

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Faal Paru

II.1.1. Definisi Faal Paru

Pernapasan atau respirasi adalah proses fisiologis yang dilakukan tubuh untuk mencukupi kebutuhan oksigen dalam menunjang aktivitas metabolisme. Proses ini melibatkan pemasukan udara yang membawa oksigen ke dalam tubuh sekaligus mengeluarkan karbon dioksida sebagai produk sisa metabolisme. Mekanisme ini berlangsung melalui kerja terkoordinasi antara sistem pernapasan dan sistem peredaran darah, sehingga darah yang tersebar ke seluruh tubuh menjadi kaya akan oksigen. Proses pertukaran oksigen dan karbon dioksida berlangsung untuk memastikan respirasi pada tingkat sel tetap berlangsung secara optimal. Fungsi paru dikatakan berada dalam kondisi normal ketika mekanisme ventilasi, difusi, dan perfusi bekerja dengan baik saat tubuh dalam keadaan relaksasi (Kurniasih, 2017).

Proses pernapasan dapat dibagi menjadi beberapa fungsi, yaitu ventilasi yang merupakan proses pertukaran udara yang melibatkan masuknya oksigen dan keluarnya karbondioksida antara udara luar dan alveoli paru-paru. Lalu difusi yang merupakan proses pertukaran oksigen dan karbondioksida antara alveoli dengan pembuluh darah (Musdalifah, 2023), dan perfusi paru adalah proses di mana darah deoksigenasi dari ventrikel kanan jantung mengalir melalui arteri pulmonalis ke kapiler paru untuk mengalami reoksigenasi. Darah ini mengalir melalui jaringan kapiler yang padat di sekitar alveoli, alveoli berperan dalam proses perpindahan oksigen dari udara ke dalam darah sekaligus pengeluaran karbon dioksida dari darah ke udara.. Proses ini sangat penting untuk memastikan bahwa oksigen dapat didistribusikan ke seluruh tubuh melalui sirkulasi sistemik (Laitupa and Amin, 2019).

Faal paru merupakan fungsi fisiologis paru-paru dalam sistem pernapasan manusia atau kemampuan paru-paru untuk bekerja atau kemampuan paru-paru dalam melakukan proses pernapasan. Secara umum, faal paru mencakup bagaimana paru-paru dalam melakukan pertukaran gas (oksigen dan karbondioksida) antara

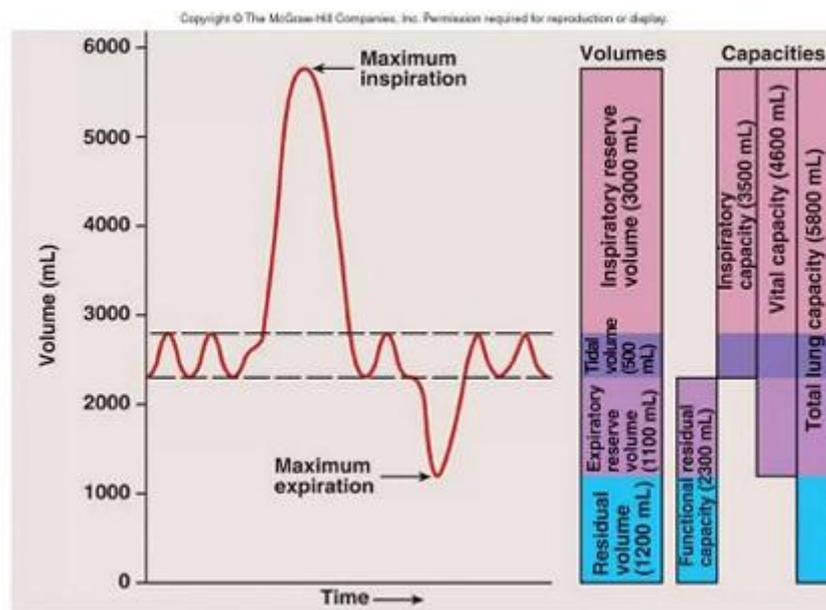
udara dan darah, mengatur ventilasi, mengatur difusi gas melalui membran alveolus-kapiler, menjaga kapasitas paru (Michael , 2022). Penilaian faal paru sering dilakukan, melalui uji faal paru dapat mengetahui fungsi paru seseorang dalam keadaan normal atau abnormal, seperti untuk mendiagnosis penyakit paru seperti asma. PPOK (Penyakit Paru Kronik), fibrosis paru, dan lain-lain. Pemeriksaan faal paru umumnya dilakukan berdasarkan suatu indikasi atau keperluan tertentu. Apabila terjadi penurunan faal paru secara mendadak dapat menyebabkan seseorang mengalami gagal napas dan dapat menyebabkan kematian (Ganong *et al.*, 2012).

Fungsi paru dapat diperkirakan melalui perpindahan udara selama inspirasi dan/atau ekspirasi, lalu kapasitas paru merujuk kepada subdivisi yang mengandung dua atau lebih volume. Volume dan kapasitas paru-paru seseorang dapat terlihat ketika pengujian menggunakan spirometer(Luks, 2017). Adapula volume dan kapasitas paru terdiri dari (Wanger *et al.*, 2019) (Myrberg *et al.*, 2022) :

