



Detection of SARS-CoV-2 Post COVID-19 Vaccination in Health Workers in the COVID-19 Isolation Room

R Lia Kusumawati^{1,2*}, Mirzan Hasibuan², Jelita Siregar³

¹[Department of Microbiology, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia]

²[Universitas Sumatera Utara Hospital, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia]

³[Department of Clinical Pathology, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia]

Abstract. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) is a type of virus that causes COVID-19 and is a global health problem that has a significant impact on the health of people around the world, including Indonesia. Health workers (nakes) as the frontline have a higher risk of exposure, especially health workers who work in the COVID-19 isolation room in hospitals. Health workers are the main priority for COVID-19 vaccine recipients, but post-vaccine infection does not rule out the possibility of COVID-19 infection due to health workers as health service providers who interact with other health workers or patients, or in patients who are not on transmission-based alert. Detection of SARS-CoV-2 should continue to be investigated and further action to reduce the risk of infection to health workers. This community service activity was carried out to help facilitate health workers during the post-vaccination SARS-CoV-2 examination (I, II and booster III). Of the 73 health workers, nurses are the health workers who mostly work in the COVID-19 isolation room 56 (77%), doctors 11 (15%), midwives 4 (5%) and laboratory assistants 2 (3%). Based on the results of the COVID-19 examination using the RT-PCR method from the nasopharyngeal swab sample, it showed that there were 19 health workers who were infected with COVID-19 before vaccination, namely 1 (1.3%) doctors and 18 (24.6%) nurses. The decrease in infection with health workers decreased after health workers received the first vaccination, where only 1 (1.3%) doctors and 2 (2.7%) nurses were reinfected, the increase in the number of health workers infected with SARS-CoV-2 after vaccination II was 3 (4.1%) doctors, 12 (16.4%) and 2 (2.7%) midwives. The results of the detection of SARS-CoV-2 in 73 health workers who had been vaccinated with booster III (moderna) did not find any SARS-CoV-2 infection, indicating that vaccine III increases self-protection against SARS-CoV-2 infection.

Keyword: SARS-CoV-2, Vaccination, COVID-19, Health workers

Abstrak. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) adalah jenis virus penyebab COVID-19 dan merupakan masalah kesehatan global yang berdampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Tenaga kesehatan (nakes) sebagai garda terdepan memiliki risiko paparan yang lebih tinggi, terutama tenaga kesehatan yang bekerja di ruang isolasi COVID-19 di rumah sakit. Tenaga kesehatan merupakan prioritas utama penerima vaksin COVID-19, namun pasca infeksi vaksin tidak menutup kemungkinan terjadinya infeksi COVID-19 karena tenaga kesehatan sebagai pemberi pelayanan kesehatan yang berinteraksi dengan tenaga kesehatan lain atau pasien, atau pada pasien yang tidak dalam kewaspadaan berbasis transmisi. Deteksi SARS-CoV-2 harus terus diselidiki dan tindakan lebih lanjut untuk mengurangi risiko infeksi

*Corresponding author at: Department of Microbiology, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

E-mail address: r.lia@usu.ac.id

kepada petugas kesehatan. Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan untuk membantu memfasilitasi petugas kesehatan selama pemeriksaan pasca vaksinasi SARS-CoV-2 (I, II dan booster III). Dari 73 tenaga kesehatan tersebut, perawat merupakan tenaga kesehatan yang paling banyak bekerja di ruang isolasi COVID-19 56 (77%), dokter 11 (15%), bidan 4 (5%) dan laboran 2 (3%). Berdasarkan hasil pemeriksaan COVID-19 dengan metode RT-PCR dari sampel swab nasofaring menunjukkan bahwa terdapat 19 tenaga kesehatan yang terinfeksi COVID-19 sebelum vaksinasi, yaitu 1 (1,3%) dokter dan 18 (24,6%) perawat. Penurunan infeksi pada petugas kesehatan menurun setelah petugas kesehatan mendapatkan vaksinasi pertama, dimana hanya 1 (1,3%) dokter dan 2 (2,7%) perawat yang terinfeksi kembali, peningkatan jumlah petugas kesehatan yang terinfeksi SARS-CoV-2 setelah vaksinasi II adalah 3 (4,1%) dokter, 12 (16,4%) dan 2 (2,7%) bidan. Hasil deteksi SARS-CoV-2 pada 73 tenaga kesehatan yang telah divaksinasi dengan booster III (moderna) tidak ditemukan adanya infeksi SARS-CoV-2, hal ini menunjukkan bahwa vaksin III meningkatkan perlindungan diri terhadap SARS-CoV-2 infeksi.

