



**GAMBARAN SATURASI OKSIGEN DAN *RESPIRATORY RATE*
PADA PASIEN PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIS
(PPOK)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi persyaratan mencapai Sarjana Keperawatan

Oleh :
ZULIA SOFIANA
30902300347

**PROGRAM STUDI S1 ILMU KEPERAWATAN
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2025**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, dengan sebenarnya menyatakan bahwa skripsi ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Jika pada kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, saya bertanggung jawab sepenuhnya dan bersedia menerima sanksi yang dijatuhkan oleh Universitas Islam Sultan Agung Semarang kepada saya.

Semarang, 4 Maret 2025

Mengetahui,
Wakil Dekan I

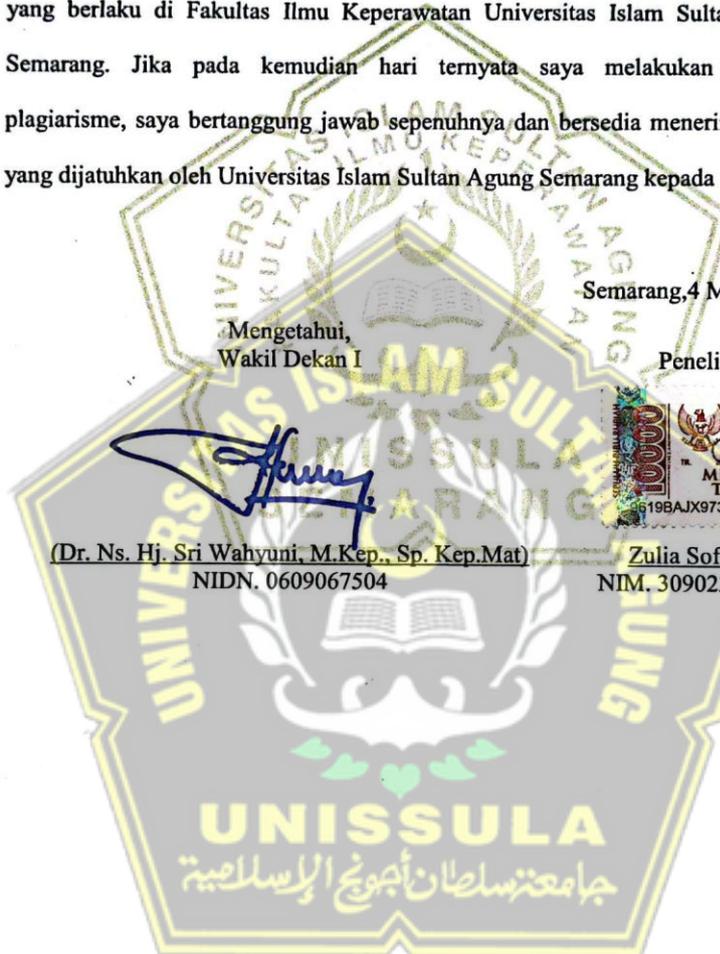
Peneliti



(Dr. Ns. Hj. Sri Wahyuni, M.Kep., Sp. Kep.Mat)
NIDN. 0609067504



Zulia Sofiana
NIM. 30902300347



HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

GAMBARAN SATURASI OKSIGEN DAN *RESPIRATORY RATE* PADA PASIEN PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIS (PPOK)

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Zulia Sofiana

NIM : 30902300347

Telah disahkan dan disetujui oleh Pembimbing pada :

Pembimbing

Tanggal : 5 Maret 2025



Dr. Ns. Erna Melastuti, S.Kep., M.Kep

NIDN. 0620057604

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

GAMBARAN SATURASI OKSIGEN DAN *RESPIRATORY RATE* PADA PASIEN PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIS (PPOK)

Disusun oleh :

Nama : Zulia Sofiana

NIM : 30902300347

Telah dipertahankan di depan dewan penguji pada tanggal 5 Maret 2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Penguji I

Ns. Retno Setyawati, M.Kep.,Sp.KMB
NIDN. 0613067403

Penguji II

Dr. Ns. Erna Melastuti, S.Kep., M.Kep
NIDN. 0620057604



Mengetahui
Dekan Fakultas Ilmu Keperawatan

Dr. Iwan Ardian, SKM., S.Kep., M.Kep
NIDN. 0622087403

**PROGRAM STUDI S1 KEPERAWATAN
FAKULTAS ILMU KEPERAWATAN
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
Skripsi, Februari 2025**

ABSTRAK

Zulia Sofiana

GAMBARAN SATURASI OKSIGEN DAN *RESPIRATORY RATE* PADA PASIEN PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIS (PPOK)

47 halaman + 10 tabel + 2 gambar + 10 lampiran

Latar belakang : Kondisi yang melibatkan perubahan struktural atau jaringan parut pada saluran udara sehingga menyebabkan peradangan yang terus-menerus dapat mengganggu proses oksigenasi akibat rusaknya alveoli dan perubahan fisiologi pernafasan. Kerusakan dan perubahan tersebut akan menimbulkan gejala antara lain sesak nafas atau meningkatnya frekuensi napas, keterbatasan mobilitas, dan produksi sputum yang berlebihan sehingga dapat mengganggu proses pembersihan silia sehingga sputum menumpuk dan menyebabkan tidak efektifnya pembersihan jalan nafas. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan Saturasi Oksigen dan Respiratory Rate pada pasien Penyakit Paru Obstruktif kronis (PPOK). Desain penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Sample dalam penelitian ini berjumlah 87 pasien PPOK yang rawat inap di RS Awal Bros Bagan Batu dari bulan November-Desember 2024 dengan melihat hasil analisa gas darah dan menghitung frekuensi napas melalui metode inspeksi. Analisis yang digunakan adalah analisis univariat. Hasil penelitian ini didapatkan hasil mayoritas responden mengalami hipoksia ringan (90-95%) yaitu sebanyak 64 orang (73.6%) dari total seluruh responden 87 orang (100%). hasil respiratory rate (RR) didapatkan hasil bahwa dari 87 orang, mengalami takipnea dengan laju pernapasan >20 kali/menit, sebanyak 87 orang (100%).

Tujuan : Menggambarkan saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada pasien penyakit paru obstrutif kronis (PPOK).

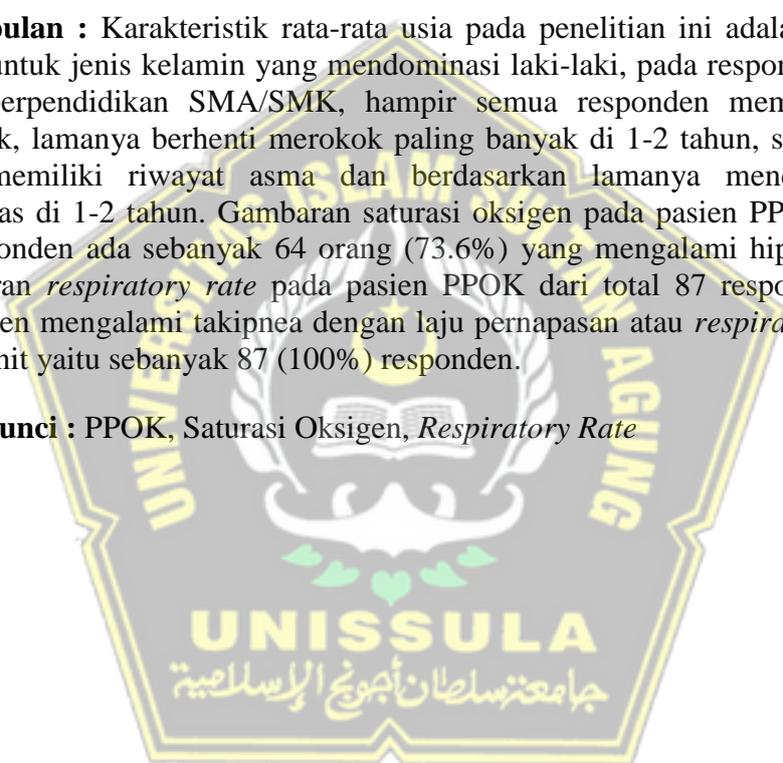
Metode : Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Populasi penelitian ini adalah seluruh pasien PPOK yang rawat inap di RS Awal Bros Bagan Batu dari bulan November-Desember 2024 dengan metode *Accidental Sampling* sebanyak 87 partisipan. Pengambilan data saturasi oksigen dilakukan dengan melihat rekam medis pasien pada hasil laboratorium yaitu hasil cek analisa gas darah. Untuk pengambilan data *respiratory rate* melalui metode inspeksi. Analisis data menggunakan analisis univariat.

Hasil : Hasil penelitian ini didapatkan hasil bahwa mayoritas responden berjenis kelamin laki-laki sebanyak 79 (90.8%) responden. Mayoritas responden pada

umur lansia akhir (56-65 tahun) yaitu sebanyak 33 (37.9%) responden. mayoritas pendidikan responden adalah SMA/SMK yaitu sebanyak 40 (46.0%) responden. mayoritas responden memiliki riwayat merokok yaitu sebanyak 81 (93.1%) responden. mayoritas responden sudah berhenti merokok sejak 1-6 bulan yang lalu yaitu sebanyak 48 (55.2%) responden. mayoritas responden tidak memiliki riwayat penyakit asma yaitu sebanyak 85 (97.7%) responden. mayoritas responden telah menderita Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) selama 1-2 tahun yaitu sebanyak 64 (73.6%) responden. mayoritas responden mengalami hipoksia ringan (90-95%) yaitu sebanyak 64 (73.6%) responden. Seluruh responden mengalami takipnea dengan laju pernapasan atau *respiratory rate* >20 kali/menit yaitu sebanyak 87 (100%) responden.

Kesimpulan : Karakteristik rata-rata usia pada penelitian ini adalah usia 56-65 tahun, untuk jenis kelamin yang mendominasi laki-laki, pada responden sebagian besar berpendidikan SMA/SMK, hampir semua responden memiliki riwayat merokok, lamanya berhenti merokok paling banyak di 1-2 tahun, sebagian besar tidak memiliki riwayat asma dan berdasarkan lamanya menderita PPOK mayoritas di 1-2 tahun. Gambaran saturasi oksigen pada pasien PPOK dari total 87 responden ada sebanyak 64 orang (73.6%) yang mengalami hipoksia ringan. Gambaran *respiratory rate* pada pasien PPOK dari total 87 responden seluruh responden mengalami takipnea dengan laju pernapasan atau *respiratory rate* >20 kali/menit yaitu sebanyak 87 (100%) responden.

