

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PEMBENTUKAN IgG ANTI-SARS-CoV-2 PASCAVAKSINASI CoronaVac PADA MASYARAKAT KOTA CIMAH

Patricia Gita Naully¹✉, Firdha Rachmawati¹, R Noucie Sepriliyana²

Abstrak

Pemerintah Indonesia mewajibkan seluruh masyarakat termasuk penduduk kota Cimahi untuk melakukan vaksinasi dalam menurunkan angka kasus COVID-19 yang disebabkan oleh infeksi SARS-CoV-2. Respons imun pascavaksinasi dapat dipengaruhi oleh usia, indeks massa tubuh (IMT), dan riwayat infeksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh usia, jenis kelamin, pekerjaan, IMT, riwayat infeksi, durasi vaksinasi, kejadian ikutan pascaimunisasi (KIPI) dan pola hidup terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi CoronaVac pada masyarakat Kota Cimahi. Sampel yang digunakan adalah 83 orang warga Kota Cimahi yang sudah mendapatkan vaksinasi CoronaVac dosis kedua. Titer IgG anti-SARS-CoV-2 dalam serum diukur menggunakan metode ELISA kuantitatif jenis *sandwich*. Data dianalisis menggunakan metode regresi linear berganda. Hasil menunjukkan bahwa kenaikan usia sebesar satu tahun menurunkan titer IgG anti-SARS-CoV-2 sebesar 0,08 U/ml. Kenaikan IMT sebesar satu poin menurunkan titer sebesar 0,2 U/ml. Riwayat infeksi meningkatkan titer sebesar 1,96 U/ml. Kenaikan durasi vaksinasi sebesar satu bulan menurunkan titer sebanyak 2,85 U/ml. Rutin berolah raga, mengonsumsi protein, vitamin C, dan D meningkatkan titer sebesar 0,88 U/ml, 0,68 U/ml, 0,17 U/ml, dan 0,34 U/ml. Usia, IMT, riwayat infeksi, durasi vaksinasi, dan pola hidup yang baik memiliki *p-value* $\leq 0,05$. Dapat disimpulkan bahwa usia, IMT, riwayat infeksi, durasi vaksinasi, dan pola hidup yang baik memberikan pengaruh signifikan, sedangkan jenis kelamin, pekerjaan, dan KIPI tidak berpengaruh terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi CoronaVac pada sampel penelitian.

Kata kunci: CoronaVac, COVID-19, SARS-CoV-2, vaksinasi

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE FORMATION OF IgG ANTI-SARS-CoV-2 POST CoronaVac VACCINATION IN CITIZENS OF CIMAH

Abstract

The government of Indonesia requires all Indonesian people to be vaccinated, including citizens of Cimahi, to reduce the number of COVID-19 cases because of SARS-CoV-2. Post-vaccination immune response can be influenced by age, body mass index (BMI), history of infection, and others. This study aims to determine the effect of age, sex, occupation, BMI, history of infection, duration of vaccination, adverse events following immunization (AEFI), and lifestyle on the formation of anti-SARS-CoV-2 IgG after vaccination in citizens of Cimahi. The sample used was 83 citizens of Cimahi who had received the second dose of the CoronaVac vaccination. Anti-SARS-CoV-2 IgG titer in serum was measured using the sandwich-type quantitative ELISA method. Data were analyzed using the multiple linear regression method. The results showed that an increase in age of one year decreased the IgG anti-SARS-CoV-2 titer by 0.08 U/ml. An increase in BMI by one point reduces the titer by 0.2 U/ml. A history of infection increased the titer by 1.96 U/ml. An increase in the duration of vaccination by one month decreased the titer by 2.85 U/ml. Routine exercise, consuming protein, vitamin C, and vitamin D increased titers by 0.88 U/ml, 0.68 U/ml, 0.17 U/ml, and 0.34 U/ml. The age, BMI, history of infection, duration of vaccination, and good lifestyle had *p-value* ≤ 0.05 . It can be concluded that age, BMI, history of infection, duration of vaccination, and good lifestyle had a significant effect while gender, occupation, and AEFI did not affect the formation of anti-SARS-CoV-2 IgG after vaccination in the study sample.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2, vaccination

¹ Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan, Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi

² Program Studi S1 Kebidanan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan, Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi

