

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. *Corona Virus Disease 2019* (COVID-19)

a. Definisi

COVID-19 merupakan suatu penyakit yang disebabkan virus SARS-CoV-2 dan berasal dari Wuhan, Hubei, China yang kemudian menyebar dengan sangat cepat ke seluruh penjuru dunia hingga akhirnya dikonfirmasi sebagai pandemik oleh WHO pada 11 Maret 2020 (M. et al., 2020; Ma et al., 2020).

b. Etiologi

Penyebaran COVID-19 pada Desember 2019 yang berawal dari Wuhan, China ke area lain berlangsung sangat cepat. Setelah dilakukan penelitian, diketahui penyakit ini disebabkan oleh novel coronavirus yang kemudian diberi nama *severe acute respiratory syndrome coronavirus-2* (SARS-CoV-2, 2019-nCoV). SARS-CoV-2 dapat menyerang seluruh organ tubuh manusia, tetapi paling utama menyerang sistem respirasi. Orang yang terinfeksi virus ini dapat merasakan gejala demam, batuk kering, dan dispnea disertai gejala tambahan berupa merasa lemah, sakit kepala, mual, muntah, dan diare pada sebagian penderita (Yuki et al., 2020).

Coronavirus-infecting human secara general dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu yang berisiko rendah dan berisiko tinggi menyebabkan penyakit. Penyakit pernapasan musiman merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus corona dengan risiko rendah dan virus ini hanya menyerang pada saluran pernapasan atas. Virus corona dengan risiko tinggi menyerang pada saluran pernapasan bawah dan dapat menyebabkan *acute respiratory distress syndrome (ARDS)*, *acute lung injury (ALI)*, atau bahkan kematian. Sebelumnya terdapat enam jenis virus corona yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, virus tersebut termasuk *severe acute respiratory syndrome coronavirus (SARS-CoV)* dan *Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV)*. Dengan adanya COVID-19 ini, SARS-CoV-2 diidentifikasi sebagai virus corona ketujuh yang dapat menginfeksi manusia dan bersifat patogen (M. et al., 2020; Mirtaleb et al., 2021).

Coronavirus diklasifikasikan menjadi α -CoV, β -CoV, γ -CoV, dan δ -CoV berdasarkan karakteristik genom, dan SARS-CoV-2 termasuk ke dalam β -CoV. Mirip dengan β -CoV lainnya, SARS-CoV-2 juga tersusun atas kurang lebih 30.000 nukleotida. Apabila diamati di bawah mikroskop elektron, *Coronavirus* merupakan *ribonucleic acid (RNA)* virus yang memiliki kapsul dengan untai tunggal dan untai positive, serta bentuknya tampak seperti mahkota. Materi genetik dari virus ini berada dalam kapsulnya dan kapsul

tersebut terdiri atas *protein coat*, yang mengandung *nuclear capsid* atau protein N. Selain N protein pada kapsul, SARS-CoV-2 juga memiliki tiga struktur protein lain yaitu protein M, S, dan E. Empat protein ini yang membantu virus menginfeksi sel host. Protein N berperan dalam mengikat untai positif tunggal RNA serta dalam proses replikasi dan transkripsi virus, protein M yang memiliki jumlah paling besar berperan dalam proses *viral assembly*, protein E juga berperan dalam proses *viral assembly* dan melakukan interaksi dengan sel host melalui permeabilitas membran sel, sedangkan protein S berperan dalam adhesi sel dan virulensi SARS-CoV-2 (M. et al., 2020; Mirtaleb et al., 2021).

Terdapat lima tahapan dalam siklus hidup SARS-CoV-2, yaitu penempelan, penetrasi, biosintesis, pematangan, dan pelepasan. Setelah virus berhasil berikatan dengan reseptor host, maka virus secara otomatis akan memasuki sel host melalui proses endositosis atau fusi membran untuk kemudian melakukan replikasi di nukleus sel host. RNA virus bereplikasi dengan cara membuat *viral proteins* (biosintesis) yang nantinya akan mengalami maturasi dan lepas menjadi partikel virus baru (Yuki et al., 2020).

c. Epidemiologi

Pada bulan Desember 2019, kasus COVID-19 pertama di dunia dilaporkan di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, China. Beberapa saat setelah dilakukan penelitian, diidentifikasi bahwa penyebabnya

adalah jenis baru dari *Coronavirus* yang memiliki 82% kesamaan dengan SARS-CoV hingga akhirnya virus tersebut dinamakan *2019-novel coronavirus* (2019-nCoV) dan diubah oleh *International Committee on Taxonomy of Viruses* menjadi SARS-CoV-2 (Malik et al., 2020).

