



An Overview of Serologic Test Results in Covid-19 Patients

Gambaran Hasil Pemeriksaan Serologi pada Pasien Covid-19

Suryanata Kesuma*

Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Kalimantan Timur, Indonesia

ABSTRACT

Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) is an infectious disease caused by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2). SARS-CoV-2 protein and antibody/serology assays can be used for sero-surveillance studies and analyze the epidemiology and virology of SARS-CoV-2. This study aims to review the results of serological tests in Covid-19 patients with the parameters of IgM and IgG antibodies, C-Reactive Protein, procalcitonin, and serum ferritin through literacy studies. This research is descriptive. The study was conducted by collecting and reviewing data on the results of serological examinations in Covid-19 patients contained in articles and journals. After collecting data, 10 journals were obtained that matched the inclusion criteria set by the researcher. The conclusion of this study was that there was an increase in c-reactive protein and procalcitonin levels in Covid-19 patients, serum ferritin levels were also found to tend to increase. IgM antibodies were found to increase earlier than IgG antibodies, but their levels decreased more quickly. An increase in IgG antibodies occurs around the second week after the onset of symptoms.

Keywords: Covid-19, C-Reactive Protein, Ferritin, Procalcitonin, SARS-CoV-2

ABSTRAK

Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Pemeriksaan protein dan antibodi/ serologi SARS-CoV-2 dapat digunakan untuk studi sero surveilans dan menganalisis epidemiologi dan virologi SARS-CoV-2. Penelitian ini bertujuan untuk mereview hasil pemeriksaan serologi pada pasien Covid-19 dengan parameter pemeriksaan antibodi IgM dan IgG, C-Reactive Protein, prokalsitonin, dan serum ferritin melalui studi literasi. Penelitian ini bersifat deskriptif. Penelitian ini mengumpulkan dan mengkaji data hasil pemeriksaan serologi pada pasien Covid-19 yang terdapat pada artikel maupun jurnal. Setelah dilakukan pengumpulan data didapatkan 10 jurnal yang sesuai dengan kriteria inklusi yang telah ditetapkan peneliti. Kesimpulan penelitian ini yaitu terjadi peningkatan kadar c-reactive protein dan prokalsitonin pada pasien Covid-19, kadar ferritin serum juga ditemukan cenderung mengalami peningkatan. Antibodi IgM ditemukan lebih dulu mengalami peningkatan dibandingkan dengan antibodi IgG, namun kadarnya lebih cepat mengalami penurunan. Peningkatan antibodi IgG terjadi sekitar minggu kedua setelah timbulnya gejala.

Kata Kunci: Covid-19, C-Reactive Protein, Ferritin, Prokalsitonin, SARS-CoV-2

OPEN ACCESS

ISSN 2580-7730 (online)

Edited by:

Andika Aliviameita

***Correspondence:**

Suryanata Kesuma

suryanatakesuma@gmail.com

Received: 17 Mei 2023

Accepted: 18 Juni 2024

Published: 31 Juli 2024

Citation:

Kesuma S (2024)

An Overview: Covid-19 patient

serological results

Medicra (Journal of Medical

Laboratory Science/Technology).

7:1.

doi: 10.21070/medicra.v7i1.1682

PENDAHULUAN

Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh Virus *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2). SARS-CoV-2 merupakan *coronavirus* jenis baru yang belum pernah diidentifikasi sebelumnya pada manusia. Virus ini muncul pertama kali di kota Wuhan, Hubei, China pada akhir tahun 2019 yang menyebabkan kasus pneumonia. etiologinya [Susilo et al., \(2020\)](#).

Diagnosis Covid-19 dilakukan dengan pemeriksaan molekuler, metode yang dianjurkan adalah metode deteksi molekuler/ NAAT (*Nucleic Acid Amplification Test*) seperti pemeriksaan RT-PCR (WHO, 2020). Selain pemeriksaan molekuler, klinis pasien, dan riwayat kontak atau terpapar dengan orang yang terkonfirmasi positif Covid-19 juga perlu diperhatikan [Kemenkes RI, \(2020\)](#).