✉ E-mail: patriciagitanaully@gmail.com

Pendahuluan

Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) adalah sindrom pernafasan akut parah yang secara umum ditandai dengan gejala klinis seperti demam pada suhu 38,1-39°C, batuk, bersin, sesak napas, nyeri tenggorokan, sakit kepala, dan kelelahan.¹ Penyakit tersebut disebabkan oleh *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2). Penularan SARS-CoV-2 sangat cepat melalui *droplet* ketika seseorang bersin, batuk, dan berbicara.²

SARS-CoV-2 mulai menyebar di Indonesia sejak bulan Maret 2020. Jumlah kasus COVID-19 di Indonesia terus meningkat hingga tahun 2021. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, pada akhir bulan Juli 2021 terdapat 3,4 juta orang yang terkonfirmasi COVID-19 dan 94 ribu orang di antaranya meninggal dunia. Kasus kematian tersebut meningkat sebesar 27,3% dibandingkan bulan sebelumnya.³

Untuk menekan angka kasus COVID-19, pemerintah Indonesia telah menerapkan beberapa kebijakan. Salah satunya adalah memberikan vaksinasi COVID-19 secara gratis kepada seluruh masyarakat. Kegiatan vaksinasi massal diharapkan dapat menurunkan angka penularan, kesakitan dan kematian, serta membentuk kekebalan kelompok masyarakat (*herd immunity*).⁴

Jenis vaksin yang pertama kali tersedia dalam jumlah banyak di Indonesia adalah CoronaVac. Vaksin produksi Sinovac Biotech Ltd tersebut mengandung SARS-CoV-2 yang telah diinaktivasi menggunakan β -propiolaktone.⁵ CoronaVac dapat menginduksi respons imun humoral dan menghasilkan antibodi yang dapat menyerang sepuluh *strain* dari SARS-CoV-2.⁶ Tubuh dapat menghasilkan lebih banyak antibodi setelah penggunaan CoronaVac dosis kedua sebanyak 6 μ g yang diberikan dua sampai empat minggu setelah dosis pertama.⁵

Berdasarkan percobaan fase ketiga di Indonesia, CoronaVac memiliki efikasi sebesar 65,3% namun angka tersebut bisa berbeda tergantung pada setiap individu yang divaksin.⁷

Respons imun tiap individu terhadap vaksinasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Sudah banyak penelitian yang melaporkan bahwa respons imun pascavaksinasi CoronaVac dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, IMT, riwayat infeksi, nutrisi, kebiasaan merokok, dan durasi vaksinasi.⁸⁻¹¹ Hanya saja mayoritas penelitian itu dilakukan di negara lain seperti Brazil,⁹ Turki,¹⁰ Chile,⁸ dan Cina.¹¹ Di Indonesia sendiri baru ada penelitian yang mengevaluasi pengaruh usia, jenis kelamin dan riwayat infeksi terhadap respons imun pascavaksinasi CoronaVac.^{12,13} Faktor yang berpengaruh pada respons imun pascavaksinasi di tiap wilayah bisa berbeda.

Cimahi merupakan salah satu kota kecil yang ada di Indonesia, namun merupakan wilayah terpadat penduduk.¹⁴ Karakteristik dan pola hidup masyarakatnya pun sangat beragam. Hingga bulan Agustus 2021 sudah lebih dari 50% masyarakat Cimahi mendapatkan vaksinasi,¹⁵ namun masih sedikit data terkait titer antibodi spesifik (IgG anti-SARS-CoV-2) yang berhasil terbentuk pada masyarakat Cimahi dan faktor yang mempengaruhinya.

Pada beberapa daerah dilaporkan cukup banyak masyarakat yang mengalami KIPI pascavaksinasi CoronaVac, sedangkan data tersebut sulit didapatkan di Cimahi.^{16,17} KIPI bisa saja menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh usia, jenis kelamin, pekerjaan, IMT, riwayat infeksi, durasi vaksinasi, KIPI dan pola hidup terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi pada masyarakat di Cimahi.

Bahan dan Metode

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan studi potong lintang dengan alat bantu berupa kuesioner. Kuesioner disebarakan pada sampel penelitian menggunakan media *Google form*. Kuesioner tersebut berisi 15 pertanyaan terkait identitas, IMT, riwayat infeksi, durasi vaksinasi, KIPI, dan pola hidup.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2021 di Laboratorium Imunologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan, Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh masyarakat di kota Cimahi yang sudah mendapatkan vaksinasi COVID-19. Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 83 orang. Sampel penelitian dikumpulkan dengan metode *quota sampling*. Sampel yang digunakan harus memenuhi kriteria inklusi antara lain tidak sedang terinfeksi SARS-CoV-2, sudah mendapatkan vaksinasi jenis CoronaVac dosis kedua dan bersedia menjadi subjek penelitian.