Kata Kunci: SARS-CoV-2, Vaksinasi; COVID-19, Tenaga Kesehatan (Nakes)

Received 23 November 2022 | Revised 26 November 2022 | Accepted 26 June 2023

1. Pendahuluan

Penyakit Coronavirus jenis baru yang ditemukan di Kota Wuhan, China pada 31 Desember tahun 2019 yang menyebabkan kasus pneumonia yang tidak diketahui penyebabnya. Pada 12 Januari 2020 diumumkan bahwa virus corona baru diidentifikasi sebagai penyebab penyakit yang terdeteksi yaitu virus SARS-CoV-2. Pada 30 Januari 2020, Komite Darurat WHO sepakat bahwa wabah tersebut memenuhi kriteria Darurat Kesehatan Masyarakat yang Menjadi Perhatian Internasional dan pada 11 Maret 2020, WHO menyatakan COVID-19 sebagai pandemi [1].

Peningkatan jumlah kasus COVID-19 berlangsung cepat dan terjadi penyebaran antar Negara yang menimbulkan kerusakan besar pada kesehatan masyarakat, stabilitas ekonomi dan sosial, menunda kehidupan secara global pada tahun 2020 dan mungkin setahun lebih. Indonesia menanggung beban pandemi yang berat, termasuk prevalensi kasus dan tingkat kematian tertinggi di seluruh Asia Tenggara [2]. Sejak teridentifikasinya coronavirus 2 (SARS-CoV-2) sebagai penyebab penyakit Coronavirus Disease 19 (COVID-19), beberapa upaya telah dilakukan untuk mencegah infeksi dan penyakit. Satu harapan tetap ada dalam upaya universal yang inovatif untuk mencari vaksin melawan virus penyebab SARS-CoV-2, yang sejauh ini telah menunjukkan keberhasilan yang tak tertandingi dalam pengembangan vaksin manusia. Vaksin untuk mencegah infeksi SARS-CoV-2 dianggap sebagai pendekatan yang paling menjanjikan untuk mengendalikan pandemic global [3].

Petugas kesehatan berada pada peningkatan risiko paparan sindrom pernapasan akut *coronavirus-2* (SARS-CoV-2) dibandingkan dengan populasi umum. Oleh karena itu, vaksin COVID-19 diprioritaskan kepada tenaga kesehatan dalam kampanye nasional vaksinasi COVID-19 di Indonesia. Namun, sementara jumlah harian kasus COVID-19 baru tetap tinggi, dan data mengenai kemanjuran vaksin di fasilitas layanan kesehatan tetap tidak tersedia, petugas kesehatan yang divaksinasi tetap berisiko terinfeksi COVID-19 dan penularan lebih lanjut.

Tenaga kesehatan dengan gejala COVID-19 harus diprioritaskan untuk pengujian SARS-CoV-2. Tenaga kesehatan yang dicurigai mengidap COVID-19 dan mengesampingkannya, keputusan untuk kembali bekerja harus didasarkan pada diagnosis lain yang dicurigai atau dikonfirmasi. Contoh baru infeksi SARS-CoV-2 pada penyedia layanan kesehatan yang berinteraksi dengan petugas kesehatan lain atau pasien, atau pada pasien yang tidak berada dalam kewaspadaan berbasis transmisi, menempatkan orang lain pada risiko penularan terkait rumah sakit. Deteksi satu infeksi COVID-19 harus segera dilakukan penyelidikan dan tindakan lebih lanjut untuk mengurangi risiko terhadap tenaga kesehatan maupun dan pasien lain [4].