- a. Volume Tidal (VT) adalah volume udara yang masuk dan keluar dari paru-paru selama proses pernapasan normal, dengan rata-rata sekitar 500 mL pada orang dewasa.
- b. Volume Cadangan Inspirasi (Inspiratory Reserve Volume/IRV) merupakan volume udara tambahan yang dapat dihirup setelah inspirasi normal, yaitu sekitar 3000 mL.
- c. Volume Cadangan Ekspirasi (Expiratory Reserve Volume/ERV) adalah volume udara ekstra yang dapat dikeluarkan setelah ekspirasi normal, kurang lebih 1100 mL.
- d. Volume Residu (Residual Volume/RV) mengacu pada volume udara yang tetap berada di paru-paru setelah ekspirasi maksimal, sekitar 1200 mL.
- e. Volume Ekspirasi Paksa dalam Satu Detik (Forced Expiratory Volume in 1 Second/FEV1) adalah volume udara yang dapat dikeluarkan secara paksa pada detik pertama setelah inspirasi maksimal, dengan nilai normal sebesar 80% atau lebih dari Kapasitas Vital Paksa (FVC).
- f. Kapasitas Inspirasi (Inspiratory Capacity/IC) merupakan volume maksimum udara yang dapat dihirup setelah ekspirasi normal, dihitung

dengan menjumlahkan volume tidal dan volume cadangan inspirasi, sekitar 3500 mL.

- g. Kapasitas Residual Fungsional (Functional Residual Capacity/FRC) adalah volume udara yang tersisa di paru-paru setelah ekspirasi normal, merupakan hasil penjumlahan volume cadangan ekspirasi dan volume residu, sekitar 2300 mL.
- h. Kapasitas Total Paru (Total Lung Capacity/TLC) adalah total volume udara yang dapat ditampung oleh paru-paru, yang terdiri dari kapasitas vital dan volume residu, sekitar 5800 mL.
- i. Kapasitas Vital Paksa (Forced Vital Capacity/FVC) adalah volume maksimum udara yang dapat dihembuskan secara paksa setelah inspirasi maksimal. Nilai normal FVC untuk pria dewasa berkisar antara 4,8 hingga 5,6 liter, sedangkan untuk wanita dewasa berkisar antara 3,7 hingga 4,2 liter.



Sumber : (Seeley, R. R., 2014)

Gambar 1 Volume dan Kapasitas Paru

II.1.2. Jenis Gangguan Faal Paru

a. Restriktif

Gangguan paru restriktif adalah gangguan dikarenakan terjadinya penurunan dalam pengembangan paru yang menyebabkan udara yang masuk kedalam paru-paru (inspirasi) kurang dari normal dan penurunan dari volume normal paru (Bakhtiar, 2020). Gangguan restriktif termasuk kelainan pada neuromuskuler dan penyakit paru restriktif seperti fibrosis dapat disebabkan kelainan parenkim (Kurniasih, 2017). Dalam gangguan ini semua volume seperti kapasitas vital, kapasitas paru total, volume residu, volume cadangan ekspirasi, dan kapasitas residu fungsional. Parameter kapasitas vital yang digunakan adalah menggunakan kapasitas vital yang nilai normal antara 80%-120%, apabila nilai nya >80% dari nilai prediksi maka dapat diindikasikan bahwa terdapat gangguan restriktif (Sankari, 2023). Pada Penyakit gangguan paru restriktif, FEV1 dan FVC hasilnya akan rendah, tetapi untuk rasio FEV1/FVC akan normal atau meningkat dikarenakan membesarnya rekiol elastis (Wulandari et al., 2013).

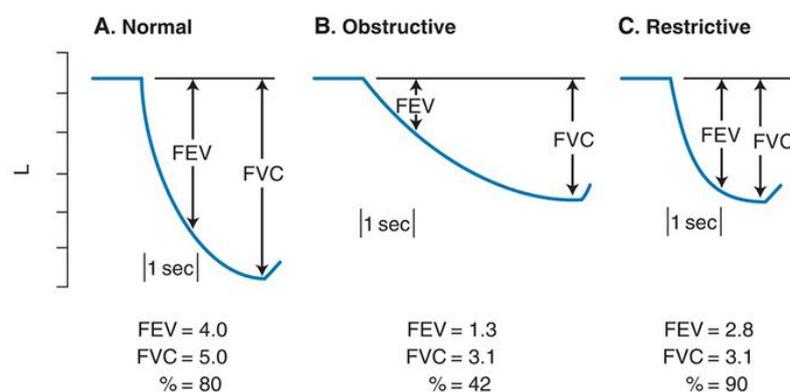
Gangguan restriktif dapat dikaitkan dengan adanya masuknya suatu zat salah satunya adalah masuknya debu dan terjadinya penumpukan debu dalam paru-paru (Poole *et al.*, 2024). Penumpukan debu dalam saluran pernapasan dapat memengaruhi kemampuan individu dalam melakukan inspirasi, yang dapat mengakibatkan penurunan aliran udara secara langsung seiring dengan berkurangnya kapasitas vital. Gangguan restriktif pada paru-paru biasanya dapat terlihat dari penurunan nilai kapasitas vital atau *forced vital capacity* (FVC) (Saers *et al.*, 2024).

b. Obstruktif

Gangguan paru obstruktif adalah kondisi medis yang ditandai dengan adanya perlambatan aliran udara ekspirasi di saluran pernapasan, terutama saat menghembuskan napas yang diakibatkan oleh penyempitan atau kerusakan pada saluran pernapasan. Hal ini terjadi menyebabkan aliran udara yang keluar dari paru-paru menjadi terbatas dan tidak efektif (World Health Organization, 2024a). Umumnya gangguan ini paling

umum dikenal dengan istilah penyakit paru obstruktif kronis, penyakit ini bersifat berkembang secara bertahap dan berkaitan dengan meningkatnya respons peradangan kronis pada saluran pernapasan akibat paparan gas atau partikel yang bersifat iritan. Gejala umum yang paling terjadi adalah sesak napas yang disebabkan usaha untuk meningkatkan usaha untuk bernapas, batuk kronis, dan mengi (Soeroto, 2019). Penyebab gangguan paru obstruktif bisa disebabkan oleh terpapar asap rokok, baik secara langsung sebagai perokok aktif maupun secara tidak langsung sebagai perokok pasif, lalu dapat disebabkan polusi udara, zat kimia berbahaya, faktor genetik, dan usia (Najihah and Theovena, 2022).