Pengukuran Titer IgG Anti-SARS-CoV-2

Sebelum dilakukan pengambilan darah, sampel penelitian diminta untuk mengisi *informed consent* dan kuesioner. Titer IgG anti-SARS-CoV-2 pada sampel penelitian diukur menggunakan kit ELISA kuantitatif IgG SARS-CoV-2 merk Wantai BioPharm yang memiliki nilai sensitivitas 99.20%, spesifisitas 100%, dan rentang deteksi sebesar 1–16 U/ml. IgG anti-SARS-CoV-2 dalam serum diikat oleh antigen SARS-CoV-2 pada dasar sumur dan dikenali oleh anti-IgG manusia yang berlabel enzim Horseradish Peroxidase (HRP). Prosedur ELISA dilakukan mengikuti panduan pabrik.¹⁸

Analisis Data

Dalam penelitian ini dihitung rata-rata titer IgG anti-SARS-CoV-2 tiap kelompok sampel. Selanjutnya data dianalisis menggunakan metode regresi linier berganda dengan taraf signifikansi 5% ($p\text{-value} \leq 0,05$) atau tingkat kepercayaan 95%. Metode ini mengukur pengaruh berbagai variabel independen seperti karakteristik sampel, riwayat infeksi, durasi vaksinasi, KIPI serta gaya hidup terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2. Analisis ini menghasilkan nilai koefisien positif dan negatif. Hasil positif menunjukkan peningkatan antibodi jika terjadi peningkatan satu unit variabel bebas dan sebaliknya. *Software* yang digunakan untuk analisis data adalah minitab versi 19.

Etika Penelitian

Seluruh prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini sudah sesuai dengan kode etik yang berlaku dan disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Stikes Jenderal Achmad Yani dengan nomor 47/KEPK/VIII/2021.

Hasil

Hasil pengukuran titer IgG anti-SARS-CoV-2 dalam penelitian ini dinyatakan valid karena telah memenuhi syarat *quality control* kit diagnostik yang digunakan. Kurva standar yang dibuat memiliki nilai R^2 sebesar 0.9943 dan menghasilkan persamaan regresi linier $y = 0,1399x + 0,114$.

Seluruh sampel penelitian berhasil membentuk IgG anti-SARS-CoV-2 pasca-vaksinasi CoronaVac dengan rentang titer sebesar 1,50-109,22 U/ml. Karakteristik sampel penelitian ini cukup beragam. Sampel penelitian terdiri dari 19 orang pria dan 64 orang wanita dengan rentang usia yang cukup jauh, yaitu 14-72 tahun.

Berdasarkan hasil analisis statistik, diketahui bahwa usia dan IMT merupakan faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2

pascavaksinasi (Tabel 1). Kenaikan usia sebesar satu tahun dapat menurunkan titer antibodi SARS-CoV-2 sebesar 0,08 U/ml, sedangkan kenaikan IMT sebesar satu poin dapat menurunkan titer antibodi SARS-CoV-2 sebesar 0,20 U/ml.

Meskipun rata-rata titer IgG anti-SARS-

CoV-2 kelompok pria lebih tinggi 9,3 U/ml dibandingkan kelompok wanita dan rata-rata titer kelompok mahasiswa lebih tinggi 25,1 U/ml dibandingkan kelompok dosen, jenis kelamin dan pekerjaan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi.

Tabel 1. Karakteristik sampel penelitian

Variabel	N (%)	Rata-Rata Titer IgG anti-SARS-CoV-2 (U/ml)	p-value	Koefisien
Usia (tahun)			0,014*	-0,08
11-20	6,02	96,2 ± 5,5		
21-30	39,76	79,0 ± 29,8		
31-40	24,10	69,9 ± 35,5		
41-50	20,50	63,4 ± 41,9		
51-60	7,22	58,1 ± 34,0		
> 61	2,40	50,8 ± 14,6		
Jenis Kelamin			0,090	0,70
Pria	22,89	80,4 ± 23,2		
Wanita	77,10	71,1 ± 36,2		
Pekerjaan			0,067	0,03
Dosen	34,94	61,2 ± 39,9		
Tenaga Kesehatan	26,50	82,9 ± 25,3		
Mahasiswa	18,07	86,3 ± 25,4		
Karyawan	20,49	70,3 ± 32,9		
Indeks Massa Tubuh			0,001*	-0,20
≥18,4	10,84	81,8 ± 28,2		
18,5–24,9	42,17	89,8 ± 18,8		
25–29,9	28,92	77,6 ± 31,3		
≥30	18,07	55,2 ± 38,8		