Untuk itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan untuk membantu melakukan deteksi SARS-CoV-2 pada tenaga kesehatan yang bertugas secara rutin pada ruang isolasi COVID-19 di RS USU dan telah divaksinasi COVID-19 baik vaksin 1, 2 dan booster 3 sekaligus sebagai gambaran efektivitas vaksin. Tenaga kesehatan

Selain itu, deteksi secara berkakala sebagai upaya proteksi diri nakes dan mencegah penularan terhadap keluarga nakes yang belum mendapat fasilitas laboratorium penunjang COVID-19. Diagnosis laboratorium sebagai *gold standard* yang direkomendasikan oleh WHO untuk COVID-19 adalah dengan pemeriksaan swab *nasopharing/oropharing* menggunakan metode *Real Time-Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR).

2. Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan deteksi SARS-CoV-2 dimulai dengan menentukan kriteria sampel yaitu tenaga kesehatan yang bertugas rutin pada ruang isolasi COVID-19 dan telah divaksin I, II dan booster III. Sebelum dilakukan pengambilan sampel swab, terlebih dahulu dilakukan pengisian form surveilans.

2.1 Pengambilan Sampel Swab

Pengambilan sampel swab dilakukan pada tempat swab yang telah tersedia di Rumah Sakit Universitas Sumatera Utara dengan memperhatikan *universal precaution* atau kewaspadaan universal untuk mencegah terjadinya penularan COVID-19 dari sampel ke petugas swab maupun lingkungan sekitar. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat pelindung diri (APD) level III. Sampel yang diambil berupa spesimen saluran pernapasan yaitu swab nasofaring/orofaring dan kemudian dimasukkan ke dalam media virus transport media (VTM).

2.2 Deteksi SARS-CoV-2 dengan Metode RT-PCR

Sampel VTM dilanjutkan ke tahapan ekstraksi dengan menggunakan mesin ekstraksi otomatis untuk mendapatkan RNA, RNA yang telah murni dilanjutkan ke tahapan amplifikasi menggunakan kit PCR spesifik untuk mendeteksi SARS-CoV-2. Kit PCR secara multiplex dapat mendeteksi 3 gen yaitu gen N, gen E dan ORF1ab dengan suhu termocycling yang telah ditentukan pada informasi manual kit PCR [5].

2.3 Penyajian Data

Data diperoleh dari hasil penelitian adalah riwayat nakes terkonfirmasi COVID-19, riwayat vaksinasi dan hasil deteksi SARS-CoV-2 pasca vaksinasi COVID-19. Berdasarkan data tersebut maka data disajikan dalam bentuk tabulasi dan analisis secara deskriptif.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan melibatkan oleh 73 tenaga kesehatan yang bertugas pada ruang isolasi COVID-19 RS USU dan telah divaksinasi. Adapun tenaga kesehatan meliputi dokter sebanyak 11 orang (15%), perawat 56 (77%), bidan 4 (5%) dan laboran 2 (3%). Sejak dimulai program vaksinasi, dimana sasaran utama adalah tenaga kesehatan sebagai garda depan untuk melindungi nakes dari infeksi SARS-CoV-2. Kegiatan pengabdian ini dilakukan untuk mendeteksi SARS-CoV-2 pada swab nasofaring tenaga kesehatan (nakes) yang telah divaksinasi baik vaksin I, II dan III. Kegiatan ini memiliki peran penting untuk meningkatkan deteksi asimtomatik infeksi SARS-CoV-2 setelah vaksinasi. Selain sebagai proteksi diri atau pemeriksaan berkala, deteksi ini juga memberikan informasi gambaran efektivitas vaksin terhadap nakes yang memiliki paparan resiko tinggi untuk terinfeksi karena kontak setiap hari pada pasien terkonfirmasi COVID-19 dengan durasi 30 menit hingga 5 jam dalam sehari. Riwayat nakes terkonfirmasi COVID-19 sebelum dan sesudah divaksinasi dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Riwayat Infeksi COVID-19 dan Hasil Deteksi SARS-CoV-2 pada Tenaga Kesehatan

