

TESIS

**GAMBARAN KAPASITAS FUNGSIONAL PADA POPULASI
DENGAN FAKTOR RISIKO KARDIOVASKULAR
DI KOTA MAKASSAR**

***DESCRIPTION OF FUNCTIONAL CAPACITY IN
CARDIOVASCULAR RISK FACTORS POPULATION IN
MAKASSAR***

MARTIN PERDHANA MUCHLIS



**DEPARTEMEN KARDIOLOGI DAN KEDOKTERAN VASKULAR
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**GAMBARAN KAPASITAS FUNGSIONAL PADA POPULASI DENGAN
FAKTOR RISIKO KARDIOVASKULAR
DI KOTA MAKASSAR**

***DESCRIPTION OF FUNCTIONAL CAPACITY IN CARDIOVASCULAR
RISK FACTORS POPULATION IN MAKASSAR***

TESIS

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar spesialis
Program Studi Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

**Disusun dan diajukan oleh
MARTIN PERDHANA MUCHLIS
C116216104**

**PROGRAM STUDI ILMU PENYAKIT JANTUNG
DAN PEMBULUH DARAH
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

TESIS

**GAMBARAN KAPASITAS FUNGSIONAL PADA POPULASI DENGAN
FAKTOR RISIKO KARDIOVASKULAR
DI KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh :

MARTIN PERDHANA MUCHLIS

Nomor Pokok : C116 216 104

Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Akhir
pada tanggal 10 Februari 2022


dan dinyatakan telah memenuhi syarat


Menyetujui

Komisi Penasihat,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. dr. Idar Mappangara, SpPD, SpJP(K)
NIP. 19660721 199603 1 004


Prof. dr. Peter Kabo, PhD, SpFK, SpJP(K)
NIP. 19500329 197612 1 001

Ketua Program Studi,

Dekan Fakultas Kedokteran,


Dr. dr. Muzakkir Amir, SpJP(K)
NIP. 19710810 200012 1 003


Prof. Dr. dr. Haerani Rasvid, M.Kes, SpPD
KGH, FINASIM, SpGK
NIP. 19680530 199603 2 001



TESIS

**GAMBARAN KAPASITAS FUNGSIONAL PADA POPULASI DENGAN
FAKTOR RISIKO KARDIOVASKULAR
DI KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh :

MARTIN PERDHANA MUCHLIS

Nomor Pokok : C116 216 104

Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Akhir

pada tanggal 10 Februari 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Dr. dr. Idar Mappangara, SpPD, SpJP(K)
NIP. 19660721 199603 1 004



Prof. dr. Peter Kabo, PhD, SpFK, SpJP(K)
NIP. 19500329 197612 1 001

Ketua Program Studi Ilmu Penyakit
Jantung dan Pembuluh Darah,
Universitas Hasanuddin

Ketua Departemen Kardiologi dan
Kedokteran Vaskular,
Universitas Hasanuddin



Dr. dr. Muzakkir Amir, SpJP(K)
NIP. 19710810 200012 1 003



Dr. dr. Idar Mappangara, SpPD, SpJP(K)
NIP. 19660721 199603 1 004

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Martin Perdhana Muchlis

Nomor Induk Mahasiswa : C 116 216 104

Program Studi : Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya akhir ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa keseluruhan karya akhir ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 10 Februari 2022

Yang menyatakan,



MARTIN PERDHANA MUCHLIS

PENETAPAN PANITIA PENGUJI

Tesis ini telah diuji dan dinilai oleh panitia penguji pada
Tanggal 10 Februari 2022

Panitia penguji Tesis berdasarkan SK Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin
No.250/UN4.6.1/KEP/2022, tanggal 12 Januari 2022

Ketua : Dr. dr. Idar Mappangara, Sp.PD, Sp.JP (K)

Anggota : 1. Prof. dr. Peter Kabo, Ph.D, Sp.FK, Sp.JP (K)
2. dr. Zaenab Djafar SpPD, SpJP (K)
3. dr. Muhammad Firdaus Kasim, MSc
4. Dr. dr. Muzakkir Amir, SpJP (K)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan Karunia-Nya, serta sholawat dan salam kita untuk junjungan Nabi besar Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Gambaran kapasitas fungsional pada populasi dengan faktor risiko kardiovaskular di kota Makassar”. Tesis ini disusun untuk melengkapi persyaratan penyelesaian Program Pendidikan Dokter Spesialis pada Program Studi Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar. Penulis berharap tesis ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka penulisan tesis ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc**, Rektor Universitas Hasanuddin, atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk mengikuti Pendidikan Dokter Spesialis di Universitas Hasanuddin Makassar.
2. **Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, FINASIM, SpGK**, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk mengikuti Pendidikan Dokter Spesialis di bidang Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah.

3. **dr. Uleng Bahrn, Sp.PK (K), Ph.D**, Koordinator PPDS-1 Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin bersama staf, yang senantiasa memantau kelancaran Program Pendidikan Dokter Spesialis Bidang Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah.
4. **Dr. dr. Idar Mappangara, SpPD, SpJP (K)** sebagai pembimbing utama sekaligus sebagai Ketua Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular Universitas Hasanuddin atas kesediaannya membimbing dengan penuh perhatian dan kesabaran sejak perencanaan hingga selesainya karya akhir ini, serta atas kesediaan beliau untuk mendidik, membimbing, dan memberi nasihat yang sangat berharga kepada penulis selama mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis Bidang Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah.
5. **Prof. dr. Peter Kabo, PhD, SpFK, SpJP (K)** sebagai pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan arahan baik selama penyusunan tesis ini dan juga selama proses pendidikan di Program Pendidikan Dokter Spesialis Bidang Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah.
6. **dr. Zaenab Djafar, Sp.PD, Sp.JP (K)** sebagai pembimbing ketiga yang selalu memberikan bimbingan terarah dan rinci serta dukungan motivasi, serta ilmu yang sangat bermanfaat selama proses penyelesaian tesis pada Program Pendidikan Dokter Spesialis Bidang Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah.

7. **dr. Melda Warliani SpKFR (K)** sebagai pembimbing keempat atas bimbingan, masukan, koreksi dan arahnya kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
8. **dr. Muhammad Firdaus Kasim, MSc** sebagai pembimbing metodologi penelitian yang senantiasa menyempatkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
9. **Dr. dr. Muzakkir Amir, SpJP (K)** sebagai Ketua Program Studi bagian Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar yang senantiasa memberikan motivasi, dorongan, membimbing dan mengawasi kelancaran proses Pendidikan selama saya mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis Bidang Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah.
10. **dr. Akhtar Fajar Muzakkir, SpJP (K)** sebagai pembimbing akademik yang senantiasa memberikan motivasi, dorongan, bimbingan, dan arahan yang mendukung kelancaran proses pendidikan selama saya mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis Bidang Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah.
11. Para Penguji, seluruh Guru Besar, Konsultan, dan Staf Pengajar Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar: **Prof. dr. Junus Alkatiri, SpPD-KKV, SpJP (K), Prof. dr. Ali Aspar Mappahya, SpPD, Sp.JP (K), Dr. dr. Abdul Hakim Alkatiri, SpJP (K), Dr. dr. Khalid Saleh, SpPD-KKV, dr. Pendrik Tandean, SpPD-KKV, dr. Yulius Pattimang, SpA, SpJP (K), dr. Muh. Nuralim Mallapasi, SpB, SpBTKV, dr Jayarasti**

spBTKV, dr. Almudai, Sp.PD, Sp.JP, M.Kes, dr. Andi Alief Utama Armyn, M.Kes, SpJP (K), dr. Aussie Fitriani Ghaznawie, SpJP (K), dr. Az Hafid Nashar, SpJP (K) yang senantiasa penuh kesabaran dan keikhlasan memberikan ilmu, wawasan, pengalaman, serta motivasi bagi penulis selama menempuh pendidikan di Program Pendidikan Dokter Spesialis Bidang Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah.