Pemeriksaan imunoserologi berperan dalam mengidentifikasi terbentuknya antibodi sebagai respon terhadap masuknya antigen, dan untuk mengetahui kadar antibodi dalam serum yang melibatkan antigen yang tidak larut (Elfidasari dan Puspitasari, 2013). Pemeriksaan antibodi/ serologi SARS-CoV-2 bertujuan untuk mendeteksi antibodi yang diproduksi oleh tubuh manusia sebagai respons terhadap infeksi alamiah oleh SARS-CoV-2 dan terhadap vaksinasi, sehingga hasil pemeriksaan serologi pada pasien Covid-19 dapat digunakan untuk studi sero surveilans dan menganalisis epidemiologi dan virologi SARS-CoV-2 [Isnaeni, \(2020\)](#).

Saat pasien dalam tahap pemulihan genom virus tidak lagi terdeteksi, maka untuk menilai status kekebalan dan terkait kemampuan untuk melawan infeksi akan didasarkan pada hasil pemeriksaan antibodi [Jacofsky et al., \(2020\)](#). Karena SARS-CoV-2 adalah patogen baru, maka pemahaman mengenai respons antibodi yang ditimbulkannya masih terus dipelajari dan oleh karena itu tes deteksi antibodi harus digunakan dengan hati-hati, dan tidak dapat digunakan untuk menentukan infeksi akut.

Pada kasus Covid-19 dengan penanda klinis berat, ditemukan peningkatan pada penanda infeksi seperti prokalsitonin, ferritin dan *C-reactive protein* (CRP) [Qin et al., \(2020\)](#). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [Sahu et al., \(2020\)](#) pasien yang meninggal akibat Covid-19 memiliki konsentrasi *C-Reactive Protein* (CRP) yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan pasien yang selamat, sehingga CRP dinilai dapat menjadi biomarker yang menjanjikan untuk menilai kematian akibat penyakit. CRP juga dinilai dapat berfungsi sebagai prediktor kuat pasien yang membutuhkan dukungan ventilator mekanis akibat kegagalan pernapasan [Herold et al., \(2020\)](#); [Sahu et al., \(2020\)](#).

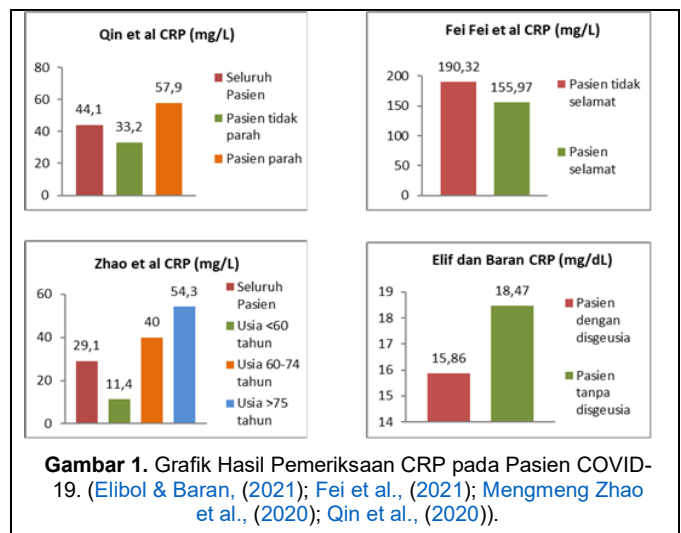
Penelitian yang dilakukan oleh [Hu et al., \(2020\)](#) menunjukkan adanya peningkatan kadar prokalsitonin serum seiring dengan semakin memburuknya penyakit, sehingga prokalsitonin dapat digunakan sebagai indikator tingkat keparahan pasien Covid-19. Selain itu, pengukuran prokalsitonin secara serial mungkin berguna dalam memprediksi prognosis pasien Covid-19 [Hu et al., \(2020\)](#) Selain *C-reactive protein* dan prokalsitonin, serum ferritin juga dapat digunakan sebagai biomarker prognostik dan