Kata Kunci : PPOK, Saturasi Oksigen, *Respiratory Rate*



BACHELOR OF SCIENCE IN NURSING
FACULTY OF NURSING SCIENCE
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY SEMARANG
Thesis, February 2025

ABSTRACT

Zulia Sofiana

**DESCRIPTION OF OXYGEN SATURATION AND RESPIRATORY RATE IN
CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE (COPD) PATIENTS**

47 pages + 10 tables + 2 figures + 10 attachments

Background : *Conditions involving structural changes or scarring in the airways causing persistent inflammation can disrupt the oxygenation process due to damage to the alveoli and changes in respiratory physiology. This damage and changes will cause symptoms including shortness of breath or increased respiratory rate, limited mobility, and excessive sputum production which can interfere with the ciliary cleaning process so that sputum accumulates and causes ineffective airway clearance. This study aims to describe Oxygen Saturation and Respiratory Rate in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). The research design used is a quantitative method with a descriptive approach. The sample in this study was 87 COPD patients who were hospitalized at Awal Bros Bagan Batu Hospital from November-December 2024 by looking at the results of blood gas analysis and calculating the respiratory rate through the inspection method. The analysis used was univariate analysis. The results of this study showed that the majority of respondents experienced mild hypoxia (90-95%), namely 64 people (73.6%) of the total respondents 87 people (100%). The results of the respiratory rate (RR) showed that out of 87 people, 87 people (100%) experienced tachypnea with a respiratory rate of >20 times/minute.*

Objective : *To describe oxygen saturation and respiratory rate in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD).*

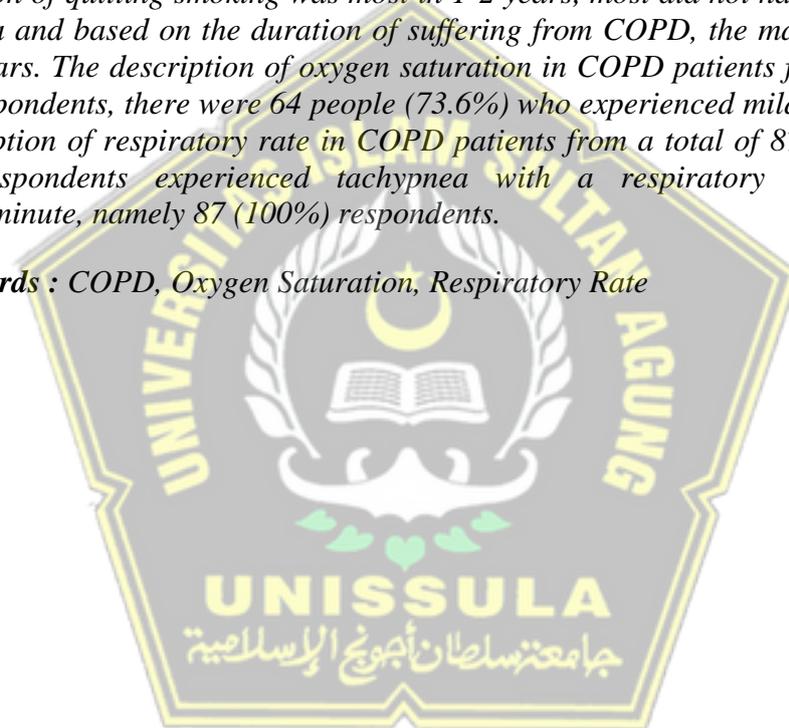
Method : *This study used a quantitative method with a descriptive approach. The population of this study was all COPD patients who were hospitalized at Awal Bros Bagan Batu Hospital from November-December 2024 with the Accidental Sampling method of 87 participants. Oxygen saturation data collection was carried out by looking at the patient's medical records in the laboratory results, namely the results of blood gas analysis checks. For data collection of respiratory rate through the inspection method. Data analysis using univariate analysis.*

Results : *The results of this study showed that the majority of respondents were male, 79 (90.8%) respondents. The majority of respondents were in the late elderly age (56-65 years), namely 33 (37.9%) respondents. The majority of respondents' education was high school/vocational school, namely 40 (46.0%) respondents. The majority of respondents had a history of smoking, namely 81*

(93.1%) respondents. The majority of respondents had quit smoking 1-6 months ago, namely 48 (55.2%) respondents. The majority of respondents did not have a history of asthma, namely 85 (97.7%) respondents. The majority of respondents had suffered from Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) for 1-2 years, namely 64 (73.6%) respondents. The majority of respondents experienced mild hypoxia (90-95%), namely 64 (73.6%) respondents. All respondents experienced tachypnea with a respiratory rate of >20 times/minute, namely 87 (100%) respondents.

Conclusion : The average age characteristics in this study were 56-65 years old, for gender that dominated by men, most respondents had high school/vocational high school education, almost all respondents had a history of smoking, the duration of quitting smoking was most in 1-2 years, most did not have a history of asthma and based on the duration of suffering from COPD, the majority were in 1-2 years. The description of oxygen saturation in COPD patients from a total of 87 respondents, there were 64 people (73.6%) who experienced mild hypoxia. The description of respiratory rate in COPD patients from a total of 87 respondents, all respondents experienced tachypnea with a respiratory rate of >20 times/minute, namely 87 (100%) respondents.

Keywords : COPD, Oxygen Saturation, Respiratory Rate



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan ridho-Nya, sehingga peneliti telah diberi kesempatan untuk menyelesaikan skripsi dengan judul “**GAMBARAN SATURASI OKSIGEN DAN *RESPIRATORY RATE* PADA PASIEN PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIS (PPOK)**” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai sarjana keperawatan di Program Studi S1 Ilmu Keperawatan Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti menyadari sepenuhnya bahwa peneliti banyak mendapatkan bimbingan dan saran yang bermanfaat dari beberapa pihak, sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan sesuai dengan yang telah penulis rencanakan. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan terima kasih pada :

1. Prof. Dr. Gunarto, SH., MH., sebagai rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Dr. Irwan Ardian, SKM., S.Kep.,M.Kep., sebagai Dekan Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Dr. Ns. Dwi Retno Sulistyanyingsih, M. Kep., Sp. KMB selaku Kaprodi S1 Keperawatan Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Islam Sultan Agung Semarang

4. Dr. Erna Melastuti, S.Kep., M. Kep selaku pembimbing I yang telah sabar dan meluangkan waktu serta tenaga dalam memberikan ilmu dan nasehat yang bermanfaat dengan penuh perhatian, kelembutan, dan selalu memberikan memotivasi.
5. Ns. Retno Setyawati, M. Kep., Sp. KMB selaku penguji I yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, ilmu dan nasehat dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen pengajar dan staf Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan serta bantuan kepada penulis.
7. RS Awal Bros Bagan Batu, Riau telah memberikan izin untuk pengambilan data dalam penyusunan skripsi ini.
8. Orangtua saya yang saya hormati. Terima kasih untuk segala kasih sayang, motivasi, semangat, nasehat, waktu, biaya, keikhlasan, kesabaran, serta do'a yang senantiasa dipanjatkan, dan juga yang selalu mengajari saya untuk terus berusaha dan tidak mudah putus asa.
9. Keluarga, sahabat dan teman sejawat terimakasih untuk doa dan segala dukungan yang telah diberikan.
10. Semua pihak yang tidak dapat peneliti tuliskan satu per satu, atas bantuan dan kerjasama yang diberikan dalam penelitian ini.

Peneliti menyadari bahwa tugas ini masih membutuhkan saran dan kritik demi kesempurnaannya. Peneliti berharap tugas metodologi penelitian ini dapat memberi manfaat bagi banyak pihak. Akhir kata, semoga dukungan dan bantuan

yang telah diberikan oleh semua pihak, mendapatkan keberkahan berupa ridho dari Allah SWT..

Jazakallah khairan Katsiran, Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Semarang, Februari 2025

Penulis,

Zulia Sofiana



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	4
C. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Tinjauan Teori.....	6
1. Konsep PPOK/Penyakit Paru Obstruktif Kronis.....	6
2. Frekuensi Napas / <i>Respiratory Rate</i>	17
3. Saturasi Oksigen.....	20
B. Kerangka Teori.....	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
A. Kerangka Konsep.....	25
B. Variabel Penelitian.....	25
C. Desain Penelitian.....	26
D. Populasi dan Sampel.....	26
1. Populasi.....	26
2. Sampel.....	26
E. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
1. Tempat Penelitian.....	27

2. Waktu Penelitian	28
F. Definisi Operasional.....	28
G. Metode Pengumpulan Data	28
1. Tahap Persiapan Penelitian	28
2. Tahap Pengumpulan Data	28
H. Instrumen atau Alat Pengumpulan Data	29
1. Instrumen penelitian	29
2. Alat pengumpulan data.....	30
I. Pengolahan Data.....	30
1. <i>Editing data</i> (penyuntingan)	30
2. <i>Coding data</i> (pengkodean).....	30
3. <i>Scoring</i> (penilaian)	31
4. <i>Data entry</i> (memasukkan data)	31
5. Tabulasi data	31
6. <i>Cleaning</i>	31
J. Analisa Data	31
K. Etika Penelitian	32
1. <i>Informed consent</i> (lembar persetujuan).....	32
2. <i>Anonimitas</i> (tanpa nama).....	32
3. <i>Confidentiality</i> (Kerahasiaan)	33
BAB IV HASIL PENELITIAN	34
A. Pengantar Bab	34
B. Analisis Univariat.....	34
1. Karakteristik Responden	34
2. Variabel Penelitian	37
BAB V PEMBAHASAN	39
A. Pembahasan Karakteristik Umum Responden	39
B. Pembahasan Gambaran Saturasi Oksigen berdasarkan Analisa Gas Darah (AGDA).....	43
C. Pembahasan Gambaran <i>Respiratory Rate</i> (RR) pasien PPOK	44
D. Keterbatasan Penelitian	45

BAB VI PENUTUP	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka teori	24
Gambar 3.1 Kerangka konsep	25



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Definisi operasional	28
Tabel. 4.1	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin (n=87).....	34
Tabel. 4.2	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Umur (n=87).....	35
Tabel. 4.3	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Pendidikan (n=87) ...	35
Tabel. 4.4	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Riwayat Merokok (n=87).....	36
Tabel. 4.5	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Lamanya Berhenti Merokok (n=87).....	36
Tabel. 4.6	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Riwayat Penyakit Asma (n=87)	36
Tabel. 4.7	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Lama Menderita Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) (n=87).....	37
Tabel. 4.8	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Saturasi Oksigen (SPO2) (n=87).....	37
Tabel. 4.9	Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan <i>Respiratory Rate</i> (RR) (n=87).....	37

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Uji Lolos Etik
- Lampiran 2. Surat Izin Penelitian
- Lampiran 3. Lembar Informed consent
- Lampiran 4. SPO Pemasangan Oksimetri
- Lampiran 5. SPO Menghitung Pernapasan
- Lampiran 6. Lembar Observasi
- Lampiran 7. Tabulasi Data
- Lampiran 8. Hasil olah data penelitian
- Lampiran 9. Dokumentasi penelitian
- Lampiran 10. Daftar Riwayat Hidup



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) adalah kondisi paru-paru secara progresif dan ireversibel yang mempersempit saluran udara, sehingga mengurangi aliran udara yang menyebabkan kesehatan paru-paru buruk. Kondisi ini melibatkan perubahan struktural atau jaringan parut pada saluran udara sehingga menyebabkan peradangan yang terus-menerus (WHO, 2023). Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) adalah penyakit yang umum, dapat dicegah dan diobati, yang ditandai dengan gejala pernafasan yang persisten dan keterbatasan aliran udara akibat kelainan saluran pernafasan dan/ atau alveolar yang biasanya disebabkan oleh paparan signifikan terhadap partikel atau gas berbahaya (GOLD Global Initiative For Chronic Obstructive Lung Disease, 2023).

PPOK mempengaruhi 1 dari 10 populasi orang dewasa di seluruh dunia dan merupakan salah satu dari tiga penyebab kematian paling umum di seluruh dunia. Pada tahun 2019, PPOK membunuh 3,22 juta orang, dan jumlah kematian meningkat sebesar 17,5% antara tahun 2007 dan 2017. Beban utama kematian akibat PPOK terlihat di Amerika Latin, Afrika sub-Sahara, India, Tiongkok, dan Asia Tenggara (Halpin et al., 2022). Studi Beban Penyakit Global memperkirakan bahwa PPOK mempengaruhi 104,7 juta laki-laki dan 69,7 juta perempuan secara global pada tahun 2015 dan antara tahun 1990 dan 2015 prevalensi PPOK meningkat sebesar 44,2% namun, analisis

lain memperkirakan bahwa PPOK lebih umum terjadi dan 384 juta orang menderita PPOK pada tahun 2010. Prevalensi PPOK diperkirakan akan meningkat selama 40 tahun ke depan dan pada tahun 2060 mungkin terdapat lebih dari 5,4 juta kematian setiap tahunnya akibat PPOK dan kondisi terkait (GOLD Global Initiative For Chronic Obstructive Lung Disease, 2023). Di Indonesia PPOK menempati urutan ke empat penyebab kematian. PPOK juga menjadi urutan pertama pada kelompok penyakit paru di Indonesia dengan angka kesakitan (35%). Peningkatan angka kejadian PPOK disebabkan karena penuaan penduduk serta paparan faktor resiko PPOK (Asyrofy et al., 2021).