12. Direktur Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudirohusodo atas kesediaannya memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu dan menjalani pendidikan di rumah sakit tersebut.

13. Para pegawai Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin: **Ibu Ida, Kak Hikmah, Kak Bara, Kak Enal, Kak Rahmat, Kak Wiwi**, paramedis, *cleaning service*, *security*, dan pekerja pada masing-masing rumah sakit, atas segala bantuan dan kerjasamanya selama ini.

14. Teman-teman Angkatan Juli 2016: **dr. Rini Anastasia, dr. Fritz Tandean, dr. Andi Muh. Reis, dr. Randy Alfa Rabby, dr. Maya Shofia, dr. Adelaide Adiwana** untuk kerjasamanya selama menempuh pendidikan di Program Pendidikan Dokter Spesialis Bidang Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah.

15. Seluruh teman sejawat PPDS-1 Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar: mulai dari senior sampai teman-teman junior yang telah banyak memberikan kontribusi selama proses pendidikan ini. Terima kasih atas bantuan, kebersamaan dan kerjasama yang baik selama penulis menjalani

pendidikan. Kepada **dr. Andriany Qanitha** terimakasih atas segala bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian tesis ini.

16. Teman-teman perawat, tenaga administrasi dan staf Program Studi Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah dan teman-teman semua yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, terima kasih telah banyak membantu penulis dalam menjalani pendidikan.

Terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada Istri tercinta Wahyu Puspita Irijayanti dan anak-anak hebat saya: Kiarakha Reznarendra Wardhana, Makaio Aqeelariq Wardhana, Aretha Shakayla Wardhana; kedua orang tua tersayang: Mama Laila Nisyah, dan Papa Muchlis Latif; mertua saya: Binik Matin Sa'adah, dan Soewarno (Alm); saudara kandung saya Letha Maharani Muchlis dan Wahyu Tririzky Muchlis yang dengan tanpa henti memberikan semangat, mendukung, mendoakan, meridhoi dan memberikan restu kepada saya selama menjalani pendidikan. Tanpa kalian penulis tidak akan mampu menyelesaikan pendidikan ini. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah kalian berikan.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah, serta memohon maaf atas segala kekurangan dari tesis ini.

Makassar, 10 Februari 2022

Martin Perdhana Muchlis

ABSTRAK

GAMBARAN KAPASITAS FUNGSIONAL PADA POPULASI DENGAN FAKTOR RISIKO KARDIOVASKULAR DI KOTA MAKASSAR

Martin Perdhana Muchlis¹, Peter Kabo¹, Idar Mappangara¹, Zaenab Djafar¹, Melda Warliani², Firdaus Kasim³

¹Department of Cardiology and Vascular Medicine, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar 90245, Indonesia

²Department of Medical Rehabilitation, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar 90245, Indonesia

³Department of Public Health and Community Medicine, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar 90245, Indonesia

Latar Belakang: Penyakit kardiovaskular masih menjadi ancaman global dan menempati urutan keenam penyebab kematian di Indonesia. Kebugaran merupakan salah satu indikator kemampuan seseorang untuk melakukan aktivitas fisik sehari-hari tanpa hambatan, yang dapat dinilai dari kapasitas fungsional. Faktor risiko kardiovaskular merupakan salah satu faktor yang diketahui dapat mengurangi nilai kapasitas fungsional seseorang. Six Minute Walking Test (6MWT) merupakan tes sederhana, mudah, dan aman yang dilakukan pada pasien dengan gangguan sistem kardiovaskular dan paru, serta tidak memerlukan alat dan keahlian khusus sehingga banyak digunakan untuk memprediksi nilai kapasitas fungsional seseorang. Tes ini dapat dilakukan pada pelayanan kesehatan dengan sarana dan prasarana yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui secara umum kapasitas fungsional pada populasi faktor risiko kardiovaskular di kota Makassar.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan *cross sectional study* untuk menilai prevalensi, distribusi, dan memberikan gambaran tentang hubungan antara faktor risiko kardiovaskular dengan jarak tempuh 6MWT dan estimasi VO₂max pada waktu yang sama (*point of time approach*).

Hasil: Populasi dalam penelitian ini adalah ras Mongoloid, sub-ras Melayu Kota Makassar berusia diatas 35 tahun yang memiliki satu atau lebih faktor

risiko kardiovaskular yang menjalani pemeriksaan 6MWT di 47 Puskesmas di seluruh Kota Makassar pada periode 23 Januari 2020 - 23 Juni 2020. Total subjek dalam penelitian ini adalah 679 orang dengan distribusi sampel yang didominasi oleh jenis kelamin perempuan dengan rasio distribusi sampel 1:5 ($n=544;80,1\%$ vs $n=135;19,9\%$). Laki-laki memiliki jarak yang lebih jauh daripada perempuan ($399,5 \pm 102,5$ vs $373,9 \pm 95,7$), subjek dengan usia yang lebih muda memiliki jarak yang lebih jauh daripada subjek di atas 65 tahun ($389,1 \pm 93,0$ vs. $303,6 \pm 98,4$). Nilai rata-rata jarak keseluruhan adalah $379,0 \pm 97,5$ meter, dengan nilai p tidak signifikan secara statistik ($p=0,241$). Semakin banyak jumlah kombinasi faktor risiko kardiovaskular yang dimiliki subjek, semakin rendah nilai kapasitas fungsional (16.5 ± 4.8 , 16.3 ± 10.6 , 13.7 ± 5.7). Secara keseluruhan, nilai rata-rata $VO_2\max$ adalah $15,8 \pm 8,8$ ($p=0,008$). Peningkatan jumlah kombinasi faktor risiko yang diikuti dengan penurunan nilai kapasitas fungsional ($VO_2\max$) menunjukkan penurunan signifikan nilai $VO_2\max$ terbesar pada kelompok subjek dengan > 6 faktor risiko.

Kesimpulan: Rata-rata jarak tempuh 6MWT pada populasi dengan faktor risiko kardiovaskular di kota Makassar adalah 379 meter, dengan rata-rata tertinggi adalah laki-laki ($399,5 \pm 102,5$) dan rata-rata terendah adalah >65 tahun ($303,6 \pm 98,4$). Semakin banyak jumlah faktor risiko kardiovaskular yang dimiliki, semakin rendah nilai $VO_2\max$ yang diperoleh. Penurunan signifikan nilai $VO_2\max$ jika memiliki > 6 jumlah faktor risiko.

Kata Kunci : Faktor Risiko Kardiovaskular, Kapasitas Fungsional, 6MWT, $VO_2\max$

ABSTRACT

FUNCTIONAL CAPACITY IN POPULATION WITH CARDIOVASCULAR RISK FACTORS IN MAKASSAR

Martin Perdhana Muchlis¹, Peter Kabo¹, Idar Mappangara¹, Zaenab Djafar¹, Melda Warliani², Firdaus Kasim³

¹Department of Cardiology and Vascular Medicine, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar 90245, Indonesia

²Department of Medical Rehabilitation, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar 90245, Indonesia

³Department of Public Health and Community Medicine, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar 90245, Indonesia

Background: Cardiovascular disease is still a global threat and ranks the sixth leading cause of death in Indonesia. Cardiac fitness is one indicator of a person's ability to carry out daily physical activities without limitation, which can be assessed from functional capacity. Cardiovascular risk factor is one of the factors known to reduce the value of a person's functional capacity. The Six Minute Walking Test (6MWT) is a simple, easy, and safe test that is performed on patients with cardiovascular and pulmonary disorders, and not required special tools and expertise, and thus it is widely used to predict the value of functional capacity. This test can be carried out in health services with limited facilities and infrastructure.

Method: This study is a descriptive cross-sectional study to assess prevalence, distribution, and provide an overview of the relationship between cardiovascular risk factors with 6MWT mileage and VO₂max estimation at the same time (point of time approach).