Profesi	n (%)	Riwayat Terkonfirmasi COVID-19 dan Hasil Deteksi SARS-CoV-2 Jumlah (%)							
		Sebelum Vaksin		Setelah Vaksin I		Setelah Vaksin II		Setelah Vaksin III	
		Positif	Negatif	Positif	Negatif	Positif	Negatif	Positif	Negatif
Dokter	11 (15)	1 (1.3)	10 (13.7)	1 (1.3)	10 (13.7)	3 (4.1)	8 (10.9)	0 (0)	11 (15)
Perawat	56 (77)	18 (24.6)	38 (52.0)	2 (2.7)	54 (74.0)	12 (16.4)	44 (60.2)	0 (0)	56 (77)
Bidan	4 (5)	0 (0)	4 (5)	0 (0)	4 (5)	2 (2.7)	2 (2.7)	0 (0)	4 (5)
Laboran	2 (3)	0 (0)	2 (3)	0 (0)	2 (3)	0 (0)	2 (3)	0 (0)	2 (3)

Sejak awal munculnya COVID-19 di Indonesia berkisar bulan Maret 2020 hingga diumumkan sebagai pandemi global dan belum ada program vaksinasi tahun 2020. Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat 1 (1.3%) dokter dan 18 (24.6%) perawat terkonfirmasi COVID-19 dari hasil pemeriksaan RT-PCR. Infeksi ini cukup tinggi dikarenakan nakes tersebut kontak erat dengan pasien terkonfirmasi COVID-19. Penurunan infeksi terhadap nakes menurun setelah nakes mendapatkan vaksinasi pertama (sinovac), dimana hanya ada 1 (1.3%) dokter dan 2 (2.7%) perawat yang infeksi ulang. Jika dilihat dari kasus positif sebelum vaksinasi, maka vaksin I cukup memberikan perlindungan bagi nakes. Namun terjadi peningkatan jumlah nakes yang terinfeksi SARS-CoV-2 pasca vaksinasi II (sinovac) yaitu 3 (4.1%) dokter, 12 (16.4%) dan 2 (2.7%) bidan. Hal ini berkaitan dengan munculnya mutasi varian baru, dikutip dari jurnal The Lancet Infectious

Diseases [6]. menunjukkan bahwa mutasi strain coronavirus 2 (SARS-CoV-2) sindrom pernafasan akut yang parah dengan substitusi pada posisi 501 mungkin telah beredar tanpa diketahui bahkan sebelum akhir September 2020, ketika kemunculan strain B.1.1.7 varian baru menyebar dengan cepat di Inggris [7]. Pada 14 Desember 2020, pihak berwenang Inggris melaporkan kepada Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) bahwa varian baru SARS-CoV-2, agen penyebab pandemi penyakit coronavirus 2019 (COVID-19) yang sedang berlangsung, diidentifikasi melalui sekuensing genom virus.

Kemunculan varian baru SARS-CoV-2 ini mengancam untuk membalikkan kemajuan signifikan yang dibuat sejauh ini dalam menghentikan penyebaran SARS-CoV-2, terlepas dari kecepatan pengembangan vaksin yang luar biasa terhadap COVID-19 dan upaya vaksinasi massal yang berkelanjutan di seluruh dunia. Saat ini terdapat 4 jenis virus corona yang diketahui menyebabkan penyakit pada manusia yaitu Alpha (B.1.1.7) varian kekhawatiran pertama yang dijelaskan di Inggris Raya (UK) pada akhir Desember 2020, Beta (B.1.351) pertama kali dilaporkan di Afrika Selatan pada Desember 2020, Gamma (P.1) pertama kali dilaporkan di Brasil pada awal Januari 2021 dan Delta (B.1.617.2) pertama kali dilaporkan di India pada Desember 2020. Penyedilkan epidemiologis oleh WHO 22 Juni 2021, melaporkan bahwa varian Alpha (B.1.1.7) telah menyebar ke 170 negara, Beta (B.1.351) varian telah dilaporkan di 119 negara, varian Gamma (P.1) telah terdeteksi di 71 negara dan varian Delta (B.1.617.2) telah menyebar ke 85 negara di seluruh dunia [8].