stratifikasi [Kappert et al., \(2020\)](#). Ferritin merupakan mediator utama dari gangguan sistem imun, terutama pada hiperferritinemia ektrim melalui penekanan sistem imun dan efek pro inflamasi yang dapat mengakibatkan badai sitokin (*cytokine storm*). Oleh karena itu, apabila penderita terinfeksi SARS-CoV-2 dan disertai sindrom badai sitokin, maka akan mempengaruhi tingkat keparahan dari Covid-19 [Vargas-Vargas & Cortés-Rojo, \(2020\)](#). Tujuan penelitian ini yaitu mereview hasil pemeriksaan serologi pasien Covid-19 parameter *C-Reactive Protein* (CRP), Ferritin, Prokalsitonin, Antibodi IgG dan IgM SARS-COV-2.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif, Penelitian ini mengumpulkan dan mengkaji data hasil pemeriksaan serologi pada pasien Covid-19 dengan parameter pemeriksaan antibodi IgM dan IgG, *C-reactive protein*, prokalsitonin, dan serum ferritin yang terdapat pada artikel maupun jurnal. Penelusuran artikel/ jurnal dilakukan secara online. Kriteria jurnal yang dijadikan data adalah jurnal teratas yang dicari menggunakan *searching engine google*. Setelah dilakukan pengumpulan data didapatkan 10 jurnal yang sesuai dengan kriteria inklusi yang telah ditetapkan peneliti yaitu terindeks scopus.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Berdasarkan hasil penelitian mengenai data gambaran hasil pemeriksaan imunoserologi pada pasien Covid-19 yang diambil dari artikel maupun jurnal dapat diketahui bahwa karakteristik pasien yang terbanyak berada pada rentang usia 48-61 tahun dengan dominasi pasien berjenis kelamin laki-laki. Berdasarkan Gambar 1 pada penelitian yang dilakukan oleh [Qin et al., \(2020\)](#) dengan

membandingkan hasil pemeriksaan CRP pada pasien Covid-19 dengan kondisi klinis yang parah dan tidak parah, ditemukan peningkatan kadar CRP yang cukup signifikan pada pasien dengan kondisi klinis yang parah dengan rata-rata kadar CRP 57,9 mg/L.

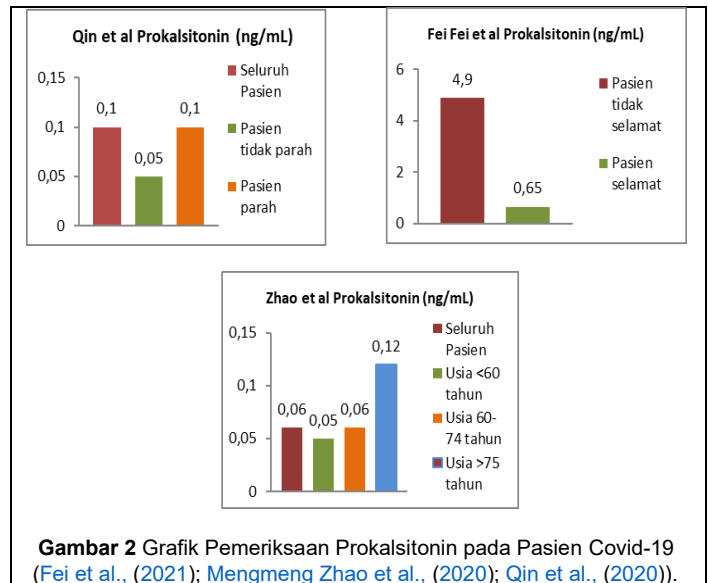
Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh [Fei et al., \(2021\)](#), ditemukan hasil pemeriksaan CRP pada pasien Covid-19 yang meninggal mengalami peningkatan dengan rata-rata 190,32 mg/L. Sedangkan rata-rata kadar CRP pada pasien Covid-19 yang selamat adalah 155,97 mg/L. Pada Gambar 1 pada penelitian yang dilakukan oleh [Mengmeng Zhao et al., \(2020\)](#), pasien digolongkan menjadi 3 kategori yaitu pasien dengan rentang usia <60 tahun, pasien usia 60-74 tahun, dan pasien usia >75 tahun. Ditemukan terjadi peningkatan kadar CRP seiring dengan peningkatan usia, yaitu rata-rata kadar CRP tertinggi ditemukan pada pasien dengan kategori usia >75 tahun dengan kadar CRP 54,3 mg/L.

Berdasarkan Gambar 1 pada penelitian yang dilakukan oleh [Elibol & Baran, \(2021\)](#) kadar CRP juga ditemukan meningkat pada pasien tanpa gejala disgeusia dengan rata-rata CRP 18,47 mg/dL sedangkan pada pasien Covid-19 dengan gejala disgeusia didapatkan rata-rata kadar CRP 15,86 mg/dL. Kadar CRP yang meningkat menunjukkan adanya proses inflamasi selama terinfeksi Covid-19.