Results: The population in this study was the Asian race, Makassar City population, aged over 35 years who had one or more cardiovascular risk factors who underwent 6MWT examination at 47 Puskesmas throughout Makassar City in the period 23 January 2020 - 23 June 2020. This study recruited 679 participants with a sample distribution dominated by female sex with a sample distribution ratio of 1:5 (n=544;80.1% vs. n=135;19,9%). Males had a greater distance than females (399.5 ± 102.5 vs 373.9 ± 95.7),

younger subjects longer distance than those over 65 years (389.1 ± 93.0 vs. 303.6 ± 98.4). The average value of the overall distance was 379.0 ± 97.5 meters, with the p-value not statistically significant ($p=0.241$). Overall, the mean value of $VO_2\text{max}$ was 15.8 ± 8.8 ($p=0.008$). An increase in the number of combinations of risk factors followed by a decrease in the value of functional capacity ($VO_2\text{max}$) showed the largest significant decrease in the value of $VO_2\text{max}$ in the group of subjects with > 6 risk factors.

Conclusion:The average 6MWT mileage in the population with cardiovascular risk factors in Makassar is 379 meters, with the highest average being male (399.5 ± 102.5) and the lowest average being >65 years (303.6 ± 98.4). The more the number of cardiovascular risk factors, the lower the $VO_2\text{max}$ value obtained. Significant decreased $VO_2\text{max}$ value existed if patients had more than six risk factors.

Keywords: Cardiovascular Risk Factors, Functional Capacity, 6MWT, $VO_2\text{max}$

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN SYARAT GELAR | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PENGAJUAN | iv |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR | v |
| PENETAPAN PANITIA PENGUJI | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| ABSTRAK | xii |
| ABSTRACT | xiv |
| DAFTAR ISI | xvi |
| DAFTAR TABEL | xix |
| DAFTAR GAMBAR | xx |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxi |
| DAFTAR SINGKATAN | xxii |
| BAB 1 | |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Penelitian | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 4 |

BAB 2

| | |
|--|----|
| TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1. Kapasitas Fungsional | 6 |
| 2.2. Metode pengukuran Kapasitas Fungsional | 8 |
| 2.3. Faktor yang mempengaruhi Kapasitas Fungsional | 12 |
| 2.4. Rumus untuk menentukan Kapasitas Fungsional | 14 |
| 2.5. Faktor Risiko Kardiovaskular | 15 |
| 2.6. Pembagian Faktor Risiko Kardiovaskular | 16 |
| 2.7. Pengaruh Faktor Risiko Kardiovaskular terhadap Kapasitas Fungsional | 18 |

BAB 3

| | |
|--|----|
| KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP | 25 |
| 3.1. Kerangka Teori | 25 |
| 3.2. Kerangka Konsep | 26 |

BAB 4

| | |
|--|----|
| METODE PENELITIAN | 27 |
| 4.1. Desain Penelitian | 27 |
| 4.2. Populasi dan Sampel | 27 |
| 4.3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi | 28 |
| 4.4. Bahan Penelitian | 29 |
| 4.5. Instrumen Penelitian dan Pemeriksaan 6MWT | 29 |
| 4.6. Lokasi dan Waktu Penelitian | 30 |

| | |
|---|----|
| 4.7. Prosedur Pengambilan Data | 30 |
| 4.8. Alur Penelitian | 32 |
| 4.9. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif | 33 |
| 4.10. Pengolahan dan Analisa Data | 35 |
| 4.11. Etik Penelitian | 37 |

BAB 5

| | |
|------------------------|----|
| HASIL PENELITIAN | 38 |
|------------------------|----|

BAB 6

| | |
|---------------|----|
| DISKUSI | 46 |
|---------------|----|

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|-----------------------|----|
| 7.1. Kesimpulan | 61 |
| 7.2. Saran | 61 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. <i>New Formula of estimated $\dot{V}O_2 max$</i> | 16 |
| Tabel 2. Karakteristik <i>baseline</i> subjek penelitian | 44 |
| Tabel 3. Distribusi faktor risiko kardiovaskular pada subjek penelitian | 45 |
| Tabel 4. Perbandingan jarak <i>6-minute walking test</i> pada masing- masing faktor risiko | 46 |
| Tabel 5. Perbandingan kapasitas fungsional ($\dot{V}O_2 max$) pada masing- masing faktor risiko | 47 |
| Tabel 6. Perbandingan luaran (<i>outcome</i>) kapasitas fungsional dan jarak <i>6-minute walking test</i> berdasarkan jumlah faktor risiko yang dimiliki masing-masing subjek | 50 |
| Tabel 7. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap jenis kelamin | 53 |
| Tabel 8. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap usia | 54 |
| Tabel 9. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap hipertensi | 56 |
| Tabel 10. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap Diabetes Mellitus | 56 |
| Tabel 11. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap Dislipidemia | 58 |
| Tabel 12. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap Obesitas | 59 |
| Tabel 13. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap merokok | 61 |
| Tabel 14. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap riwayat CVD dalam keluarga | 63 |
| Tabel 15. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap inaktivitas fisik | 63 |
| Tabel 16. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap stres | 64 |
| Tabel 17. Nilai $\dot{V}O_2max$ terhadap diet tidak sehat | 66 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. <i>Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET)</i> , dengan ergocycle dan treadmill | 8 |
| Gambar 2. Tes berjalan yang dipandu dan diawasi oleh perawat terlatih | 10 |
| Gambar 3. <i>Rockport Fitness Walking Test</i> | 11 |
| Gambar 4. Persentase subjek penelitian berdasarkan jumlah faktor Risiko yang dimiliki | 51 |
| Gambar 5. Gambaran <i>mean $\dot{V}O_2max$</i> berdasarkan pengelompokan <i>risk factors burden</i> (1-3 faktor risiko; 4-6 faktor risiko; dan > 6 faktor risiko) | 50 |
| Gambar 6. Perubahan nilai <i>$\dot{V}O_2max$</i> pria dan wanita pada berbagai kelompok umur | 53 |
| Gambar 7. Evaluasi nilai kapasitas fungsional pada pasien dengan diabetes mellitus | 57 |
| Gambar 8. Efek obesitas terhadap kapasitas fungsional | 59 |
| Gambar 9. Efek kebiasaan merokok terhadap <i>$\dot{V}O_2max$</i> | 62 |
| Gambar 10. Nilai <i>$\dot{V}O_2max$</i> terhadap riwayat CVD dalam keluarga ... | 62 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Kuesioner Penelitian | 69 |
|--|----|

DAFTAR SINGKATAN

| | | |
|-----------|---|--|
| 6MWT | : | Six Minute Walking Test |
| ASEAN | : | Association of Southeast Asian Nations |
| ATS | : | American Thoracic Society |
| Balitbang | : | Badan Penelitian dan Pengembangan |
| cGMP | : | cyclic guanosine monophosphate |
| CPET | : | Cardiopulmonary Exercise Testing |
| DLCO | : | Diffusing capacity of the lungs for carbon monoxide |
| DM | : | Diabetes Mellitus |
| ECG | : | Elektrokardiografi |
| GTP | : | guanosine triphosphate |
| HDL | : | High Density Lipoprotein |
| IMT | : | Indeks Massa Tubuh |
| iNOS | : | inducible Nitric Oxide synthase |
| JAK/STAT3 | : | Janus Kinase-Signal Transducer and Activator of Transcription-3 |
| Kemenkes | : | Kementerian Kesehatan |
| LDL | : | Low Density Lipoprotein |
| METs | : | Metabolic Equivalents |
| mRNA | : | Messenger Ribonucleic Acid |
| P2PTM | : | Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tidak Menular |

| | | |
|---------------------|---|--|
| PJK | : | Penyakit Jantung Koroner |
| PKV | : | Penyakit Kardiovaskuler |
| Riskesmas | : | Riset Kesehatan Dasar |
| SPSS | : | Statistical Package for Sosial Science |
| TG | : | Trigliserida |
| VO ₂ max | : | Volume Oxygen Maximal |
| WHO | : | World Health Organization |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Penyakit Kardiovaskular (PKV) dianggap sebagai ancaman dunia (*global threat*) yang menjadi penyebab kematian nomor satu di seluruh dunia. Menurut WHO lebih dari 17 juta orang di dunia meninggal akibat penyakit ini. Di Indonesia, PKV juga memiliki tingkat kematian paling tinggi diantara 6 penyakit penyebab kematian tertinggi di Indonesia. Bahkan kasus di Indonesia merupakan tingkat kematian tertinggi ketiga di ASEAN. (Kemenkes, P2PTM, 2018)

Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Kemenkes RI tahun 2018, angka kejadian penyakit jantung dan pembuluh darah semakin meningkat dari tahun ke tahun. Setidaknya, 15 dari 1000 orang, atau sekitar 2.784.064 individu di Indonesia menderita penyakit jantung. (Balitbangkes Kemenkes, 2018) Sebagai salah satu spektrum PKV, PJK pada tahun 2020 di perkirakan diseluruh dunia, menjadi pembunuh pertama tersering yakni sebesar 36% dari seluruh kematian, angka ini dua kali lebih tinggi dari angka kematian akibat kanker.

Berdasarkan data Kemenkes RI tahun 2014 diketahui bahwa prevalensi PKV di kota Makassar yang termasuk dalam Penyakit Tidak Menular telah melampaui prevalensi rata-rata nasional diantaranya hipertensi 28.8% (nasional 25.8%), PJK 4.2 % (nasional 1.5%), dan gagal jantung 0.8 % (nasional 0.3%). Sementara berdasarkan data Kemenkes RI

tahun 2018, penyakit jantung pada usia lanjut memiliki prevalensi paling tinggi dengan jumlah terbanyak terjadi pada wanita di daerah perkotaan. Hal ini diduga akibat tingkat konsumsi gula, garam dan lemak yang berlebihan di masyarakat.

PKV paling sering menyerang kelompok usia produktif, sehingga mortalitasnya menyebabkan beban ekonomi dan sosial terhadap masyarakat. Biaya obat-obatan yang cukup mahal, lama waktu perawatan dan pengobatan serta diperlukannya rangkaian pemeriksaan penunjang lain untuk mendukung pengobatan. Kesemuanya itu membuat upaya pencegahan lebih dipilih sebagai deteksi dini faktor risiko dan pengendalian sebelum terjadi penyakit atau agar penyakit yang sudah ada tidak berkembang menjadi penyakit dengan multi komplikasi.

Seseorang dapat dikatakan bugar jika dapat melakukan aktivitas fisik sehari-hari tanpa ada kendala. Hal ini dapat berarti tingkat kesehatan dapat mempengaruhi kemampuannya untuk melakukan aktivitas fisik sehari-hari. Kapasitas fungsional merupakan ukuran tingkat kebugaran seseorang dalam melakukan aktivitas fisik sehari-hari. Semakin baik nilai kapasitas fungsional seseorang, maka semakin bugar seseorang dan semakin kecil timbul kendala dalam melakukan aktivitas fisik sehari-hari. Setiap orang dapat mengukur besarnya kapasitas fungsional tubuhnya sendiri sehingga dapat menentukan aktivitas fisik mana yang sesuai dengan kemampuannya.

Kapasitas fungsional dianggap penting untuk diketahui karena dapat memberikan informasi diagnostik dan prognostik terhadap status kesehatan

seseorang. Seseorang yang telah diketahui nilai kapasitas fungsionalnya, dapat ditentukan jenis aktivitas fisik yang sesuai kemampuannya. Faktor risiko kardiovaskular dapat mempengaruhi kapasitas fungsional. Seseorang yang memiliki faktor risiko kardiovaskular memiliki nilai kapasitas fungsional yang rendah, sehingga dengan nilai kapasitas fungsional tersebut dapat menentukan kondisi kesehatan seseorang serta dapat memperkirakan kondisi hidup seseorang selanjutnya.

Salah satu cara penilaian kapasitas fungsional yang saat ini banyak digunakan adalah dengan uji *Six Minute Walking Test (6MWT)*, test ini merupakan test sederhana, mudah, dan aman dilakukan pada pasien dengan gangguan sistem kardiovaskular dan pulmonal. Uji ini tidak memerlukan alat dan keahlian khusus sehingga saat ini banyak diadaptasi untuk dilakukan terutama di pelayanan kesehatan dengan sarana dan prasarana kesehatan yang terbatas.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan mempertimbangkan dan memperhatikan latar belakang penelitian tersebut, dirumuskan beberapa permasalahan yang akan dijawab dalam penelitian, diantaranya :

1. Bagaimana gambaran secara umum kapasitas fungsional pada populasi faktor risiko kardiovaskular di kota Makassar?
2. Bagaimana gambaran distribusi derajat kapasitas fungsional pada populasi faktor risiko?

3. Bagaimana gambaran kapasitas fungsional pada masing-masing faktor risiko?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Diketuinya secara umum **kapasitas fungsional pada populasi faktor risiko kardiovaskular** di kota Makassar

1.3.2. Tujuan Khusus

1.3.2.1. Mengukur distribusi derajat kapasitas fungsional pada populasi

1.3.2.2. Mengukur distribusi derajat kapasitas fungsional berdasarkan jenis faktor risiko

1.3.2.3. Mengetahui gambaran kapasitas fungsional pada masing-masing faktor risiko

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Untuk pengembangan ilmu

1.4.1.1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kapasitas fungsional pada populasi faktor risiko kardiovaskular di kota Makassar

1.4.1.2. Menjadi data awal untuk bahan penelitian selanjutnya

1.4.2. Untuk aplikasi klinis

Dengan mengetahui pengaruh faktor risiko kardiovaskuler terhadap kapasitas fungsional pada populasi kota Makassar diharapkan dapat meningkatkan upaya pencegahan, mengetahui respon intervensi modifikasi faktor risiko, dan menentukan prognosis

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapasitas Fungsional

Kapasitas fungsional adalah kemampuan seseorang untuk melakukan aktivitas aerobik sebagaimana didefinisikan oleh pengambilan oksigen maksimal ($\dot{V}O_2 \text{ max}$), yaitu produk dari *cardiac output* dan perbedaan oksigen arteriovenous ($a\text{-}VO_2$) pada kelelahan fisik, seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\dot{V}O_2 \text{ max} = (\text{HR} \times \text{SV}) \times a\text{-}VO_2 \text{ diff}$$

Karena $\dot{V}O_2 \text{ max}$ biasanya dicapai dengan olahraga yang hanya melibatkan sekitar setengah dari total otot tubuh, secara umum diyakini bahwa $\dot{V}O_2 \text{ max}$ dibatasi oleh curah jantung maksimal daripada faktor perifer.

$\dot{V}O_2 \text{ max}$ merupakan kemampuan jantung dan paru-paru untuk mensuplai oksigen ke seluruh tubuh dalam jangka waktu yang lama. $\dot{V}O_2 \text{ max}$ adalah jumlah maksimum oksigen yang bisa digunakan seseorang selama latihan intensif atau maksimal. Meskipun $\dot{V}O_2 \text{ max}$ diukur dalam liter oksigen per menit, $\dot{V}O_2 \text{ max}$ biasanya dinyatakan dalam mililiter oksigen yang digunakan dalam satu menit per kilogram berat badan (ml/ kg/ menit).

$\dot{V}O_2 \text{ max}$ dapat juga disebut sebagai konsumsi maksimal oksigen atau pengambilan oksigen maksimal atau kapasitas aerobik maksimal.