Terdapat tujuh kasus pneumonia dengan penyebab yang belum diketahui di Wuhan dalam kurung waktu 10 hari, sejak tanggal 8-18 Desember 2019 dan klaster pertama ini diketahui berkaitan dengan pasar hewan di Kota Wuhan. Kasus ini berkembang dengan sangat cepat ke berbagai provinsi di China dan pada tanggal 13-20 Januari dilaporkan kasus menyebar ke negara lain seperti Thailand, Jepang, dan Korea menyebabkan Asia menjadi benua pertama yang terserang wabah. Pada 30 Januari 2020, WHO menetapkan wabah sebagai keadaan darurat berkaitan dengan kesehatan masyarakat tingkat internasional akibat penyebaran ke berbagai negara diantaranya Macau, Hongkong, Nepal, Prancis, Australia, Canada, dan Malaysia pada tanggal 22-25 Januari (Malik et al., 2020; Tsang et al., 2020).

WHO melaporkan bahwa sampai dengan 26 Mei 2021, terdapat 169.118.995 kasus COVID-19 terkonfirmasi di dunia dengan 3.519.175 kasus kematian. Amerika Serikat memegang jumlah kasus COVID-19 terbanyak yaitu sebesar 67.001.389, disusul oleh Eropa dengan jumlah kasus terkonfirmasi sebesar

54.180.850, dan Asia Tenggara di posisi ketiga dengan kasus terkonfirmasi 31.419.007 kasus.

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang melaporkan kasus COVID-19. Pada 2 Maret 2020, terkonfirmasi terdapat dua WNI yang menderita COVID-19 dan meningkat signifikan pada 29 Maret 2020 dengan total 1285 kasus dengan pusat wabah di Jakarta. Angka kasus positif COVID-19 terkonfirmasi terus bertambah hingga mencapai 4.204.116 kasus pada 24 September 2021. Kasus COVID-19 di Indonesia dibedakan menjadi tiga berdasarkan keparahannya. Perawatan intensif di fasilitas kesehatan hanya diberikan pada pasien dengan kondisi keparahan menengah sampai tinggi, sedangkan pasien dengan gejala ringan dianjurkan untuk isolasi mandiri di rumah dan menerapkan praktik *social distancing* (Asyary and Veruswati, 2020; Siregar et al., 2022; Tosepu et al., 2020).

d. Faktor Risiko

Tingginya angka penyebaran dan kematian akibat COVID-19 berbeda di setiap negara dan perbedaan tersebut dipengaruhi oleh densitas populasi dan demografis, faktor lingkungan setempat, status kesehatan termasuk penyakit yang sebelumnya sudah diderita (penyakit komorbid), akses ke pusat layanan kesehatan dan infrastruktur layanan kesehatan, serta kesadaran untuk menjaga kebersihan (Bailey et al., 2021; Tsang et al., 2020).

Transmisi COVID-19 melalui kontak tidak langsung dengan permukaan yang telah terkontaminasi SARS-CoV-2 lebih tinggi dibandingkan dengan kontak langsung dengan penderita, hal ini dapat dibuktikan dengan tingginya jumlah kasus COVID-19 di kota-kota metropolitan yang populasi penduduknya padat di berbagai negara apabila dibandingkan kota lain di negara terkait yang jumlah penduduknya lebih sedikit. Densitas populasi menyebabkan kemungkinan seseorang untuk bertemu orang lain di jalan, angkutan umum, antrian tertentu, dan sebagainya menjadi lebih tinggi sehingga meningkatkan kemungkinan transmisi SARS-CoV-2 (Bhadra et al., 2021; Coşkun et al., 2021; Li et al., 2021).