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa riwayat infeksi dan durasi vaksinasi memberikan pengaruh signifikan terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 (Tabel 2). Riwayat infeksi dapat meningkatkan titer IgG anti-SARS-CoV-2 sebesar 1,96 U/ml. Dari 27 orang penyintas yang menjadi sampel penelitian, mayoritas mengalami infeksi SARS-CoV-2 selama dua minggu. Sebanyak 13 orang mengalami infeksi sebelum vaksinasi dan 14 orang lainnya setelah vaksinasi. Hasil analisis statistik tidak menunjukkan adanya pengaruh durasi dan waktu terjadinya infeksi terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi. Kenaikan durasi vaksinasi sebesar 1 bulan dapat menurunkan titer IgG anti-SARS-CoV-2 sebanyak 2,85 U/ml. Setengah dari total sampel penelitian

mengaku mengalami KIPI ringan hingga sedang. Kelompok tersebut menghasilkan rata-rata titer IgG anti-SARS-CoV-2 lebih tinggi 8,1 U/ml dibandingkan kelompok yang tidak mengalami KIPI, namun berdasarkan analisis statistik KIPI tidak berpengaruh signifikan terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi.

Dalam penelitian ini sampel dikelompokkan juga berdasarkan pola hidup. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pola hidup yang baik seperti rutin berolah raga, mengonsumsi protein, vitamin C dan D serta istirahat yang cukup memberikan pengaruh signifikan terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi (Tabel 3).

Tabel 2. Pengaruh riwayat infeksi dan vaksinasi terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2

Variabel	N (%)	Rata-Rata Titer IgG anti-SARS-CoV-2 (U/ml)	p-value	Koefisien
Riwayat Infeksi			0,013*	1,96
Penyintas	32,5	91,1 ± 17,0		
Non Penyintas	67,5	64,6 ± 36,5		
Durasi Infeksi			0,351	0,69
≤2 minggu	81,5	91,0 ± 18,5		
>2 minggu	18,5	91,6 ± 10,0		
Waktu Infeksi				
Sebelum vaksin	48,2	85,0 ± 23,1	0,561	7,89
Setelah vaksin	51,8	96,7 ± 4,22		
Durasi Vaksinasi			0,015*	-2,85
1-3 bulan	38,5	91,4 ± 18,9		
4-6 bulan	35	65,8 ± 32,5		
>6 bulan	26,5	56,5 ± 40,6		
Mengalami Kejadian Ikutan Pascaimunisasi			0,111	1,61
Ya	49,4	77,3 ± 33,0		
Tidak	50,6	69,2 ± 34,4		

Keterangan : * Sig p < 0,05

Tabel 3. Pengaruh pola hidup terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2

Variabel	N (%)	Rata-Rata Titer IgG anti-SARS-CoV-2 (U/ml)	p-value	Koefisien
Olah Raga Rutin			0,002*	0,88
Ya	25,30	75,7 ± 34,9		
Tidak	74,70	72,4 ± 33,6		
Konsumsi Protein			0,011*	0,68
Ya	84,34	84,1 ± 27,4		
Tidak	14,46	71,4 ± 34,6		
Konsumsi Vitamin C			0,019*	0,17
Ya	71,08	73,3 ± 33,9		
Tidak	28,92	72,9 ± 34,0		
Konsumsi Vitamin D			0,002*	0,34
Ya	31,33	71,6 ± 35,3		
Tidak	68,67	73,9 ± 33,4		
Pola Tidur yang Baik			0,001*	0,32
Ya	63,85	81,8 ± 27,3		
Tidak	46,15	68,3 ± 36,3		

Keterangan : * Sig p < 0,05

Rutin berolah raga dapat meningkatkan titer sebesar 0,88 U/ml. Rutin mengonsumsi protein, vitamin C dan D dapat meningkatkan titer sebesar 0,68 U/ml, 0,17 U/ml, dan 0,34 U/ml. Selain itu, tidur selama lebih dari 7 jam sebelum pukul 23.00 terbukti dapat meningkatkan titer IgG anti-SARS-CoV-2 sebesar 0,32 U/ml.