Penyakit paru-paru dapat mengganggu proses oksigenasi akibat rusaknya alveoli dan perubahan fisiologi pernafasan. Kerusakan dan perubahan tersebut akan menimbulkan gejala antara lain sesak nafas atau meningkatnya frekuensi napas, keterbatasan mobilitas, dan produksi sputum yang berlebihan sehingga dapat mengganggu proses pembersihan silia sehingga sputum menumpuk dan menyebabkan tidak efektifnya pembersihan jalan nafas (Khotimah, 2019). Menurut penelitian (Kosayriyah et al., 2021) tentang *Pursed Lip Breathing* dan *Balloon Blowing* bermanfaat dalam peningkatan kekuatan otot pernapasan, respiratory rate, dan saturasi oksigen pasien PPOK. PPOK menunjukkan tanda dan gejala berupa batuk produktif dengan sputum purulen, suara napas *wheezing* atau mengi, dan suara ronki kasar pada saat inspirasi dan ekspirasi (Rumampuk & Thalib, 2020).

Saturasi oksigen merupakan persentase hemoglobin yang terikat oksigen di dalam darah. Saturasi oksigen normal berkisar antara 95% hingga

100%. Efek pada tubuh yang kekurangan saturasi oksigen, yang dikenal sebagai nafas yang lebih pendek (sesak napas atau *dyspnea*) sebagai respons paru-paru untuk meningkatkan jumlah oksigen dalam darah. Menurut Brooker, ada beberapa faktor yang mempengaruhi kadar saturasi oksigen, antara lain hemoglobin (Hb), aliran darah, aktivitas, suhu tubuh, adanya hiperbilirubinemia, dan adanya hipoksemia (Sumiarty & Sulisty, 2020).

Respiratory rate (RR) atau laju pernapasan adalah jumlah napas yang diambil seseorang dalam satu menit. RR normal untuk orang dewasa saat istirahat adalah 12–18 napas per menit. Laju pernapasan merupakan salah satu komponen tanda vital yang dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kondisi suatu pasien. RR yang di luar rentang normal, baik lebih rendah atau lebih tinggi, bisa menjadi tanda adanya masalah kesehatan. Namun, pengukuran RR dapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti latihan dan olahraga, keadaan emosi (kecemasan/ketakutan), polusi udara, ketinggian, obat-obatan (opiat, amfetamin), suhu, gaya hidup, usia, jenis kelamin, dan rasa sakit (Sumiarty & Sulisty, 2020).

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Gambaran Saturasi Oksigen dan *Respiratory Rate* pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)” yang bertujuan untuk mengidentifikasi Gambaran Saturasi Oksigen dan *Respiratory Rate* pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK).

B. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Menggambarkan Saturasi Oksigen dan *Respiratory Rate* pada pasien Penyakit Paru Obstruktif kronis (PPOK).

2. Tujuan Khusus

- a. Mengidentifikasi karakteristik responden pada pasien PPOK meliputi usia, jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, riwayat merokok, lamanya berhenti merokok, riwayat penyakit asma, dan lamanya menderita PPOK
- b. Mengidentifikasi saturasi oksigen pada pasien PPOK.
- c. Mengidentifikasi *respiratory rate* pada pasien PPOK.

C. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu keperawatan mengenai gambaran saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada pasien PPOK.

2. Manfaat Praktis

a. Institusi pendidikan

Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan terkait gambaran saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada pasien penyakit paru obstruktif kronis (PPOK)

b. Pelayanan Kesehatan

Untuk dapat meningkatkan pelayanan kesehatan dalam melakukan pengukuran saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada pasien penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) .

c. Peneliti selanjutnya

Dapat memberikan informasi secara teoritis tentang gambaran saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada pasien penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), menjadi referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya yang bersifat lebih besar dan bermanfaat bagi kemajuan tenaga kesehatan di bidang keperawatan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Konsep PPOK/Penyakit Paru Obstruktif Kronis

a. Pengertian PPOK

Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) adalah kondisi paru yang heterogen yang dicirikan oleh keluhan respirasi kronik (sesak napas, batuk, produksi dahak) yang disebabkan oleh kelainan saluran napas (bronkitis, bronkiolitis) dan/atau alveoli (emfisema), yang menyebabkan hambatan aliran udara yang terus-menerus dan seringkali progresif (Adrianison et al., 2024).

Salah satu ciri khas PPOK adalah hambatan aliran udara kronis yang disebabkan oleh kombinasi obstruksi saluran napas kecil dan kerusakan parenkim. Derajat obstruksi saluran napas kecil dan kerusakan parenkim yang dialami masing-masing individu sangat bervariasi, dan keduanya berkontribusi pada mekanisme yang menyebabkan PPOK terjadi. Kedua abnormalitas ini berkembang dari waktu ke waktu daripada terjadi secara bersamaan. Perubahan struktural yang disebabkan oleh inflamasi kronis termasuk penyempitan lumen saluran napas kecil dan kerusakan parenkim paru. Akibatnya, perlekatan alveolar ke saluran napas kecil berkurang dan elastisitas paru-paru berkurang. Kondisi ini menyebabkan saluran napas tidak dapat terbuka saat ekspirasi. Selain itu, kerusakan saluran

napas kecil ini akan menyebabkan hambatan aliran udara dan gangguan bersihan mukosilier, yang merupakan ciri khas PPOK (Antariksa et al., 2023).

b. Klasifikasi PPOK

Menurut (Kristiningrum, 2019) PPOK dapat diklasifikasikan berdasarkan gejala dan nilai spirometri (FEV1) setelah pemberian bronkodilator jika rasio FEV1/FVC adalah kurang dari 0,7. PPOK juga dibedakan menjadi PPOK stabil dan eksaserbasi akut. Kriteria PPOK stabil:

- 1) Tidak dalam kondisi gagal napas akut pada gagal napas kronik
- 2) Dapat dalam kondisi gagal napas kronik stabil, yaitu hasil analisis gas darah $PCO_2 < 45$ mmHg dan $PO_2 > 60$ mmHg
- 3) Dahak jernih tidak berwarna
- 4) Aktivitas terbatas tidak disertai sesak sesuai derajat berat PPOK (hasil spirometri)
- 5) Penggunaan bronkodilator sesuai rencana pengobatan
- 6) Tidak ada penggunaan bronkodilator tambahan

Perburukan gejala pernapasan akut yang membutuhkan terapi tambahan dikenal sebagai eksaserbasi PPOK. Banyak hal dapat menyebabkan eksaserbasi, yang paling umum adalah infeksi saluran pernapasan. Polusi udara, kelelahan, dan komplikasi adalah penyebab lainnya.

Gejala eksaserbasi akut PPOK:

- 1) Sesak napas bertambah
- 2) Produksi sputum meningkat
- 3) Perubahan warna sputum

Eksaserbasi akut dibagi menjadi:

- 1) Tipe I (eksaserbasi berat), memiliki 3 gejala di atas
- 2) Tipe II (eksaserbasi sedang), memiliki 2 gejala di atas
- 3) Tipe III (eksaserbasi ringan), memiliki 1 gejala di atas ditambah infeksi saluran napas atas lebih dari 5 hari, demam tanpa sebab lain, peningkatan batuk, peningkatan mengi atau peningkatan frekuensi pernapasan lebih dari 20% basal, atau frekuensi nadi lebih dari 20% basal

c. Etiologi

PPOK disebabkan oleh interaksi gen(G)-lingkungan(E) yang terjadi selama hidup(T) individu (GETomics) yang dapat merusak paru-paru dan/atau mengubah proses perkembangan/penuaan normal paru-paru (Agustí et al., 2022). Paparan lingkungan utama yang menyebabkan PPOK adalah merokok tembakau dan menghirup partikel dan gas beracun dari polusi udara rumah tangga dan luar ruangan, tetapi faktor lingkungan dan host lainnya (termasuk perkembangan paru-paru yang tidak normal dan penuaan paru-paru yang dipercepat) juga dapat berkontribusi (Agustí et al., 2022). Faktor risiko genetik yang paling relevan (meskipun jarang secara

epidemiologis) untuk PPOK yang diidentifikasi hingga saat ini adalah mutasi pada gen SERPINA1, yang menyebabkan defisiensi α 1-antitripsin, tetapi varian genetik lainnya, dengan ukuran efek individu yang rendah, juga dikaitkan dengan penurunan fungsi paru-paru dan risiko PPOK (Yang et al., 2022).

d. Manifestasi klinis

Pasien dengan PPOK biasanya mengeluhkan dispnea, mengi, sesak dada, kelelahan, keterbatasan aktivitas, dan/atau batuk dengan atau tanpa produksi sputum, dan dapat mengalami kejadian akut yang ditandai dengan peningkatan gejala pernapasan yang disebut eksaserbasi yang memengaruhi status kesehatan dan prognosis mereka, dan memerlukan tindakan pencegahan dan terapi khusus. Pasien dengan PPOK sering kali memiliki penyakit penyerta lain yang juga memengaruhi kondisi klinis dan prognosis mereka dan memerlukan perawatan khusus juga. Kondisi penyerta ini dapat menyerupai dan/atau memperburuk eksaserbasi akut (Adrianison et al., 2024).

e. Faktor Risiko

1) Faktor risiko lingkungan

a) Merokok

Merokok merupakan faktor risiko lingkungan yang utama pada kejadian PPOK. Perokok memiliki prevalensi gejala pernapasan dan kelainan fungsi paru yang lebih tinggi

dan tingkat kematian PPOK yang lebih tinggi daripada bukan perokok. Namun, kurang dari 50% perokok berat dapat mengembangkan PPOK (Adrianison et al., 2024). Diperkirakan setengah dari semua kasus PPOK di seluruh dunia disebabkan oleh faktor risiko selain merokok. Oleh karena itu, faktor patogenik lain selain merokok harus dipertimbangkan (Yang et al., 2022).

Paparan pasif terhadap asap rokok, yang juga dikenal sebagai asap tembakau lingkungan, juga dapat menyebabkan gejala pernapasan dan PPOK. Merokok selama kehamilan menimbulkan risiko bagi janin, dengan mengubah pertumbuhan dan perkembangan paru-paru di dalam rahim, dan mungkin memicu sistem kekebalan tubuh dengan menginduksi perubahan epigenetik tertentu (Adrianison et al., 2024).

b) Paparan Biomasa

Selama lebih dari lima puluh tahun, merokok telah dikenal sebagai faktor risiko utama yang terkait dengan PPOK. Ini terutama karena sebagian besar penelitian dilakukan di negara-negara berpendapatan tinggi. Merokok masih merupakan faktor risiko utama untuk PPOK di negara-negara berpendapatan tinggi, menyumbang lebih dari 70% kasus, tetapi di LMIC, merokok berkontribusi sekitar 30% hingga 40% dari total beban. Dengan demikian, faktor risiko bukan

perokok sekarang bertanggung jawab atas lebih dari 50% dari beban PPOK di seluruh dunia (GOLD Committee, 2023).

Tingkat polusi udara rumah tangga dapat sangat tinggi karena batu bara, kotoran hewan, sisa tanaman, dan kayu yang biasanya dibakar di api terbuka atau kompor yang tidak berfungsi dengan baik. Ada hubungan antara paparan polusi udara rumah tangga dan risiko terkena PPOK di LMIC (Mortimer et al., 2022), tetapi tidak jelas sejauh mana hubungan ini menjelaskan. Populasi yang berisiko di seluruh dunia sangat besar karena hampir tiga miliar orang di seluruh dunia menggunakan biomassa dan batu bara sebagai sumber energi utama mereka untuk memasak, memanaskan, dan kebutuhan rumah tangga lainnya (Sana et al., 2018).

c) Paparan Pekerjaan

Faktor risiko lingkungan yang kurang diperhatikan pada PPOK adalah paparan pekerjaan, yang mencakup debu organik dan anorganik, agen kimia, dan asap. Orang yang terpapar pestisida dosis tinggi mengalami gejala pernapasan, obstruksi saluran napas, dan peningkatan PPOK. Sebuah studi kohort biobank Inggris berbasis populasi menemukan bahwa pekerjaan seperti pematung, tukang kebun, dan pekerja gudang dikaitkan dengan risiko PPOK yang lebih tinggi di antara individu yang tidak pernah merokok tanpa asma (De Matteis et

al., 2019). Sebuah penelitian observasional lintas bagian menunjukkan bahwa paparan debu dan asap tempat kerja yang dilaporkan sendiri terkait dengan peningkatan obstruksi aliran udara dan gejala pernapasan, serta peningkatan emfisema dan terperangkapnya gas, baik pada pria maupun wanita.