Transmisi COVID-19 diketahui serupa dengan virus-virus yang menyerang saluran pernapasan lainnya seperti influenza musiman, sehingga berbagai penelitian menyebutkan bahwa SARS-CoV-2 dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Sejauh ini, kondisi lingkungan yang telah diteliti untuk dilihat hubungannya dengan penyebaran kasus COVID-19 adalah temperatur, kelembaban, curah hujan, intensitas sinar ultraviolet, dan kecepatan angin (Sharif et al., 2021).

Penyebaran COVID-19 lebih cepat dibandingkan dengan MERS dan SARS, hal ini dapat dipengaruhi oleh ketahanan virus yang lebih tinggi dibandingkan dua virus sebelumnya. Oleh karena itu, apabila seseorang memiliki penyakit komorbid, diketahui dapat

meningkatkan risiko infeksi dan apabila terinfeksi SARS-CoV-2 maka risiko keparahan penyakitnya juga lebih tinggi hingga dapat menyebabkan kematian. Penyakit komorbid yang paling banyak dilaporkan adalah hipertensi sebanyak 30%, diabetes sebanyak 19%, dan penyakit jantung koroner sebanyak 8% dari total laporan mengenai penyakit komorbid yang terkonfirmasi (Zhou et al., 2020). Index massa tubuh (IMT) yang lebih dari 30 atau obesitas juga diketahui sebagai salah satu yang dapat meningkatkan keparahan pasien COVID-19. Hal lain yang dapat mempengaruhi COVID-19 menurut *Center of Disease Control and Prevention* adalah *sickle cell anemia*, asma dengan derajat keparahan sedang sampai berat, dan juga kehamilan (Gallo Marin et al., 2021).

COVID-19 juga menyebar di negara berkembang dengan sumber daya yang terbatas. Negara-negara ini mengalami kesulitan lebih besar dalam penanganannya dibandingkan dengan negara maju. Fasilitas kesehatan yang tidak memadai dapat menyebabkan keterlambatan dalam menegakkan diagnosis awal COVID-19 dan menyediakan perawatan yang sesuai, hal ini menjadi salah satu penyebab rendahnya angka pemulihan pasien COVID-19 (Asyary and Veruswati, 2020).

e. Manifestasi Klinis

Periode inkubasi saat seseorang terinfeksi oleh SARS-CoV-2 adalah selama 1-14 hari, gejala dan tanda klinik pada umumnya

muncul pada hari ke 3-7. Demam, lemas, dan batuk kering disertai nyeri kepala, hidung tersumbat, nyeri tenggorokan, myalgia, dan arthralgia merupakan gejala yang umum terjadi pada pasien. Meskipun demikian, terdapat Sebagian kecil pasien yang keluhannya disertai dengan gangguan gastrointestinal seperti mual, muntah, dan diare (M. et al., 2020).

Infeksi SARS-CoV-2 dapat mengganggu sistem imun normal sehingga menyebabkan *cytokine storm* disertai berbagai kerusakan jaringan dan organ baik lokal maupun sistemik. Sejak pertama terinfeksi, gejala dan tanda klinis dari COVID-19 dapat mengalami progresivitas dari keluhan umum ke timbulnya kesulitan bernapas sampai disertai hipoksemia. Komplikasi seperti syok, sepsis, gagal jantung akut, gagal ginjal akut, dan *multi-organ disfunction* dapat terjadi bersamaan dengan progresivitas penyakit ini. Faktor yang dapat mempengaruhi progresivitas COVID-19 adalah usia lanjut dan pasien dengan penyakit komorbid seperti hipertensi, diabetes, penyakit jantung dan kardiovaskular, serta penyakit serebrovaskular (M. et al., 2020; Mirtaleb et al., 2021).

Progresivitas dari COVID-19 dapat dibagi menjadi tiga fase (Tsang et al., 2020).

- 1) Fase pertama (fase infeksi awal), di mana terjadi replikasi dari virus dan muncul gejala ringan.