Yang dimaksud kapasitas aerobik maksimal adalah kapasitas maksimal dari tubuh untuk mendapatkan dan menggunakan oksigen selama latihan yang meningkat, sehingga hal ini dapat menunjukkan kebugaran fisik seseorang. Konsumsi oksigen seseorang meningkat secara linear dengan intensitas aktifitas – sampai titik tertentu. Ada titik spesifik dimana konsumsi oksigen akan mendatar bahkan jika intensitas aktifitas meningkat. Keadaan mendatar inilah penanda $\dot{V}O_2max$. Di titik inilah seseorang akan berpindah dari metabolisme aerob ke metabolisme anaerob. Mulai saat ini, terjadi pembentukan dan penumpukan asam laktat yang akan semakin memicu terjadinya kelelahan otot sehingga pada akhirnya akan memaksa seseorang untuk berhenti berolahraga. $\dot{V}O_2max$ adalah salah satu faktor yang dapat membantu menentukan evaluasi kemampuan atlet atau seseorang untuk melakukan latihan secara berkesinambungan.

Kapasitas fungsional jika dikaitkan dengan tingkat energi yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas fisik sering dinyatakan dengan *Metabolic Equivalents* (METs), dimana 1 METs mewakili pengeluaran energi saat istirahat ($\approx 3,5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Dalam hal ini, kapasitas fungsional biasanya dinyatakan secara klinis sebagai kelipatan dari laju metabolisme istirahat.

Kapasitas fungsional dapat bermakna bahwa upaya maksimal telah diberikan oleh individu namun juga dapat berarti sebagai kapasitas seseorang untuk melakukan aktivitas sub maksimal dengan menggunakan salah satu dari berbagai tes. Terdapat beberapa tes yang digunakan untuk mengukur kapasitas fungsional seseorang, baik secara langsung maupun

melalui nilai prediksi $\dot{V}O_2 max$. Oleh karena itu, jenis evaluasi latihan perlu dijelaskan secara khusus untuk menghindari kebingungan mengingat terdapat perbedaan hasil antara $\dot{V}O_2 max$ yang diperkirakan dengan yang diukur secara langsung.

2.2 Metode pengukuran Kapasitas Fungsional

Cara yang paling akurat untuk mengukur Kapasitas Fungsional membutuhkan uji latih jantung maksimal yang dilakukan di laboratorium fisiologi olahraga, sebagai contoh yang dilakukan pada seorang atlet dengan *Cardiopulmonary Exercise Testing* (CPET) (Stan Reents, 2018)



Gambar 1. *Cardiopulmonary Exercise Testing* (CPET), dengan ergocycle dan treadmill (COSMED, 2018)

Uji latih jantung CPET dilakukan dengan ergocycle (arm ergocycle/ leg ergocycle) dan uji latih jantung treadmill. Selama uji latih jantung baik dengan treadmill, maupun uji latih jantung dengan ergocycle, dilakukan monitoring secara ketat terhadap ECG, tekanan darah dan saturasi oksigen. Inhalasi dan ekshalasi seseorang juga akan diukur secara cermat. Setiap 2 menit, beban latihan yang diberikan makin lama semakin

meningkat. Pada treadmill dilakukan dengan peningkatan derajat kemiringan lintasan lari dalam kecepatan yang tetap, sementara pada ergocycle dilakukan dengan peningkatan resistensi pada roda yang dirancang khusus. Uji latihan jantung dilakukan sampai atlet kelelahan. Sekalipun dapat dilakukan oleh siapa saja dengan memperhatikan kondisi seseorang, test untuk mengukur kapasitas fungsional ini disarankan dilakukan terhadap orang yang sehat dan berolahraga secara rutin.

Selain itu dikenal pula uji latihan jantung sub-maksimal, dimana pengukuran dilakukan hingga seseorang menunjukkan gejala dan tanda yang mengharuskan untuk menghentikan uji latihan jantung. (Adamopoulos S, 2007) Uji latihan jantung ini juga dikenal sebagai protokol uji latihan jantung *symptom-limited*. *End point protocol* uji latihan jantung ini adalah hingga laju jantung 120x/ menit, atau 70% prediksi laju jantung maksimal, atau level METs puncak hingga 5 METs. Skala Borg antara 15 hingga 16 dapat digunakan sebagai batas keluhan untuk menghentikan uji latihan jantung. (Pashkow FJ, 1999).

Tes berjalan merupakan salah satu cara untuk menilai kapasitas fungsional, dimana uji latihan jantung ini relatif mudah untuk dilakukan. Balke telah mendesain uji latihan jantung dengan test berjalan selama 12 menit untuk orang yang sehat. (Balke B, 1963) Test ini kemudian banyak digunakan untuk mengevaluasi kapasitas fungsional individu dengan gangguan kardipulmonal. (Bernstein ML, 1994)



Gambar 2. Tes berjalan yang dipandu dan diawasi oleh perawat terlatih (Benko, 2015)

Namun, saat ini *American Thoracic Society* (ATS) merekomendasikan tes 6MWT, karena lebih dapat ditoleransi oleh subjek dengan gangguan kardiopulmoner. (American Thoracic Society, 2002) Selain berbasis waktu, ada beberapa studi yang menggunakan tes berjalan dengan berbasis jarak yaitu dengan jarak lintasan 15 meter, 10 meter dan 400 meter. Namun 6MWT paling banyak digunakan sebagai uji latihan jantung sub maksimal.

Salah satu contoh uji latihan jantung berbasis jarak adalah tes berjalan 1 mil Rockport (*Rockport 1-mile walk*). Tes berjalan ini adalah uji lapangan sub-maksimal untuk memperkirakan $\dot{V}O_2 \max$ pada pria dan wanita usia 20 hingga 69 tahun. Seseorang diharuskan berjalan 1,6 km (1609 meter) secepat mungkin. (Kilne, 1987).



Gambar 3. *Rockport Fitness Walking Test* (Jason Anderson, 2010)

Sebenarnya saat itu tujuan dibuatnya uji latihan ini adalah untuk memonitor perkembangan dari $\dot{V}O_2max$ seorang atlet. Pada uji latihan ini, sebelumnya atlet diukur berat badan dan diminta melakukan pemanasan selama 10 menit. Seseorang yang bertugas sebagai asisten, diminta untuk memberikan aba-aba dan memegang stopwatch. Asisten tersebut mencatat waktu tempuh yang dibutuhkan seorang atlet untuk berjalan di lintasan dengan jarak yang telah ditentukan dan denyut jantungnya segera setelah uji latihan selesai dilaksanakan. Setelah itu data tersebut dimasukkan dalam formula sehingga diketahui nilai perkiraan $\dot{V}O_2max$ seorang atlet.

Sementara untuk uji latihan jantung berbasis waktu yang saat ini paling banyak dilakukan adalah uji 6MWT. Tes ini merupakan tes sederhana yang tidak memerlukan peralatan mahal dan pelatihan khusus bagi instruktur. Berjalan adalah kegiatan yang dilakukan setiap hari oleh semua orang kecuali pasien yang mengalami gangguan parah. Tes ini mengukur jarak bahwa pasien dapat dengan cepat berjalan di atas permukaan yang rata dan keras dalam jangka waktu 6 menit. Tes ini mengevaluasi integrasi

respon keseluruhan sistem organ yang terlibat saat latihan, termasuk sistem paru dan kardiovaskular, sirkulasi darah perifer, unit neuromuskular dan metabolisme otot. Karena sebagian besar kegiatan kehidupan sehari-hari dilakukan pada tingkat aktivitas yang submaksimal, 6MWT dapat mencerminkan dengan lebih baik tingkat latihan fungsional untuk aktivitas fisik harian.