Pembahasan

Vaksin CoronaVac mengandung RNA, *nucleocapsid* dan protein *spike* SARS-CoV-2^{5,19}. Kandungan dalam vaksin tersebut dapat menginduksi respons imun, salah satunya pembentukan antibodi spesifik yaitu IgG anti-SARS-CoV-2.

Melalui penelitian ini diketahui bahwa pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi CoronaVac dipengaruhi oleh beberapa faktor. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan usia memberikan pengaruh negatif terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi CoronaVac. Kelompok usia 11–20 tahun menghasilkan rata-rata titer IgG anti-SARS-CoV-2 paling tinggi dan terlihat adanya penurunan rata-rata titer pada kelompok usia yang lebih tua. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa titer IgG dan jumlah sel B memori pada kelompok usia tua pascavaksin SARS-CoV-2 jenis CoronaVac maupun BNT162b2 (berbasis mRNA) lebih rendah dibandingkan kelompok usia muda.^{9,11,20} Penurunan respons imun pada kelompok usia tua terjadi karena adanya penurunan kualitas dan kuantitas sel yang terlibat dalam sistem imun.

Berbeda dengan faktor usia, beberapa penelitian melaporkan bahwa IMT tidak berpengaruh terhadap respons imun dan efikasi vaksin SARS-CoV-2, hanya saja jenis vaksin yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah vaksin produksi Pfizer-BioNTech, Moderna, dan Johnson & Johnson serta BNT162b2.^{21,22} Perbedaan jenis vaksin yang digunakan dapat menjadi penyebab perbedaan hasil penelitian. Pada penelitian ini terlihat jelas bahwa kenaikan IMT memberikan pengaruh negatif. Kelompok obesitas (IMT ≥ 30) menghasilkan rata-rata titer IgG anti-SARS-CoV-2 paling rendah dibandingkan kelompok lain. Hal tersebut terjadi karena obesitas sering kali dikaitkan dengan telomer yang lebih pendek akibat stres oksidatif dan peradangan kronis tingkat rendah. Kondisi tersebut dapat menghambat proliferasi dan perkembangan sel T memori efektor pascavaksinasi.²³

Selain faktor usia dan IMT, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa riwayat infeksi dapat memberikan pengaruh positif terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2

pascavaksinasi. Penelitian lain juga melaporkan bahwa pada vaksinasi dosis pertama, titer antibodi SARS-CoV-2 kelompok penyintas jauh lebih tinggi dibanding non-penyintas sehingga bagi penyintas tidak diperlukan vaksin dosis kedua (*booster*).²⁴ Kelompok penyintas menghasilkan titer antibodi SARS-CoV-2 yang lebih tinggi karena sudah pernah terpapar SARS-CoV-2 secara utuh dan dalam keadaan aktif. Hal tersebut dapat menginduksi respons imun humoral dan seluler yang jauh lebih baik dibandingkan dengan paparan SARS-CoV-2 inaktif. Antibodi yang terbentuk pada penyintas dapat bertahan dalam tubuh selama satu tahun.²⁵

Durasi vaksinasi ternyata merupakan faktor yang berpengaruh juga terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2. Semakin lama durasi vaksinasi semakin rendah titer IgG anti-SARS-CoV-2 yang ada dalam tubuh. Berdasarkan rata-rata titer IgG anti-SARS-CoV-2, kelompok dengan durasi vaksinasi 1–3 bulan menghasilkan titer tertinggi diikuti kelompok dengan durasi vaksinasi 4–6 bulan dan yang paling rendah adalah kelompok dengan durasi vaksinasi lebih dari enam bulan. Hal ini menunjukkan bahwa titer IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi CoronaVac mengalami penurunan setiap tiga bulan. Hingga saat ini masih jarang penelitian yang melaporkan lama waktu antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi dapat bertahan dalam tubuh. Hanya saja diketahui bahwa antibodi yang terbentuk pada tubuh penyintas dapat mengamali penurunan titer setelah 6 bulan.²⁵

