

SKRIPSI

**HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT)
DAN UKURAN LINGKAR PERUT TERHADAP
KADAR ANTIBODI SARS-COV-2
PASCAVAKSINASI KEDUA**



MUHAMMAD IQBAL ADI PRATIKSTHA

04011281823108

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

**HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT)
DAN UKURAN LINGKAR PERUT TERHADAP
KADAR ANTIBODI SARS-COV-2
PASCAVAKSINASI KEDUA**

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran (S.Ked.)



Oleh:

MUHAMMAD IQBAL ADI PRATIKSTHA

04011281823108

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Ukuran Lingkar Perut terhadap Kadar Antibodi SARS-CoV-2 Pascavaksinasi Kedua

Oleh:

Muhammad Iqbal Adi Pratikstha
04011281823108

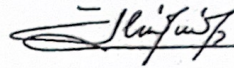
SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Kedokteran (S.Ked.)

Palembang, 30 Desember 2021
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya


Pembimbing I

Dr. dr. Zen Hafv, M.Biomed.
NIP. 197212291998031002



Pembimbing II

dr. Phey Liana, Sp.PK.
NIP. 198710112020122009



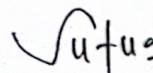
Penguji I

dr. Veny Larasati, M.Biomed.
NIP. 198510272009122006



Penguji II

dr. Soilia Fertilita, M.Imun.
NIP. 198310082015042002



Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter



dr. Susilawati, M.Kes.
NIP. 197802272010122001



Wakil Dekan I
Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Irfannuddin, Sp.KO., M.Pd.Ked.
NIP. 198306131999031001

HALAMAN PERSETUJUAN

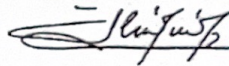
Karya tulis ilmiah berupa Laporan Akhir Skripsi ini dengan judul “Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Ukuran Lingkar Perut terhadap Kadar Antibodi SARS-CoV-2 Pascavaksinasi Kedua” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Desember 2021.

Palembang, 30 Desember 2021

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Akhir Skripsi

Pembimbing I

Dr. dr. Zen Hafy, M.Biomed.
NIP. 197212291998031002



Pembimbing II

dr. Phey Liana, Sp.PK.
NIP. 198710112020122009



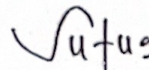
Penguji I

dr. Veny Larasati, M.Biomed.
NIP. 198510272009122006



Penguji II

dr. Soilia Fertilita, M.Imun.
NIP. 198310082015042002



Mengetahui,

**Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter**



dr. Susilawati, M.Kes.
NIP. 197802272010122001

**Wakil Dekan I
Fakultas Kedokteran**



Dr. dr. Irfannuddin, Sp.KO., M.Pd.Ked.
NIP. 198306131999031001



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal Adi Pratikstha
NIM : 04011281823108
Judul : Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Ukuran Lingkar Perut terhadap Kadar Antibodi SARS-CoV-2 Pascavaksinasi Kedua.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 30 Desember 2021



Muhammad Iqbal Adi Pratikstha

ABSTRAK

HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) DAN UKURAN LINGKAR PERUT TERHADAP KADAR ANTIBODI SARS-COV-2 PASCVAKSINASI KEDUA

(*Muhammad Iqbal Adi Pratikstha*, Desember 2021)
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Latar Belakang: Vaksinasi COVID-19 dilakukan untuk menekan angka penyebaran virus SARS-CoV-2. Vaksin dikenal sebagai metode yang paling ekonomis dan efektif untuk mengendalikan dan mencegah penyakit menular. Terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi respons imun pada pemberian vaksinasi. Indeks massa tubuh yang tinggi (obesitas) dan ukuran lingkaran perut yang besar (obesitas sentral) dapat mempengaruhi penurunan fungsi kekebalan dan kadar antibodi pascavaksinasi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui hubungan indeks massa tubuh (IMT) dan ukuran lingkaran perut terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional*. Sampel penelitian yang digunakan adalah individu yang telah mendapatkan *inactivated vaccine* SARS-CoV-2 dosis kedua, yaitu Sinovac. Data penelitian dikumpulkan melalui pengukuran indeks massa tubuh (IMT) dan ukuran lingkaran perut. Kemudian dilakukan pengambilan darah vena sebanyak 3 cc untuk dilakukan pemeriksaan kadar antibodi terhadap subunit S1 RBD SARS-CoV-2 menggunakan kit SARS-CoV-2 IgG *Quant* dari Abbot dan alat *Architect™ i1000 immunoassay analyzer* dengan metode *Chemiluminescent Microparticle Immunoassay* (CMIA).

Hasil: Dari 65 responden dalam penelitian ini, didapatkan sebanyak 34 orang (52,3%) memiliki kadar antibodi yang rendah dan 31 orang (47,7) memiliki kadar antibodi tinggi. Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *Chi-square* menunjukkan bahwa indeks massa tubuh (IMT) ($p=0,885$) dan ukuran lingkaran perut ($p=0,807$) tidak memiliki hubungan yang bermakna terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

Kesimpulan: Tidak adanya hubungan yang bermakna antara indeks massa tubuh (IMT) dan ukuran lingkaran perut terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

Kata Kunci: IMT, ukuran lingkaran perut, kadar antibodi, SARS-CoV-2, vaksin inaktif

ABSTRACT

THE ASSOCIATION BETWEEN BODY MASS INDEX (BMI) AND ABDOMINAL CIRCUMFERENCE TO ANTIBODY LEVELS AFTER SARS-COV-2 SECOND VACCINATION

(Muhammad Iqbal Adi Pratikstha, December 2021)
Faculty of Medicine, Sriwijaya University

Background: The COVID-19 vaccination was used to reduce the spread of the SARS-CoV-2 virus. Vaccines are known as the most economical and effective method to control and prevent infectious diseases. There are many factors that can affect the immune response to vaccination. High body mass index (obesity) and large abdominal circumference (central obesity) can affect the decline in immune function and post-vaccination antibody levels. The purpose of this study was to analyze the association between body mass index (BMI) and abdominal circumference to antibody levels after SARS-CoV-2 second vaccination.

