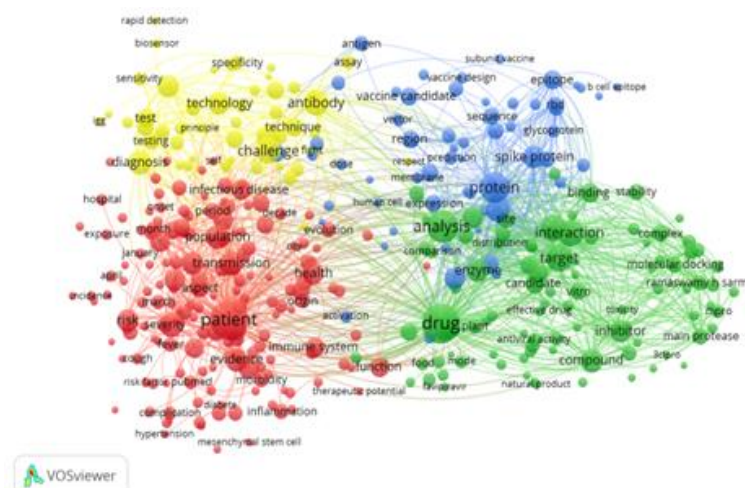
Tabel 4. Daftar publikasi ilmiah dengan jumlah sitasi terbanyak (peringkat 1-10).

Penulis	Jurnal	Jumlah Sitasi
Tay, et al. (2020)	<i>Nature Reviews Immunology</i> , 20 (6), pp. 363-374	1154
Shen, et al. (2020)	<i>Journal of the American Medical Association</i> , 323 (16), pp. 1582-1589	1152
Gordon, et al. (2020)	<i>Nature</i> , 583 (7816), pp. 459-468	1027
Blanco-Melo, et al. (2020)	<i>Cell</i> , 181 (5), pp. 1036-1045.e9	1000
Zhang, et al. (2020)	<i>Intensive Care Medicine</i> , 46 (4), pp. 586-590	930
Driggin, et al. (2020)	<i>Journal of the American College of Cardiology</i> , 75 (18), pp. 2352-2371	755
Zeigler, et al. (2020)	<i>Cell</i> , 181 (5), pp. 1016-1035.e19	714
Devaux, et al. (2020)	<i>International Journal of Antimicrobial Agents</i> , 55 (5), 105938	508
Zhu, et al. (2020)	<i>The Lancet</i> , 395 (10240), pp. 1845-1854	446
Bastard, et al. (2020)	<i>Science</i> , 370 (6515), eabd4585	389

Visualisasi Pemetaan Publikasi Ilmiah

Pemetaan publikasi ilmiah dilakukan untuk menemukan keterkaitan berbagai aspek penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 yang diteliti sepanjang tahun 2020 dan potensi kebaruan yang dapat diteliti di masa depan. Peta publikasi ilmiah secara global disajikan pada Gambar 1. Hasil publikasi ilmiah dari seluruh dunia terbagi menjadi 4

(empat) klaster yang divisualisasikan dengan warna yang berbeda. Klaster 1 (warna merah) adalah publikasi tentang studi terkait dengan pasien Covid-19. Klaster 2 (warna kuning) adalah publikasi tentang pengembangan dan teknologi antibodi. Klaster 3 (warna hijau) adalah publikasi tentang analisis dan aktivitas obat. Klaster 4 (warna biru) adalah publikasi tentang studi protein terkait Covid-19.



Gambar 1. Visualisasi jejaring publikasi ilmiah penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 di seluruh dunia tahun 2020.

Kontribusi Indonesia dalam Publikasi Ilmiah

Indonesia ikut memberikan kontribusi dalam publikasi ilmiah tentang penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 tahun 2020. Sebanyak 23 publikasi ilmiah berupa *article* (12 dokumen), *review* (9 dokumen), dan *conference paper* (2 dokumen) dihasilkan oleh peneliti Indonesia, baik yang berafiliasi dengan sesama peneliti Indonesia maupun bersama peneliti berkebangsaan lain.