Pada penderita Covid-19 peningkatan CRP berkorelasi dengan terjadinya kerusakan di paru, sehingga CRP dapat digunakan sebagai indikator penting untuk memprediksi keparahan dan mortalitas pada penderita Covid-19 yang di rawat di rumah sakit [Mus et al., \(2021\)](#). Adanya kerusakan ginjal akut dan tingkat cedera jantung juga telah dikaitkan langsung dengan konsentrasi CRP. Sistem kekebalan tubuh diduga merespons lebih kuat dengan memproduksi berbagai molekul kekebalan, dan salah satunya dengan produksi CRP untuk pembersihan infeksi virus. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingginya kadar CRP serum yaitu usia, jenis kelamin, perokok aktif, berat badan, kadar lipid, tekanan darah, hingga kerusakan hati [Sahu et al., \(2020\)](#).

Berdasarkan Gambar 2 pada penelitian yang dilakukan oleh [Qin et al., \(2020\)](#), ditemukan rata-rata kadar prokalsitonin lebih tinggi pada pasien Covid-19 yang parah yaitu 0,1 ng/mL. Sedangkan pada pasien Covid-19 dengan kondisi klinis yang tidak parah, didapatkan kadar prokalsitonin berada pada rentang nilai normal.

Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh [Fei et al., \(2021\)](#), pada pasien Covid-19 yang meninggal dan pasien Covid-19 yang selamat, didapatkan kadar prokalsitonin pada pasien yang meninggal mengalami peningkatan dengan rata-rata prokalsitonin 4,9 ng/mL.



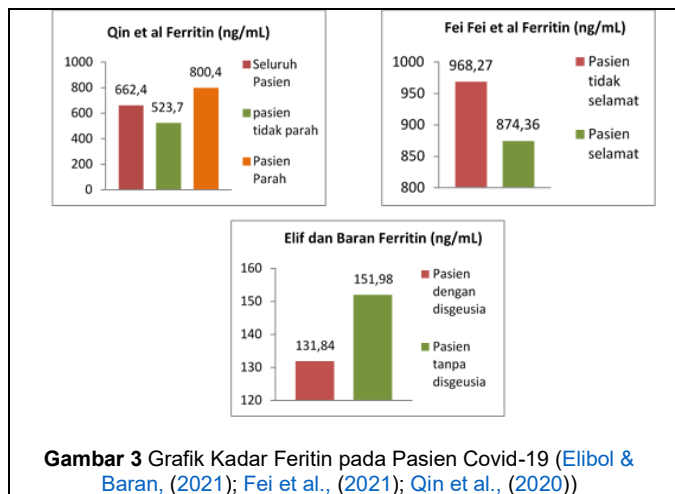
Berdasarkan Gambar 2 pada penelitian yang dilakukan oleh [Mengmeng Zhao et al., \(2020\)](#) juga ditemukan adanya peningkatan kadar prokalsitonin seiring dengan peningkatan usia. Didapatkan kadar prokalsitonin tertinggi yaitu pada pasien dengan kategori usia >75 tahun dengan rata-rata kadar prokalsitonin 0,12 ng/mL.

Pada pasien kritis dapat terjadi peningkatan kadar prokalsitonin hingga delapan kali lipat dari kadar normal yaitu <0,05 ng/ml dan kadar prokalsitonin akan menurun selama pasien dalam proses pemulihan ([Hu et al., 2020](#)). Pasien rawat inap dengan kadar prokalsitonin yang tinggi memiliki resiko perburukan yang lebih parah hingga resiko kematian yang tinggi. Pemeriksaan prokalsitonin secara teratur dapat berfungsi sebagai penanda infeksi bakteri sekunder yang sering ditemukan pada pasien yang tidak selamat. Temuan ini dapat memberikan panduan untuk meningkatkan prognosis pasien dengan Covid-19 yang parah [Liu et al., \(2020\)](#).