Melalui penelitian ini diketahui pula adanya beberapa faktor pola hidup yang berpengaruh secara positif terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi yaitu olah raga. Olah raga yang benar dilakukan secara seimbang, baik dari durasi, intensitas dan frekuensi.²⁵ Olah raga rutin dengan durasi kurang dari satu jam dapat menstimulasi sel *Natural Killer*, sel T, neutrophil, dan meningkatkan sitokin antiinflamasi.²⁷

Frekuensi olah raga yang dianjurkan adalah sebanyak 3-4 kali/minggu. Frekuensi olah raga juga berpengaruh terhadap IMT. Orang yang tidak pernah atau jarang melakukan olah raga umumnya memiliki IMT berlebih.²⁶

Untuk meningkatkan pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi, tubuh juga perlu didukung dengan asupan nutrisi yang tepat. Salah satunya dengan asupan protein. Protein berperan penting dalam pembentukan imunoglobulin spesifik yang dapat melawan SARS-CoV-2. Asupan protein yang dianjurkan untuk pria dewasa sebesar 65 gr/hari sedangkan untuk wanita dewasa sebesar 60 gr/hari.²⁸ Jumlah tersebut dapat terpenuhi dengan mengonsumsi telur, tempe, dan daging ayam atau ikan.

Selain mengonsumsi protein, suplemen nutrisi seperti vitamin C sebanyak 250-500 mg/hari dan vitamin D sebanyak 1000-4000 IU/hari dapat memberikan pengaruh positif terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi. Vitamin C dapat meningkatkan titer antibodi dan respons sel T helper serta mendorong diferensiasi sel T menjadi sel T *helper* dengan mempengaruhi sel dendritik.²⁸

Vitamin D yang didapatkan melalui suplemen atau dari sinar matahari diketahui dapat meningkatkan respons imun bawaan dan adaptif dengan cara meningkatkan *autophagy*, aktivasi komplemen, sel T *helper*, dan mendorong pembentukan antibodi IgG.^{18,30,31} Atas dasar tersebut beberapa peneliti berspekulasi bahwa vitamin D dapat membantu meningkatkan efikasi vaksin SARS-CoV-2.¹⁸ Hal tersebut didukung oleh hasil yang didapatkan dalam penelitian ini dan juga fakta bahwa efektivitas vaksin yang digunakan di daerah yang masyarakatnya sering mengonsumsi vitamin D seperti Amerika Serikat dan daerah yang kurang vitamin D seperti Uni Emirat Arab memiliki perbedaan yang cukup besar.^{32,33}

Pola tidur yang baik juga dapat meningkatkan titer IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksi-

nasi CoronaVac. Pola tidur yang baik adalah tidur selama lebih dari 7 jam sebelum pukul 23.00.³⁴ Kurangnya durasi tidur dapat menurunkan presentasi antigen sehingga titer antibodi yang dihasilkan pascavaksinasi hanya sedikit. Presentasi antigen menurun karena kuantitas sel B dan T *helper* dalam sirkulasi perifer juga menurun.³⁵

Pada penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah sampel penelitian masih belum bisa mewakili seluruh populasi yang ada di kota Cimahi. Pengaruh usia, IMT dan faktor lainnya terhadap respons imun pascavaksinasi hanya didasarkan pada titer IgG anti-SARS-CoV-2 padahal masih banyak parameter lain yang dapat dilihat seperti daya netralisasi dan afinitas antibodi, kuantitas serta kualitas sel-sel yang terlibat dalam sistem imun seperti sel B dan sel T.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa riwayat infeksi dan pola hidup yang baik seperti olah raga rutin, konsumsi protein serta vitamin C dan D memberikan pengaruh positif, sedangkan kenaikan usia, IMT dan durasi vaksinasi memberikan pengaruh negatif pada pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2. Jenis kelamin, pekerjaan dan KIPi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap pembentukan IgG anti-SARS-CoV-2 pascavaksinasi CoronaVac pada sampel penelitian.

Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi pengaruh usia, IMT dan faktor lainnya terhadap kualitas antibodi yang terbentuk dalam mencegah infeksi SARS-CoV-2 serta kualitas sel B dan sel T dalam menghasilkan antibodi pascavaksinasi. Selain itu, dapat juga dilakukan penelitian serupa pada vaksin COVID-19 jenis lain seperti vaksin COVID-19 yang berbasis mRNA.