Sebanyak 32 institusi dalam negeri yang terdiri dari perguruan tinggi (25 institusi), lembaga riset/rumah sakit pemerintah (4 institusi), dan yayasan/sektor swasta (3 institusi) terlibat aktif berkontribusi dalam publikasi ilmiah. Capaian tersebut menempatkan Indonesia di peringkat ke-26 dalam kontribusi publikasi ilmiah di dunia. Kontribusi publikasi ilmiah dari institusi dan penulis di Indonesia disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah publikasi ilmiah dari institusi dan penulis di Indonesia.

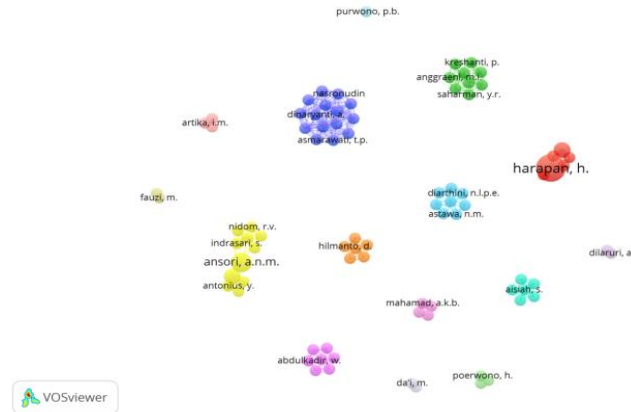
Kontribusi Publikasi Ilmiah	Jumlah Publikasi
Institusi	
Universitas Airlangga	6
Universitas Syiah Kuala	6
Yayasan Generasi Biologi Indonesia	2
Universitas Padjadjaran	2
Universitas Hasanuddin	2
Universitas Brawijaya	2
Universitas Negeri Malang	2
Lain-lain	Masing-masing 1
Penulis	
Harapan, H. (Universitas Syiah Kuala)	6
Ansori, A.N.M. (Universitas Airlangga)	3
Kharisma, V.D. (Universitas Brawijaya)	2
Nainu, F. (Universitas Hasanuddin)	2
Lain-lain	Masing-masing 1

Publikasi ilmiah yang melibatkan peneliti Indonesia umumnya terafiliasi dengan institusi dan peneliti dari negara lain. Para peneliti Indonesia melakukan kolaborasi dengan peneliti dari berbagai negara, antara lain India (6 publikasi), Arab Saudi (3 publikasi), Bangladesh (2 publikasi), Malaysia (2 publikasi), Amerika Serikat (2 publikasi), dan lain-lain (masing-masing 1 publikasi). Peta jejaring antarpeleliti di Indonesia disajikan pada Gambar 2. Peta jejaring antarpeleliti di Indonesia menunjukkan bahwa para peneliti Indonesia sendiri belum memiliki konektivitas penelitian yang terbentuk secara kuat. Hal tersebut terindikasi dengan peta jejaring peneliti yang membentuk berbagai klaster yang terpisah. Klaster peneliti yang menonjol adalah klaster

Harapan, H.-Nainu, F. (warna merah) dan klaster Ansori, A. N. M.-Kharisma, V. D. (warna kuning) yang merupakan para peneliti dengan jumlah kontribusi publikasi ilmiah teratas di Indonesia. Klaster lain yang memiliki jejaring antarpeleliti adalah klaster Anggraeni, M. I. (warna hijau), klaster Asmarawati (warna biru tua), T. P., dan klaster Astawa, N. M (warna biru muda). Ketiga klaster tersebut memiliki jumlah peneliti yang cukup banyak, meskipun masing-masing klaster baru menghasilkan 1 publikasi ilmiah pada tahun 2020. Adapun klaster-klaster lain merupakan klaster minor yang hanya memiliki beberapa atau bahkan seorang peneliti saja. Kondisi tersebut menandakan bahwa penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 tahun 2020 masih

bersifat sporadis. Kolaborasi peneliti antarinstansi di Indonesia juga belum terlalu banyak. Umumnya kolaborasi penelitian ini

dilakukan dengan peneliti luar negeri dan juga antarpemiliter dalam instansi yang sama.