- 2) Fase kedua (*pulmonary phase*), pada fase ini imunitas host mengalami penyesuaian dan gejala yang muncul dominan adalah gangguan pernapasan.
- 3) Fase ketiga (fase hiperinflamasi), terjadi kegagalan pernapasan yang berkembang pada *acute respiratory distress syndrome* (ARDS).

f. Penegakan Diagnosis

Seseorang yang menderita COVID-19 akan menunjukkan hasil positif ketika diperiksa dengan *reverse transcriptase polymerase chain reaction* (RT-PCR) dari swab nasal atau faringeal, sputum, darah, feses, dan spesimen urin. Pemeriksaan laboratorium lainnya adalah deteksi IgM dan IgG. Pada pasien COVID-19, dapat ditandai dengan positif IgM spesifik, transformasi dari IgG spesifik dari negatif ke positif, dan peningkatan titer IgG saat fase pemulihan dibandingkan dengan saat fase akut. Pemeriksaan untuk COVID-19 terlihat mudah dan sederhana, tetapi dalam prosesnya masih terdapat berbagai keterbatasan seperti adanya hasil negatif palsu karena orang yang terinfeksi masih dalam fase jendela serta sensitivitas dan spesifisitas RT-PCR (M. et al., 2020).

g. Terapi

1) Agen antiviral

Pemberian terapi COVID-19 dengan menggunakan antivirus dilakukan berdasarkan pengalaman terapi kasus influenza,

Ebola, MERS, SARS, dan penyakit infeksi virus lainnya karena belum ada antivirus spesifik yang terbukti efektif untuk terapi COVID-19 (M. et al., 2020). Berikut adalah obat yang berpotensi efektif untuk infeksi SARS-CoV-2:

a) *Chloroquine* (CQ) dan *hydroxychloroquine* (HCQ)

CQ dan HCQ memiliki mekanisme kerja yang sama, yaitu untuk menghambat glikosilasi dari reseptor host, proses proteolitik, *endosomal acidification*, efek imunomodulator dari produksi sitokin, inhibisi proses autofagi, dan inhibisi replikasi asam nukleat. Namun, kedua obat ini menimbulkan beberapa efek samping, diantaranya adalah *bundle-branch block*, pemanjangan *Quiet Torpedo* (QT), "*torsade de pointes*" atau keadaan elektrokardiografi spesifik dari *polymorphic ventricular tachycardia*, dan kardiomiopati (Mirtaleb et al., 2021).

b) Azitromisin

Azitromisin merupakan senyawa antibakteri yang dapat melawan inflamasi yang diinduksi oleh *bacterial lipopolysaccharide* (LPS) pada pneumonia. Berdasarkan cara kerja ini, azitromisin dapat menurunkan bioluminensi paru-paru yang terinduksi oleh LPS, infiltrasi sel-sel di saluran pernapasan, mereduksi sitokin proinflamator pada *bronchoalveolar lavage*, dan

menginhibisi translokasi dari nuklear NF- κ B (Mirtaleb et al., 2021).

c) Lopinavir/ritonavir (LPV/r)

Terdapat beberapa penelitian yang membuktikan bahwa LPV dapat menjadi terapi untuk SARS-CoV- dan MERS-CoV karena didalamnya terdapat aktivitas antivirus yang dapat melawan kedua virus tersebut. Dari berbagai penelitian diketahui bahwa subjek yang diberi terapi LPV memiliki hasil klinis yang lebih baik dibanding grup kontrol yang tidak diberi LPV/r, akan tetapi setelah dievaluasi lebih lanjut, LPV memiliki berbagai efek samping (Mirtaleb et al., 2021).

d) Ribavirin

Ribavirin merupakan analog guanine dan berpotensi besar untuk menjadi terapi bagi pasien COVID-19 karena dapat menginhibisi virus *RNA-dependent RNA polymerase* (Mirtaleb et al., 2021).

e) Tocilizumab (TCZ)