Daftar Pustaka

1. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical Features of Patients Infected with 2019 Novel Coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*. 2020; 395 (10223):497–506.
2. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 2020; 382 (16):1564–7.
3. Badan Litbangkes, Pusdatin dan Paskhas. *Laporan Mingguan 24-30 Juli 2021*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2021.
4. Wong RSY. COVID-19 Vaccines and Herd Immunity: Perspectives, Challenges and Prospects. *Malays J Pathol*. 2021; 43 (2):203–17.
5. Ophinni Y, Hasibuan AS, Widhani A, Maria S, Koesnoe S, Yuniastuti E, et al. COVID-19 Vaccines: Current Status and Implication for Use in Indonesia. *Acta Medica Indonesiana The Indonesian Journal of Internal Medicine*. 2020; 52 (4):26.
6. Zhang Y, Zeng G, Pan H, Li C, Hu Y, Chu K, et al. Safety, Tolerability, and Immunogenicity of an INACTIvated SARS-CoV-2 Vaccine in Healthy Adults Aged 18–59 Years: a Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled, Phase 1/2 Clinical Trial. *The Lancet Infectious Diseases*. 2021; 21(2):181–92.
7. World Health Organization. *Interim Recommendations for Use of the Inactivated COVID-19 Vaccine, CoronaVac, Developed by Sinovac*. Jenewa: World Health Organization. 2021.
8. Jara A, Undurraga EA, González C, Paredes F, Fontecilla T, Jara G, et al. Effectiveness of an Inactivated SARS-CoV-2 Vaccine in Chile. *N Engl J Med*. 2021; 385(10):875–84.
9. Ranzani OT, Hitchings MDT, Dorion M, D'Agostini TL, Paula RC de, Paula OFP de, et al. Effectiveness of the CoronaVac Vaccine in Older Adults During a Gamma Variant Associated Epidemic of Covid-19 in Brazil: Test Negative Case-Control Study. *BMJ*. 2021; 374:n2015.
10. Uysal EB, Gümüş S, Bektöre B, Bozkurt H, Gözalan A. Evaluation of Antibody Response after COVID-19 Vaccination of Healthcare Workers. *Journal of Medical Virology*. 2022; 94(3):1060–6.
11. Cheng ZJ, Xue M, Zheng P, Lyu J, Zhan Z, Hu H, et al. Factors Affecting the Antibody Immunogenicity of Vaccines against SARS-CoV-2: A Focused Review. *Vaccines*. 2021; 9(8):869.
12. Heriyanto RS, Kurniawan A, Wijovi F, Halim DA, Jodhinata C, Marcella E, et al. The Role of COVID-19 Survivor Status and Gender Towards Neutralizing Antibody Titers 1, 2, 3 Months after Sinovac Vaccine Administration on Clinical-Year Medical Students in Indonesia. *International Journal of Infectious Diseases*. 2021; 113:336–8.
13. Santi T, Samakto BD, Kamarga L, Hidayat FK, Hidayat F. Factors Associated with SARS-CoV-2 Antibody Titer After Sinovac Vaccination Among Health Care Workers. *Acta Medica Indonesiana*. 2022; 53(4):374.
14. Cimahi City Statistics Center. *Cimahi Municipality in Figure*. Cimahi: Cimahi City Statistics Center. 2021.
15. Nugraha R. Cimahi Klaim Angka Vaksinasi Sentuh Lebih dari 50 Persen, Kasus Covid-19 Menurun. Ayo Bandung. (Online). 2021. <https://www.ayobandung.com/bandung-roya/pr-79990065/cimahi-klaim-angka-vaksinasi-sentuh-lebih-dari-50-persen-kasus-covid-19-menurun> [Diakses 1 Maret 2022].