Gambar 2. Visualisasi jejaring antarpemiliter Indonesia tentang penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 tahun 2020.

Publikasi yang melibatkan peneliti Harapan, H. (Universitas Syiah Kuala) memberikan setidaknya 2 (dua) publikasi dengan sitasi terbanyak, yaitu dalam Sharun *et al.*, (2020) dan Keam *et al.*, (2020). Kedua publikasi berupa *review* yang mengulas tentang bagaimana strategi imunopatologi dan imunoterapeutik terhadap infeksi SARS-CoV-2. Pemiliter Indonesia lain yang memberikan

kontribusi sitasi terbanyak adalah Nainu, F. (dari Universitas Hasanuddin) dalam Rakib *et al.*, (2020) yang mempublikasikan hasil temuan tentang desain vaksin secara *in silico* berbasis data imunoinformatik. Daftar publikasi ilmiah yang melibatkan pemiliter Indonesia dengan jumlah sitasi terbanyak lebih lanjut disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Daftar publikasi ilmiah yang melibatkan pemiliter Indonesia dengan jumlah sitasi terbanyak (peringkat 1-10).

Penulis	Jurnal	Jumlah Sitasi
Sharun, et al. (2020)	<i>Expert Opinion on Biological Therapy</i> , 20 (9), pp. 1033-1046	37
Keam, et al. (2020)	<i>Reviews in Medical Virology</i> , 30 (5), e2123	35
Rakib, et al. (2020)	<i>Computers in Biology and Medicine</i> , 124, 103967	19
Rattanasit, et al. (2020)	<i>Scientific Reports</i> , 10 (1), 17698	15
Sharun, et al. (2020)	<i>Human Vaccines and Immunotherapeutics</i> , 16 (12), pp. 3043-3054	15
Muchtaridi, et al. (2020)	<i>Molecules</i> , 25 (17), 3980	14
Mirzaei, et al. (2020)	<i>Journal of Military Medicine</i> , 22 (2), pp. 100-107	9
Artika, et al. (2020)	<i>Heliyon</i> , 6 (8), e04743	7
Widiasta, et al. (2020)	<i>Non-coding RNA Research</i> , 5 (4), pp. 153-166	6
Nainu, et al. (2020)	<i>Human Vaccines and Immunotherapeutics</i> , 16 (12), pp. 3061-3073	6

Peta publikasi ilmiah yang melibatkan pemiliter Indonesia disajikan pada Gambar 3. Penelitian yang melibatkan pemiliter Indonesia terbagi menjadi 4 (empat) kluster mayor dan 1 (satu) kluster minor. Kluster 1 (warna merah) adalah publikasi tentang studi berbagai

potensi penanganan Covid-19, termasuk tentang potensi imunoterapeutik, obat baru, dan antibodi monoklonal. Kluster 2 (warna kuning) adalah publikasi tentang Covid-19 secara umum pada literatur, data, dan bukti-bukti kasus Covid-19. Kluster 3 (warna hijau)

adalah publikasi tentang Indonesia sebagai wilayah terdampak pandemi Covid-19. Klaster 4 (warna biru) adalah publikasi tentang pengembangan vaksin Covid-19. Klaster 5 (warna ungu) adalah publikasi tentang interaksi molekular yang terjadi pada sel yang terinfeksi SARS-CoV-2, termasuk mekanisme *molecular docking*, protease, dan ligan yang berperan pada infeksi SARS-CoV-2.