Analisis dari Survei Pemeriksaan Kesehatan dan Gizi Nasional III, yang dilakukan terhadap populasi besar di Amerika Serikat terdiri dari hampir 10.000 orang dewasa berusia 30 hingga 75 tahun, menemukan bahwa 19,2% dari total PPOK disebabkan oleh paparan di tempat kerja, dan 31,1% di antara mereka yang tidak pernah merokok. Perkiraan ini konsisten dengan pernyataan yang diterbitkan oleh American Thoracic Society yang menyimpulkan bahwa paparan di tempat kerja menyebabkan 1 persen kematian akibat PPOK (Hnizdo, 2002).

d) Paparan udara

Di seluruh dunia, polusi partikel, ozon, oksida nitrogen atau sulfur, logam berat, dan gas rumah kaca lainnya adalah penyebab utama polusi udara. Ini bertanggung jawab atas sekitar 50% risiko PPOK di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (LMIC). Polusi udara diketahui menjadi faktor risiko utama untuk PPOK pada mereka yang tidak pernah merokok (Murray et al., 2020). Dosis polusi udara

bervariasi, dengan tidak ada ambang batas "aman" yang jelas. Paparan jangka panjang terhadap polusi partikel, ozon dan nitrogen dioksida, bahkan di negara-negara dengan tingkat polusi udara sekitar yang rendah, secara signifikan mengganggu pertumbuhan paru-paru pada anak-anak (Guo et al., 2018), mempercepat penurunan fungsi paru-paru pada orang dewasa, dan meningkatkan risiko PPOK, terutama di antara mereka yang memiliki faktor risiko tambahan terhadap PPOK. Kualitas udara yang buruk akibat polusi udara juga meningkatkan risiko eksaserbasi PPOK, rawat inap, dan kematian (Bourbeau et al., 2022). Dengan demikian, pengurangan polusi udara dalam dan luar ruangan merupakan tujuan utama dalam pencegahan dan pengelolaan PPOK.

2) Faktor Genetik

Penyakit poligenik (PPOK) adalah contoh klasik dari interaksi gen lingkungan. Mutasi gen SERPINA-1, yang menyebabkan kekurangan α -1 antitripsin sebagai inhibitor protease serin, adalah faktor risiko genetik yang paling umum. Sifat resesif ini jarang terjadi, lebih sering terlihat pada orang asli Eropa Utara. ditemukan pada usia muda dengan kelainan emfisema panlobular yang menyebabkan penurunan fungsi paru-paru, baik pada perokok maupun bukan perokok yang memiliki kekurangan α -1 antitripsin yang berat. Berat emfisema dan penurunan fungsi paru-paru sangat

bervariasi antar individu. Meskipun hanya sebagian kecil populasi di dunia kekurangan α -1 antitripsin, hal ini menunjukkan hubungan antara gen dan paparan lingkungan yang menyebabkan PPOK. Gambaran di atas menunjukkan bagaimana faktor risiko genetik menyebabkan PPOK (Antariksa et al., 2023). Sebelumnya diketahui bahwa ada penyakit yang memiliki karakteristik yang sama dengan asma dan PPOK, tetapi penyakit ini dikenal dengan berbagai nama. Misalnya, American Thoracic Society menggunakan diagram Venn untuk menggambarkan keberadaan penyakit dengan ciri-ciri yang tumpang tindih dengan emfisema, bronkitis kronis, dan asma. Karena dalam banyak kasus hampir tidak mungkin membedakan pasien asma dengan obstruksi aliran udara yang irreversible dari orang dengan bronkitis kronis dan emfisema dengan kelainan obstruksi saluran napas yang reversible dan hiperaktifitas jalan napas, terkadang ditemukan juga pasien dengan asma yang tak kunjung sembuh dianggap menderita PPOK. Sehingga sangat diperlukan pemahaman tentang patofisiologi dan manifestasi klinis dari setiap penyakit tersebut (Permatasari & Yanti, 2020).

f. Komplikasi

Jika tidak ditangani dengan baik, PPOK dapat menyebabkan komplikasi seperti (Kristiningrum, 2019) :

1) Gagal napas

a) Gagal napas kronik

Gagal napas kronik (dengan pH darah normal, PO₂ <60 mmHg dan PCO₂ >60 mmHg).

b) Gagal napas akut

Gagal napas akut adalah gejala gagal napas kronik yang disertai dengan sesak napas dengan atau tanpa sianosis, peningkatan dan purulen sputum, demam, dan penurunan kesadaran.

2) Infeksi berulang

Jika imunitas rendah dikombinasikan dengan produksi sputum yang tinggi, koloni kuman dapat lebih mudah berkembang biak dan menyebabkan infeksi berulang.

3) Kor pulmonal

ditandai dengan P pulmonal pada elektrokardiogram, hematokrit lebih dari 50%, dan kemungkinan gagal jantung kanan.

g. Penatalaksanaan

Penatalaksanaan PPOK menurut (Kristiningrum, 2019) bertujuan untuk :

1) Mengurangi gejala

- 2) Mencegah progresivitas penyakit
- 3) Meningkatkan toleransi latihan
- 4) Meningkatkan status kesehatan
- 5) Mencegah dan menangani komplikasi
- 6) Mencegah dan menangani eksaserbasi
- 7) Menurunkan kematian

Penatalaksanaan umum PPOK meliputi

- 1) Edukasi
- 2) Berhenti merokok
- 3) Obat-obatan
- 4) Rehabilitasi
- 5) Terapi oksigen
- 6) Ventilasi mekanik
- 7) Nutrisi

h. Pemeriksaan penunjang

Pemeriksaan penunjang untuk menegakkan diagnosa PPOK menurut (Kristiningrum, 2019) meliputi :

- 1) Dengan mengetahui nilai FEV1 (forced expiration volume in 1 second) dan FVC (forced vital capacity), spirometri adalah pemeriksaan definitif untuk diagnosis PPOK. Nilai FEV1/FVC adalah 0,7.
- 2) Analisis gas darah, dapat mengukur pH darah, kadar O₂ , dan CO₂ darah.

- 3) Radiografi
- 4) CT scan untuk melihat emfisema alveoli Kadar α -1 antitripsin.

2. Frekuensi Napas / *Respiratory Rate*

a. Pengertian

Dengan satuan napas per menit, atau breath per minute, *respiratory rate* (RR) atau frekuensi pernapasan adalah jumlah napas yang diambil oleh makhluk hidup dari menghirup sampai mengeluarkannya. Salah satu parameter proses bernapas adalah frekuensi pernapasan, yang menunjukkan keadaan keseluruhan kerja tubuh manusia. Respiratory rate (RR) normal pada pasien dewasa adalah 12–20 napas/menit dan dapat bervariasi secara normal dengan peningkatan aktivitas fisik dan tidur. Dalam konteks penyakit, RR yang meningkat (yaitu, *takipnea*, didefinisikan sebagai $RR > 20$ napas/menit) dapat mengindikasikan kondisi seperti hipoksia, nyeri, insufisiensi jantung, atau gangguan metabolik seperti asidosis laktat. RR yang menurun (yaitu, *bradipnea*, didefinisikan sebagai $RR < 12$ napas/menit) dapat mengindikasikan depresi neurologis atau kasus hipoksia yang lebih parah (Scott & Kaur, 2020b).

b. Pengukuran dan alat ukur *respiratory rate*

Alat ukur frekuensi pernafasan (*respiratory rate*) adalah alat yang digunakan untuk mengamati frekuensi pernafasan dalam waktu satu menit. Pengukuran frekuensi pernapasan biasa disebut apnea, sedangkan jumlah pernapasan yang lebih tinggi dari rata-rata disebut

tachypnea, dan jumlah pernafasan yang lebih rendah dari rata-rata disebut *bradypnea*. Metode paling sederhana untuk menentukan frekuensi pernafasan adalah dengan menghitung langsung (secara manual) gerak naik-turun dinding rongga dada dengan *stopwatch* selama satu menit. Menghitung gerak naik-turun dinding rongga dada secara manual adalah cara paling mudah untuk mengetahui frekuensi pernafasan (Guna & Purwoko, 2020).

c. Faktor yang mempengaruhi napas

Faktor-faktor yang mempengaruhi pernafasan menurut (Putri et al., 2021) adalah sebagai berikut :

1) Usia

Penuaan mengubah sistem pernafasan dan jantung. Otot-otot pernafasan menjadi lebih lemah, dan sirkulasi pembuluh darah pulmonar menjadi kurang fleksibel. Klasifikasi jalan napas dan aleoli membesar, membesarnya trakea dan bronkus besar, menurunkan area permukaan yang tersedia untuk pertukaran gas. Jumlah silia fungsional juga menurun. Infeksi pernafasan lebih sering terjadi pada orang tua karena fungsi silia dan batuk yang kurang efektif. Berdasarkan informasi sebelumnya, subjek dalam penerapan termasuk dalam kategori usia 57 tahun, yang merupakan usia yang memiliki risiko terkena PPOK.

2) Merokok

Merokok dikaitkan dengan beberapa penyakit, seperti kanker paru, penyakit jantung, dan penyakit paru obstruksi kronik. Merokok dapat memperburuk penyakit arteri koroner dan pembuluh darah perifer karena nikotin yang diinhalasi mengganggu pembuluh darah perifer dan arteri koroner, meningkatkan tekanan darah, dan menurunkan aliran darah ke pembuluh darah perifer. Pada kelompok bukan perokok, pemaparan asap rokok meningkatkan risiko kanker paru-paru.

3) Aktivitas

Latihan fisik dapat meningkatkan proses metabolisme tubuh dan kebutuhan oksigen, meningkatkan frekuensi dan kedalaman pernapasan, dan memungkinkan orang untuk menghirup lebih banyak oksigen dan mengeluarkan lebih banyak karbondioksida.

d. Prosedur Pengukuran

- 1) Menghitung jumlah tarikan dan hembusan napas dalam waktu satu menit
- 2) Memperhatikan pergerakan naik turun dada, satu kali naik turun dihitung sebagai satu kali tarikan napas
- 3) Menggunakan jam tangan dengan jarum detik atau stopwatch untuk menghitung napas selama 60 detik (Scott & Kaur, 2020a).

3. Saturasi Oksigen

a. Pengertian

Untuk kelangsungan hidup, manusia membutuhkan oksigen. Saturasi oksigen dalam darah diukur sebagai tingkat oksigen darah normal. Hemoglobin adalah molekul yang mengikat oksigen atmosfer dan membawa oksigen ke berbagai bagian tubuh. Ada banyak cara untuk mengukur tingkat oksigen dalam tubuh. Tes darah untuk mengukur gas darah arteri adalah metode yang paling umum untuk mengetahui apakah tingkat kejenuhan oksigen dalam darah. Sedangkan penggunaan oksimeter adalah metode yang lebih mudah untuk mengetahui tingkat oksigen dalam darah (Kaprawi et al., 2016). Persentase normal saturasi oksigen atau SpO₂ untuk semua umur adalah 95%-100% (Agustí et al., 2022). Sedangkan nilai saturasi oksigen yang kurang dari 94% menunjukkan bahwa jaringan dalam tubuh tidak mendapatkan cukup oksigen (Fadlilah et al., 2020).

b. Pengukuran saturasi oksigen

Pengukuran saturasi oksigen dapat dilakukan dengan beberapa teknik. Penggunaan oksimetri nadi merupakan teknik yang efektif untuk memantau pasien terhadap perubahan saturasi oksigen yang mendadak (Prasetyo, 2019) :

1) Saturasi oksigen arteri (Sa O₂)

Hipokseミア, yang juga dapat disebabkan oleh anemia, terjadi pada tingkat di bawah 90%. Sianosis adalah tanda hipokseミア

karena rendahnya SaO₂. Salah satu cara non-invasif untuk memantau saturasi oksigen hemoglobin (SaO₂) secara kontinu adalah dengan menggunakan oksimetri nadi. Oksimetri oksigen adalah salah satu metode yang efektif untuk memantau pasien terhadap perubahan saturasi oksigen yang kecil dan mendadak. Namun, itu tidak dapat menggantikan gas-gas darah arteri. Oksimetri nadi digunakan di banyak tempat, seperti unit perawatan kritis, unit keperawatan umum, dan area diagnostik dan pengobatan, di mana saturasi oksigen harus dipantau selama prosedur.