16. Lidiana EH, Mustikasari H, Pradana KA, Permatasari A. Gambaran Karakteristik Kejadian Ikutan Pasca Vaksinasi Covid-19 pada Tenaga Kesehatan Alumni Universitas 'Aisyiyah Surakarta. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 2021; 11(1):11–7.
17. Romlah SN, Darmayanti D. Kejadian ikutan Pasca Imunisasi (KIPI) Vaksin Covid-19. *Holistik Jurnal Kesehatan*. 2021; 15(4):700–12.
18. Wantai Biopharm. Quantitative ELISA for IgG Antibody to COVID-19. Beijing Wantai Biological Pharmacy Enterprise Co Ltd. Cat. WS-1396.
19. Chiu S-K, Tsai K-W, Wu C-C, Zheng C-M, Yang C-H, Hu W-C, et al. Putative Role of Vitamin D for COVID-19 Vaccination. *IJMS*. 2021; 22(16):8988.
20. Collier DA, Ferreira IATM, Kotagiri P, Datir RP, Lim EY, Touizer E, et al. Age-related Immune Response Heterogeneity to SARS-CoV-2 Vaccine BNT162b2. *Nature*. 2021; 596(7872):417–22.
21. Butsch WS, Hajduk A, Cardel MI, Donahoo WT, Kyle TK, Stanford FC, et al. COVID-19 Vaccines are Effective in People with Obesity: A Position Statement from The Obesity Society. *Obesity*. 2021;29(10):1575–9.
22. Pellini R, Venuti A, Pimpinelli F, Abril E, Blandino G, Campo F, et al. Initial Observations on Age, Gender, BMI and Hypertension in Antibody Responses to SARS-CoV-2 BNT162b2 Vaccine. *EClinicalMedicine*. 2021 Jun;36:100928.
23. Liu F, Guo Z, Dong C. Influences of Obesity on the Immunogenicity of Hepatitis B Vaccine. *Hum Vaccin Immunother*. 2017; 13(5):1014–7.
24. Frieman M, Harris AD, Herati RS, Krammer F, Mantovani A, Rescigno M, et al. SARS-CoV-2 Vaccines for All but a Single Dose for COVID-19 Survivors. *EBioMedicine*. 2021; 68:103401. doi: 10.1016/j.ebiom.2021.103401.
25. Xiao K, Yang H, Liu B, Pang X, Du J, Liu M, et al. Antibodies can Last for More Than 1 Year after SARS-CoV-2 Infection: A Follow-Up Study from Survivors of COVID-19. *Front Med*. 2021; 8:684864.
26. Chastin SFM, Abaraogu U, Bourgois JG, Dall PM, Darnborough J, Duncan E, et al. Effects of Regular Physical Activity on the Immune System, Vaccination and Risk of Community-Acquired Infectious Disease in the General Population: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2021; 51(8):1673–86.
27. Nieman DC, Wentz LM. The Compelling Link between Physical Activity and the Body's Defense System. *Journal of Sport and Health Science*. 2019; 8(3):201–17.
28. Sumarmi S. Harmony of Nutrients to Improve Immunity Against Covid-19: A Mini Review. *AMNT*. 2020; 4(3):250.
29. Wu M, He M, Kang Y. Vitamin C Supplementation Improved the Efficacy of Foot-and-Mouth Disease Vaccine. *Food and Agricultural Immunology*. 2018; 29(1):470–83.
30. Remy KE, Mazer M, Striker DA, Ellebedy AH, Walton AH, Unsinger J, et al. Severe Immunosuppression and Not a Cytokine Storm Characterizes COVID-19 Infections. *JCI Insight*. 2020 Sep 3; 5(17):e140329. doi: 10.1172/jci.insight.140329.
31. Small AG, Harvey S, Kaur J, Putty T, Quach A, Munawara U, et al. Vitamin D Upregulates the Macrophage Complement Receptor Immunoglobulin in Innate Immunity to Microbial Pathogens. *Commun Biol*. 2021; 4(1):1–7.
32. Al Kaabi N, Zhang Y, Xia S, Yang Y, Al Qahtani MM, Abdulrazzaq N, et al. Effect of 2 Inactivated SARS-CoV-2 Vaccines on Symptomatic COVID-19 Infection in Adults: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2021; 326(1):35–45.

33. Lombardi A, Bozzi G, Ungaro R, Villa S, Castelli V, Mangioni D, et al. Mini Review Immunological Consequences of Immunization With COVID-19 mRNA Vaccines: Preliminary Results. *Front Immunol.* 2021; 12:657711.
34. Bollinger T, Bollinger A, Skrum L, Dimitrov S, Lange T, Solbach W. Sleep-Dependent Activity of T Cells and Regulatory T Cells. *Clin Exp Immunol.* 2009; 155(2):231–8.
35. Prather AA, Hall M, Fury JM, Ross DC, Muldoon MF, Cohen S, et al. Sleep and Antibody Response to Hepatitis B Vaccination. *Sleep.* 2012; 35(8):1063–9.