Penelitian ini menunjukkan adanya potensi penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 yang masih dapat dieksplorasi, khususnya oleh peneliti Indonesia. Penelitian terkait imunoterapeutik, respon antibodi, mekanisme *molecular docking* pada interaksi obat, dan respon berbagai jenis protein merupakan ranah penelitian terkuat di Indonesia. Meskipun demikian, jumlah publikasi ilmiah perlu dipacu karena masih tertinggal dari negara lain. Di samping itu, potensi penelitian pada ranah-ranah yang belum eksplorasi perlu dilakukan, terlebih dengan adanya berbagai kasus aktif baru yang muncul akhir-akhir ini. Penelitian analisis bibliometrika serupa pada penelitian bioteknologi pernah dilakukan oleh Chen & Ho (2015), tetapi penelitian tersebut berfokus pada penelitian tentang biomassa. Ellegaard (2018) juga melakukan penelitian analisis bibliometrika menggunakan metadata yang dikoleksi dari database World of Science (WoS), sedangkan penelitian ini menggunakan metadata dari database Scopus. Terdapat batasan terkait publikasi ilmiah yang terindeks pada penyedia layanan pengindeks tertentu dan tidak pada penyedia layanan pengindeks. Hal tersebut menyebabkan adanya potensi publikasi ilmiah di luar layanan pengindeks yang tidak dapat diambil untuk diteliti (van Raan, 2014). Perbedaan sumber pengindeks tersebut merupakan ceruk penelitian baru yang perlu dikaji lebih untuk melengkapi hasil penelitian ini. Penelitian analisis bibliometrik bukan hal baru dalam pemetaan kajian dan publikasi ilmiah, tetapi

penerapan dalam bidang bioteknologi belum banyak dilakukan. Analisis bibliometrik dapat juga digunakan untuk mengevaluasi performa penelitian individu peneliti atau institusi penelitian seperti jurnal penerbit atau universitas secara berkala (Abramo, 2017).

SIMPULAN

Penelitian ini menggunakan analisis bibliometrika pada perkembangan penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 tahun 2020. Pemetaan pada analisis bibliometrika menghasilkan empat klaster utama dalam penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 di seluruh dunia: (1) studi terkait pasien Covid-19, (2) pengembangan dan teknologi antibodi, (3) analisis dan aktivitas obat, dan (4) studi protein terkait Covid-19. Sepanjang tahun 2020, Indonesia berada di peringkat ke-26 dunia dengan menyumbang kontribusi 23 publikasi ilmiah. Kolaborasi antarpeleliti Indonesia pada penelitian bioteknologi terkait vaksin Covid-19 belum terhubung kuat dalam melakukan penelitian dan publikasi. Kolaborasi lebih banyak dilakukan dengan peneliti luar negeri dan antarpeleliti dalam institusi yang sama. Pemetaan penelitian yang melibatkan peneliti Indonesia menghasilkan lima klaster: (1) studi berbagai potensi penanganan Covid-19; (2) studi terkait Covid-19 dan informasi berupa bukti-bukti kasus Covid-19; (3) studi terkait Indonesia sebagai wilayah terdampak pandemi Covid-19; (4) pengembangan vaksin Covid-19; dan (5) studi tentang interaksi molekular pada sel yang terinfeksi SARS-CoV-2. Temuan ini diharapkan bermanfaat untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman, serta memberikan arahan dan potensi bidang bioteknologi yang belum tergalai untuk penelitian lebih lanjut. Penelitian sejenis perlu dilakukan secara berkala pada semua bidang keilmuan dan institusi akademik di Indonesia untuk mengetahui kemajuan yang telah dicapai. Di samping itu, kolaborasi