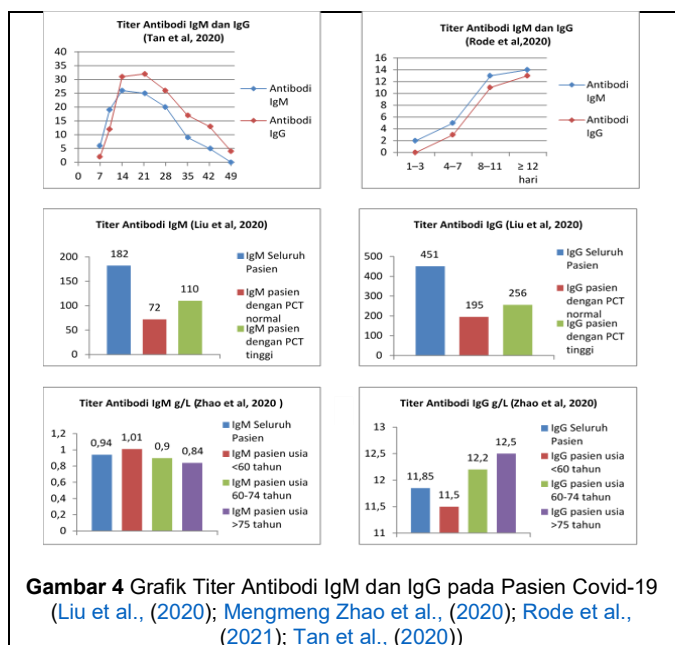
Berdasarkan Gambar 3 pada penelitian yang dilakukan oleh [Qin et al., \(2020\)](#), ditemukan adanya peningkatan kadar ferritin serum pada pasien Covid-19. Kadarnya diketahui lebih tinggi pada pasien dengan gejala klinis yang parah dengan rata-rata ferritin serum mencapai 800,4 ng/mL, dan pada pasien dengan gejala klinis yang tidak parah mengalami peningkatan ferritin serum dengan rata-rata 523,7 ng/mL.

Berdasarkan Gambar 3 pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh [Fei et al., \(2021\)](#), pada pasien Covid-19 yang meninggal ditemukan peningkatan kadar ferritin serum mencapai 968,27 ng/mL. Sedangkan pada pasien Covid-19 yang selamat ditemukan peningkatan ferritin serum dengan rata-rata 874,36 ng/mL. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh [Elibol & Baran, \(2021\)](#), didapatkan kadar ferritin serum pada pasien dengan gejala

disgeusia dan tanpa gejala disgeusia berada pada rentang nilai normal yaitu $<200\mu\text{g/dL}$.



Peningkatan kadar ferritin serum bersama dengan peningkatan CRP pada pasien Covid-19 dapat menunjukkan terjadinya perkembangan *Systemic Inflammatory Response Syndrome* (SIRS) pada pasien dengan kondisi yang buruk. Mekanisme hubungan hiperferritinemia dan keparahan penyakit pada pasien dengan Covid-19 masih belum jelas, namun kemungkinan disebabkan oleh hal-hal berikut, sitokin proinflamasi seperti interleukin- β (IL- β), *Tumor Necrosis Factor- α* (TNF- α), dan IL-6 dapat meningkatkan sintesis ferritin, kerusakan selular karena inflamasi dapat menyebabkan kebocoran ferritin intraselular sehingga menaikkan ferritin serum. Pada asidosis, lingkungan mikrovaskular dan peningkatan *reactive oxygen species* (ROS) dapat membebaskan besi dari ferritin dan membentuk radikal hidroksil yang menyebabkan kerusakan jaringan yang lebih berat sehingga menciptakan lingkaran setan inflamasi (Elibol & Baran, (2021)).



Berdasarkan Gambar 4 pada penelitian yang dilakukan oleh Qin et al., (2020), diketahui rata-rata titer antibodi IgM yang terbentuk pada pasien Covid-19 dengan kondisi klinis yang tidak parah adalah 1,02 g/L dan rata-rata titer antibodi IgG 11,85 g/L. Sedangkan pada pasien Covid-19 dengan kondisi klinis yang parah, didapatkan hasil rata-rata titer antibodi IgM dan IgG yang terbentuk lebih rendah yaitu 0,9 g/L untuk antibodi IgM dan 11,7 g/L untuk antibodi IgG.

Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Tan et al., (2020), pemeriksaan titer antibodi pada pasien Covid-19 dilakukan secara serial sebanyak 8 kali dimulai pada hari ke-7 dan berakhir pada hari ke-49. Data yang terdapat pada jurnal menunjukkan bahwa antibodi IgM muncul lebih dulu yaitu pada 7 hari pertama setelah timbulnya gejala dan kadarnya terus mengalami peningkatan hingga hari ke-14. Pada hari terakhir pemantauan, yaitu pada hari ke-49 diketahui antibodi IgM yang terbentuk menghilang. Sedangkan pada hari ke-7 pemantauan, antibodi IgG yang terbentuk masih rendah yaitu 2 g/L. Namun titernya terus mengalami peningkatan dan memuncak pada hari ke-28, kemudian diketahui mengalami penurunan hingga 4 g/L di hari ke-49.