Methods: This study is an observational analytic study with a cross-sectional approach. The samples in this study were people who had received the second dose of inactivated SARS-CoV-2 vaccine, Sinovac. Research data were collected through direct measurements of body mass index (BMI) and abdominal circumference. Then 3 cc of venous blood was taken to check the level of IgG antibodies against the S1 subunit of the SARS-CoV-2 RBD using the SARS-CoV-2 IgG Quant kit from Abbot and the Architect™ i1000 immunoassay analyzer using the Chemiluminescent Microparticle Immunoassay (CMIA) method.

Results: From the 65 respondents, there were 34 people (52.3%) with low antibody levels and 31 people (47.7%) with high antibody levels. The analysis using Chi-square test in this study showed that body mass index (BMI) ($p=0.885$) and abdominal circumference ($p=0.807$) did not have a significant association between body mass index (BMI) and abdominal circumference to antibody levels after SARS-CoV-2 second vaccination.

Conclusion: There is no significant association between body mass index (BMI) and abdominal circumference to antibody levels after SARS-CoV-2 second vaccination.

Keywords: BMI, abdominal circumference, antibody levels, SARS-CoV-2, inactivated vaccine.

RINGKASAN

HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) DAN UKURAN LINGKAR PERUT TERHADAP KADAR ANTIBODI SARS-COV-2 PASCAVAKSINASI KEDUA.

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 30 Desember 2021

Muhammad Iqbal Adi Pratikstha; Dibimbing oleh Dr.dr. Zen Hafy, M.Biomed. dan dr. Phey Liana, Sp.PK.

Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya.
xxix + 65 halaman, 6 tabel, 7 gambar, 9 lampiran

RINGKASAN

Vaksinasi COVID-19 dilakukan untuk menekan angka penyebaran virus SARS-CoV-2. Vaksin dikenal sebagai metode yang paling ekonomis dan efektif untuk mengendalikan dan mencegah penyakit menular. Terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi respons imun pada pemberian vaksinasi. Indeks massa tubuh yang tinggi (obesitas) dan ukuran lingkar perut yang besar (obesitas sentral) dapat mempengaruhi penurunan fungsi kekebalan dan kadar antibodi pascavaksinasi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui hubungan indeks massa tubuh dan ukuran lingkar perut terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua. Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional*. Sampel penelitian yang digunakan adalah individu yang telah mendapatkan *inactivated vaccine* SARS-CoV-2 dosis kedua. Data penelitian dikumpulkan melalui pengukuran indeks massa tubuh (IMT) dan ukuran lingkar perut. Kemudian dilakukan pengambilan darah vena sebanyak 3 cc untuk dilakukan pemeriksaan kadar antibodi IgG terhadap subunit S1 RBD SARS-CoV-2 menggunakan kit SARS-CoV-2 IgG *Quant* dari Abbot dan alat *Architect™ i1000 immunoassay analyzer* dengan metode *Chemiluminescent Microparticle Immunoassay* (CMIA). Dari 65 responden dalam penelitian ini, didapatkan sebanyak 34 orang (52,3%) memiliki kadar antibodi yang rendah dan 31 orang (47,7). Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *Chi-square* menunjukkan bahwa indeks massa tubuh (IMT) ($p=0,885$) dan ukuran lingkar perut ($p=0,807$) tidak memiliki hubungan yang bermakna terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua. Dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara indeks massa tubuh (IMT) dan ukuran lingkar perut terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

Kata Kunci: IMT, ukuran lingkar perut, kadar antibodi, SARS-CoV-2, vaksin inaktif

SUMMARY

THE ASSOCIATION BETWEEN BODY MASS INDEX (BMI) AND ABDOMINAL CIRCUMFERENCE TO ANTIBODY LEVELS AFTER SARS-COV-2 SECOND VACCINATION

Scientific Paper in the form of Skripsi, December 30th, 2021

Muhammad Iqbal Adi Pratikstha; supervised by Dr.dr. Zen Hafy, M.Biomed. and dr. Phey Liana, Sp.PK

Medical Education Study Program, Faculty of Medicine, Sriwijaya University
xxix + 65 pages, 6 tables, 7 pictures, 9 attachments

SUMMARY

The COVID-19 vaccination was used to reduce the spread of the SARS-CoV-2 virus. Vaccines are known as the most economical and effective method to control and prevent infectious diseases. There are many factors that can affect the immune response to vaccination. High body mass index (obesity) and large abdominal circumference (central obesity) can affect the decline in immune function and post-vaccination antibody levels. The purpose of this study was to analyze the association between body mass index (BMI) and abdominal circumference to antibody levels after SARS-CoV-2 second vaccination. This study is an observational analytic study with a cross-sectional approach. The samples in this study were people who had received the second dose of inactivated SARS-CoV-2 vaccine. Research data were collected through direct measurements of body mass index (BMI) and abdominal circumference. Then 3 cc of venous blood was taken to check the level of IgG antibodies against the S1 subunit of the SARS-CoV-2 RBD using the SARS-CoV-2 IgG Quant kit from Abbot and the Architect™ i1000 immunoassay analyzer using the Chemiluminescent Microparticle Immunoassay (CMIA) method. From the 65 respondents, there were 34 people (52.3%) with low antibody levels and 31 people (47.7%) with high antibody levels. The analysis using Chi-square test in this study showed that body mass index (BMI) ($p=0.885$) and abdominal circumference ($p=0.807$) did not have a significant association with the levels of IgG SARS-CoV-2 antibodies after the second vaccination. There is no significant association between body mass index (BMI) and abdominal circumference to antibody levels after SARS-CoV-2 second vaccination.