Dalam berbagai penelitian disebutkan bahwa TCZ dapat menurunkan tingkatan IL-6 sehingga TCZ dapat diberikan kepada pasien COVID-19 dengan risiko *cytokine storm* karena dapat menghentikan sinyal IL-6 dan menghentikan produksi molekul inflamator

intermediet, tetapi dalam pemberiannya harus tetap di bawah pengawasan dan evaluasi tenaga kesehatan (Mirtaleb et al., 2021).

f) Baricitinib

Baricitinib diketahui dapat mencegah masuknya virus ke dalam sel host dan mengumpulkan partikel virus sehingga dapat menurunkan risiko infeksi, oleh karena itu obat ini direkomendasikan untuk terapi pneumonia yang berkaitan dengan COVID-19. Selain itu, baricitinib diketahui mengandung senyawa yang aman dan memiliki afinitas tinggi terhadap sel yang terinfeksi (Mirtaleb et al., 2021).

g) Remdesivir

Telah dilakukan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa remdesivir memiliki aktivitas antivirus yang melawan SARS-CoV-2. Mekanisme kerjanya adalah dengan mengganggu aktivitas RdRp dengan cara menghambat proses replikasi virus. Meskipun disebutkan bahwa remdesivir dapat menjadi terapi bagi pasien COVID-19, obat ini dapat menimbulkan berbagai efek samping seperti gangguan ginjal, *rash*, diare, peningkatan enzim hepatik, hipertensi, atau efek samping lainnya yang lebih berat

seperti syok septik, *multiple-organ-dysfunction syndrome*, hipotensi, dan gangguan ginjal akut (Mirtaleb et al., 2021).

h) Favipiravir

Terdapat berbagai penelitian mengenai keefektifan dari favipiravir dan dari salah satu penelitian diketahui bahwa favipiravir membutuhkan konsentrasi terapeutik yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan remdevisir, tetapi pasien yang melakukan pengobatan dengan favipiravir berkembang lebih cepat dibanding dengan pasien yang menggunakan lopinavir/ritonavir. Favipiravir digunakan sebagai obat untuk COVID-19 karena efektif dalam menghambat virus RNA, termasuk arenavirus, bunyavirus, flavivirus, dan filovirus yang menyebabkan demam hemoragik (Mirtaleb et al., 2021).

i) Abidol-umifenovir

Abidol diketahui merupakan antivirus yang dapat mencegah virus memasuki sel target serta menghambat proses fusi partikel virus ke dalam membrane sel target. Senyawa dalam abidol dapat melawan virus baik berkapsul ataupun tidak berkapsul seperti influenza, SARS, dan Lassa virus dalam jumlah banyak. Berdasarkan hasil penelitian, monoterapi dengan

menggunakan abidol menunjukkan hasil yang lebih efektif dibandingkan dengan lopinavir/ritonavir, akan tetapi monoterapi lopinavir/ritonavir sendiri juga lebih efektif dibandingkan terapi kombinasi abidol dengan lopinavir/ritonavir (Mirtaleb et al., 2021).

j) Ruxolitinib

Ruxolitinib merupakan inhibitor Janus kinase (JAK) yang diresepkan pada pasien COVID-19 fase III yang mengalami *cytokine storm*. Namun, US *National Institute of Health* (NIH) tidak lagi menyarankan penggunaan ruxolitinib karena dapat menyebabkan efek immunosupresif luas dari inhibitor JAK (Mirtaleb et al., 2021).

k) Teicoplanin

Teicoplanin diketahui memberikan respon yang baik dalam pengobatan virus Ebola, influenza, dan hepatitis C serta flavivirus dan *human immunodeficiency* (HIV). Obat ini dinilai berpotensi untuk menjadi agen terapi bagi pasien COVID-19 karena terdapat kemiripan antara proses infeksi dari berbagai jenis coronavirus dengan SARS-CoV-2. Dalam coronavirus, teicoplanin dapat menghambat proses pembelahan di awal siklus hidup virus (Mirtaleb et al., 2021).

l) Ivermectin

Ivermectin dilaporkan efektif untuk terapi infeksi yang disebabkan oleh RNA virus seperti dengue, influenza, rabies, Zika virus, dan *respiratory syncytial virus*. Obat ini dapat meningkatkan produksi IL-1 dan sitokin lainnya serta mengaktifasi produksi *superoxide anion* dan augmentasi respon limfosit terhadap mitogen sehingga dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Mirtaleb et al., 2021).