Dalam mendiagnosis PPOK dapat dilakukan melalui anamnesis gejala respirasi dan pemeriksaan fisik, dibutuhkan pemeriksaan spirometer untuk menilai kapasitas fungsi paru (Fathurrachman *et al.*, 2024). Pada gangguan obstruktif, saat uji menggunakan spirometer memperlihatkan bahwa adanya penurunan kecepatan aliran udara saat ekspirasi disertai dengan kapasitas vital yang masih dalam batas normal merupakan ciri gangguan ini. Kondisi tersebut ditandai dengan penurunan nilai FEV1 yang lebih signifikan dibandingkan FVC, dengan rasio FEV1/FVC kurang dari 0,7. Gangguan obstruktif seperti ini umumnya dapat menyebabkan penyakit seperti asma, bronkitis kronis, dan emfisema. (Torén *et al.*, 2016).



Sumber : (West and Luks, 2017)

Gambar 2 Keadaan Fungsi Paru

Pemeriksaan faal paru merupakan pemeriksaan untuk mengetahui gambaran fungsi paru seseorang dalam keadaan normal atau tidak normal secara keseluruhan (Djharuddin, 2017). Pemeriksaan faal paru umumnya dilakukan dikarenakan adanya suatu indikasi tertentu. Gangguan faal paru dapat dibagi menjadi dua yaitu restriktif yang merupakan gangguan dalam pengembangan paru dan obstruktif adalah adanya hambatan dalam aliran udara ekspirasi. Uji faal paru diperlukan untuk pemantauan dan pencegahan penyakit paru-paru dan penyakit pernapasan lainnya. Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi pemeriksaan faal paru, yaitu usia, jenis kelamin, tingkat obesitas, kebiasaan olahraga, lingkungan, dan postur tubuh. Pemeriksaan ini dapat menggunakan spirometer yang bertujuan untuk mengukur volume paru statis dan dinamis seseorang (Firdaus *et al.*, 2022).

Pada volume paru statis, pemeriksaan yang dilakukan tidak terkait dengan waktu dan merupakan ukuran dasar untuk menilai volume udara intra pulmonal. Indikator adanya kelainan pada fungsi paru dapat dilihat dari perubahan pada kapasitas vital, volume residu, kapasitas residu fungsional, serta kapasitas paru total. Kapasitas vital mencerminkan kemampuan paru-paru dan dinding dada untuk mengembang, yang dikenal sebagai *compliance*. Peningkatan volume residu, serta tingginya rasio antara volume residu dan kapasitas residu fungsional, mengindikasikan adanya hiperinflasi paru yang terjadi akibat mekanisme *air trapping* atau terjebaknyanya udara dalam paru-paru. Oleh karena itu, pemahaman terhadap parameter faal paru statis sangat penting sebagai landasan awal untuk menilai fungsi paru secara menyeluruh dan menentukan jenis gangguan ventilasi yang mungkin terjadi. (Bakhtiar, 2019).

Saat ingin melakukan pemeriksaan spirometer diperlukan beberapa persiapan, antara lain yaitu persiapan alat, subjek, ruang, dan fasilitas (Bakhtiar, 2017).

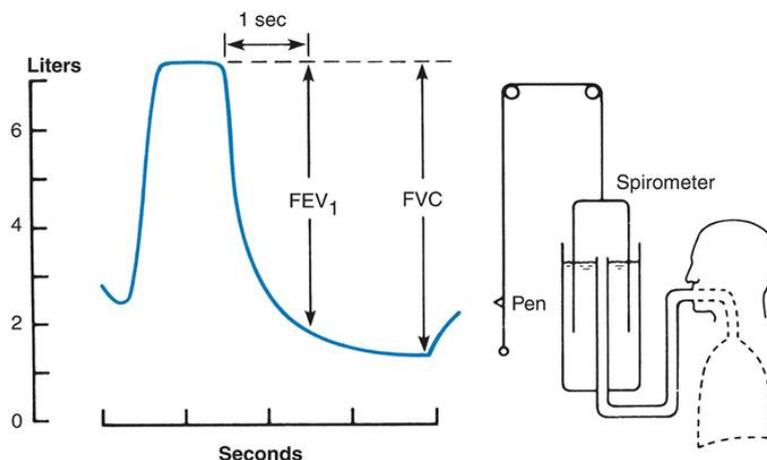
a. Persiapan alat

- 1) Perangkat yang digunakan dalam pengukuran harus menjalani proses kalibrasi setidaknya satu kali setiap minggu

untuk memastikan akurasi hasil. Toleransi penyimpangan dari nilai standar kalibrator tidak boleh melebihi 1,5%, guna menjaga keandalan dan validitas data yang diperoleh.