Berdasarkan Gambar 4 pada penelitian yang dilakukan oleh Rode et al., (2021), pemeriksaan titer antibodi IgM dan IgG dilakukan secara serial dengan metode *Immunochemical Assay* (ICA). Pada pemeriksaan hari ke 1-3 diketahui antibodi IgM muncul lebih dulu dari antibodi IgG dan titernya terus meningkat. Terbentuknya antibodi IgG dimulai pada hari ke 4-7 dan titernya terus mengalami peningkatan, hingga hari terakhir pemantauan didapatkan titer antibodi IgM yang terbentuk tetap lebih tinggi dibandingkan antibodi IgG.

Berdasarkan Gambar 4 pada penelitian yang dilakukan oleh Liu et al., (2020), didapatkan rata-rata titer antibodi IgM dan IgG yang terbentuk lebih tinggi pada pasien Covid-19 dengan kadar prokalsitonin yang tinggi dibandingkan dengan pasien dengan kadar prokalsitonin normal. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Mengmeng Zhao et al., (2020) dengan membagi pasien berdasarkan kategori usia <60 tahun, usia 60-74 tahun dan usia >75 tahun didapatkan hasil rata-rata titer antibodi IgM yang terbentuk lebih tinggi pada pasien yang berusia <60 tahun dengan kadar antibodi 1,01 g/L. Sedangkan rata-rata antibodi IgG ditemukan lebih tinggi pada pasien dengan kategori usia >75 tahun dengan kadar antibodi 12,5 g/L.

Rentang lamanya antibodi SARS-CoV-2 akan bertahan dalam tubuh masih belum diketahui dengan pasti. Pada mayoritas individu (penyintas maupun pasca vaksin) akan memiliki IgG (baik terhadap protein S maupun N) yang dapat bertahan hingga beberapa bulan. Hingga saat ini pemeriksaan antibodi belum dapat digunakan untuk menilai efektivitas vaksin maupun untuk menentukan apakah seorang

individu membutuhkan vaksin, dikarenakan masih terbatasnya hasil penelitian terkait hal tersebut (Aryati, 2020)

Respon imun yang lambat terbentuk dapat disebabkan oleh imunosupresi atau *viral load* yang rendah. Peningkatan titer antibodi tidak selalu disertai dengan pembersihan virus, hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya antibodi saja tidak cukup untuk membunuh virus Rode et al., (2021). Pemeriksaan antibodi SARS-CoV-2 dapat digunakan untuk mendukung diagnosis Covid-19 atau komplikasinya.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini yaitu terjadi peningkatan kadar c-reactive protein dan prokalsitonin pada pasien Covid-19, kadar ferritin serum juga ditemukan cenderung mengalami peningkatan. Antibodi IgM ditemukan lebih dulu mengalami peningkatan dibandingkan dengan antibodi IgG, namun kadarnya lebih cepat mengalami penurunan. Peningkatan antibodi IgG terjadi sekitar minggu kedua setelah timbulnya gejala.

KONTRIBUSI PENULIS

Penulis berperan dalam pengumpulan data dan penyusunan artikel.