antarinstansi di Indonesia perlu didorong agar terwujud komunikasi akademik yang selalu terhubung antarpeleliti Indonesia sehingga mampu menciptakan jejaring keilmuan dan iklim penelitian yang kondusif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan akses terhadap semua publikasi yang menjadi sumber data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abramo, G. (2017). Bibliometric evaluation of research performance: where do we stand? *Voprosy Obrazovaniya/Educational Studies Moscow*, 2017(1), 112-127.
- Ansori, A.N.M., Kharisma, D. V., Amaq Fadholly, A., Tacharina, M.R., Antonius, Y., & Parikesit A.A. (2021). Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 Emergence and Its Treatment with Alternative Medicines: A Review. *Research Journal of Pharmacy and Technology* Vol. 14 (10)
- Anderson, R. M., Heesterbeek, H., Klinkenberg, D., & Hollingsworth, T. D. (2020). How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *Lancet*, 395 (10228), 931-934.
- Artika, I. M., Dewantari, A. K., & Wiyatno, A. (2020). Molecular biology of coronaviruses: current knowledge. *Heliyon*, 6(8), e04743.
- Bastard, P., Rosen, L. B., Zhang, Q., Michailidis, E., Hoffmann, H.-H., Zhang, Y., Dorgham, K., Philippot, Q., Rosain, J., Béziat, V., Manry, J., Shaw, E., Haljasmägi, L., Peterson, P., Lorenzo, L., Bizien, L., Trouillet-Assant, S., Dobbs, K., de Jesus, A. A., Belot, A., Kallaste, A., Catherinot, E., Tandjaoui-Lambiotte, Y., Le Pen, J., Kerner, G., Bigio, B., Seeleuthner, Y., Yang, R., Bolze, A., Spaan, A. N., Delmonte, O. M., Abers, M. S., Aiuti, A., Casari, G., Lampasona, V., Piemonti, L., Ciceri, F., Bilguvar, K., Lifton, R. P., Vasse, M., Smadja, D. M., Migaud, M., Hadjadj, J., Terrier, B., Duffy, D., Quintana-Murci, L., van de Beek, D., Roussel, L., Vinh, D. C., Tangye, S. G., Haerynck, F., Dalmau, D., Martinez-Picado, J., Brodin, P., Nussenzweig, M. C., Boisson-Dupuis, S., Rodríguez-Gallego, C., Vogt, G., Mogensen, T. H., Oler, A. J., Gu, J., Burbelo, P. D., Cohen, J. I., Biondi, A., Bettini, L. R., D'Angio, M., Bonfanti, P., Rossignol, P., Mayaux, J., Rieux-Laucat, F., Husebye, E. S., Fusco, F., Ursini, M. V., Imberti, L., Sottini, A., Paghera, S., Quiros-Roldan, E., Rossi, C., Castagnoli, R., Montagna, D., Licari, A., Marseglia, G. L., Duval, X., Ghosn, J., Tsang, J. S., Goldbach-Mansky, R., Kisand, K., Lionakis, M. S., Puel, A., Zhang, S. Y., Holland, S. M., Gorochov, G., Jouanguy, E., Rice, C. M., Cobat, A., Notarangelo, L. D., Abel, L., Su, H. C., & Casanova, J. L. (2020). Autoantibodies against type I IFNs in patients with life-threatening COVID-19. *Science*, 370(6515), eabd4585.
- Blanco-Melo, D., Nilsson-Payant, B. E., Liu, W.-C., Uhl, S., Hoagland, D., Møller, R., Jordan, T. X., Oishi, K., Panis, M., Sachs, D., Wang, T. T., Schwartz, R. E., Lim, J. K., Albrecht, R. A., & tenOever, B. R. (2020). Imbalanced Host Response to SARS-CoV-2 Drives Development of COVID-19. *Cell*, 181 (5), 1036-1045.E9.
- Burki, T. K. (2020). Coronavirus in China. *Lancet Respir Med.*, 8 (3), 238.
- Chen, H., & Ho, Y.-S. (2015). Highly cited articles in biomass research: A