2) Saturasi oksigen vena (Sv O₂)

Diukur untuk mengetahui jumlah oksigen yang dikonsumsi tubuh. Dalam perawatan klinis, Sv O₂ di bawah 60% menunjukkan kekurangan oksigen tubuh dan penyakit iskemik. Pengukuran ini sering digunakan dalam pengobatan yang menggunakan ekstrakorporeal sirkulasi, mesin jantung-paru, yang menunjukkan berapa banyak aliran darah yang diperlukan pasien untuk tetap sehat.

3) Tissue oksigen saturasi (St O₂)

Dapat diukur melalui penggunaan spektroskopi inframerah dekat. Tissue oksigen saturasi menunjukkan bagaimana oksigenasi jaringan terjadi dalam berbagai kondisi.

4) Saturasi oksigen perifer (Sp O₂)

Adalah perkiraan tingkat kejenuhan oksigen, yang biasanya diukur dengan oksimeter pulsa.

c. Alat ukur saturasi oksigen

Alat kecil yang digunakan untuk mengukur tingkat oksigen dalam darah disebut oximetri. Kadar hemoglobin, persentase menghirup oksigen, suhu, aliran darah arteri ke jaringan pembuluh darah tubuh, aliran balik vena darah, dan oksigenasi adalah beberapa faktor yang menentukan ketepatan dan keakrutan pengukuran. Oximetri, pengukur kadar oksigen, tidak dapat digunakan dalam kondisi medis tertentu, seperti keracunan karbonmonoksida dan serangan jantung (Kaprawi et al., 2016).

d. Faktor yang mempengaruhi bacaan saturasi oksigen

Pembacaan saturasi oksigen perifer banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti hemoglobin (Hb), sirkulasi, aktivitas dan persentase oksigen yang terhirup. Dalam situasi di mana Hb rendah, pembacaan akan menunjukkan nilai normalnya. Jika ada gangguan sirkulasi di area di bawah sensor, oksimetri tidak akan dapat menghasilkan nilai yang akurat. Menggigil atau gerakan yang berlebihan pada area sensor dapat mengganggu pengukuran SpO₂ yang akurat. Jumlah oksigen yang terhirup berkorelasi positif dengan jumlah oksigen yang terikat dengan hemoglobin (Septia et al., 2016).

e. Prosedur pengukuran

Menurut (Hafent & Sharma, 2022) teknik pengukuran saturasi oksigen sebagai berikut:

- 1) Memeriksa lokasi pemasangan yang tepat yaitu pada ujung jari yang sehat dan pastikan pada ujung jari tidak ada yang menghalangi sinar inframerah (seperti memakai cat kuku)
- 2) Tempatkan oksimeter denyut nadi sehingga cahaya menembus jaringan dan ditangkap oleh detektor
- 3) Menempatkan oksimeter denyut nadi di ujung jari, tidak boleh terlalu ketat atau terlalu longgar.
- 4) Aktifkan perangkat untuk memantau denyut nadi dan saturasi oksigen
- 5) Diamlah setidaknya selama satu menit.
- 6) Catat dua angka yang Anda lihat, yaitu tingkat saturasi oksigen dan detak jantung.

Prosedur pengukuran SpO₂ dengan menggunakan oksimetri adalah sesuai SOP oksimetri (dilampirkan).

B. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka teori

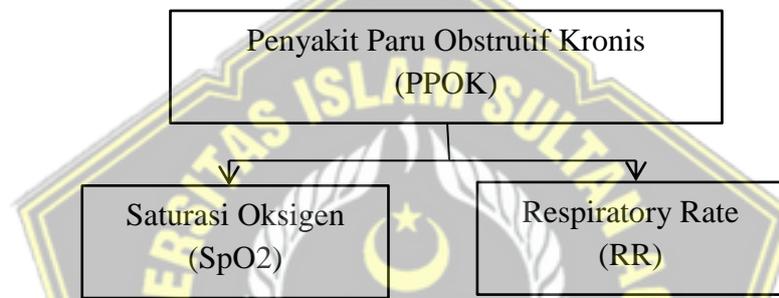
Sumber : Modifikasi dari (Adrianison et al., 2024) ; (Prasetyo, 2019)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep

Kerangka konsep dalam penelitian ini merupakan gambaran saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada pasien PPOK. Kerangka konsep digunakan sebagai penjelasan rencana penelitian dengan luas berbentuk topik yang akan diteliti (Sugiyono, 2019).



Gambar 3.1 Kerangka konsep

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti untuk diteliti yang digunakan untuk mengumpulkan informasi dan membuat kesimpulan. Pada hakikatnya, setiap variabel merupakan ide unik yang memiliki nilai yang berbeda (Nursalam, 2016)

Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan adalah variabel tunggal. Variabel tunggal adalah metode penelitian yang bertujuan untuk memberikan penjelasan objektif tentang keadaan. Variabel dalam penelitian ini yaitu saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada pasien penyakit paru obstruktif kronis (PPOK).

C. Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Pendekatan deskriptif menggambarkan situasi atau peristiwa (Sugiyono, 2019). Metode survei deskriptif adalah metode penelitian yang mengumpulkan data melalui kuesioner.

D. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi adalah area generalisasi yang terdiri dari subjek atau obyek yang memiliki kualitas dan atribut tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian diambil kesimpulan. Populasi dalam penelitian ini adalah pasien dengan penyakit paru obstruktif kronis/PPOK di RS Awal Bros Bagan Batu. Berdasarkan data hasil pengamatan observasi awal peneliti selama satu bulan didapatkan jumlah populasi sebanyak 50 pasien yang terdiagnosa PPOK.

2. Sampel

Sampel adalah bagian populasi yang dipilih untuk penelitian yang dianggap sebagai representasi dari populasi (Sugiyono, 2019). Pada penelitian ini pengambilan sampel yang digunakan adalah *Sampling Insidental / Accidental Sampling*. *Sampling Insidental / Accidental Sampling* adalah teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja pasien yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti dapat digunakan sebagai sampel, jika dilihat orang yang kebetulan ditemui itu

cocok sebagai sumber data (Sugiyono, 2019). Besar sampel yang digunakan pada penelitian ini ditetapkan berdasarkan ketersediaan subjek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi.

Adapun beberapa kriteria untuk sampel yang dipakai penelitian ini.

a. Kriteria inklusi

- 1) Pasien usia >18 tahun
- 2) Pasien dengan diagnosa PPOK
- 3) Pasien dengan HB > 8.0
- 4) Pasien yang kooperatif
- 5) Pasien bersedia menjadi responden

b. Kriteria eksklusi

- 1) Pasien yang mengalami gangguan mental atau kelainan yang mempengaruhi hasil observasi
- 2) Pasien dengan penyakit penyerta anemia
- 3) Pasien dengan gangguan sirkulasi darah atau memiliki penyakit *cardiovaskular*

E. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini telah dilaksanakan di RS Awal Bros Bagan Batu

2. Waktu Penelitian

Proses pembuatan proposal dilakukan dari bulan juni sampai dengan september 2024. Penumpulan data dilakukan pada bulan November-Desember 2024.

F. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi operasional

Variabel	Definisi	Cara/alat ukur	Hasil ukur	Skala
Saturasi Oksigen	Nilai saturasi oksigen dalam penelitian ini merupakan kemampuan ikatan oksigen dengan hemoglobin pada pasien PPOK yang di lihat dari hasil analisa gas darah/ hasil AGDA	Melakukan pemeriksaan dengan cara melihat dari hasil analisa gas darah/AGDA	SpO2 dalam satuan %	Rasio
Frekuensi napas	Frekuensi napas dalam penelitian ini merupakan hasil perhitungan jumlah pernapasan dalam satu menit pada pasien PPOK.	Mengukur <i>respiratory rate</i> dengan alat <i>Stopwatch</i> selama 1 menit	Frekuensi pernapasan dalam satuan kali permenit	Rasio

G. Metode Pengumpulan Data

1. Tahap Persiapan Penelitian

- a. Peneliti mengajukan surat izin penelitian dari Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Islam Sultan Agung.
- b. Peneliti memberikan surat izin penelitian ke pihak pimpinan Rumah Sakit Awal Bros Bagan Batu, Riau
- c. Peneliti memberikan surat izin penelitian ke pihak ruang penelitian

2. Tahap Pengumpulan Data

- a. Peneliti memperkenalkan diri kepada calon responden kemudian menjelaskan tujuan penelitian

- b. Peneliti meminta persetujuan responden dalam keikutsertaan di penelitian ini.
- c. Peneliti memberikan *informed consent* responden serta meminta kesediaan menandatangani.
- d. Peneliti memberikan kuesioner kepada responden.
- e. Peneliti menjelaskan tata cara mengisi kuesioner dan menjelaskan kepada responden bahwa peneliti akan menjaga kerahasiaan responden.
- f. Peneliti meminta responden mengembalikan lembar kuesioner yang telah diisi dan peneliti
- g. Data yang sudah terkumpul kemudian di cek kembali kelengkapannya dan dianalisa oleh peneliti.

H. Instrumen atau Alat Pengumpulan Data

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang digunakan untuk mengukur dan mengumpulkan data dalam sebuah penelitian (Nursalam, 2009), seperti :

1. Instrumen penelitian

a. Lembar Kuisisioner

Lembar ceklist/kuisisioner yang berisi : nama inisial, usia, jenis kelamin, pendidikan, riwayat merokok, lamanya berhenti merokok, riwayat penyakit asma dan lama menderita PPOK

b. Lembar Observasi

Lembar observasi yang berisi : Nilai saturasi oksigen, dan *respiratory rate* pasien PPOK.

2. Alat pengumpulan data

Peneliti menggunakan alat ukur pada hasil pemeriksaan penunjang pasien yaitu dengan melihat dari hasil analisa gas darah/AGDA untuk melihat hasil saturasi oksigen dan menggunakan alat ukur Digital *stopwatch* Joyko SW-510 yang terkalibrasi KAN untuk mengukur *Respiratory Rate*.

I. Pengolahan Data

Penggunaan Microsoft Excel dan *Statistical Product and Service Programs Solution* (SPSS) untuk menyelesaikan tugas informasi termasuk editing data (penyuntingan), coding, skoring, penambahan data, tabulasi data, dan perbaikan (Sastroasmoro & Ismael, 2018).

1. *Editing data* (penyuntingan)

Dilakukan dengan mengisi identitas responden, nilai setiap pertanyaan, dan hasil pengukuran frekuensi napas dan saturasi oksigen menggunakan lembar observasi dan kuesioner. Selama penelitian, editing dilakukan, sehingga peneliti dapat mengulangi jika ada kesalahan pengisian.

2. *Coding data* (pengkodean)

Coding data berarti memberikan kode angka pada data yang terdiri dari berbagai kategori, yang diproses dengan komputer. Untuk membuat

lokasi dan arti kode variabel lebih mudah dilihat, dibuat buku kode yang berisi daftar kode dan artinya.

3. Scoring (penilaian)

Pada tahap ini, peneliti memasukkan nilai ke dalam program komputer sesuai dengan skor yang sudah diberikan pada lembar kuesioner.

4. Data entry (memasukkan data)

Peneliti memasukkan data dari hasil kuesioner ke dalam komputer untuk melakukan uji statistik. Setelah memasukkan data, peneliti melihat kembali data untuk melihat apakah ada kesalahan atau apakah semuanya lengkap.

5. Tabulasi data

Memasukkan data hasil penelitian ke dalam tabel sesuai dengan kriteria dikenal sebagai tabulasi.

6. Cleaning

Pembersihan data adalah proses memeriksa kebenaran informasi yang dikirim.

J. Analisa Data

Dalam penelitian ini, analisis univariat digunakan untuk menjelaskan karakteristik masing-masing variabel yang dipelajari (Sugiyono, 2019). Analisa univariat mencakup distribusi frekuensi dan penyajian data dalam data sentral (minimum, maksimum, dan standar deviasi). Variabel penelitian

gambaran saturasi oksigen dan resprasi rate disajikan dalam data distribusi frekuensi.