PENDANAAN

Dana penelitian berasal dari dana mandiri peneliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada segenap pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Elibol, E., & Baran, H. (2021). The relation between serum D-dimer, ferritin and vitamin D levels, and dysgeusia symptoms, in patients with coronavirus disease 2019. *Journal of Laryngology and Otolaryngology*, 135(1), 45–49. doi: 10.1017/S0022215120002765
- Fei, F., Smith, J. A., & Cao, L. (2021). Clinical laboratory characteristics in patients with suspected COVID-19: One single-institution experience. *Journal of Medical Virology*, 93(3), 1665–1671. doi: 10.1002/jmv.26527
- Herold, T., Jurinovic, V., Arnreich, C., Lipworth, B. J., Hellmuth, J. C., von Bergwelt-Baildon, M., Klein, M., & Weinberger, T. (2020). Elevated levels of IL-6 and CRP predict the need for mechanical ventilation in COVID-19. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 146(1), 128–136.e4. doi: 10.1016/j.jaci.2020.05.008
- Hu, R., Han, C., Pei, S., Yin, M., & Chen, X. (2020). Procalcitonin levels in COVID-19 patients. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 56(2). doi: 10.1016/j.ijantimicag.2020.106051
- Isnaeni, N. (2020). Review Perkembangan Teknik dan Pengujian Diagnosis Covid-19. July. Universitas Indonesia.
- Jacofsky, D., Jacofsky, E. M., & Jacofsky, M. (2020). Understanding Antibody Testing for COVID-19. *Journal of Arthroplasty*, 35(7), S74–S81. doi: 10.1016/j.arth.2020.04.055
- Kappert, K., Jahić, A., & Tauber, R. (2020). Assessment of serum ferritin as a biomarker in COVID-19: bystander or participant? Insights by comparison with other infectious and non-infectious diseases. In *Biomarkers* (Vol. 25, Issue 8, pp. 616–625). Taylor and Francis Ltd. doi: 10.1080/1354750X.2020.1797880
- Kemenkes RI. (2020). *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)* Revisi ke-5. Jakarta: Kemenkes RI.
- Liu, Z. M., Li, J. P., Wang, S. P., Chen, D. Y., Zeng, W., Chen, S. C., Huang, Y. H., Huang, J. L., Long, W., Li, M., Gao, R. F., Guo, L., & Wu, X. H. (2020). Association of procalcitonin levels with the progression and prognosis of hospitalized patients with COVID-19. *International Journal of Medical Sciences*, 17(16), 2468–2476. doi: 10.7150/ijms.48396
- Mengmeng Zhao, Menglong Wang, Jishou Zhang, Jian Gu, Pingan Zhang, Yao Xu, Jing Ye, Zhen Wang, di Ye, Wei Pan, Bo Shen, Hua He, Mingxiao Liu, Menglin Liu, Zhen Luo, Dan Li, Jianfang Liu, & Jun Wan. (2020). Comparison of clinical characteristics and outcomes of patients with coronavirus disease 2019 at different ages. *AGING*, 12(11), 10070–10086. doi: 10.18632/aging.103298
- Mus, R., Thasliifa, T., Abbas, M., & Sunaidi, Y. (2021). Studi Literatur: Tinjauan Pemeriksaan Laboratorium pada Pasien COVID-19. *Jurnal Kesehatan Vokasional*, 5(4), 242. doi: 10.22146/jkesvo.58741
- Qin, C., Zhou, L., Hu, Z., Zhang, S., Yang, S., Tao, Y., Xie, C., Ma, K., Shang, K., Wang, W., & Tian, D.-S. (2020). Dysregulation of Immune Response in Patients with COVID-19 in Wuhan, China. *SSRN Electronic Journal*. doi: 10.2139/ssrn.3541136
- Rode, O. Đ., Kurolt, I. C., Puljiz, I., Čivljak, R., Balent, N. C., Laškaj, R., Tiljak, M. K., Mikulić, R., & Markotić, A. (2021). Antibody response and the clinical presentation of patients with COVID-19 in Croatia: the importance of a two-step testing approach. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 40(2), 261–268. doi: 10.1007/s10096-020-04019-y
- Sahu, B. R., Kampa, R. K., Padhi, A., & Panda, A. K. (2020). C-reactive protein: A promising biomarker for poor prognosis in COVID-19 infection. *Clinica Chimica Acta*, 509, 91–94. doi: 10.1016/j.cca.2020.06.013
- Susilo, A., Rumende, C. M., Pitoyo, C. W., Santoso, W. D., Yulianti, M., Herikumiawan, H., Sinto, R., Singh, G., Nainggolan, L., Nelwan, E. J., Chen, L. K., Widhani, A., Wijaya, E., Wicaksana, B., Maksun, M., Annisa, F., Jasirwan, C. O. M., & Yuniastuti, E. (2020). Coronavirus Disease 2019: Tinjauan Literatur Terkini. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 7(1), 45. doi: 10.7454/jpdi.v7i1.415
- Tan, W., Lu, Y., Zhang, J., Wang, J., Dan, Y., Tan, Z., He, X., Qian, C., Sun, Q., Hu, Q., Liu, H., Ye, S., Xiang, X., Zhou, Y., Zhang, W., Guo, Y., Wang, X.-H., He, W., Wan, X., Deng, G. (2020). Viral Kinetics and Antibody Responses in Patients with COVID-19. doi: 10.1101/2020.03.24.20042382
- Vargas-Vargas, M., & Cortés-Rojo, C. (2020). Ferritin levels and COVID-19. In *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health* (Vol. 44). *Pan American Health Organization*. doi: 10.26633/RPSP.2020.72

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2024 Kesuma. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.