- bibliometric analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 12-20.
- Devauxa, C. A., Rolain, J.-M., Colson, P., & Raoult, D. (2020). New insights on the antiviral effects of chloroquine against coronavirus: what to expect for COVID-19? *International Journal of Antimicrobial Agents*, 55 (5) , 105938.
- Driggin, E., Madhavan, M. V., Bikdeli, B., Chuich, T., Laracy, J., Biondi-Zoccai, G., Brown, T. S., Driggin, E., Madhavan, M. V., Bikdeli, B., Chuich, T., Laracy, J., Biondi-Zoccai, G., Der Nigoghossian, C., Zidar, D. A., Haythe, J., Brodie, D., & Beckman, J. A. (2020). Cardiovascular Considerations for Patients, Health Care Workers, and Health Systems During the COVID-19 Pandemic. *Journal of the American College of Cardiology*, 75 (18), 2352 - 2371.
- Eck, N. J., & Waltman, L. (2020). *VOSviewer Manual*. Leiden: Leiden University.
- Ellegaard, O. (2018). The application of bibliometric analysis: disciplinary and user aspects. *Scientometrics*, 116 (1), 181-202.
- Gordon, D. E., Jang, G. M., Bouhaddou, M., Xu, J., Obernier, K., White, K. M., O'Meara, M. J., Rezelj, V. V., Guo, J. Z., Swaney, D. L., Tummino, T. A., & Huttenhain, R. (2020). A SARS-CoV-2 protein interaction map reveals targets for drug repurposing. *Nature*, 583 (7816) , 459-468.
- Harapan, H., Itoh, N., Yufika, A., Winardif, W., Keam, S., Te, H., Megawati, D., Hayati, Z., Wagner, A. L., & Mudatsir, M. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A literature review. *Journal of Infection and Public Health*, 13 (5), 667-673.
- Harsanto, B. (2020). Internet of Things Innovation in Agriculture Sector: A Scientometrics Analysis. *Informatika Pertanian*, 29 (2) , 111-122.
- Hui, D. S., Azhar, E. I., Madani, T. A., Ntoumi, F., Kock, R., Dar, O. (2020). The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health-The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *International Journal of Infectious Diseases*.
- Kappi, M. (2020). Current Science: Bibliometric Visualization based on Scopus Database. *Kelpro Bulletin*, 24 (2), 11-30.
- Keam, S., Megawati, D., Patel, S. K., Tiwari, R., Dhama, K., & Harapan, H. (2020). Immunopathology and immunotherapeutic strategies in severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection. *Reviews in Medical Virology*, 30 (5), e2123.
- Mirzaei, M., Harismah, K., Da'i, M., Salarzaei, E., & Roshandel, Z. (2020). Screening efficacy of available HIV protease inhibitors on COVID-19 protease. *Journal of Military Medicine*, 22 (2), 100-107.
- Muchtaridi, M., Fauzi, M., Ikram, N. K., Gazzali, A. M., & Wahab, H. A. (2020). Natural Flavonoids as Potential Angiotensin-Converting Enzyme 2 Inhibitors for Anti-SARS-CoV-2. *Molecules*, 25 (17), 3980.
- Nainu, F., Abidin, R. S., Bahar, M. A., Frediansyah, A., Emran, T. B., Rabaan, A. A., Dhama, K., & Harapan, H. (2020). SARS-CoV-2 reinfection and implications for vaccine development. *Human Vaccines and Immunotherapeutics*, 16 (12), 3061-3073.
- Nuryudi. (2016). Analisis Bibliometrika Islam: Studi Kasus Dokumentasi Publikasi Ilmiah di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. *Al-Maktabah: Jurnal Komunikasi dan Informasi Perpustakaan*, 15 (1), 41-55.