Selama pelaksanaan tes, seseorang dapat berhenti kapanpun dan melanjutkan tesnya kembali. Jika terdapat gejala seperti sesak berat, pusing, nyeri pada organ muskuloskeletal dan angina, maka pasien diminta untuk berhenti berjalan dan memulai kembali jika masih memungkinkan. Jarak yang ditempuh dianggap sebagai indikator prognostik kuat pada kelangsungan hidup pasien dengan gangguan system kardiovaskular dan pulmonal. (Papathanasou J, 2012)

2.3 Faktor yang mempengaruhi Kapasitas Fungsional

Kapasitas fungsional yang diperkirakan setara metabolik sangat dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, status kesehatan dan penyakitnya. Selain itu, total jarak tempuh merupakan parameter hasil utama pada 6MWT. Jarak tempuh selama berjalan 6 menit ini dianggap sebagai nilai prediksi dari total jarak tempuh dengan tes berjalan. Oleh karena itu, persamaan referensi untuk prediksi total jarak tempuh selama 6MWT adalah variabel penting untuk mengukur kapasitas fungsional.

ATS telah merekomendasi dan menyarankan masing-masing negara/ ras untuk mengembangkan persamaan referensi prediksi sesuai

dengan populasinya sendiri. Maka dari itu dibuatlah suatu persamaan referensi yang sesuai dengan karakteristik antropometrik Indonesia (Ras Mongoloid) untuk memprediksi jarak tempuh yang saat ini lebih dikenal dengan rumus prediksi Nury. (Nusdwinuringtyas N W. L., 2014) Pada rumus prediksi ini, usia diperhitungkan dalam persamaan karena usia, tinggi badan dan berat badan mempengaruhi total jarak berjalan.

Usia dapat mempengaruhi total jarak berjalan dikaitkan dengan kondisi kekuatan otot, ketahanan aerobik, keseimbangan dan fleksibilitas fisik saat berjalan. (Natalhie de Almeida, 2014) Pada usia yang lebih tua sekitar 50 tahun keatas, aspek fisik tersebut mengalami penurunan dikaitkan dengan komposisi dan fungsi otot yang mulai menurun. (Carvalho J, 2004)

Jenis kelamin pria dan wanita memiliki perbedaan yang signifikan dalam hal prediksi total jarak tempuh. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang membuktikan bahwa pria memiliki berat badan yang lebih berat, tinggi badan yang lebih tinggi, tungkai kaki dan langkah yang lebih panjang sehingga total jarak tempuh yang didapat akan lebih jauh dibandingkan wanita. (Nusdwinuringtyas N K. W., 2011) Hal ini tentu akan memberikan nilai prediksi total jarak tempuh yang lebih jauh pada pria dibanding wanita.

Rumus Nury untuk prediksi jarak tempuh yang sesuai dengan antropometrik populasi Indonesia (Ras Mongoloid) :

$$\text{Total Distance (m)} = 586.254 + 0.622 \text{ BW (kg)} - 0.265 \text{ BH (cm)} - 63.343 \text{ gender}^* + 0.117 \text{ age}$$

* 0 = male ; 1 = female

2.4 Rumus untuk menentukan Kapasitas Fungsional

Pada dasarnya, kebanyakan aktivitas sehari-hari merupakan aktivitas aerobik. Penilaian kapasitas aerobik $\dot{V}O_2max$ paling tepat digunakan untuk menentukan kapasitas fungsional. Tes berjalan enam menit (6MWT) dan formula Cahalin, menggunakan jarak sebagai komponen utama yang digunakan untuk menentukan prediksi $\dot{V}O_2max$. (Cahalin L, 1995) Cahalin formula didesain di Amerika (USA) dan menggunakan subjek populasi Amerika dimana panjang langkahnya sangat berbeda dengan orang Indonesia. Panjang langkah orang Indonesia adalah sekitar 40-45 cm sementara panjang langkah orang Amerika sekitar 72 cm. Oleh karena itu penggunaan formula Cahalin pada pusat pelayanan Rehabilitasi di Indonesia tidak dapat menghasilkan prediksi nilai kapasitas fungsional yang sebenarnya.

ATS telah menyatakan bahwa tidak ada standar global untuk menafsirkan jarak berjalan 6 menit sebagai sebuah penilaian dari kapasitas fungsional melalui satu pengukuran tunggal, dimana hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan populasi dan metode 6MWT yang digunakan pada studi sebelumnya. Oleh karena itu kemudian direkomendasikan untuk menemukan *cut off point* di setiap negara/ ras.

Kebutuhan akan cara penilaian tes kapasitas fungsional yang sederhana dan aplikatif akibat adanya ketidaksesuaian karakteristik antara Amerika dan Indonesia, memberikan motivasi bagi peneliti Indonesia dalam menemukan formula baru yang lebih aplikatif untuk memprediksi ambilan oksigen maksimal pada orang dewasa Indonesia.

Nury Estimated $\dot{V}O_2$ max Formula

| | |
|---|---|
| (1) | Distance + age + body height (BH) + body weight (BW) + sex + maximum heart rate on track + FEV ₁ and FVC |
| | $\text{Maximum } \dot{V}O_2 = 0.05 (\text{distance}) + 0.042 (\text{age}) + 0.04 (\text{BH}) - 0.158 (\text{BW}) - 2.3 (\text{sex}^*) + 0.013 (\text{maximum heart rate on track}) + 2.299 (\text{FEV}_1) - 2.144 (\text{FVC}) - 4.783$ |
| | $r = 0.692; r^2 = 0.479; r_{adjusted} = 0.443; p < 0.005$ |
| (2) | Distance + age + body height + body weight + sex + maximum heart rate on track |
| | $\text{Maximum } \dot{V}O_2 = 0.05 (\text{distance}) + 0.033 (\text{age}) + 0.04 (\text{BH}) - 0.17 (\text{BW}) - 2.316 (\text{sex}^*) + 0.015 (\text{maximum heart rate on track}) - 4.302$ |
| | $r = 0.689; r^2 = 0.474; r_{adjusted} = 0.447; p < 0.005$ |
| (3) | Distance + age + body height + body weight + sex |
| | $\text{Maximum } \dot{V}O_2 = 0.053 (\text{distance}) + 0.022 (\text{age}) + 0.032 (\text{BH}) - 0.164 (\text{BW}) - 2.228 (\text{sex}^*) - 2.287$ |
| | $r = 0.686; r^2 = 0.47; r_{adjusted} = 0.448; p < 0.005$ |
| Explanation : * 0= Male 1= Female Walking Distance in meter Age in years old height in centimeter body weight in kilogram max heart rate on track in times/minute FEV ₁ dan FVC in liter | |

Tabel 1. *New Formula of estimated maximum $\dot{V}O_2$* (Nusdwiningtyas N K. W., 2011)

Cahalin tidak membedakan antara pria dan wanita, sementara diketahui bahwa panjang langkah pria berbeda dibandingkan dengan wanita. Formula Cahalin memprediksi $\dot{V}O_2$ max dengan mengubah jarak, berat badan, dan usia. $\dot{V}O_2$ max dalam banyak literatur dipengaruhi oleh detak jantung, paru-paru dan jenis kelamin, oleh karenanya variabel tersebut diperhitungkan dalam formula baru.

2.5 Faktor Risiko Kardiovaskular

Faktor risiko kardiovaskular adalah kebiasaan, perilaku, keadaan atau kondisi tertentu yang meningkatkan risiko seseorang terkena PKV, termasuk kurang olahraga, makan makanan yang tidak sehat, merokok, diabetes, usia dan riwayat keluarga dengan PKV. Seseorang belum tentu terkena PKV jika memiliki faktor risiko kardiovaskular. Tetapi jika semakin banyak faktor risiko yang dimiliki, semakin besar kemungkinan seseorang akan terkena PKV, kecuali jika ada upaya untuk memodifikasi faktor risiko dan berusaha mencegahnya menjadi berbahaya untuk kesehatan jantung.

2.6 Pembagian Faktor Risiko Kardiovaskular

Faktor risiko kardiovaskular dibagi menjadi 2 kategori yaitu faktor risiko kardiovaskular yang tidak dapat diubah dan faktor risiko kardiovaskular yang dapat diubah. Faktor risiko kardiovaskular yang tidak dapat diubah meliputi usia, jenis kelamin, ras, dan riwayat keluarga. Sedangkan faktor risiko kardiovaskular yang dapat diubah meliputi tekanan darah tinggi, hiperkolesterolemi, obesitas, diabetes mellitus (DM), merokok, inaktivitas fisik, stres dan diet yang tidak sehat.