Hasil deteksi SARS-CoV-2 pada 73 nakes pasca vaksinasi booster 3 (bulan Agustus-September) tidak ditemukan adanya infeksi berulang. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian vaksinasi ketiga pada nakes meningkatkan perlindungan diri terhadap infeksi SARS-CoV-2. Infeksi simptomatik terjadi pada sebagian kecil petugas kesehatan setelah vaksinasi COVID. Vaksinasi tidak hanya melindungi mereka dari infeksi tetapi juga menghindari gejala berat saat terinfeksi COVID-19 [9]. Vaksin anti-SARS-CoV-2 dilacak dengan cepat untuk mengurangi kematian lebih lanjut. Karena upaya dan komitmen terpadu oleh komunitas ilmiah, tersedia vaksin seperti, PfizerBioNTech (BNT162b2), Moderna (mRNA1273), Sputnik V Rusia, Sinovac China (tidak aktif), vaksin AstraZeneca-University of Oxford dan Johnson and Johnson. Namun, munculnya galur mutan baru menimbulkan rintangan besar lainnya terhadap efektivitas vaksin [7].

Jika dilihat dari tindakan yang medis yang dilakukan oleh tenaga kesehatan terhadap pasien terkonfirmasi COVID-19 di ruang isolasi, pada penelitian ini dikategorikan berdasarkan jenis ruang isolasi yang tersedia di Rumah Sakit USU yaitu ruang isolasi skrining, ruang isolasi gejala sedang dan ruang isolasi gejala berat/kritis. Adapun jenis tindakan dan durasi nakes berinteraksi dengan pasien COVID-19 dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Jenis Tindakan Tenaga Kesehatan dan Durasi pada Ruang Isolasi COVID-19

Jenis Tindakan pada Ruang Isolasi COVID-19	Peran Klinis Tenaga Kesehatan					
	Ruang Isolasi Skrining		Ruang Isolasi Gejala Sedang		Ruang Isolasi Gejala Kritis	
	Rutin	Durasi	Rutin	Durasi	Rutin	Durasi
Aerosol :						
1. Inkubasi trakea	Tidak		Ya		Ya	
2. Pengobatan nebulizer	Ya		Ya		Ya	
3. Suctioning terbuka	Ya		Ya		Ya	
4. Aspirasi	Tidak		Tidak		Ya	
5. Penampungan sputum	Tidak		Ya		Ya	
6. Trakeostomi	Tidak	30 Menit	Tidak	3 Jam	Ya	>3 Jam
7. Bronkoskopi	Tidak		Tidak		Ya	
8. Resusitasi jantung paru (RJP)	Tidak		Ya		Ya	
Non-aerosol :						
1. Pemasangan infus	Ya		Ya		Ya	
2. Pemasangan kateter	Ya		Ya		Ya	
3. Pengambilan darah	Ya		Ya		Ya	
4. Penyuntikan obat	Ya		Ya		Ya	

Tabel 2 menunjukkan bahwa tenaga kesehatan yang bertugas pada ruang isolasi gejala kritis memiliki durasi yang lebih lama (>3 jam) dalam memberikan tindakan pelayanan medis yang bersifat aerorol dan non-aerosol jika dibandingkan dengan ruang isolasi skrining dan berat. Penularan droplet terjadi melalui semprotan langsung droplet besar ke konjungtiva atau selaput lendir dari pasien yang terinfeksi ketika bersin, berbicara, atau batuk [3]. Selain itu, petugas kesehatan tanpa disadari terpapar agen infeksi melalui kontak orang ke orang melalui tetesan pernapasan atau aerosol dan penanganan langsung sekresi menular (misalnya, dahak, serum, darah, tinja, dll.) dari pasien COVID-19.

Ong dkk. (2020) telah mempelajari sumber-sumber COVID-19 yang dapat menularkan infeksi selama terlibat dalam pelayanan Kesehatan [10]. Hasil yang diperoleh dari penelitian mereka menunjukkan bahwa sampel yang dikumpulkan dari alat pelindung diri (APD) yang dikenakan oleh staf rumah sakit (dokter yang keluar dari kamar pasien) negatif COVID-19. Namun, sampel dari kipas pembuangan saluran udara di kamar pasien kecuali koridor dan ruang depan telah dilaporkan positif COVID-19, menunjukkan bahwa penularan melalui udara masuk akal.