- 2) *Mouthpiece* hanya dapat digunakan sekali atau pengulangan berulang hanya 1 kali.
 - 3) Menyediakan wadah berisi savlon yang telah dilarutkan dengan air dengan tujuan untuk merendam *mouthpiece* yang digunakan berulang.
- b. Persiapan subjek, subjek perlu dipersiapkan dengan baik dan memahami secara jelas tujuan serta prosedur pemeriksaan. Operator bertanggung jawab untuk memberikan instruksi yang akurat dan mudah dipahami, disertai dengan demonstrasi cara melakukan manuver spirometri yang benar. Selama proses pemeriksaan, subjek harus berada dalam kondisi yang nyaman untuk memastikan hasil yang optimal. Adapun beberapa ketentuan yang harus dipenuhi sebelum pemeriksaan spirometri antara lain: subjek tidak boleh merokok setidaknya dua jam sebelum pemeriksaan, tidak dianjurkan makan dalam jumlah berlebihan sebelumnya, serta harus mengenakan pakaian yang longgar agar tidak menghambat pernapasan. Jika subjek menggunakan bronkodilator, maka penggunaannya harus dihentikan sementara—minimal 8 jam sebelumnya untuk bronkodilator kerja cepat dan 24 jam untuk bronkodilator kerja lama—guna menghindari pengaruh obat terhadap hasil pemeriksaan.
- c. Ruangan dan fasilitas, ruangan pemeriksaan harus memenuhi standar ventilasi yang memadai untuk menjamin sirkulasi udara yang baik. Suhu ruangan juga harus dijaga dalam rentang yang sesuai, yaitu tidak boleh kurang dari 17°C atau melebihi 40°C. Pelaksanaan pemeriksaan harus disesuaikan dengan kondisi masing-masing subjek. Apabila terdapat subjek yang dicurigai mengalami infeksi saluran pernapasan, seluruh peralatan yang

digunakan wajib disterilkan menggunakan antiseptik untuk mencegah penularan infeksi.



Sumber : (West and Luks, 2017)

Gambar 3 Ukuran FEV1 dan FVC

Tabel 1 Klasifikasi Gangguan Fungsi Paru

Kelas	Derajat Kerusakan	Restriktif		Obstruktif	
		VC%	FEV1/FVC	VC%	FEV1/FVC
0	Normal	>80	>75	>80	>75
I	Ringan	60 – 80	>75	>80	60-75
II	Sedang	50 – 60	>75	>80	40-60
III	Berat	35 – 50	>75	>80	<40

II. 2 Faktor Risiko

II. 2.1 Usia

Usia merupakan durasi hidup seseorang sejak lahir atau rentang waktu sejak kelahiran individu hingga ulang tahunnya (KBBI, 2016; Sa'adah, Martadani and Taqiyuddin, 2021). Usia merupakan faktor utama yang dapat memengaruhi gangguan fungsi paru, usia juga dapat dikaitkan dengan proses penuaan dimana semakin bertambahnya usia maka seseorang menyebabkan terjadinya penurunan kapasitas paru (Kusumawati, 2017). Secara alami, usia memengaruhi frekuensi

Ammara Daffa Kamesha, 2025

HUBUNGAN PAPARAN DEBU KAYU TERHADAP GANGGUAN FAAL PARU PADA PEKERJA INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU MEBEL DI KECAMATAN BEKASI TIMUR, KOTA BEKASI TAHUN 2025

UPN "Veteran" Jakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Sarjana
www.upnvj.ac.id-www.library.upnvj.ac.id-www.repository.upnvj.ac.id

pernapasan serta kapasitas paru-paru. Pada orang dewasa, laju pernapasan umumnya berada dalam kisaran 16 hingga 18 kali per menit. Perubahan usia secara normal akan berdampak pada fungsi paru-paru, seiring dengan pertumbuhan dan peningkatan kapasitas paru (Susanto, 2019). Berdasarkan yang dilakukan oleh Thomas (2019), menyatakan bahwa penurunan faal paru ini dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan usia. Kelompok pertama adalah seseorang yang berusia dibawah 30 tahun yang secara umumnya menunjukkan fungsi paru yang lebih baik dan stabil, dengan penurunan yang relatif sedikit dan kelompok kedua mencakup individu yang berusia 30 tahun atau lebih yang umumnya mengalami penurunan fungsi paru yang lebih signifikan, dengan laju penurunan parameter seperti *Forced Expiratory Volume in 1 second* (FEV1) dan *Forced Vital Capacity* (FVC) yang cenderung meningkat seiring bertambahnya usia, terutama pada pria (Thomas *et al.*, 2019).

Seiring bertambahnya usia seseorang, terdapat beberapa perubahan pada proses biologis yang ditandai dengan perubahan yang progresif dan luas yang dapat berkaitan dengan kerentanan seseorang terhadap berbagai penyakit. Proses penuaan seseorang terutama dalam aspek organ dalam manusia dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti genetik, gaya hidup, dan paparan lingkungan. Salah satu contoh penuaan adalah dalam sistem pernapasan yang dimana dapat dikaitkan dengan penurunan struktural dan fungsional dalam sistem pernapasan dibandingkan dengan seseorang yang memiliki usia lebih muda. Penyakit paru adalah penyakit yang dapat menjadi penyebab utama kematian bagi seseorang yang sudah berada di lanjut usia atau sekitar 60 tahun (Maranatha, 2019).

Berdasarkan data di Amerika Serikat, sekitar 10 hingga 25 persen penduduk mengalami bronkitis kronis sederhana, yang ditandai dengan produksi mukoid. Kondisi ini lebih banyak ditemukan pada pria berusia di atas 40 tahun. Sementara itu, di Inggris, bronkitis kronik menyerang sekitar 17% pria dan 8% wanita. Setiap tahunnya, sekitar 30.000 kematian diakibatkan oleh penyakit ini, menjadikannya sebagai penyebab kematian ketiga tertinggi pada pria berusia di atas 65 tahun (Kurniasih, 2017).