m) Obat anti-inflamasi kortikosteroid dan non-kortikosteroid

Kortikosteroid diketahui dapat mereduksi respon inflamasi pada pasien dengan *acute respiratory distress syndrome* (ARDS) dan *hemophagocytic lymphohistiocytosis* (HLH) sehingga dinilai dapat diaplikasikan untuk pengobatan pasien COVID-19, tapi sampai saat ini pengobatan dengan menggunakan kortikosteroid masih kontroversial (Mirtaleb et al., 2021).

Sedangkan untuk OAINS atau obat anti-inflamasi non-steroid masih belum ada kesimpulan apakah obat tersebut dapat digunakan untuk pengobatan pasien COVID-19 atau tidak karena terdapat efek samping yaitu

menimbulkan infeksi sekunder dan gangguan *viral clearance* (Mirtaleb et al., 2021).

2) Terapi imun

Sistem imun merupakan komponen tubuh yang melawan ketika terdapat patogen di dalam tubuh. Terapi imun direkomendasikan untuk pasien COVID-19 karena terbukti zat penambah kekebalan tubuh memberikan banyak dampak positif dalam proses penyembuhan. Setelah terjadi pandemik COVID-19, terapi imun mengalami berbagai pengembangan dan modifikasi agar lebih optimal dalam meningkatkan hasil klinis pasien COVID-19 dan terapi imun hasil pengembangan ini diberi nama “*COVID-19 immunotherapy*”. Terapi plasma dan terapi sitokin menjadi dua metode dalam strategi terapi imun untuk pasien COVID-19 (Mirtaleb et al., 2021).

2. Faktor Lingkungan

a. Temperatur

Berdasarkan data epidemiologi dan penelitian laboratorium, transmisi dan kelangsungan hidup dari SARS-CoV-2 bergantung pada beberapa faktor dan temperatur lingkungan merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi hal tersebut. Tinggi dan rendahnya temperatur lingkungan dapat berpengaruh terhadap waktu ketahanan *Coronavirus* di permukaan sehingga berdampak pada risiko transmisi (Xie and Zhu, 2020).

Berdasarkan penelitian mengenai korelasi temperatur dan COVID-19 yang dilakukan sebelumnya, ditemukan bahwa temperatur yang tinggi dapat melemahkan resistansi virus dalam bentuk aerosol udara, temperatur yang lebih tinggi dapat mempengaruhi fungsi imun tubuh untuk bekerja lebih baik, dan pada temperatur yang tinggi umumnya orang akan menghindari untuk berkerumun di dalam ruangan yang sama (Notari, 2020). Pada penelitian yang dilakukan di China, disebutkan bahwa temperatur lingkungan 16°C sampai dengan 28°C merupakan temperatur optimum untuk kasus-kasus yang berkaitan dengan SARS. Ketahanan *Coronavirus* diketahui *inactive* lebih cepat pada temperatur lingkungan 20°C dibandingkan dengan temperatur 4°C, tetapi pada penelitian lainnya diketahui virus corona dapat bertahan pada temperatur 22°C-25°C selama lebih dari lima hari dan kehilangan viabilitasnya pada temperatur yang lebih tinggi (Xie and Zhu, 2020).

Penelitian mengenai korelasi pengaruh lingkungan dan kasus COVID-19 juga dilakukan di Jakarta, Indonesia dan didapatkan data bahwa temperatur rata-rata antara 26.1°C sampai dengan 28.6°C memberikan dampak paling besar terhadap transmisi virus jika dibandingkan dengan empat variabel lain yaitu temperatur minimum (24.6°C-27.5°C), temperatur maksimum (28.6°C-31.4°C), kelembaban, dan curah hujan. Namun, kasus COVID-19 yang

melonjak di Jakarta dipengaruhi berbagai faktor selain dari faktor lingkungan, seperti kepadatan penduduk dan mobilitas masyarakat yang tinggi (Tosepu et al., 2020).