- Rakib, A., Sami, S. A., Mimi, N. J., Chowdhury, M. M., Eva, T. A., Nainu, F., Paul, A., Shahriar, A., Tareqf, A. M., Emon, N. U., Chakraborty, S., Shil, S., Mily, S. J., Hadda, T. B., Almalki, F. A., & Emran, T. B. (2020). Immunoinformatics-guided design of an epitope-based vaccine against severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 spike glycoprotein. *Computers in Biology and Medicine*, *124*, 103967.
- Rattanapisit, K., Shanmugaraj, B., Manopwisedjaroen, S., Purwono, P. B., Siriwattananon, K., Khorattanakulchai, N., Hanittinan, O., Boonyayothin, W., Thitithanyanont, A., Smith, D. R., & Phoolcharoen, W. (2020). Rapid production of SARS-CoV-2 receptor binding domain (RBD) and spike specific monoclonal antibody CR3022 in *Nicotiana benthamiana*. *Scientific Reports*, *10* (1), 17698.
- Sharun, K., Tiwari, R., Patel, S. K., Karthik, K., Yattoo, M. I., Malik, Y. S., Singh, K. P., Panwar, P. K., Harapan, H., Singh, R. K., & Dhama, K. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in domestic animals and wildlife: advances and prospects in the development of animal models for vaccine and therapeutic research. *Human Vaccines and Immunotherapeutics*, *16* (12), 3043-3054.
- Sharun, K., Tiwari, R., Yattoo, M. I., Patel, S. K., Natesan, S., Dhama, J., Malik, Y. S., Harapan, H., Singh, R. K., & Dhama, K. (2020). Antibody-based immunotherapeutics and use of convalescent plasma to counter COVID-19: advances and prospects. *Expert Opinion on Biological Therapy*, *20* (9), 1033-1046.
- Shen, C., Wang, Z., Zhao, F., Yang, Y., Li, J., Yuan, J., Wang, F., Li, D., Yang, M., Xing, L., Wei, J., Xiao, H., Yang, Y., Qu, J., Qing, L., Chen, L., Xu, Z., Peng, L., Li, Y., Zheng, H., Chen, F., Huang, K., Jiang, Y., Liu, D., Zhang, Z., Liu, Y., & Liu, L. (2020). Treatment of 5 Critically Ill Patients With COVID-19 With Convalescent Plasma. *Journal of the American Medical Association*, *323* (16), 1582 - 1589.
- Shereen, M. A., Khana, S., Bashir, A. K., & Siddique, R. (2020). COVID-19 infection: Emergence, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *Journal of Advanced Research*, *24*, 91-98.
- Tay, M., Poh, C., Rénia, L., MacAry, P., & Ng, L. (2020). The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. *Nature Reviews Immunology*, *20* (6), 363-374.
- Tupan, & Rachmawati, R. (2018). Analisis bibliometric ilmu dan teknologi pangan: publikasi ilmiah di Negara-Negara ASEAN. *Khizanah al-Hikmah: Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, dan Kearsipan*, *6* (1), 26-40.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, *84*, 523-538.
- van Raan, A. F. (2014). Advances in bibliometric analysis: research performance assessment and science mapping. In W. Blockmans, L. Engwall, & D. Weaire, *Bibliometrics Use and Abuse in the Review of Research Performance* (pp. 17-28). London: Portland Press.
- WHO. (2020). *COVID-19 Weekly Epidemiological Update (as of 27 December 2020)*. Geneva: World Health Organization.
- Widiasta, A., Sribudiani, Y., Nugrahapraja, H., Hilmanto, D., Sekarwana, N., & Rachmadi, D. (2020). Potential role of ACE2-related microRNAs in COVID-