II. 2.2 Kebiasaan Merokok

Kebiasaan merokok merupakan sebuah aktivitas menghisap atau menghirup asap rokok dengan menggunakan rokok, kebiasaan merokok umumnya tidak bisa dihentikan secara tiba-tiba. Kebiasaan merokok ini bukan hanya dapat memberikan dampak negatif bagi pengguna, tetapi orang sekitar yang berada di lingkungan pengguna dapat berdampak karena asap rokok yang dihasilkan. Merokok pada saat ini sangat lumrah dilakukan dibagai kalangan dan menjadi suatu kebutuhan yang tidak bisa dihindari apabila seseorang sudah memiliki kecenderungan untuk merokok (Kemenkes RI, 2017).

Merokok menggunakan tembakau merupakan penyebab tunggal kematian yang dapat dicegah. Dampak jangka pendek merokok adalah terganggunya sistem kekebalan tubuh dan dapat menimbulkan gejala gangguan pernapasan seperti batuk, sesak napas, serta dispnea. Tingkat kebiasaan merokok dapat ditentukan menggunakan Indeks Brinkman, yang dihitung dengan mengalikan durasi merokok (dalam tahun) dengan jumlah batang rokok yang dikonsumsi setiap hari. Klasifikasi merokok berdasarkan indeks Brinkman adalah ringan (0-199), sedang (200-599), berat (≥ 600) (Muzlifa, 2022). Lalu, klasifikasi perokok dibagi 3 kategori: perokok ringan (1-4 batang per hari), perokok sedang (5-14 batang per hari), dan perokok berat (>15 batang per hari) (Prabowo, 2020). Meningkatnya paparan terhadap asap rokok memiliki hubungan yang sebanding dengan peningkatan perubahan struktural pada paru-paru, yang dapat menyebabkan terjadinya jebakan udara (*air trapping*) akibat hambatan pada aliran udara saat ekspirasi. Selain itu, kandungan nikotin dalam rokok turut berperan dalam menurunkan fungsi selia pada saluran pernapasan, sehingga mengganggu mekanisme pertahanan paru terhadap partikel asing dan infeksi (Theovena, 2022).

Merokok merupakan penyebab utama terjadinya Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) secara global. Kandungan zat kimia berbahaya dalam rokok dapat masuk ke dalam saluran pernapasan saat dihirup oleh perokok, yang kemudian mengganggu fungsi ventilasi paru. Gangguan ini ditandai dengan adanya hambatan aliran udara pada saluran napas, sehingga mengurangi volume udara yang dapat dihirup dan menyebabkan penurunan kapasitas vital paru-paru (Biostatistik *et al.*, 2024). Paparan asap rokok yang terjadi secara terus-menerus setiap hari dapat

menyebabkan penurunan fungsi paru, yang ditandai dengan menurunnya kapasitas vital paksa (KVP) dan volume ekspirasi paksa detik pertama (VEP1). Gangguan fungsi paru ini dapat memicu terjadinya pola ventilasi restriktif maupun obstruktif, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap perkembangan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), hal ini dapat disimpulkan bahwa bahaya merokok dapat merugikan dalam jangka panjang (Lontoh, 2022). Seseorang yang memiliki kebiasaan merokok berisiko hingga 25 kali lebih besar mengalami gangguan paru-paru dibandingkan dengan orang yang tidak merokok, karena paparan asap rokok dapat merusak rambut-rambut halus (silia) di saluran pernapasan yang berfungsi sebagai penyaring udara yang dihirup. Kerusakan pada silia ini menyebabkan penurunan kemampuan paru-paru untuk membersihkan kotoran dan lendir, sehingga meningkatkan risiko infeksi dan penyakit paru. Dampak buruk dari kebiasaan merokok ini biasanya baru mulai terlihat setelah sekitar 20 tahun, dan umumnya dialami oleh individu yang berusia di atas 40 tahun. Selain itu, jika seseorang yang merokok juga terpapar polusi atau zat berbahaya dari lingkungan, kerusakan paru-paru yang terjadi bisa menjadi lebih parah, sehingga risiko terkena penyakit paru kronis seperti bronkitis, emfisema, dan kanker paru-paru pun semakin meningkat (Gultom, et al , 2013).

Dosis rokok dapat dihitung dengan mengalikan jumlah rokok yang dikonsumsi per hari dengan lamanya seseorang merokok dalam tahun. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa responden dengan dosis rokok >200 batang-tahun memiliki proporsi gangguan fungsi paru yang lebih tinggi dibandingkan mereka yang dosis rokoknya \leq 200 batang-tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi paparan terhadap asap rokok, semakin besar pula risiko seseorang mengalami gangguan faal paru (Arganata, 2017). Semakin banyak batang rokok yang dikonsumsi setiap harinya, semakin tinggi pula jumlah sel peradangan dan kerusakan jaringan alveoli pada paru-paru (Akbar, 2019).

II.2.3 Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) merupakan perangkat yang dipakai oleh pekerja untuk melindungi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya yang mungkin ada di lingkungan kerja atau yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja. APD berfungsi sebagai perlindungan utama untuk mencegah cedera atau risiko kesehatan

akibat paparan bahaya kerja. Selain itu, penggunaan APD juga menjadi salah satu syarat wajib yang harus dipenuhi oleh setiap pekerja sesuai dengan jenis bahaya dan risiko yang dihadapi di tempat kerja, guna memastikan keselamatan diri sendiri maupun orang lain di sekitarnya. Dengan demikian, APD tidak hanya melindungi individu pekerja, tetapi juga berperan penting dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat (Edigan, Purnama Sari and Amalia, 2019).