Keywords: BMI, abdominal circumference, antibody levels, SARS-CoV-2, inactivated vaccine.

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal Adi Pratikstha
NIM : 04011281823108
Judul : Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Ukuran Lingkar Perut terhadap Kadar Antibodi SARS-CoV-2 Pascavaksinasi Kedua.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 30 Desember 2021



Muhammad Iqbal Adi Pratikstha
NIM 04011281823108

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada saya dalam menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Ukuran Lingkar Perut terhadap Kadar Antibodi SARS-CoV-2 Pascavaksinasi Kedua**”. Penulisan ini dilakukan untuk sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Kedokteran (S.Ked.) pada Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.

Saya menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan, nasihat, bimbingan, do’a, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT.
2. Kedua orang tua yang saya cintai, Ayah Tri Wibowo dan Ibu Maimunah, beserta adik tersayang, Salsabila Suci Araminta, yang telah memberikan do’a, dukungan, dan semangat secara moril dan materil;
3. Dosen pembimbing, Dr. dr. Zen Hafy, M.Biomed. selaku dosen pembimbing I dan dr. Phey Liana, Sp.PK selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan saran, masukan, dan ilmu selama proses bimbingan, serta telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan kesabaran dalam membantu penyusunan skripsi ini.
4. Dosen penguji, dr. Veny Larasati, M. Biomed. selaku dosen penguji I dan dr. Soilia Fertilita, M. Imun. selaku dosen penguji II atas bimbingan, kritik, dan saran dalam pengerjaan skripsi ini; dan
5. Sahabat serta teman-teman yang tak pernah henti memberikan dukungan, do’a dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunanya skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan dalam perbaikan

skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan ilmu bagi banyak pihak.

Palembang, 30 Desember 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'I' followed by a series of loops and a final horizontal stroke.

Muhammad Iqbal Adi Pratikstha

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Pernyataan Integritas	iii
Abstrak	v
Abstract	vi
Ringkasan	vii
Summary	viii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi	xii
Daftar Tabel	xvi
Daftar Gambar	xvii
Daftar Lampiran	xviii
Daftar Singkatan	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Hipotesis	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.5.1 Manfaat Teoritis	5
1.5.2 Manfaat Kebijakan	5

1.5.3	Manfaat Subjek	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		6
2.1	Sistem Imunitas	6
2.1.1	Definisi	6
2.1.2	Respons Imunitas Nonspesifik dan Imunitas Spesifik	6
2.1.3	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Respons Imunitas.....	12
2.2	Infeksi SARS-CoV-2	14
2.2.1	Epidemiologi SARS-CoV-2.....	14
2.2.2	Patogenesis Infeksi SARS-CoV-2	15
2.2.3	Respons Imun Terhadap Infeksi SARS-CoV-2	17
2.2.4	Peran Respons Imun Adaptif Terhadap Infeksi SARS-CoV-2.....	19
2.2.5	Manifestasi Klinis Infeksi SARS-CoV-2.....	21
2.3	Vaksinasi SARS-CoV-2.....	22
2.3.1	Definisi dan Prinsip Kerja Vaksin	22
2.3.2	Jenis-Jenis Vaksin SARS-CoV-2 dan Mekanisme Kerjanya.....	24
2.4	Indeks Massa Tubuh dan Vaksinasi.....	28
2.4.1	Definisi dan Pengukuran	28
2.4.2	Hubungan IMT dengan Respons Imun Vaksinasi SARS-CoV-2 .	28
2.5	Ukuran Lingkar Perut dan Vaksinasi	31
2.5.1	Definisi dan Pengukuran	31
2.5.2	Hubungan Ukuran Lingkar Perut dengan Respons Imun Vaksinasi SARS-CoV-2	32
2.6	Kerangka Teori	34
2.7	Kerangka Konsep.....	35
BAB III METODE PENELITIAN		36
3.1	Jenis Penelitian.....	36
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	36
3.2.1	Waktu	36
3.2.2	Tempat	36

3.3	Populasi dan Sampel Penelitian	36
3.3.1	Populasi	36
3.3.2	Sampel	37
3.4	Kriteria Inklusi dan Eksklusi	38
3.4.1	Kriteria Inklusi	38
3.4.2	Kriteria Eksklusi	38
3.5	Variabel Penelitian	39
3.5.1	Variabel Terikat (Variabel Dependen)	39
3.5.2	Variabel Bebas (Variabel Independen)	39
3.6	Definisi Operasional	40
3.7	Cara Pengumpulan Data	42
3.8	Cara Pengolahan Analisis Data	44
3.8.1	Analisis Univariat	44
3.8.2	Analisis Bivariat	44
3.9	Alur Kerja Penelitian	45
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1	Hasil Penelitian	46
4.2	Analisis Univariat	46
4.2.1	Gambaran Data Berdasarkan Karakteristik Responden	46
4.3	Analisis Bivariat	49
4.4	Pembahasan	51
4.4.1	Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar Antibodi SARS-CoV-2 Pascavaksinasi Kedua	51
4.4.2	Hubungan Ukuran Lingkar Perut dengan Kadar Antibodi IgG SARS-CoV-2 Pascavaksinasi Kedua	53
4.5	Keterbatasan Penelitian	55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	xii
BIODATA	xxix