Usia yang lebih tua memiliki risiko yang lebih besar untuk terkena PKV. Meskipun proses penuaan tidak dapat dicegah, namun penerapan gaya hidup sehat sangat direkomendasikan untuk membantu mengurangi laju perkembangannya PKV. Jenis kelamin pria memiliki risiko yang lebih besar terhadap PKV dibandingkan wanita pre menopause, dan risiko akan menjadi sama besar terhadap wanita yang sudah menopause. Ras dari asia selatan, afrika atau keturunan Caribia memiliki risiko yang paling besar untuk terkena PKV dibandingkan ras lainnya. Ras juga memberikan perbedaan karakter fisik dalam hal tinggi badan dan berat badan seseorang. Hal ini didasarkan pada perbedaan genetik kapasitas oksidatif dari mitokondria otot serta kemampuan hemoglobin untuk membawa oksigen yang terdapat di setiap populasi ras di dunia. (Roy JLP, 2006)

Seseorang yang memiliki riwayat keluarga dengan PKV secara genetik dapat meningkatkan kemungkinan seseorang untuk memiliki PKV. Riwayat keluarga adalah informasi medis dan kesehatan dari anggota keluarga. Informasi medis dan kesehatan dari kerabat tingkat pertama dan kedua

paling informatif karena seseorang berbagi masing-masing 50% dan 25%, dari gen keluarga dengan mereka. Riwayat keluarga berfungsi sebagai jembatan dari genetika ke genomik dalam praktik klinis karena mereka mencerminkan tidak hanya kelainan gen tunggal, tetapi juga gen bersama yang mungkin bertanggung jawab atas gangguan poligenik (kompleks), lingkungan, dan interaksi gen-lingkungan yang mungkin mempengaruhi risiko terjadinya suatu penyakit. Karena riwayat keluarga merupakan faktor risiko independen untuk PKV, Riwayat keluarga berpotensi menjadi alat skrining untuk mengidentifikasi orang-orang, terutama dewasa muda tanpa gejala, yang mengalami peningkatan risiko PKV. (Valdez R, 2007)

Tekanan darah tinggi atau hipertensi, adalah faktor kontribusi lain dari PKV termasuk gagal jantung, stroke dan serangan jantung. Hipertensi sering dikaitkan dengan berat badan lebih, kurang aktivitas fisik, konsumsi garam atau alkohol yang berlebihan. Kelebihan berat badan adalah faktor risiko utama lain untuk PKV dimana Indeks Massa Tubuh (IMT) seseorang diluar nilai normal. Pada orang dengan DM, terjadi peningkatan kadar gula dalam darah, dimana hal ini merupakan faktor risiko terjadinya PKV. Peningkatan kadar Low Density Lipoprotein (LDL) kolesterol, sangat berhubungan dengan peningkatan kejadian PKV. Peningkatan kadar LDL kolesterol sering disebabkan oleh diet yang tidak sehat, merokok, kurang aktivitas fisik, konsumsi alkohol berlebih, penyakit hati dan ginjal. Merokok tembakau secara signifikan dapat meningkatkan kemungkinan terkena PKV. Merokok merusak dan mempersempit pembuluh darah arteri. Nikotin juga dapat membuat denyut jantung menjadi cepat dan meningkatkan

tekanan darah, yang mengakibatkan kerja jantung semakin berat untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Untuk mendapatkan manfaat kesehatan yang optimal, para ahli merekomendasikan orang dewasa melakukan setidaknya 150 menit olahraga intensitas sedang-tinggi per minggu. Jika tidak memungkinkan, berapapun jumlah aktivitas fisik dengan intensitas apa pun lebih baik daripada tidak sama sekali.

2.7 Pengaruh Faktor Risiko Kardiovaskular terhadap Kapasitas Fungsional

Setiap orang dapat memiliki satu atau lebih faktor risiko kardiovaskular, dimana setiap faktor risiko dapat memiliki peran yang mempengaruhi kualitas kapasitas fungsional. Kita tidak pernah tahu kapan dan berapa jumlah faktor risiko kardiovaskular yang dimiliki seseorang akan mengakibatkan orang tersebut terkena PKV. Tetapi telah dipercaya bahwa seseorang yang memiliki faktor risiko Kardiovaskular juga memiliki peluang yang lebih besar untuk dapat berkembang menjadi PKV.

Selain faktor risiko yang tidak dapat diubah, kapasitas fungsional dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor risiko yang dapat diubah seperti hipertensi, obesitas/ kegemukan, hiperkolesterolemi, DM, kebiasaan merokok, inaktivitas fisik, stres dan diet yang tidak sehat.

Pada seseorang dengan hipertensi, adanya disfungsi endotel pada arterial hipertensi menyebabkan gangguan signifikan dalam darah indeks transportasi oksigen, yang bisa berdampak pada hemo-afinitas globin-oksigen dan pasokan oksigen jaringan. (Zinchuk VV, 2004) Perubahan

pasokan hemoglobin-oksigen mungkin menjadi penyebab turunnya penyerapan oksigen pada pasien arterial hipertensi. Selain itu, terganggunya fungsi mitokondria dalam arterial hipertensi, berkontribusi untuk menurunkan konsumsi oksigen dan menginduksi stres oksidatif, (Zhang A, 2011) yang juga bisa menjadi alasan serapan oksigen puncak yang lebih rendah pada populasi dengan arterial hipertensi.

Dislipidemia dapat diartikan sebagai tingginya kadar trigliserida, rendahnya kadar High Density Lipoprotein (HDL) dan tingginya kadar LDL. Prevalensi terjadinya dislipidemia semakin hari semakin meningkat seiring dengan adanya pengaruh diet budaya Barat, obesitas dan kurangnya aktivitas fisik. Pada seseorang dengan dislipidemia, terjadi peningkatan kadar kolesterol yang bersifat proatherogenik dimana hal ini akan meningkatkan risiko terjadinya PKV. (Elisabeth Le Master, 2019) Peningkatan kadar Trigliserida (TG) meningkatkan risiko PKV sebesar 32-76%. Perkembangan kerusakan organ mikrovaskuler akibat DM tipe 2 dengan mempengaruhi jaringan adiposit juga merupakan salah satu bentuk komplikasi dari hipertrigliseridemia. Pada dislipidemia terjadi peningkatan glukosa puasa, resistensi insulin, dan obesitas yang merupakan bentuk dasar dari sindrom metabolik, sehingga adanya peningkatan glukosa puasa merupakan hal yang sering didapatkan pada individu dengan obesitas.

Pelepasan asam lemak yang tidak terkontrol dari jaringan adiposa serta peningkatan asam lemak bebas ke sirkulasi menyebabkan ekspresi mRNA di otot dan menurunkan aktivitas lipoprotein lipase, sehingga mengakibatkan obesitas terkait dislipidemia. Obesitas adalah penumpukan

lemak pada seluruh tubuh akibat tidak seimbangnya antara jumlah asupan energi dengan jumlah tenaga yang dikeluarkan. (Despres, 2013) Akumulasi lemak yang abnormal atau berlebihan akan menimbulkan efek buruk terhadap kesehatan karena jaringan adipose bukan hanya sebagai organ penyimpanan trigliserida, tetapi juga sebagai penghasil zat bioaktif. Zat adipokines yang dikenal dengan leptin, dilepaskan ke dalam peredaran darah. Kemudian terjadi pengikatan leptin dengan reseptor yang menyebabkan dimerisasi reseptor, sehingga mengaktifkan kompleks JAK/STAT3. STAT3 dapat mengaktifkan *inducible NO synthase* (iNOS) yang akan meningkatkan NO dalam sel. NO yang meningkat akan mengaktifkan *guanylate cyclase* dan mengubah *guanosine triphosphate* (GTP) menjadi (*cyclic guanosine monophosphate*) cGMP sehingga kontraksi kardiomyosit akan menurun. (David Limanan, 2013) Penurunan kontraksi kardiomyosit akan menyebabkan turunnya stroke volume sehingga akhirnya akan menyebabkan suplai oksigen ke otot menurun. Selain itu, seorang yang obese cenderung memiliki gula darah puasa yang tinggi, keseimbangan dinamis, puncak energi anaerobik dan nilai energi rata-rata yang lebih rendah sejalan dengan kekuatan otot lutut yang isokinetik. (Ercan S, 2018) Massa otot lebih tinggi pada pasien obesitas, namun tingkat aktivitas fisik mereka biasanya lebih rendah. Perubahan terkait obesitas seperti peradangan, metabolisme, dan penurunan sinyal insulin dapat menurunkan kualitas otot dan akhirnya menurunkan kapasitas fungsional.