Menurut data dari *International Labour Organization* (ILO), setiap tahunnya terjadi lebih dari 250 juta kecelakaan kerja dan sekitar 160 juta pekerja mengalami gangguan kesehatan akibat bahaya di lingkungan kerja. Selain itu, sekitar 1,2 juta pekerja meninggal dunia setiap tahun akibat kecelakaan kerja maupun penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan (Hughes, 2012). Kecelakaan kerja ini sering kali disebabkan oleh perilaku kerja yang tidak aman (*unsafe act*) serta kondisi kerja yang berbahaya (*unsafe condition*). Untuk mengurangi risiko tersebut, penggunaan alat pelindung diri (APD) menjadi langkah penting dalam meminimalisir potensi kecelakaan dan menjaga keselamatan pekerja di tempat kerja. Walaupun dalam hirarki control penggunaan APD menjadi perlindungan paling terakhir, namun apabila frekuensinya semakin rendah maka akan semakin besar risiko kesehatan dan keselamatan kerja yang akan terjadi. Melalui pentingnya penggunaan APD, maka diwajibkan bagi seluruh pekerja yang bekerja pada tempat yang berisiko untuk menggunakan APD. Kebiasaan untuk berperilaku yang aman memiliki peran penting untuk mencegah kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, sehingga salah satu cara yang efektifnya yaitu dengan patuh untuk menggunakan alat pelindung diri ketika sedang bekerja agar dapat terhindar dari perilaku dan kondisi kerja yang tidak aman (Suwandi et al., 2023). Lalu berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Joko et al, 2024 menyatakan bahwa terdapat hubungan antara karakteristik pekerja, pengetahuan, dan ketersediaan APD terhadap perilaku pemakaian APD pekerja yang dimana pengusaha juga diwajibkan untuk mengadakan atau memberikan alat pelindung diri ke pekerja (Susanto et al, 2024).

Alat pelindung diri untuk pernapasan yang digunakan oleh pekerja yang terpapar oleh debu kayu yang dihasilkan oleh proses industri pengolahan kayu antara lain respirator atau masker medis. Tingkat proteksi dari masker dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis debu, model masker, dan kemampuan masker untuk

menyaring debu (Rismandha, et al., 2017). Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Politon dan Christine (2020) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara pemakaian masker dengan gangguan paru pada pekerja (Christine, 2020). Namun masker tidak menghalangi paparan sepenuhnya, tetapi mengurangi intensitas paparan yang terkena ke individu. Tipe Masker memiliki kemampuan untuk mengurangi pajanan debu sekitar 90% (Khurniawan, 2023). Terdapat beberapa tipe masker yang dapat digunakan sebagai alat pelindung diri, salah satunya adalah masker N95 yang mampu menyaring partikel-partikel kecil hingga ukuran 0,3 mikrometer dengan tingkat efisiensi penyaringan mencapai 95%. Masker ini dirancang khusus untuk memberikan perlindungan optimal terhadap partikel udara berukuran sangat kecil (Hossain *et al.*, 2020), masker medis dapat menyaring dengan baik partikel yang berukuran lebih dari 10 μm dan mengurangi dosimetri untuk semua partikel mikrometer kecuali partikel berukuran 1 μm -3 μm dengan efisiensi filtrasi 65% (Xi, Si and Nagarajan, 2020), dan masker kain dapat menyaring partikel yang berukuran lebih dari 10 μm dengan efisiensi sebesar 60% (Konda *et al.*, 2020).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Widiasari *et al.*, 2021) yang menyatakan bahwa terdapat 76,9% pekerja yang selalu menggunakan masker saat bekerja tidak mengalami keluhan mengenai gangguan pernafasan. Penggunaan masker secara konsisten saat bekerja di lingkungan berdebu dapat secara signifikan mengurangi jumlah partikel debu yang masuk ke saluran pernafasan. Pekerja di industri mebel yang tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) berupa masker memiliki risiko 3,45 kali lebih tinggi mengalami gangguan pada saluran pernafasan dibandingkan dengan mereka yang menggunakan masker saat bekerja (Handayani, 2017).

II.2.4 Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik mencakup segala bentuk gerakan tubuh yang melibatkan otot rangka dan memerlukan pengeluaran energi, termasuk gerakan yang dilakukan saat waktu senggang, perjalanan dari satu tempat ke tempat lain, maupun aktivitas sehari-hari (World Health Organization, 2024b). Melakukan aktivitas fisik dengan intensitas sedang hingga tinggi secara rutin dapat memberikan manfaat kesehatan yang signifikan, seperti mencegah berbagai penyakit tidak menular, antara lain

penyakit jantung, stroke, diabetes, kanker, serta hipertensi. Selain itu, aktivitas fisik juga berperan penting dalam menjaga kebugaran tubuh, meningkatkan kesehatan mental, serta memperbaiki kualitas hidup dan kesejahteraan secara keseluruhan (Larasati *et al.*, 2021).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Singh dan Purothi (2013:36), tingkat aktivitas fisik diklasifikasikan ke dalam tiga kategori berdasarkan kriteria tertentu. Kategori aktivitas fisik tinggi mencakup individu yang melakukan berjalan kaki serta aktivitas dengan intensitas sedang hingga berat selama minimal 7 hari dalam seminggu, dengan total pengeluaran energi mencapai setidaknya 3000 MET menit per minggu. Sedangkan aktivitas fisik sedang adalah mereka yang melakukan berjalan kaki dan aktivitas dengan intensitas sedang atau tinggi selama minimal 5 hari dalam seminggu, dengan total minimal 600 MET menit per minggu. Sementara itu, aktivitas fisik rendah didefinisikan sebagai individu yang tidak memenuhi kriteria untuk kategori tinggi maupun sedang (Singh and Purohit, 2013). Selain itu, menurut data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sekitar 27,5% populasi global kurang melakukan aktivitas fisik secara memadai. Data dari Riskesdas tahun 2018 juga menunjukkan bahwa 33,5% masyarakat Indonesia memiliki tingkat aktivitas fisik yang rendah (Rhamdika *et al.*, no date).