K. Etika Penelitian

Etika adalah norma yang mempengaruhi bagaimana seseorang berperilaku. Peneliti dalam berbagai bidang keilmuan harus mempertimbangkan masalah etika saat melakukan penelitian terhadap manusia atau hewan. Tujuan dari pertimbangan etis penelitian ini adalah untuk melindungi dan menjamin hak peneliti dan responden.

Ada peraturan etika yang harus diikuti saat melakukan penelitian.

1. *Informed consent* (lembar persetujuan)

Merupakan kertas persetujuan yang ditandatangani antara peneliti dan responden berdasarkan kesepakatan bersama untuk memastikan pasien memahami maksud dan tujuan penelitian sebelum melakukan penelitian. Caranya dengan memberikan kertas persetujuan kepada pasien sebelum melakukan penelitian. Dalam penelitian ini seluruh pasien yang memenuhi kriteria untuk dijadikan sampel penelitian bersedia menjadi responden yang dibuktikan dengan tanda tangan responden pada lembar persetujuan yang diberikan peneliti.

2. *Anonimitas* (tanpa nama)

Dalam etika penelitian terdapat jaminan dalam penggunaan alat penelitian, yaitu tidak dicantumkan nama responden dalam lembar penelitian. Dalam penelitian ini responden hanya mencantumkan inisial responden saja.

3. *Confidentiality* (Kerahasiaan)

Peneliti akan menyimpan seluruh data penelitian, mulai dari informasi hingga permasalahan lainnya. Peneliti akan menyimpan seluruh data penelitian dalam bentuk CD, flashdisk, dan email. Hasil penelitian hanya menampilkan hasil evaluasi dan analisis data untuk menjamin kerahasiaan. Salinan makalah dan file penelitian disimpan di lokasi yang aman dan hanya dapat diakses oleh peneliti, sedangkan salinan elektronik dan data di komputer hanya tersedia untuk peneliti dan bersifat pribadi (Hansen, 2023).



BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Pengantar Bab

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Awal Bros Bagan Batu pada bulan November sampai Desember 2024. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tentang gambaran saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) dengan jumlah 87 responden. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif untuk menggambarkan situasi atau peristiwa. Adapun hasil penelitian disampaikan sebagai berikut.

B. Analisis Univariat

1. Karakteristik Responden

Karakteristik responden menggambarkan standar yang diberikan kepada subjek penelitian agar sumber data dalam penelitian tepat dan sesuai dengan tujuan. Karakteristik dari penelitian ini meliputi jenis kelamin, umur, pendidikan, riwayat merokok, lamanya berhenti merokok, riwayat penyakit asma, lama menderita Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK). Berikut adalah penjelasan dari masing-masing karakteristik responden dengan tabel dibawah ini:

a. Jenis Kelamin

Tabel. 4.1 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin (n=87)

Jenis Kelamin	Frekuensi	Persentase (%)
Laki-Laki	79	90.8%
Perempuan	8	9.2%
Total	87	100%

Tabel 4.1 didapatkan hasil bahwa mayoritas responden berjenis kelamin laki-laki sebanyak 79 (90.8%) responden, sedangkan perempuan sebanyak 8 (9.2%) responden.

b. Umur

Tabel. 4.2 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Umur (n=87)

Umur	Frekuensi	Persentase (%)
Remaja Akhir (17-25 tahun)	1	1.1
Dewasa Awal (26-35 tahun)	1	1.1
Dewasa Akhir (36-45 tahun)	9	10.3
Lansia Awal (46-55 tahun)	14	16.1
Lansia Akhir (56-65 tahun)	33	37.9
Manula (>65 tahun)	29	22.2
Total	87	100%

Tabel 4.2 didapatkan hasil bahwa mayoritas responden pada umur lansia akhir (56-65 tahun) yaitu sebanyak 33 (37.9%) responden, sedangkan paling sedikit yaitu pada umur remaja akhir (17-25 tahun) sebanyak 1 (1.1%) responden, dan dewasa awal sebanyak 1 (1.1%) responden.

c. Pendidikan

Tabel. 4.3 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Pendidikan (n=87)

Pendidikan	Frekuensi	Persentase (%)
SD	5	5.7
SMP	34	39.1
SMA/SMK	40	46.0
Perguruan Tinggi	8	9.2
Total	87	100%

Tabel 4.3 didapatkan hasil bahwa mayoritas pendidikan responden adalah SMA/SMK yaitu sebanyak 40 (46.0%) responden, sedangkan paling sedikit yaitu ber pendidikan SD sebanyak 5 (5.7%) responden.

d. Riwayat Merokok

Tabel. 4.4 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Riwayat Merokok (n=87)

Riwayat Merokok	Frekuensi	Persentase (%)
Tidak	6	6.9
Ya	81	93.1
Total	87	100%

Tabel 4.4 didapatkan hasil bahwa mayoritas responden memiliki riwayat merokok yaitu sebanyak 81 (93.1%) responden, sedangkan yang tidak memiliki riwayat merokok sebanyak 6 (6.9%) responden.

e. Lamanya Berhenti Merokok

Tabel. 4.5 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Lamanya Berhenti Merokok (n=87)

Lamanya Berhenti Merokok	Frekuensi	Persentase (%)
Tidak pernah merokok	6	6.9
1-6 bulan	48	55.2
13-24 bulan	25	28.7
>24 bulan	8	9.2
Total	87	100%

Tabel 4.5 didapatkan hasil bahwa mayoritas responden sudah berhenti merokok sejak 1-6 bulan yang lalu yaitu sebanyak 48 (55.2%) responden, sedangkan paling sedikit yaitu tidak pernah merokok sebanyak 6 (6.9%) responden.

f. Riwayat Penyakit Asma

Tabel. 4.6 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Riwayat Penyakit Asma (n=87)

Riwayat Penyakit Asma	Frekuensi	Persentase (%)
Tidak	85	97.7
Ya	2	2.3
Total	87	100%

Tabel 4.6 didapatkan hasil bahwa mayoritas responden tidak memiliki riwayat penyakit asma yaitu sebanyak 85 (97.7%)

responden, sedangkan yang memiliki riwayat penyakit asma sebanyak 2 (2.3%) responden.

g. Lamanya Menderita Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK)

Tabel. 4.7 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Lama Menderita Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) (n=87)

Lama Menderita PPOK	Frekuensi	Persentase (%)
1-2 tahun	64	73.6
> 2 tahun	23	26.4
Total	87	100%

Tabel 4.7 didapatkan hasil bahwa mayoritas responden telah menderita Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) selama 1-2 tahun yaitu sebanyak 64 (73.6%) responden, sedangkan yang telah menderita selama >2 tahun sebanyak 23 (26.4%) responden.

2. Variabel Penelitian

a. Saturasi Oksigen (SPO₂)

Tabel. 4.8 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Saturasi Oksigen (SPO₂) (n=87)

Variabel	Rerata	Median	Minimum	Maksimum
Saturasi Oksigen (SPO ₂)	91,79-93,02	93,00	85	97

Tabel 4.8 didapatkan hasil bahwa rata-rata saturasi oksigen responden yaitu 91,79-93,0%, median saturasi oksigen responden 93,00%, minimal saturasi oksigen responden yaitu 85%, dan maksimalnya 97%.

b. Respiratory Rate (RR)

Tabel. 4.9 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Respiratory Rate (RR) (n=87)

Variabel	Rerata	Median	Minimum	Maksimum
Respiratory Rate (RR)	42,81-44,50	44,00	33	56

Tabel 4.9 didapatkan hasil bahwa rata-rata *respiratory rate* responden yaitu 42,81-44,50 x/menit, median *respiratory rate* responden 44,00 x/menit, minimal *respiratory rate* responden yaitu 33 x/menit, dan maksimalnya 56 x/menit.



BAB V

PEMBAHASAN

Dalam bab ini menyajikan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti dari bulan November sampai dengan Desember 2024. Pembahasan pada bab ini di dasarkan dengan bab pendahuluan, tinjauan pustaka, kerangka konsep, variabel, metode, dan hasil penelitian. Lebih lanjut pada bab pembahasan ini mencakup hal-hal sebagai berikut, yaitu pembahasan mengenai gambaran saturasi oksigen dan *respiratory rate* berdasarkan karakteristik umum responden, pembahasan mengenai gambaran saturasi oksigen berdasarkan analisa gas darah (AGDA), pembahasan gambaran *respiratory rate* pada pasien penyakit paru obstruktif kronis (PPOK).

A. Pembahasan Karakteristik Umum Responden

Dalam bab ini menyajikan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti, yang mana peneliti telah melakukan observasi dan pemeriksaan saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada 87 responden pada pasien penyakit paru obstruktif kronis (PPOK).

Didapatkan hasil bahwa berdasarkan jenis kelamin, mayoritas responden yang menderita PPOK adalah berjenis kelamin laki-laki sebanyak 79 (90.8%) responden. Hasil ini menunjukkan bahwa PPOK lebih sering menyerang laki-laki daripada perempuan. Hal ini disebabkan karena kebiasaan merokok pada laki-laki. Berlebihan merokok dapat menyebabkan produksi mukus pada sistem pernafasan yang kental, yang menghambat pergerakan udara dan mendorong pertumbuhan mikroorganisme. Sebuah

penelitian yang dilakukan oleh (Astriani et al., 2020) mengamati bahwa 73,3% pasien PPOK di RSUD Kabupaten Buleleng adalah laki-laki. Hasilnya menunjukkan bahwa 30 dari responden PPOK adalah laki-laki. Pada umumnya laki-laki maupun perempuan dapat mengalami PPOK, tetapi laki-laki lebih rentan dan memiliki lebih banyak insiden.

Berdasarkan usia didapatkan hasil bahwa responden yang menderita PPOK mayoritas ada dalam rentang usia 56 sampai dengan 65 tahun, yang mana masuk dalam kategori lansia akhir sebanyak 33 responden (37.9%) dari total seluruh responden 87 responden (100.0%). Hal ini sejalan dengan penelitian (Allfazmy et al., 2018), yang menyatakan bahwa pada pasien lanjut usia mengalami penurunan daya tahan dan penurunan fungsi sistem kardiopulmoner. Dengan bertambahnya usia, fungsi paru-paru berkurang, termasuk compliance dinding dada yang berkurang dan elastisitas parenkim paru-paru yang berkurang, akibatnya kerusakan pada jaringan paru-paru sehingga menyebabkan obstruksi bronkus kecil terjadi. Pada tahap ekspirasi, udara mudah masuk ke alveoli, udara menumpuk, kelenjar mukus membesar, dan mukosa bronkus menebal. Peningkatan resistensi saluran nafas dan penurunan fungsi paru seperti kapasitas vital paksa (KVP) dan volume ekspirasi paksa dalam 1 detik (VEP1). Pada pasien yang didiagnosa PPOK sebelum usia 40 tahun, besar kemungkinan mengalami gangguan genetik berupa defisiensi α I antitrypsin (Astriani et al., 2020). Berdasarkan data diatas, hal tersebut sejalan dengan penelitian ini bahwa responden yang paling banyak mengalami PPOK ada pada rentang usia 56 sampai dengan 65 tahun

yang disebabkan oleh adanya penurunan daya tahan dan penurunan fungsi sistem kardiopulmoner.

Berdasarkan pendidikan, didapatkan hasil bahwa mayoritas pendidikan responden adalah SMA/SMK yaitu sebanyak 40 (46.0%) responden, sedangkan paling sedikit yaitu berpendidikan SD sebanyak 5 (5.7%) responden. Penelitian ini sejalan dengan penelitian (Adiana & Maha Putra, 2023) mengatakan bahwa dalam proses pendidikan, tujuannya adalah mengubah pengetahuan, perilaku, dan sikap seseorang. Notwatmodjo (2010) dalam (Adiana & Maha Putra, 2023) menyatakan bahwa pendidikan dapat mempengaruhi seseorang termasuk perilakunya terhadap pola hidup sehat. Untuk itu, pendidikan mempunyai dampak yang signifikan terhadap perubahan pada diri seseorang, termasuk perilaku perawatan diri untuk menjaga kesehatannya.