b. Evaporasi

Pada beberapa penelitian, disebutkan bahwa tingkat evaporasi atau penguapan yang rendah di suatu wilayah dapat menghambat penguapan dari droplet di permukaan yang mengandung virus, menyebabkan droplet virus akan menetap lebih lama dan dapat meningkatkan transmisi penyakit (Wei et al., 2020).

c. Curah Hujan

Dalam penelitian yang dilakukan di dua puluh negara dengan kasus COVID-19 terkonfirmasi terbanyak di dunia, diketahui bahwa curah hujan memiliki hubungan yang kuat dengan kelembaban lingkungan. Curah hujan yang tinggi dapat lingkungan yang kering menjadi lebih lembab sehingga menjadi tempat yang kondusif untuk transmisi COVID-19 (Sarkodie and Owusu, 2020).

d. Radiasi Sinar Matahari

Sinar matahari diketahui dapat menurunkan transmisi COVID-19 karena radiasinya dapat menyebabkan deaktivasi SARS-CoV-2 saat masih berada di permukaan benda atau masih dalam bentuk aerosol (Carleton et al., 2020). Pada penelitian lain disebutkan bahwa radiasi sinar matahari berperan penting dalam produksi vitamin D yang mendukung peningkatan imun sehingga

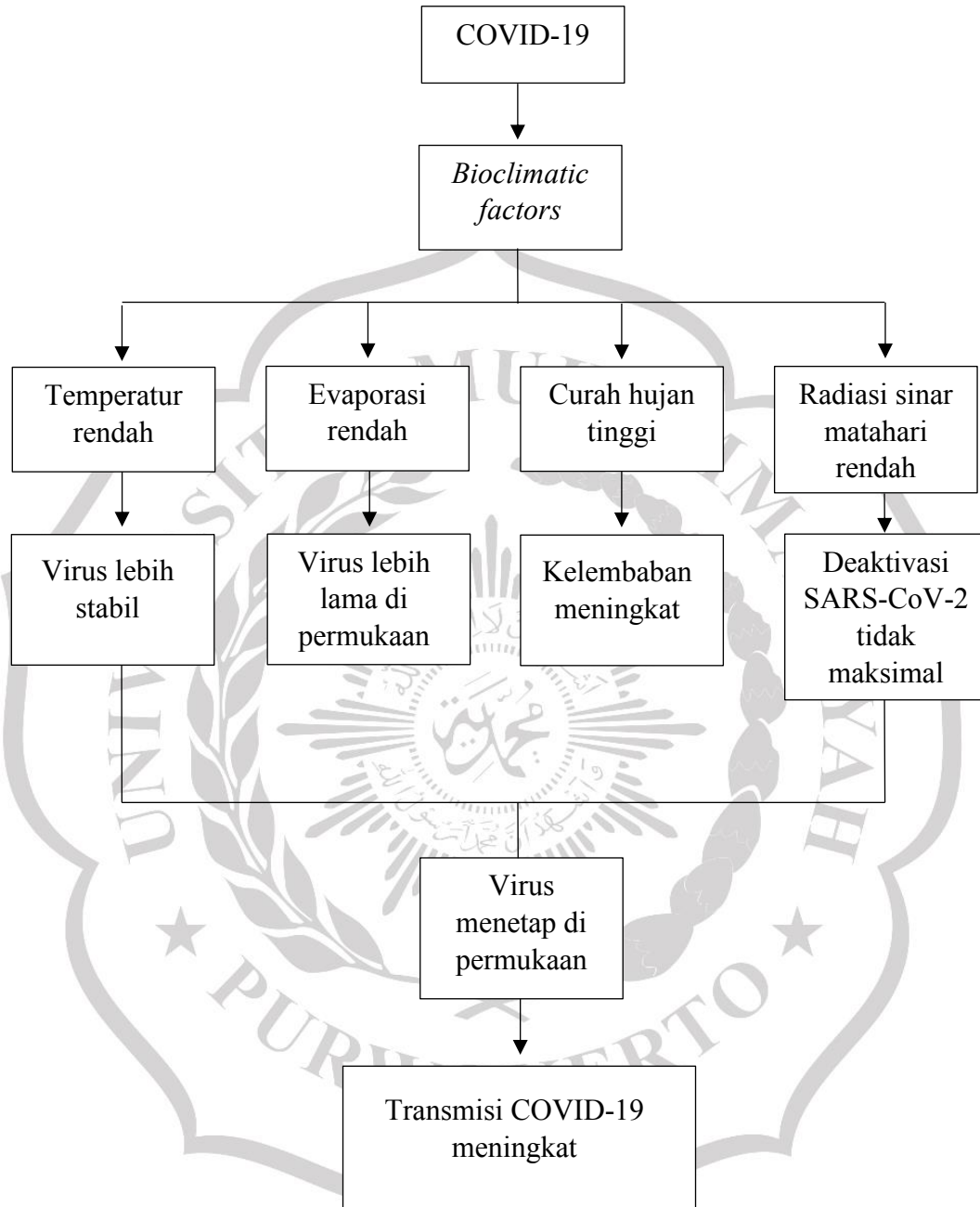
dapat mencegah peningkatan penyebaran COVID-19 (Rosario et al., 2020).