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi IMT Asia-Pasifik menurut WHO	28
Tabel 2.2 Nilai lingkar perut untuk kelompok etnis atau negara berdasarkan kriteria Federasi Diabetes Internasional	32
Tabel 3.1 Definisi operasional	40
Tabel 4.1 Gambaran subjek penelitian berdasarkan karakteristik responden	48
Tabel 4.2 Hasil analisis hubungan antara IMT terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua	49
Tabel 4.3 Hasil analisis hubungan antara ukuran lingkar perut terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Respons awal pertahanan tubuh terhadap mikroba oleh respons imun bawaan dan dilanjutkan dengan imunitas adaptif.....	7
Gambar 2.2 Respons imun nonspesifik atau bawaan setelah diserang mikroorganisme dan antigen.....	8
Gambar 2.3 Jenis respons imunitas adaptif.....	10
Gambar 2.4 Patogenesis virus SARS-CoV-2.....	16
Gambar 2.5 Masuknya virus SARS-CoV-2 ke sel inang dan menginduksi respons imun bawaan	19
Gambar 2.6 Mekanisme respons imun terhadap vaksinasi	23
Gambar 2.7 Obesitas dan respons imun.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Informasi penelitian dan formulir persetujuan	xii
Lampiran 2 Lembar persetujuan <i>informed consent</i>	xvi
Lampiran 3 Formulir kuisioner penelitian	xvii
Lampiran 4 Hasil pengolahan data menggunakan SPSS	xx
Lampiran 5 Sertifikat layak etik penelitian	xxiv
Lampiran 6 Surat keterangan izin peneltian dosen pembimbing	xxv
Lampiran 7 Lembar konsultasi skripsi	xxvi
Lampiran 8 Lembar persetujuan sidang skripsi	xxvii
Lampiran 9 Hasil pemeriksaan plagiarisme	xxviii

DAFTAR SINGKATAN

ACE2	: <i>Angiotensin Converting Enzyme 2</i>
APC	: <i>Antigen Presenting Cell</i>
ARDS	: <i>Acute Respiratory Distress Syndrome</i>
CD4 ⁺	: <i>Cluster of Differentiation 4</i>
CD8 ⁺	: <i>Cluster of Differentiation 8</i>
CDC	: <i>Center for Disease Control and Prevention</i>
CFR	: <i>Case Fatality Rate</i>
CMIA	: <i>Chemiluminescent Microparticle Immuno Assay</i>
COVID-19	: <i>Coronavirus Disease 2019</i>
CTL	: <i>Cytotoxic T Lymphocyte</i>
DAMP	: <i>Damage Associated Molecular Pattern</i>
IFN- γ	: <i>Interferon-γ</i>
IgG	: <i>Imunoglobulin G</i>
IL	: <i>Interleukin</i>
ILC	: <i>Innate Lymphoid Cell</i>
IMT	: <i>Indeks Massa Tubuh</i>
IRF	: <i>Interferon Response Factor</i>
JAK-STAT	: <i>Janus Kinase-Signal Transducer and Activator of Transcription</i>
MAPK	: <i>Mitogen Activated Protein Kinase</i>
MCP-1	: <i>Monocyte Chemoattractant Protein-1</i>
MDA5	: <i>Melanoma Differentiation Associated Gene 5</i>
MERS	: <i>Middle East Respiratory Syndrome</i>
MHC	: <i>Major Histocompatibility</i>
NF κ B	: <i>Nuclear Factor Kappa Beta</i>
PAMP	: <i>Pathogen Associated Molecular Pattern</i>
RBD	: <i>Receptor Binding Protein</i>
RLR	: <i>Retinoic Acid Inducible Gene 1 (RIG1) Like Receptor</i>

SARS-CoV-2 : *Severe Acute Respiratory Syndrome Corona Virus 2*
Sel NK : *Sel Natural Killer*
Th : *T-helper*
TLR : *Toll Like Receptor*
TMPRSS2 : *Transmembrane Protease Serine 2*
TNF- α : *Tumor Necrosis Factor- α*
WHO : *World Health Organization*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini dunia sedang menghadapi situasi krisis kesehatan. Hal ini bermula ketika ditemukan sekelompok pasien dengan pneumonia yang penyebabnya tidak diketahui. Kejadian ini pertama kali ditemukan pada bulan Desember 2019 yang berhubungan dengan pasar grosir makanan laut di kota Wuhan, provinsi Hubei, Cina. Gejala umum yang muncul pada pasien tersebut seperti sesak napas, demam, batuk kering, sakit tenggorokan, dan kelelahan. Setelah dilakukan penelitian, akhirnya para peneliti mengidentifikasi penyebab dari kejadian tersebut yaitu *Severe Acute Respiratory Syndrome Corona Virus 2* (SARS-Cov-2).¹ Virus ini merupakan virus zoonosis RNA untai tunggal, genom positif yang berasal dari genus *Betacoronavirus* keluarga *Coronaviridae*.²