Berdasarkan riwayat merokok didapatkan hasil bahwa responden yang memiliki riwayat merokok adalah sebanyak 81 (93.1%) responden merupakan perokok aktif maupun pernah merokok sebelumnya tetapi sudah berhenti. Hasil ini sesuai dengan penelitian (Gerungan et al., 2020) di Rumah Sakit Budi Setia Lawongan menyatakan asap rokok merupakan faktor risiko terjadinya obstruksi saluran napas. Sebanyak 35 orang yang terlibat dalam penelitian ini (79,5%) melaporkan merokok. Pada penelitian ini terdapat sebanyak 2 responden perempuan yang memiliki riwayat merokok yang merupakan budaya dari daerah tersebut. Paparan asap rokok dapat meningkatkan ekspansi paru-paru dan menghambat aliran udara saat

ekspirasi. Rokok menimbulkan batuk dan meningkatkan produksi sekresi berlebihan, yang mengganggu fungsi silia, yang bertanggung jawab untuk mengeluarkan zat asing dari saluran pernapasan. Selain itu, paparan ini dapat menyebabkan peradangan dan kerusakan pada dinding bronkus dinding dan alveoli. Orang yang kecanduan merokok lebih rentan terhadap paparan zat iritan yang dianggap toksik pada saluran pernapasan. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan paru-paru yang lebih cepat dibandingkan dengan orang yang tidak merokok (Septia et al., 2016). Hal ini sejalan dengan penelitian ini bahwa responden yang paling banyak mengalami PPOK adalah yang memiliki riwayat merokok.

Berdasarkan lamanya berhenti merokok, bahwa paling banyak yaitu sejak 1-6 bulan yang lalu yaitu sebanyak 48 (55.2%). Menghentikan merokok, mengurangi paparan asap rokok, dan menjaga kualitas udara baik di dalam maupun di luar sangat penting untuk mencegah penyebaran infeksi dan ekserbasi pada PPOK. Penelitian menunjukkan bahwa pasien dengan penyakit pernapasan kronik harus berhenti merokok. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pauwels, RA (2001) dalam (Anggraini, 2022), klien PPOK yang diprogramkan untuk berhenti merokok memiliki kemungkinan lebih besar untuk menyelesaikan rehabilitasi paru-paru dibandingkan dengan klien PPOK yang tidak berhenti merokok.

Berdasarkan riwayat penyakit asma bahwa mayoritas responden yang tidak memiliki riwayat penyakit asma yaitu sebanyak 85 (97.7%) responden, sedangkan yang memiliki riwayat penyakit asma sebanyak 2 (2.3%)

responden. Asma menyebabkan jalan napas bronkhial menyempit, yang membatasi jumlah udara yang mengalir ke paru-paru, menurut Muttaqin (2012) dalam penelitian (Devia et al., 2023). Akibatnya, penyakit ini menyebabkan PPOK dengan lambat. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Permatasari & Yanti, 2020) dalam Jurnal Kedokteran Syiah Kuala menyebutkan bahwa penyakit PPOK dan asma terjadi karena dua mekanisme yang berbeda dan dipicu oleh etiologi dan patogen yang berbeda, namun keduanya memiliki ciri dan gejala inflamasi jalan napas dan obstruksi jalan napas.

Berdasarkan karakteristik lama menderita menunjukkan lama menderita 1-2 tahun dengan jumlah 64 (73.6%) responden. Temuan ini sejalan dengan penelitian Budiman dkk (2021) yang menunjukkan bahwa PPOK yang sudah lama menderita secara keseluruhan terbagi dalam dua kategori, yaitu yang sudah lama menderita ≥ 2 tahun dan yang baru menderita < 2 tahun. Ekawati (2016) dalam penelitian (Marcelina et al., 2023) menyatakan bahwa salah satu gejala PPOK adalah batuk kronik dan kambuh yang terjadi hampir setiap hari selama minimal 3 bulan setiap tahunnya selama 2 tahun berturut-turut, sehingga dapat disimpulkan bahwa PPOK dapat dianggap < 2 tahun.

B. Pembahasan Gambaran Saturasi Oksigen berdasarkan Analisa Gas Darah (AGDA)

Berdasarkan hasil analisa gas darah atau AGDA didapatkan hasil rata-rata saturasi oksigen responden yaitu 91,79-93,0%. Nilai normal saturasi

oksigen berkisar antara 95-100%, tetapi pasien PPOK dapat mengalami penurunan saturasi oksigen hingga 85%, yang menyebabkan hipoksia, sianosis, penurunan konsentrasi, dan perubahan mood (Devia et al., 2023). Hipoksia sendiri terjadi ketika oksigen tidak tersedia dalam jumlah yang cukup di tingkat jaringan untuk mempertahankan homeostasis. Hal ini dapat terjadi karena pengiriman oksigen yang tidak memadai ke jaringan karena suplai darah yang rendah atau kandungan oksigen yang rendah dalam darah (Irfannudin & Rahayu, 2023). Menurut peneliti responden yang mengalami hipoksia sedang, ringan maupun normal dipengaruhi beberapa faktor seperti usia, kebiasaan pasien, aktivitas dan sirkulasi. Hal tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu oleh (Astriani et al., 2021) menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi hipoksia pada penderita PPOK meliputi faktor genetik, faktor lingkungan, dan faktor yang tidak diketahui. Faktor lingkungan seperti kebiasaan merokok, polusi udara, dan pemajanan di tempat kerja. Faktor lain yang tidak diketahui adalah jenis kelamin dan status sosial ekonomi. Sebagian besar penderita PPOK mengalami batuk-batuk, sesak nafas, dan sesak nafas yang berulang dan menahun. Gejala ini disebabkan oleh tumpukan mukus yang kental dan mengendap yang membuat obstruksi jalan nafas, sehingga menyebabkan penurunan saturasi oksigen.

C. Pembahasan Gambaran *Respiratory Rate* (RR) pasien PPOK

Berdasarkan *respiratory rate* didapatkan hasil bahwa rata-rata *respiratory rate* responden yaitu 42,81-44,50 x/menit. Salah satu gejala yang paling umum pada pasien PPOK adalah dispnea kronis dan progresif, dengan

sebesar 30% dari pasien mengalami batuk dengan produksi sputum. Gejala-gejala ini dapat muncul setiap hari dan dapat menyebabkan penurunan aliran udara yang signifikan selama bertahun-tahun. Ini juga dapat terjadi tanpa dispnea kronis atau batuk. Kelainan sirkulasi dan masalah paru-paru juga dapat menyulitkan tubuh untuk menyerap atau mengangkut oksigen yang dibutuhkannya (Devia et al., 2023). Penelitian ini sejalan dengan penelitian (Dewi et al., 2022) yang mana dari total 49 responden yang dilakukan pemeriksaan respiratory rate (RR) seluruhnya termasuk dalam kategori frekuensi pernapasan meningkat. Frekuensi pernapasan atau *respiratory rate* adalah intensitas inspirasi dan ekspirasi udara pernapasan pada manusia yang dilakukan setiap menit. Upaya yang dilakukan tubuh dalam melakukan mekanisme kompensasi yang bertujuan untuk mempertahankan perfusi jaringan otak adalah peningkatan frekuensi pernafasan yang merupakan tanda terjadinya hipoksia jaringan. Diharapkan dengan peningkatan frekuensi pernafasan FiO_2 akan meningkat dan hal ini juga akan terjadi berpengaruh terhadap peningkatan PaO_2 dan saturasi oksigen jaringan.

D. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian merupakan suatu hambatan dan kelemahan yang dimiliki penulis selama melakukan penelitian. Adapun keterbatasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanyalah penelitian deskriptif, sehingga tidak dapat menyampaikan hasil dan memberikan informasi yang lebih lengkap. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diharapkan dapat mencapai kesimpulan

yang lebih luas dengan menggunakan metode yang lebih kompleks seperti penelitian korelasi atau eksperimental untuk mendapatkan kesimpulan yang lebih luas.

2. Penelitian memerlukan lebih banyak data penelitian tentang riwayat penyakit obstruksi jalan napas yang lebih luas bukan hanya asma.
3. Data penelitian tidak lengkap. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menekankan berapa lama orang menderita PPOK, bukan hanya 1-2 tahun atau lebih dari 2 tahun, karena PPOK adalah penyakit yang kronis.



BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya mengenai “Gambaran Saturasi Oksigen dan *Respiratory Rate* pada Pasien Penyakit Paru Obstrusif Kronis (PPOK)” selanjutnya pada bab ini peneliti menyimpulkan dan menulis saran-saran sebagai tindak lanjut penelitian yang dijabarkan sebagai berikut :

1. Karakteristik rata-rata usia pada penelitian ini adalah usia 56-65 tahun, untuk jenis kelamin yang mendominasi laki-laki, pada responden sebagian besar berpendidikan SMA/SMK, hampir semua responden memiliki riwayat merokok, lamanya berhenti merokok paling banyak di 1-2 tahun, sebagian besar tidak memiliki riwayat asma dan berdasarkan lamanya menderita PPOK mayoritas di 1-2 tahun.
2. Gambaran saturasi oksigen pada pasien PPOK dari total 87 responden ada sebanyak 64 orang (73,6%) yang mengalami hipoksia ringan, yang mengalami hipoksia sedang sebanyak 15 orang (17,2%) dan yang memiliki saturasi normal hanya 8 orang (9,2%).
3. Gambaran *respiratory rate* pada pasien PPOK dari total 87 responden seluruh responden mengalami takipnea dengan laju pernapasan atau *respiratory rate* >20 kali/menit yaitu sebanyak 87 (100%) responden.

B. Saran

1. Bagi Pelayanan Kesehatan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi tempat penelitian dan pelayanan kesehatan lain dapat melakukan tindakan dalam hal oksigenasi dan perlu menyediakan equipment atau alat oksigenasi seperti nasal kanul, simple mask, rebrething mask, non-rebrething mask dan lainnya untuk penatalaksanaan manajemen oksigenasi pasien penyakit paru obstruktif kronis (PPOK).

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Bagi peneliti selanjutnya, agar hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu referensi yang berkaitan dengan kadar oksigen dan *respiratory rate* pada pasien penyakit paru obstruktif kronis (PPOK). Diharapkan bagi penelitian selanjutnya agar dapat mengembangkan penelitian ini lebih jauh dengan menggunakan variabel yang lebih bervariasi seperti *nyisss* penyerta, penggunaan obat-obatan inhalasi, dan mencari responden lebih banyak.