3. Analisis Spasial dan *Geographic Information System* (GIS)

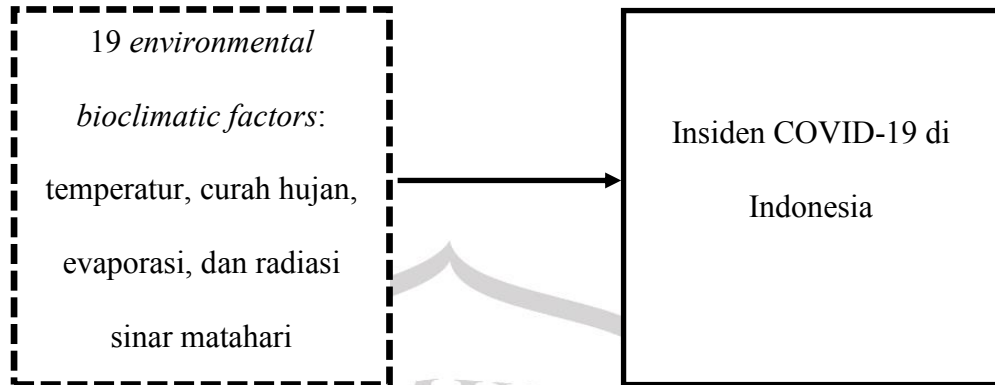
Pandemik COVID-19 dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk faktor lingkungan, sehingga diperlukan pemahaman dari aspek lingkungan untuk melakukan pencegahan dan penanganan COVID-19 yang optimal. Analisis spasial dapat mengarah pada pengetahuan mengenai implementasi pola penyebaran penyakit, progresivitas kasus berdasarkan lokasi, dan berpotensi membuat pemetaan lokasi persebarannya, hal ini berguna dalam membuat strategi pencegahan dan pengontrolan transmisi virus serta memprediksi tahapan evolusi penyakit (Franch-Pardo et al., 2020; Jaya and Folmer, 2021; Purwanto et al., 2021).

Teknologi geospasial telah berkembang dengan pesat dan digunakan sebagai basis dalam pembuatan keputusan berbagai kasus penyakit, termasuk COVID-19. *Geographical Information System* (GIS) merupakan salah satu teknologi geospasial dan berperan dalam berbagai aspek termasuk dalam memonitor transmisi COVID-19, melacak orang yang berpotensi menularkan virus, dan membuat *map dahsboards*. Apabila monitoring kasus COVID-19 dilakukan secara detail, maka dapat dilakukan analisis spasial dari data yang diperoleh untuk membuat *map dashboards* dan mengetahui *hotspots* (Purwanto et al., 2021).

B. Kerangka Teori



C. Kerangka Konsep



Variabel 1 -----

Variabel 2 -----

Pengaruh ----->

D. Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, maka hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

H₀ : Faktor lingkungan tidak mendukung penyebaran COVID-19.

H₁ : Faktor lingkungan sangat mendukung penyebaran COVID-19.