Seperti dua jenis *Coronavirus* yang sudah diketahui sebelumnya, yaitu *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS) dan *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS), SARS-CoV-2 sebagian besar menginfeksi saluran pernapasan, menimbulkan gejala dan penyakit mulai dari infeksi pernapasan ringan hingga sindrom pernapasan akut yang parah, mengakibatkan kegagalan organ, dan dapat menyebabkan kematian. Gejala paling umum yang disebabkan oleh virus ini adalah demam, batuk kering, kelelahan, dan dispneu, sedangkan gejala berat disertai dengan infeksi sistemik dan pneumonia.³ Penularan utama virus ini melalui *droplet* pernapasan, batuk atau bersin, dari individu yang terinfeksi.⁴ Wabah penyakit ini resmi dinamakan *Coronavirus Disease 2019* atau COVID-19. Penyakit COVID-19 menyebar secara cepat dan luas ke berbagai negara. Dengan meningkatnya jumlah orang yang terinfeksi, COVID-19 dinyatakan pandemi oleh *World Health Organization* (WHO) pada 11 Maret 2020.⁵

Pemerintah Indonesia melaporkan kasus pertama pasien terkonfirmasi COVID-19 pada tanggal 2 Maret 2020. Kasus terus bertambah dan menyebar di 34

Provinsi di Indonesia. Hingga 19 Juli 2021, telah tercatat 2.911.733 kasus terkonfirmasi positif COVID-19 dengan kasus kematian sebanyak 74.920.⁶ Pada tanggal 24 Maret 2020, Gubernur Sumatra Selatan mengumumkan kasus COVID-19 pertama di provinsi Sumatra Selatan. Provinsi Sumatra Selatan hingga tanggal 19 Juli 2021, telah melaporkan 20.068 kasus positif COVID-19 dengan kasus kematian sebanyak 979 jiwa.⁷

Pengembangan vaksin SARS-CoV-2 sudah dilakukan oleh beberapa negara untuk menekan angka penyebaran virus ini. Vaksin dikenal sebagai metode yang paling ekonomis dan efektif untuk mengendalikan dan mencegah penyakit menular karena dapat menurunkan angka morbiditas dan kematian tanpa menimbulkan dampak buruk dalam jangka panjang.⁸ Terdapat berbagai jenis vaksin termasuk vaksin hidup yang dilemahkan (*live attenuated vaccine*), vaksin tidak aktif (*inactivated vaccine*), vaksin berbasis protein subunit, vaksin berbasis vektor virus, dan vaksin berbasis asam nukleat. Negara yang melakukan pengembangan vaksin SARS-CoV-2 ini meliputi Inggris dengan produsen vaksin AstraZeneca yang memproduksi jenis vaksin vektor virus (AZD1222), Amerika Serikat dengan produsen vaksin Pfizer yang memproduksi jenis vaksin RNA (BNT162) dan Moderna yang memproduksi jenis vaksin RNA (mRNA-127), Rusia dengan produsen vaksin *Gamaleya Research Institute* yang memproduksi jenis vaksin vektor virus (Sputnik V), dan Cina dengan produsen vaksin Sinovac yang memproduksi jenis vaksin inaktif (CoronaVac).⁹

Terdapat tujuh jenis vaksin yang dapat digunakan untuk pelaksanaan vaksinasi COVID-19 di Indonesia. Hingga awal Maret 2021, tiga dari tujuh jenis vaksin telah mendapat persetujuan penggunaan dalam kondisi darurat atau *Emergency Use Authorization* (EUA) dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), salah satunya adalah Sinovac. Hal ini disampaikan oleh Menteri Kesehatan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. HK.01.07/MENKES/12758/2020 tentang Penetapan Jenis Vaksin untuk Pelaksanaan Vaksinasi COVID-19.¹⁰

Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi respons imun pada pemberian vaksinasi yang terdiri faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal seperti

usia, jenis kelamin, genetik, dan riwayat kelahiran (usia gestasional, berat badan lahir, antibodi maternal, dan komorbiditas. Faktor eksternal terdiri faktor perilaku (merokok, konsumsi alkohol, tidur, olahraga), nutrisi (indeks massa tubuh, mikronutrisi), lingkungan, faktor yang berkaitan dengan vaksin seperti jenis vaksin, produk vaksin, dosis vaksin, jadwal vaksinasi, rute pemberian, dan waktu vaksinasi.¹¹

Dilaporkan terdapat hubungan obesitas dengan respons imun tubuh manusia. Obesitas dapat mempengaruhi penurunan fungsi kekebalan dan titer antibodi pascavaksinasi. Obesitas dikaitkan dengan peningkatan produksi sitokin inflamasi, seperti TNF- α , interleukin, dan interferon yang mencirikan peradangan kronis tingkat rendah yang merusak respons imun, baik bawaan maupun adaptif. Sebuah penelitian pada petugas layanan kesehatan di Italia menunjukkan bahwa indeks massa tubuh (IMT) yang lebih tinggi atau obesitas dikaitkan dengan titer antibodi yang lebih rendah sebagai respons imun terhadap vaksin SARS-CoV-2.¹² Lingkar perut sebagai penanda obesitas sentral terbukti terkait dengan peradangan kronis tingkat rendah dan penyakit kardiovaskular, morbiditas, dan mortalitas dibandingkan dengan IMT.¹³ Sebuah penelitian oleh Watanabe, dkk (2021) bahwa pasien dengan lingkar perut yang lebih besar dikaitkan dengan titer antibodi yang lebih rendah.¹⁴