3. Bagi Akademik

Diharapkan agar mahasiswa dan institusi dapat menggunakan tindakan keperawatan terapi oksigenasi dalam meningkatkan kadar saturasi oksigen dan *respiratory rate* pada pasien PPOK dengan cara mengukur saturasi oksigen dan *respiratory rate*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiana, I. N., & Maha Putra, I. N. A. (2023). Hubungan Antara Tingkat Pendidikan Dan Komorbiditas Dengan Perilaku Perawatan Diri Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK). *Jurnal Riset Kesehatan Nasional*, 7(1), 72–77. <https://doi.org/10.37294/jrkn.v7i1.486>
- Adrianison, A., Simbolon, R. L., & Simatupang, E. T. M. (2024). Update on the Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD 2023). *Jurnal Respirologi Indonesia*, 44(1), 98–105. <https://doi.org/10.36497/jri.v44i1.451>
- Agustí, A., Melén, E., DeMeo, D. L., Breyer-Kohansal, R., & Faner, R. (2022). Pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease: understanding the contributions of gene–environment interactions across the lifespan. *The Lancet Respiratory Medicine*, 10(5), 512–524. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00555-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00555-5)
- Allfazmy, P. W., Warlem, N., & Amran, R. (2018). *Faktor Risiko Penyakit Paru Obstruksi Kronik (PPOK) di Semen Padang Hospital (SPH)*. December, 19–23.
- Anggraini, R. B. (2022). Self Management Pencegahan Ekserbasi Lanjutan Pasien Penyakit Paru Obstruksi Kronis. *Malahayati Nursing Journal*, 4(8), 1916–1926. <https://doi.org/10.33024/mnj.v4i8.6495>
- Antariksa, B., Bakhtiar, A., Wiwien Heru Wiyono, S., Djajalaksana, Yunus, F., Amin, M., Syafiuddin, T., Dianiati, KS, Damayanti, T., Suprihatini, R. A., Tarigan, A. P., Ilyas, M., Rai, I. B. N., Assagaf, A., Ratnawati, Pandiaman, Pandia, Deddy Herman, Donni Irfandi, Alfian Nur Rosyid, P. A. D., Puspita Sari, Andika Pradana, Garinda Alma Duta, Nurahmah Yusuf, S., ... Simanjuntak, D. A. (2023). PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronis) PEDOMAN DIANOSIS DAN PENATALAKSANAAN DI INDONESIA. In B. A. A. Bahtiar & W. H. Wiyono (Eds.), *Pehimpunan Dokter Paru Indonesi*. <https://doi.org/10.1002/9783527809080.cataz12474>
- Astriani, N. M. D. Y., Dewi, P. I. S., & Yanti, K. H. (2020). Relaksasi Pernafasan dengan Teknik Ballon Blowing terhadap Peningkatan Saturasi Oksigen pada Pasien PPOK. *Jurnal Keperawatan Silampari*, 3(2), 426–435. <https://doi.org/10.31539/jks.v3i2.1049>
- Astriani, N. M. D. Y., Sandy, P. W. S. J., Putra, M. M., & Heri, M. (2021). PEMBERIAN POSISI SEMI FOWLER MENINGKATKAN SATURASI OKSIGEN PASIEN PPOK. *Journal of Telenursing (JOTING)*, 3, 128–135. <https://doi.org/https://doi.org/10.31539/joting.v3i1.2113>

- Asyrofy, A., Arisdiani, T., & Aspihan, M. (2021). Karakteristik dan kualitas hidup pasien Penyakit Paru Obstruksi Konik (PPOK). *NURSCOPE: Jurnal Penelitian Dan Pemikiran Ilmiah Keperawatan*, 7(1), 13.
<https://doi.org/10.30659/nurscope.7.1.13-21>
- Bourbeau, J., Doiron, D., Biswas, S., Smith, B. M., Benedetti, A., Brook, J. R., Aaron, S. D., Chapman, K. R., Hernandez, P., Maltais, F., Marciniuk, D. D., O'Donnell, D., Sin, D. D., Walker, B., Dsilva, L., Nadeau, G., Coats, V., Compton, C., Miller, B. E., ... Leuschen, C. (2022). Ambient Air Pollution and Dysanapsis: Associations with Lung Function and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Canadian Cohort Obstructive Lung Disease Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 206(1), 44–55.
<https://doi.org/10.1164/rccm.202106-1439OC>
- De Matteis, S., Jarvis, D., Darnton, A., Hutchings, S., Sadhra, S., Fishwick, D., Rushton, L., & Cullinan, P. (2019). The occupations at increased risk of COPD: analysis of lifetime job-histories in the population-based UK Biobank Cohort. *European Respiratory Journal*, 54(1), 1900186.
<https://doi.org/10.1183/13993003.00186-2019>
- Devia, R., Inayati, A., & Ayubbana, S. (2023). Penerapan Pemberian Posisi Tripod dan Pursed Lips Breathing Exercise Terhadap Frekuensi Pernapasan dan Saturasi Oksigen Pasien PPOK Di Ruang Paru RSUD Jendral Ahmad Yani Kota Metro Tahun 2022. *Jurnal Cendikia Muda*, 3(4), 535–544.
- Dewi, R., Siregar, S., Harahap, M. E., & Siburian, C. H. (2022). Pengaruh Terapi Nebulizer Terhadap Frekuensi Napas Pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Di RSUD Imelda Pekerja Indonesia (RSU IPI). *Jurnal Ilmiah Keperawatan: Universitas Imelda Medan*. 8(1), 3–6.
- Fadlilah, S., Hamdani Rahil, N., & Lanni, F. (2020). ANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TEKANAN DARAH DAN SATURASI OKSIGEN PERIFER (SPO2). *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*, 21–30.
<https://doi.org/10.34035/jk.v11i1.408>
- Gerungan, G., Runtu, F. B., & Bawiling, N. (2020). Karakteristik Penderita Penyakit Paru Obstruktif Kronis yang di Rawat Inap di Rumah Sakit Budi Setia Langowan. *Pidemia Jurnal Kesehatan Masyarakat UNIMA*, 01(01), 2.
- GOLD Commitee. (2023). Global Initiative for Chronic Obstructive Lung. *A Guide for Health Care Professionals*, 1(3), 261–266.
- GOLD Global Initiative For Chronic Obstructive Lung Disease. (2023). Global Initiative for Chronic Obstructive Lung. *A Guide for Health Care Professionals*, 1(3), 261–266.
- Guna, H. P., & Purwoko, H. (2020). Vital Sign Monitor. *Medika Teknika : Jurnal*

Teknik Elektromedik Indonesia, 1(2). <https://doi.org/10.18196/mt.010209>

Guo, C., Zhang, Z., Lau, A. K. H., Lin, C. Q., Chuang, Y. C., Chan, J., Jiang, W. K., Tam, T., Yeoh, E.-K., Chan, T.-C., Chang, L.-Y., & Lao, X. Q. (2018). Effect of long-term exposure to fine particulate matter on lung function decline and risk of chronic obstructive pulmonary disease in Taiwan: a longitudinal, cohort study. *The Lancet Planetary Health*, 2(3), e114–e125. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30028-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30028-7)

Hafent, B. B., & Sharma, S. (2022). *Satutasi Oksigen. [Diperbarui 23 November 2022]. Dalam : StatPearl [internet]. Treasurase Island (FL): StatPearls Publishing.*

Halpin, D. M. G., Vogelmeier, C. F., & Agusti, A. (2022). Lung Health for All: Chronic Obstructive Lung Disease and World Lung Day 2022. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 206(6), 669–671. <https://doi.org/10.1164/rccm.202207-1407ED>

Hansen. (2023). Etika Penelitian: Teori dan Praktik Manajemen Kontrak Konstruksi View project. *Podomoro University Press, January*, 1–111. <https://www.researchgate.net/publication/367530183>

Hnizdo, E. (2002). Association between Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Employment by Industry and Occupation in the US Population: A Study of Data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *American Journal of Epidemiology*, 156(8), 738–746. <https://doi.org/10.1093/aje/kwf105>

Irfannudin, R., & Rahayu, U. B. (2023). *Efektifitas Prone Positioning Dalam Meningkatkan Saturasi Oksigen pada Pasien Covid-19 dengan Hipoksia : Literature Review.* 1–8. <https://eprints.ums.ac.id/id/eprint/111159%0Ahttps://eprints.ums.ac.id/111159/11/NAS PUB RISANG UPLOAD EPRINTS.pdf>

Kaprawi, T., Moningka, M., & Rumampuk, J. (2016). Perbandingan saturasi oksigen pada orang yang tinggal di pesisir pantai dan yang tinggal di daerah pegunungan. *Jurnal E-Biomedik*, 4(1), 2–5. <https://doi.org/10.35790/ebm.4.1.2016.10816>

Khotimah, S. (2019). Latihan Endurance Meningkatkan Kualitas Hidup Lebih Baik Dari Pada Latihan Pernafasan Pada Pasien Ppok di BP4 Yogyakarta. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699., 53(9), 168. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Kosayriyah, S. D., Hafifah, V. N., Munir, Z., & Rahman, H. F. (2021). Analisis Efektifitas Pursed Lip Breathing dan Balloon Blowing untuk Meningkatkan Saturasi Oksigen pada Pasien COPD (Chronic Obstructive Pulmonary

- Disease). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(2), 328–334.
<https://doi.org/10.25026/jsk.v3i2.252>
- Kristiningrum, E. (2019). Farmakoterapi Obstruksi Cronic Pulmonary Disease (COPD). *Cermin Dunia Kedokteran (CDK-275)*, 46(4), 262–263.
- Marcelina, I., Samodra, G., & DM, P. O. (2023). Hubungan Kepatuhan Minum Obat Dengan Kualitas Hidup Pada Pasien Geriatri Penyakit Paru Obstruktif Kronik (Ppok) Di Rsud Banyumas. *Journal of Nursing & Health*, 7(3), 289–295.
- Mortimer, K., Montes de Oca, M., Salvi, S., Balakrishnan, K., Hadfield, R. M., Ramirez-Venegas, A., Halpin, D. M. G., Ozoh Obianuju, B., Han MeiLan, K., Perez Padilla, R., Kirenga, B., & Balmes, J. R. (2022). Household air pollution and COPD: cause and effect or confounding by other aspects of poverty? *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 26(3), 206–216. <https://doi.org/10.5588/ijtld.21.0570>
- Murray, C. J. L., Aravkin, A. Y., Zheng, P., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi-Kangevari, M., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Abdollahi, M., Abdollahpour, I., Abegaz, K. H., Abolhassani, H., Aboyans, V., Abreu, L. G., Abrigo, M. R. M., Abualhasan, A., Abu-Raddad, L. J., Abushouk, A. I., Adabi, M., ... Lim, S. S. (2020). Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1223–1249. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)
- Nursalam. (2016). *Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan*. Salemba Medika.
- Permatasari, D., & Yanti, B. (2020). Perbedaan diagnosis asma, penyakit paru obstruktif kronik dan asthma-COPD overlap syndrome. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 20(3), 178–183. <https://doi.org/10.24815/jks.v20i3.18640>
- Prasetyo, A. R. (2019). Pengaruh Nebulasi Terhadap Saturasi Oksigen dan Frekuensi Nafas Pada Anak Pra Sekolah dengan ISPA di Klinik Pratama Abdi Kota Bengkulu. *Skripsi*.
- Putri, N. P., Utami, I. T., & Ayubbana, S. (2021). the Implementation of Purshed Lips Breathing To Decrease Respiratory Frequency in Chronic Obstruction Lung Disease Patients in the Metro City. *Jurnal Cendikia Muda*, 1(2), 142–150.
- Rumampuk, E., & Thalib, A. H. (2020). Efektifitas Terapi Nebulizer terhadap Bersihan Jalan Napas Tidak Efektif pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK). *Jurnal Mitraserhar*, 10(2), 250–259.
<https://journal.stikmakassar.com/a/article/view/237/166>

- Sana, A., Somda, S. M. A., Meda, N., & Bouland, C. (2018). Chronic obstructive pulmonary disease associated with biomass fuel use in women: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Respiratory Research*, 5(1), e000246. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2017-000246>
- Sastroasmoro, S., & Ismael, S. (2018). *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*.
- Scott, J. B., & Kaur, R. (2020a). Monitoring breathing frequency, pattern, and effort. *Respiratory Care*, 65(6), 793–806. <https://doi.org/10.4187/respcare.07439>
- Scott, J. B., & Kaur, R. (2020b). Monitoring Breathing Frequency, Pattern, and Effort. *Respiratory Care*, 65(6), 793–806. <https://doi.org/10.4187/respcare.07439>
- Septia, N., Wungouw, H., & Doda, V. (2016). Hubungan merokok dengan saturasi oksigen pada pegawai di fakultas kedokteran universitas Sam Ratulangi Manado. *Jurnal E-Biomedik*, 4(2), 2–7. <https://doi.org/10.35790/ebm.4.2.2016.14611>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan : Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Alfabeta.
- Sumiarty, C., & Sulisty, F. A. (2020). Hubungan Respiratory Rate (RR) Dengan Oxygen Saturation (SPO2) Pada Pasien Cedera Kepala. *Jurnal Ilmiah Wijaya*, 12, 2301–4113. www.jurnalwijaya.com;
- WHO. (2023). Tobacco and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). [Spanish]. *Adicciones*, 18 (SUPPL.), 21–32.
- Yang, I. A., Jenkins, C. R., & Salvi, S. S. (2022). Chronic obstructive pulmonary disease in never-smokers: risk factors, pathogenesis, and implications for prevention and treatment. *The Lancet Respiratory Medicine*, 10(5), 497–511. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00506-3](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00506-3)