Aktivitas fisik yang teratur dapat memberikan efek kardioprotektif berupa berkurangnya jaringan lemak yang dapat mengurangi obesitas, menurunkan tekanan darah, kadar lemak darah, dan peradangan vaskular (memperbaiki disfungsi endotel, meningkatkan sensitivitas insulin, dan memperbaiki fibrinolisis endogen). (Thompson PD, 2003) Selain itu dikatakan bahwa dengan olahraga teratur dapat mengurangi kebutuhan oksigen miokard dan meningkatkan kapasitas olahraga, sehingga mengurangi risiko koroner. Seseorang dengan inaktivitas fisik akan mendorong terjadinya penumpukan lemak yang tidak normal atau berlebihan di seluruh jaringan adiposa yang akhirnya akan menyebabkan obesitas. Selain itu inaktivitas fisik akan membuat massa otot akan mengalami penurunan yang berakibat pada menurunnya fungsi otot dalam melakukan aktivitas fisik. Oleh karenanya kekuatan, tenaga, dan ketahanan otot akan berpengaruh pada kecepatan berjalan yang akhirnya berpengaruh terhadap jarak tempuh.

DM dapat menurunkan angka harapan hidup rata-rata sampai 10-15 tahun. Komplikasi vaskular pada seseorang dengan DM sangat mempengaruhi aktivitas fisik sehari-hari dan kualitas hidupnya. DM berhubungan dengan penurunan fungsi paru dan mengurangi pertukaran udara. (Klein OL, 2011) Hiperglikemia kronis secara langsung dapat meningkatkan glikasi protein non enzimatis, yang mengarah ke produksi spesies oksigen reaktif. Glikasi lanjutan dan stres oksidatif memicu respons peradangan kronis. Studi histopatologi telah menunjukkan hubungan antara DM dan penebalan lamina basal epitel alveolar. (Sandler, 1990) Dalam

situasi ini, pasien diabetes dapat berkembang menjadi gangguan pernafasan pola obstruktif atau restriktif. Di sisi lain, sebagai akibat dari penebalan membran alveolar-kapiler mikroangiopati diabetes dan perubahan kolagen dan elastin, kapasitas difusi karbon monoksida (DLCO) menjadi berkurang. (Van den Borst B, 2010) Kontrol glikemik yang buruk telah dikaitkan dengan peningkatan kekakuan pada dinding pembuluh darah di beberapa organ termasuk paru-paru. Dengan demikian kondisi DM sangat berpengaruh terhadap rendahnya nilai kapasitas fungsional seseorang. (Krzysztof Kuziemski, 2019) Selain itu neuropati perifer dan kehilangan aksonal pada pasien diabetes menyebabkan atrofi serta penurunan kekuatan otot. Hal ini menjadikan diabetes mellitus tidak hanya menurunkan kapasitas aerobik tetapi juga mengurangi kekuatan otot pada ekstremitas bawah. Dan pada akhirnya juga akan menurunkan nilai kapasitas fungsional seseorang.

Perilaku merokok telah terbukti sebagai faktor risiko penting dari PKV. Rokok mengandung berbagai zat kimia termasuk nikotin, karbon monoksida, oksidan dan kadmium. Beberapa zat kimia tersebut dapat merusak lapisan dalam dinding arteri (endotel) sehingga kolesterol dapat masuk lewat dinding arteri dengan cepat dan terjadilah percepatan proses atherosklerosis. (National Cancer Institute U.S Departement of Health and Human Services , 2012) Merokok meningkatkan kadar LDL, menurunkan kadar HDL, meningkatkan kekakuan arteri koroner. Nikotin pada rokok dapat mempercepat denyut jantung, meningkatkan tekanan darah dan meningkatkan agregasi sel trombosit. (Ambrose JA, 2004) Gas karbon

monoksida (CO) bersifat toksis dan bertentangan dengan oksigen dalam hal transport maupun penggunaannya. CO dapat mengakibatkan desaturasi hemoglobin, mengurangi kapasitas pengikatan oksigen darah, menurunkan persediaan oksigen untuk jaringan seluruh tubuh termasuk miokard. CO juga mempercepat proses atherosklerosis. Seiring bertambahnya usia, $\dot{V}O_2max$ akan mengalami penurunan sebanyak 13% pada individu non perokok dan sebanyak 15.5% pada individu perokok di usia 20-59 tahun. Hal ini tentu akan menurunkan pula kapasitas fungsional seseorang yang secara signifikan berbanding lurus dengan meningkatnya paparan asap rokok. Perilaku merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran nafas serta jaringan paru. Asap rokok juga menginduksi kelainan pada sistem inflamasi dan system imun dalam paru. Hal ini juga mengakibatkan terjadinya penurunan kapasitas fungsional.

Stres dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan fisik dan mental. PKV merupakan salah satu masalah kesehatan yang berhubungan dengan stres. Stres sebenarnya merupakan reaksi tubuh terhadap setiap perubahan yang membutuhkan penyesuaian atau respons. Tubuh bereaksi terhadap perubahan ini dengan melakukan penyesuaian fisik, mental, dan emosional. (Lautenschlager NT, 2008) Sistem saraf otonom memiliki peran langsung dalam respons fisik terhadap stres dan terbagi menjadi sistem saraf simpatis, dan sistem saraf parasimpatis. Ketika tubuh stres, sistem saraf simpatis berkontribusi pada apa yang dikenal sebagai respons "lawan atau lari". Tubuh menyiapkan sumber energinya untuk melawan ancaman, atau melarikan diri dari ancaman. Sistem saraf simpatis memberi sinyal

pada kelenjar adrenal untuk melepaskan hormon yang disebut adrenalin (epinefrin) dan kortisol. Hormon-hormon ini, bekerja langsung pada saraf otonom, menyebabkan jantung berdetak lebih cepat, laju pernapasan meningkat, pembuluh darah di lengan dan kaki melebar, proses pencernaan berubah dan kadar glukosa (energi gula) dalam aliran darah meningkat menjadi menangani keadaan darurat. (Habib Yaribeygi, 2017)

Diet atau pola makan merupakan salah satu unsur penting yang harus diperhatikan dalam pemenuhan nutrisi/ gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Tubuh kita butuh gizi yang cukup untuk dapat menghasilkan energi untuk aktivitas sehari-hari. Gizi telah menjadi salah satu kebutuhan pokok setiap individu hidup di bumi. Berbagai jenis penyakit, kelemahan dan kecacatan sangat erat terkait dengan jumlah asupan nutrisi makanan yang tidak mencukupi. (Alamgir Khan, 2018) Seseorang yang kekurangan asupan gizi akan merasakan seluruh otot tubuh lemas, merasa lebih stres, daya pikir menurun dan kemampuan aktivitas yang rendah. Kebiasaan makan yang tidak sehat seperti makanan "*junk food*" dimana makanan tersebut banyak mengandung lemak dan kadar gula tinggi, dapat mengganggu keseimbangan metabolisme serta mempengaruhi kemampuan otot untuk mengoksidasi glukosa dan merespons insulin.