Sudah banyak hasil penelitian membahas kaitan faktor obesitas dengan respons imun pascavaksinasi. IMT dan ukuran lingkar perut yang merupakan dua indikator ukur dalam menentukan seseorang obesitas dilaporkan berhubungan terhadap titer antibodi. Titer antibodi berbanding lurus terhadap kadar antibodi. Belum ada studi yang spesifik yang menghubungkan kedua indikator ini terhadap respons imun berupa kadar antibodi IgG SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi penelitian analisis untuk mencari hubungan IMT dan ukuran lingkar perut dengan kadar antibodi IgG SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat hubungan IMT dan lingkaran perut dengan kadar antibodi IgG SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan IMT dan ukuran lingkaran perut terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui karakteristik umum responden penelitian;
2. Mengetahui distribusi frekuensi indeks massa tubuh (IMT), ukuran lingkaran perut, kadar antibodi SARS-CoV-2 pada populasi penelitian;
3. Menganalisis hubungan IMT terhadap kadar antibodi SARS CoV-2 pascavaksinasi kedua; dan
4. Menganalisis hubungan ukuran lingkaran perut terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

1.4 Hipotesis

Terdapat hubungan IMT dan ukuran lingkaran perut terhadap kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi dan informasi mengenai hubungan IMT dan ukuran lingkar perut dengan kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

1.5.2 Manfaat Kebijakan

Memberikan arahan kebijakan dalam mengetahui informasi tentang hubungan IMT dan ukuran lingkar perut dengan kadar antibodi SARS-CoV-2 setelah melakukan vaksinasi kedua.

1.5.3 Manfaat Subjek

Bagi penulis, sebagai pemenuhan proposal dalam menyelesaikan studi dan melatih pembuatan karya tulis. Bagi pembaca, menambah informasi tambahan mengenai hubungan IMT dan ukuran lingkar perut dengan kadar antibodi SARS-CoV-2 pascavaksinasi kedua.

DAFTAR PUSTAKA

1. Singh R, Kang A, Luo X, Jeyanathan M, Gillgrass A, Afkhami S, et al. COVID-19: Current knowledge in clinical features, immunological responses, and vaccine development. *The FASEB Journal* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2021 Sep 1];35(3). Available from: [/pmc/articles/PMC7898934/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34812211/)
2. Dhama K, Khan S, Tiwari R, Sircar S, Bhat S, Malik YS, et al. Coronavirus disease 2019–COVID-19. *Clinical Microbiology Reviews*. 2020 Oct 1;33(4):1–48.
3. Tay MZ, Poh CM, Rénia L, MacAry PA, Ng LFP. The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. *Nature Reviews Immunology* 2020 20:6 [Internet]. 2020 Apr 28 [cited 2021 Sep 23];20(6):363–74. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41577-020-03111-8>
4. Guo Y-R, Cao Q-D, Hong Z-S, Tan Y-Y, Chen S-D, Jin H-J, et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status. *Military Medical Research* 2020 7:1 [Internet]. 2020 Mar 13 [cited 2021 Sep 23];7(1):1–10. Available from: <https://mmrjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40779-020-00240-0>
5. WHO Director-General’s opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020 [Internet]. [cited 2021 Sep 23]. Available from: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
6. Infeksi Emerging Kementerian Kesehatan RI [Internet]. [cited 2021 Sep 23]. Available from: <https://infeksiemerging.kemkes.go.id/>

7. Covid19 Sumsel | Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Selatan [Internet]. [cited 2021 Sep 23]. Available from: <http://dinkes.sumselprov.go.id/covid19-sumsel/>
8. Ha HD, Duc NM, Thong PM. The Current Update of Vaccines for SARS-CoV-2. *Electronic Journal of General Medicine*. 2020 May 2;17(5):em248.
9. Kashte S, Gulbake A, III SFE-A, Gupta A. COVID-19 vaccines: rapid development, implications, challenges and future prospects. *Human Cell* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2021 Sep 23];34(3):711. Available from: </pmc/articles/PMC7937046/>
10. Kementerian Kesehatan RI. Keputusan Menteri Kesehatan No. HK.01.07/MENKES/9860/2020 Tentang Penetapan Jenis Vaksin Untuk Pelaksanaan Vaksinasi Corona Virus Diasese 2019 (COVID-19) [Internet]. 2020. p. 4. Available from: [https://covid19.go.id/storage/app/media/Regulasi/2020/Desember/KMK_9860 Tahun 2020-salinan.pdf](https://covid19.go.id/storage/app/media/Regulasi/2020/Desember/KMK_9860_Tahun_2020-salinan.pdf)
11. Zimmermann P, Curtis N. Factors that influence the immune response to vaccination. *Clinical Microbiology Reviews* [Internet]. 2019 Apr 1 [cited 2021 Aug 10];32(2). Available from: <https://doi.org/10.1128/CMR.00084-18>.
12. Pellini R, Venuti A, Pimpinelli F, Abril E, Blandino G, Campo F, et al. OBESITY MAY HAMPER SARS-CoV-2 VACCINE IMMUNOGENICITY. *medRxiv* [Internet]. 2021 Feb 26 [cited 2021 Aug 14];2021.02.24.21251664. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.02.24.21251664v1>
13. Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity CONSeNSuS Statement *Nature Reviews | Endocrinology*. Available from: www.nature.com/nrendo