Aktivitas fisik memiliki peran penting dalam meningkatkan jumlah oksigen yang masuk ke dalam paru-paru, yang pada gilirannya memperbaiki kinerja jantung dan sistem pernapasan. Melalui latihan fisik, otot-otot yang berperan dalam proses pernapasan menjadi lebih kuat, sehingga kapasitas vital paru-paru serta volume udara yang dapat dikeluarkan saat ekspirasi meningkat secara signifikan (Rini, 2022). Kondisi jantung dan paru-paru yang sehat dan optimal ini berkontribusi dalam mengurangi risiko terkena penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) hingga sekitar 30%, sekaligus menurunkan kemungkinan kematian akibat penyakit tersebut hingga 1,5 kali lebih rendah. Dengan demikian, menjaga kebiasaan beraktivitas fisik secara rutin sangat penting untuk mendukung fungsi kardiopulmoner dan meningkatkan harapan hidup (Hansen, 2019).

II.2.5 Riwayat Penyakit Paru

Riwayat penyakit secara umum dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu seseorang yang memiliki riwayat penyakit dan seseorang yang tidak memiliki

riwayat penyakit. Riwayat penyakit, khususnya penyakit paru, memiliki hubungan yang signifikan terhadap gangguan fungsi paru. Individu dengan riwayat penyakit paru seperti bronkitis, asma, pneumonia, dan tuberkulosis cenderung menunjukkan penurunan fungsi paru, yang dapat diketahui melalui pengukuran seperti nilai puncak ekspirasi (*Peak Expiratory Flow*). Gangguan kesehatan ini dapat menyebabkan penyempitan saluran napas, produksi lendir berlebih, atau kerusakan jaringan paru, yang pada akhirnya memengaruhi kemampuan individu dalam mengeluarkan udara secara maksimal saat ekspirasi. Seseorang dengan riwayat penyakit paru-paru sebelumnya memiliki kerentanan dan seringkali mengalami ketidaknyamanan ketika bernapas dibandingkan dengan orang yang tidak memiliki riwayat penyakit paru-paru. Kondisi ini disebabkan oleh menurunnya daya tahan organ tubuh yang sebelumnya pernah mengalami gangguan atau penyakit, sehingga lebih rentan terhadap serangan penyakit selanjutnya (Barret, 2018). Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Fajaria dan rekan-rekannya, yang menunjukkan bahwa individu dengan riwayat penyakit paru memiliki risiko 8,47 kali lebih tinggi untuk mengalami penurunan fungsi paru dibandingkan dengan individu yang tidak memiliki riwayat penyakit serupa (Nurcandra *et al.*, 2023).

II.2.6 Masa Kerja

Masa kerja merujuk pada lamanya seseorang telah menjalani aktivitas kerja, dihitung sejak pertama kali mulai bekerja hingga masih aktif dalam pekerjaannya. Secara umum, masa kerja dapat dipahami sebagai periode waktu tertentu di mana seorang individu terlibat dalam suatu lingkungan kerja, sejak awal masuk hingga titik waktu tertentu yang menandai keterlibatannya dalam aktivitas tersebut. Durasi masa kerja ini menjadi salah satu faktor penting yang dapat berpengaruh terhadap fungsi paru, khususnya kapasitas vital paru, pada tenaga kerja (Wulandari *et al.*, 2015).

Masa kerja merupakan indikator penting yang menentukan durasi paparan seseorang terhadap debu di lingkungan kerja. Semakin lama masa kerja, maka semakin tinggi akumulasi paparan terhadap debu, terutama debu organik yang dapat mengganggu fungsi paru. Lama paparan ini meningkatkan risiko terjadinya iritasi saluran pernapasan, peradangan kronis, dan penurunan kapasitas paru. Oleh karena itu, masa kerja menjadi salah satu variabel potensial yang memiliki kontribusi

terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja di lingkungan yang memiliki debu tinggi (Arganata, 2017).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Yolanda (2021) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara masa kerja dengan gangguan fungsi paru. Pekerja dengan masa kerja antara 5 hingga 10 tahun, maupun lebih dari 10 tahun, memiliki potensi lebih besar mengalami gangguan faal paru, dengan kelompok masa kerja 5–10 tahun menunjukkan prevalensi gangguan yang lebih tinggi (Yolanda, 2021). Selain itu, masa kerja yang lebih lama juga dikaitkan dengan meningkatnya risiko gangguan saluran pernapasan atas, seperti keluhan pada hidung dan batuk, serta berkontribusi terhadap terjadinya obstruksi pada paru-paru yang berdampak pada penurunan fungsi pernapasan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Cintya, Budiyo, dan Joko (2020) memperkuat temuan ini, bahwa masa kerja yang panjang, terutama dalam lingkungan industri, dapat menjadi faktor risiko signifikan terhadap obstruksi saluran napas (Cintya, Budiyo and Joko, 2020). Sementara itu, studi oleh Sulistiyani et al. yang dikutip oleh Putri et al. (2020), mengungkapkan bahwa pekerja dengan masa kerja ≥ 5 tahun memiliki kemungkinan 1,9 kali lebih besar mengalami penurunan kapasitas paru dibandingkan dengan mereka yang masa kerjanya kurang dari 5 tahun. Temuan ini menegaskan bahwa lamanya paparan dalam lingkungan kerja memiliki pengaruh terhadap penurunan fungsi paru secara bertahap (Putri et al., 2020).