- 19-associated nephropathy. *Non-coding RNA Research*, 5 (4), 153-166.
- Yan, Y., Pang, Y., Lyu, Z., Wang, R., Wu, X., You, C., Zhao, H., Manickam, S., Lester, E., Wu, T., & Pang, C. H. (2021). The COVID-19 Vaccines: Recent Development, Challenges and Prospects. *Vaccines*, 9 (4), 349.
- Yang, L., Sun, T., & Liu, Y. (2017). A Bibliometric Investigation of Flipped Classroom Research during 2000-2015. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12 (6), 178-186.
- Yeung, A. W., Tzvetkov, N. T., Gupta, V. K., Gupta, S. C., Orive, G., Bonn, G. K., Fiebich, B., Bishayee, A., Efferth, T., Xiao, J., Silva, A. S., Russo, G. L., Daglia, M., Battino, M., Orhan, I. E., Nicoletti, F., Heinrich, M., Aggarwal, B. B., Diederich, M., Banach, M., Weckwerth, W., Bauer, R., Perry, G., Bayer, E. A., Huber, L. A., Wolfender, J.-C., Verpoorte, R., Macias, F. A., Wink, M., Stadler, M., Gibbons, S., Cifuentes, A., Ibanez, E., Lizard, G., Müller, R., Ristow, M., & Atanasov, A. G. (2019). Current research in biotechnology: Exploring the biotech forefront. *Current Research in Biotechnology*, 1, 34-40.
- Zhang, H., Penninger, J., Li, Y., Zhong, N., & Slutsky, A. (2020). Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) as a SARS-CoV-2 receptor: molecular mechanisms and potential therapeutic target. *Intensive Care Medicine*, 46 (4), 586-590.
- Zhao, J., Zhao, S., Ou, J., Zhang, J., Lan, W., Guan, W., Wu, X., Yan, Y., Zhao, W., Wu, J., Chodosh, J., & Zhang, Q. (2021). COVID-19: Coronavirus Vaccine Development Updates. *Frontiers in Immunology*, 11, 1-19.
- Zhu, F.-C., Li, Y.-H., Guan, X.-H., Hou, L.-H., Wang, W.-J., Li, J.-X., Wu, S.-P., Wang, B.-S., Wang, Z., Wang, L., Jia, S.-Y., Jiang, H.-D., Wang, L., Jiang, T., Hu, Y., Gou, J.-B., Xu, S.-B., Xu, J.-J., Wang, X.-W., Wang, W., & Chen, W. (2020). Safety, tolerability, and immunogenicity of a recombinant adenovirus type-5 vectored COVID-19 vaccine: a dose-escalation, open-label, non-randomised, first-in-human trial. *The Lancet*, 395 (10240), 1845-1854.
- Ziegler, C. G., Allon, S. J., Nyquist, S. K., Mbanjo, I. M., Miao, V. N., Tzouanas, C. N., Cao, Y., Yousif, A. S., Bals, J., Hauser, B. M., Feldman, J., Muus, C., Wadsworth, M. H. (II), Kazer, S. W., Hughes, T. K., Doran, B., Gatter, G. J., Vukovic, M., Taliaferro, F., Mead, B. E., Guo, Z., Wang, J. P., Gras, D., Plaisant, M., Ansari, M., Angelidis, I., Adler, H., Sucre, J. M.S., Taylor, C. J., Lin, B., Waghray, A., Mitsialis, V., Dwyer, D. F., Buchheit, K. M., Boyce, J. A., Barrett, N. A., Laidlaw, T. M., Carroll, S. L., Colonna, L., Tkachev, V., Peterson, C. W., Yu, A., Zheng, H. B., Gideon, H. P., Winchell, C. G., Lin, P. L., Bingle, C. D., Snapper, S. B., Kropski, J. A., Theis, F. J., Schiller, H. B., Zaragosi, L. E., Barbry, P., Leslie, A., Kiem, H. P., Flynn, J. L., Fortune, S. M., Berger, B., Finberg, R. W., Kean, L. S., Garber, M., Schmidt, A. G., Lingwood, D., Shalek, A. K., & Ordoñas-Montanes, J. (2020). SARS-CoV-2 Receptor ACE2 Is an Interferon-Stimulated Gene in Human Airway Epithelial Cells and Is Detected in Specific Cell Subsets across Tissues. *Cell*, 181 (5), 1016-1035.e19.