14. Watanabe M, Balena A, Tuccinardi D, Tozzi | Rossella, Risi R, Masi D, et al. Central obesity, smoking habit, and hypertension are associated with lower antibody titres in response to COVID-19 mRNA vaccine. 2021; Available from: <https://doi.org/10.1002/dmrr.3465>
15. Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S. *Imunologi Dasar Abbas Fungsi dan Kelainan Sistem Imun*. Keenam. Kalim H, editor. Singapore: Elsevier; 2021. 4–15.
16. Sudiono J. *Sistem Kekebalan Tubuh*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. 2014;12–22.
17. Marshall JS, Warrington R, Watson W, Kim HL. An introduction to immunology and immunopathology. *Allergy, Asthma & Clinical Immunology* 2018 14:2 [Internet]. 2018 Sep 12 [cited 2021 Aug 21];14(2):1–10. Available from: <https://aacijournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13223-018-0278-1>
18. Baratawidjaya KG, Rengganis I. *Imunologi Dasar*. Edisi ke 1. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2012.
19. Turvey SE, Broide DH. Chapter 2: Innate Immunity. *The Journal of allergy and clinical immunology* [Internet]. 2010 Feb [cited 2021 Aug 21];125(2 Suppl 2):S24. Available from: </pmc/articles/PMC2832725/>
20. Stone KD, Prussin C, Metcalfe DD. IgE, Mast Cells, Basophils, and Eosinophils. *The Journal of allergy and clinical immunology* [Internet]. 2010 Feb [cited 2021 Aug 22];125(2 Suppl 2): S73. Available from: </pmc/articles/PMC2847274/>
21. Weyand CM, Goronzy JJ. Aging of the Immune System. Mechanisms and Therapeutic Targets. *Annals of the American Thoracic Society* [Internet]. 2016 Dec 1 [cited 2021 Aug 26];13(Suppl 5):S422. Available from: </pmc/articles/PMC5291468/>

22. Childs CE, Calder PC, Miles EA. Diet and Immune Function. *Nutrients* 2019, Vol 11, Page 1933 [Internet]. 2019 Aug 16 [cited 2021 Sep 23];11(8):1933. Available from: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/8/1933/htm>
23. Nieman DC, Wentz LM. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science*. 2019 May 1;8(3):201–17.
24. Kreitinger JM, Beamer CA, Shepherd DM. Environmental Immunology: Lessons learned from exposure to a select panel of immunotoxicants. *Journal of immunology (Baltimore, Md: 1950)* [Internet]. 2016 Apr 15 [cited 2021 Aug 27];196(8):3217. Available from: </pmc/articles/PMC4824550/>
25. Dhabhar FS. Effects of stress on immune function: the good, the bad, and the beautiful. *Immunologic Research* 2014 58:2 [Internet]. 2014 May 6 [cited 2021 Sep 23];58(2):193–210. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12026-014-8517-0>
26. Coronavirus Disease (COVID-19) Situation Reports [Internet]. [cited 2021 Sep 23]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>
27. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* [Internet]. 2020 Apr 7 [cited 2021 Aug 28];323(13):1239–42. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762130>
28. Onder G, Rezza G, Brusaferro S. Case-Fatality Rate and Characteristics of Patients Dying in Relation to COVID-19 in Italy. *JAMA* [Internet]. 2020 May 12 [cited 2021 Aug 28];323(18):1775–6. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2763667>

29. Harrison AG, Lin T, Wang P. Mechanisms of SARS-CoV-2 Transmission and Pathogenesis. *Trends in Immunology* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2021 Aug 28];41(12):1100. Available from: [/pmc/articles/PMC7556779/](#)
30. Samudrala PK, Kumar P, Choudhary K, Thakur N, Wadekar GS, Dayaramani R, et al. Virology, pathogenesis, diagnosis and in-line treatment of COVID-19. *European Journal of Pharmacology* [Internet]. 2020 Sep 15 [cited 2021 Aug 28];883:173375. Available from: [/pmc/articles/PMC7366121/](#)
31. Voto C, Berkner P, Brenner C. Overview of the Pathogenesis and Treatment of SARS-CoV-2 for Clinicians: A Comprehensive Literature Review. *Cureus* [Internet]. 2020 Sep 10 [cited 2021 Aug 28];12(9). Available from: <https://www.cureus.com/articles/40171-overview-of-the-pathogenesis-and-treatment-of-sars-cov-2-for-clinicians-a-comprehensive-literature-review>
32. Coperchini F, Chiovato L, Croce L, Magri F, Rotondi M. The cytokine storm in COVID-19: An overview of the involvement of the chemokine/chemokine-receptor system. *Cytokine & Growth Factor Reviews*. 2020 Jun 1; 53:25–32.
33. Wasityastuti W, Dhamarjati A, Siswanto S. Immunosenescence and the Susceptibility of the Elderly to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Jurnal Respirologi Indonesia*. 2020 Jul 31;40(3):182–91.
34. Lotfi R, Kalmarzi RN, Roghani SA. A review on the immune responses against novel emerging coronavirus (SARS-CoV-2). *Immunologic Research* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2021 Sep 23];69(3):1. Available from: [/pmc/articles/PMC8084416/](#)
35. Septyaningtrias DE, Fachiroh J, Paramita DK, Purnomosari D, Susilowati R. Review of immune responses correlated with COVID-19 outcomes: the fight, debacle and aftermath in the Indonesian context. *Journal of the Medical Sciences (Berkala ilmu Kedokteran)* [Internet]. 2020 Jun 10 [cited