Sean dkk. (2020) menguatkan bahwa swab yang diambil dari saluran pembuangan udara di kamar rumah sakit pasien gejala COVID-19 di Singapura dinyatakan positif, menunjukkan bahwa aerosol kecil yang mengandung virus telah dipindahkan oleh aliran udara dan disimpan pada peralatan seperti ventilasi [5]. Namun, tidak ada bukti konklusif tentang bagaimana itu terkontaminasi, dan diperkirakan bahwa partikel aerosol mungkin telah disimpan di ventilasi. Pada tanggal 3 Februari 2020, di Mongolia Dalam China, telah terjadi kasus COVID-19 yang dilaporkan positif ketika seseorang melewati pintu pasien yang bergejala beberapa kali, memberikan bukti adanya penularan melalui udara.

4. Kesimpulan

Hasil deteksi SARS-CoV-2 pada 73 tenaga kesehatan yang telah divaksinasi booster III (moderna) tidak ditemukan adanya infeksi SARS-CoV-2 berdasarkan hasil pemeriksaan RT-PCR, menunjukkan bahwa vaksin booster III meningkatkan perlindungan diri terhadap infeksi SARS-CoV-2.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sumatera Utara yang telah memberiksan dana kegiatan dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat Berbasis Penelitian Tahun Reguler Tahun Anggaran 2021 Nomor: 187/UN5.2.3.2.1/PPM/2021 Tanggal 07 Juni 2021. Ucapan terima kasih kepada Direktur Rumah Sakit Universitas Sumatera Utara sebagai Mitra Pengabdian kepada Masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization (WHO) 2020. Modes of Transmission of Virus Causing COVID-19: Implications for IPC Precaution Recommendations: Scientific Brief, (diakses pada 27 March 2021).
- [2] Ophinni Y, Hasibuan AS, Widhani A, Maria S, Koesnoe S, Yuniastuti E, Karjadi TH, Rengganis I, Djauzi S. 2020. COVID-19 Vaccines: Current Status and Implication for Use in Indonesia. *Acta Medica Indonesiana*, vol. 52, no. 4, pp. 388-412. 2020.
- [3] World Health Organization. Draft landscape of COVID-19 candidate vaccines. <https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines> (diakses October 20, 2021).
- [4] Kemp S.A, Datir R.P, Collier D.A, "Recurrent emergence and transmission of a SARS-CoV-2 Spike deletion Δ H69/ Δ V70", *BioRxiv*, vol. 12, no 14. 2020
- [5] Sean W.X.O., Yian K.T., Po Y.C., Tau H.L., Oon T.N., Michelle S.Y.W., Kalisvar M, "Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient", *Jama*, vol 323, pp. 1610–1612. 2020.
- [6] Wang J., Du G, "COVID-19 may transmit through aerosol", *Ir. J. Med. Sci*, vol. 189, pp. 1143–1144. 2020.
- [7] Alm E., Broberg E.K., Connor T, "Geographical and temporal distribution of SARS-CoV-2 clades in the WHO European region, January to June", *Euro Surveill*, vol. 25, no. 32, pp. 1-8. 2020.
- [8] Aleem A, Samad ABK, Slenker AK, "Emerging Variants of SARS-CoV-2 And Novel Therapeutics Against Coronavirus (COVID-19)", *StatPearls*. 2022.

-
- [9] Vaishya R, Sibal A, Malani A, Kar S, Prasad K, Kiran SV, Reddy S, Kamineni S, Reddy S, Reddy P, Reddy PC, "Symptomatic post-vaccination SARS-CoV-2 infections in healthcare workers: A multicenter cohort study. *Diabetes & Metabolic Syndrome*", *Clinical Research & Reviews*, vol. 15, pp.102306. 2021.
- [10] Ong S.W.X., Tan Y.K., Chia P.Y., Lee T.H., Ng O.T., Wong M.S.Y., Marimuthu K, "Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient", *Jama*, vol. 323, pp. 1610-1612. 2020.