- 2021 Sep 1];52(3):29–53. Available from: <https://jurnal.ugm.ac.id/bik/article/view/55735>
36. Sette A, Crotty S. Adaptive immunity to SARS-CoV-2 and COVID-19. *Cell* [Internet]. 2021 Feb 18 [cited 2021 Sep 3];184(4):861–80. Available from: <http://www.cell.com/article/S0092867421000076/fulltext>
37. Kumar Shah V, Fimal P, Alam A, Ganguly D, Chattopadhyay S. Overview of Immune Response During SARS-CoV-2 Infection: Lessons from the Past. *Frontiers in Immunology* | www.frontiersin.org [Internet]. 2020;1. Available from: www.frontiersin.org
38. Stokes EK, Zambrano LD, Anderson KN, Marder EP, Raz KM, Felix SEB, et al. Coronavirus Disease 2019 Case Surveillance — United States, January 22–May 30, 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report* [Internet]. 2020 Jun 19 [cited 2021 Aug 30];69(24):759. Available from: [/pmc/articles/PMC7302472/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32007143/)
39. N C, M Z, X D, J Q, F G, Y H, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet (London, England)* [Internet]. 2020 Feb 15 [cited 2021 Aug 30];395(10223):507–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32007143/>
40. J Z, Z Z, P J, H L, B L, J P, et al. Clinicopathological characteristics of 8697 patients with COVID-19 in China: a meta-analysis. *Family medicine and community health* [Internet]. 2020 May 5 [cited 2021 Aug 30];8(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32371463/>
41. *Clinical Spectrum | COVID-19 Treatment Guidelines* [Internet]. [cited 2021 Sep 23]. Available from: <https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/overview/clinical-spectrum>

42. Dai X, Xiong Y, Li N, Jian C. Vaccine Types. Vaccines - the History and Future [Internet]. 2019 Mar 5 [cited 2021 Sep 5]; Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/65813>
43. MODULE 1 – Importance of immunization programmes - WHO Vaccine Safety Basics [Internet]. [cited 2021 Sep 23]. Available from: <https://vaccine-safety-training.org/Importance-of-immunization-programmes.html>
44. Chung JY, Thone MN, Kwon YJ. COVID-19 vaccines: The status and perspectives in delivery points of view. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2021 Mar 1; 170:1–25.
45. Pollard AJ, Bijker EM. A guide to vaccinology: from basic principles to new developments. *Nature Reviews Immunology* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2021 Sep 10];21(2):1. Available from: [/pmc/articles/PMCT7754704/](https://www.nature.com/articles/PMCT7754704/)
46. Krammer F. SARS-CoV-2 vaccines in development. *Nature* 2020 586:7830 [Internet]. 2020 Sep 23 [cited 2021 Sep 6];586(7830):516–27. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2798-3>
47. COVID-19 vaccine tracker and landscape [Internet]. [cited 2021 Sep 23]. Available from: <https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines>
48. K R, P K, L S. COVID-19 vaccine: A recent update in pipeline vaccines, their design and development strategies. *European journal of pharmacology* [Internet]. 2021 Feb 5 [cited 2021 Sep 23];892. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33245898/>
49. About Adult BMI | Healthy Weight, Nutrition, and Physical Activity | CDC [Internet]. [cited 2021 Sep 9]. Available from: https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult_bmi/index.html

50. Andrade FB, Gualberto A, Rezende C, Percegoni N, Gameiro J, Hottz ED. The Weight of Obesity in Immunity from Influenza to COVID-19. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2021 Mar 17; 0:170.
51. Frasca D, Reidy L, Cray C, Diaz A, Romero M, Kahl K, et al. Effects of obesity on serum levels of SARS-CoV-2-specific antibodies in COVID-19 patients. *medRxiv* [Internet]. 2020 Dec 20 [cited 2021 Sep 11];2020.12.18.20248483. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.12.18.20248483v1>
52. de Frel DL, Atsma DE, Pijl H, Seidell JC, Leenen PJM, Dik WA, et al. The Impact of Obesity and Lifestyle on the Immune System and Susceptibility to Infections Such as COVID-19. *Frontiers in Nutrition*. 2020 Nov 19; 0:279.
53. P2PTM Kemenkes RI. Cek Lingkar Perut Anda - Direktorat P2PTM [Internet]. 2018. Available from: <http://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/obesitas/cek-lingkar-perut-anda>
54. Geneva. Waist Circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation. [cited 2021 Sep 12]; Available from: www.who.int
55. Watanabe M, Caruso D, Tuccinardi D, Risi R, Zerunian M, Polici M, et al. Visceral fat shows the strongest association with the need of intensive care in patients with COVID-19. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154319>
56. Caci G, Albin A, Malerba M, Noonan DM, Pochetti P, Polosa R. COVID-19 and Obesity: Dangerous Liaisons. *Journal of Clinical Medicine* 2020, Vol 9, Page 2511 [Internet]. 2020 Aug 4 [cited 2021 Sep 23];9(8):2511. Available from: <https://www.mdpi.com/2077-0383/9/8/2511/htm>
57. Abbott. ARCHITECT SARS-CoV-2 IgG II Quant. Abbott Laboratories Wiesbaden, Germany, No. Katalog: B6S600. 2020.
58. 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 [Internet]. 2021 [cited 2021 Dec 14]; Available from: [/pmc/articles/PMC8661654/](#)
59. 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* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2021 Dec 14];36. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S258953702100208X/fulltext>
 60. Yamamoto S, Mizoue T, Tanaka A, Oshiro Y, Inamura N, Konishi M, et al. Sex-associated differences between body mass index and SARS-CoV-2 antibody titers following the BNT162b2 vaccine among 2,435 healthcare workers in Japan. *medRxiv* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2021 Dec 14];2021.08.30.21262862. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.08.30.21262862v1>
 61. Malavazos AE, Basilico S, Iacobellis G, Milani V, Cardani R, Boniardi F, et al. Antibody responses to BNT162b2 mRNA vaccine: infection-naïve individuals with abdominal obesity warrant attention. *medRxiv* [Internet]. 2021 Sep 14 [cited 2021 Dec 15];2021.09.10.21262710. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.09.10.21262710v1>