II.2.7 Lama Paparan

Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Lingkungan Kerja menetapkan bahwa Nilai Ambang Batas (NAB) merupakan batas maksimum rata-rata paparan terhadap faktor bahaya di tempat kerja yang masih dapat diterima oleh pekerja tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan. NAB ini dihitung berdasarkan paparan tertimbang waktu (time-weighted average) dan berlaku untuk jam kerja standar, yaitu tidak lebih dari 8 jam per hari atau 40 jam per minggu (Ketengakerjaan Indonesia, 2018). Sejalan dengan regulasi tersebut, hasil penelitian oleh Apsari, Budiyo, dan Onny Setiani (2018) menunjukkan bahwa pekerja yang terpapar lebih dari 8 jam per hari memiliki risiko 5,2 kali lebih besar mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan dengan mereka yang terpapar

selama 8 jam atau kurang (Apsari, Budiyono and Onny Setiani, 2018). Penelitian lain oleh Yolanda (2021) juga mendukung temuan ini, yang menyebutkan bahwa pekerja dengan durasi paparan kurang dari 8 jam per hari cenderung memiliki fungsi paru yang normal, sedangkan gangguan faal paru lebih banyak ditemukan pada pekerja dengan lama paparan 8 jam atau lebih (Yolanda, 2021).

II.2.8 Nutrisi Makronutrien

Asupan makanan sehari-hari menyediakan berbagai nutrisi esensial yang vital bagi fungsi tubuh. Nutrisi ini dikelompokkan menjadi dua kategori utama berdasarkan jumlah yang dibutuhkan: makronutrien dan mikronutrien. Makronutrien, yang terdiri dari karbohidrat, lemak, dan protein, merupakan sumber energi utama dan dibutuhkan dalam jumlah besar setiap hari. Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi utama tubuh dan berperan dalam metabolisme lemak. Lemak tidak hanya menyediakan energi tambahan, tetapi juga penting sebagai pelarut vitamin dan sumber asam lemak esensial. Sementara itu, protein berperan sebagai zat pembangun sel dan jaringan, serta menyediakan energi alternatif (Priyanto, 2017; Suryadinata, Lorensia and Sutjipto, 2021). Lalu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk masyarakat Indonesia dengan kelompok umur 19-29 tahun adalah 2650 kkal, kelompok umur 30-49 tahun adalah 2550 kkal, dan kelompok umur 50-64 tahun adalah 2150 kkal (BPOM RI, 2023).

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh manusia. Setiap gram karbohidrat yang dikonsumsi menghasilkan energi sebesar 4 kkal. Kebutuhan karbohidrat harian bervariasi menurut kelompok usia, yakni 430 gram untuk pria berusia 19-29 tahun, 415 gram untuk usia 30-49 tahun, dan 340 gram untuk usia 50-64 tahun (BPOM RI, 2023). Karbohidrat dapat menjadi beberapa jenis, yaitu karbohidrat sederhana berupa monosakarida seperti glukosa, fruktosa, dan galaktosa, yang biasa ditemukan dalam berbagai jenis tepung dan gula; disakarida seperti sukrosa, laktosa, dan maltosa; serta karbohidrat kompleks atau polisakarida seperti pati, glikogen, selulosa, pektin, dan lignin yang umumnya berasal dari sumber biji-bijian, antara lain beras, jagung, dan umbi-umbian. Dalam hal konsumsi karbohidrat sederhana, khususnya gula, terdapat rekomendasi untuk membatasi asupannya hingga maksimal empat sendok per hari. Hal ini disebabkan

oleh potensi kelebihan energi dari gula yang jika tidak terpakai akan disimpan dalam bentuk lemak tubuh, sehingga berisiko menyebabkan peningkatan berat badan. Selain itu, konsumsi gula sederhana yang berlebihan juga berdampak negatif terhadap kesehatan gigi, terutama dalam bentuk kerusakan atau karies gigi (BPOM, 2013).

Protein memiliki peran krusial sebagai zat pembangun yang mendukung pembentukan struktur dan fungsi sel dalam tubuh, sekaligus berfungsi sebagai sumber energi, dengan setiap gram protein menghasilkan sekitar 4 kkal. Untuk pria berusia antara 19 hingga 64 tahun, kebutuhan protein harian yang direkomendasikan adalah sekitar 65 gram (BPOM RI, 2023). Protein tersusun dari rantai asam amino yang terbagi menjadi dua kategori utama, yakni asam amino esensial dan non-esensial. Asam amino esensial adalah jenis yang tidak dapat disintesis oleh tubuh sehingga harus diperoleh melalui konsumsi makanan, sedangkan asam amino non-esensial dapat diproduksi secara internal oleh tubuh. Sumber protein meliputi bahan makanan nabati dan hewani, seperti kacang-kacangan, susu, daging, dan ikan. Dalam upaya memenuhi kebutuhan protein harian, disarankan agar minimal satu per lima dari total asupan protein berasal dari sumber hewani guna memastikan tercapainya kecukupan gizi yang optimal (BPOM, 2013).

Lemak merupakan sumber energi utama yang menghasilkan kalori lebih tinggi dibandingkan dengan zat gizi lainnya, dengan kapasitas sekitar 9 kilokalori per gramnya. Kebutuhan lemak harian pada pria berbeda-beda sesuai dengan rentang usia, yaitu sekitar 75 gram untuk usia 19-29 tahun, 70 gram untuk kelompok usia 30-49 tahun, dan menurun menjadi 60 gram bagi pria berusia 50-64 tahun (BPOM RI, 2023). Secara kimia, lemak umumnya terdiri dari trigliserida yang terbentuk dari molekul gliserol dan asam lemak. Sumber lemak dapat dikategorikan ke dalam dua kelompok utama, yakni lemak nabati dan lemak hewani. Lemak nabati diperoleh dari berbagai minyak seperti minyak sawit, minyak kelapa, dan margarin, sedangkan lemak hewani berasal dari produk-produk seperti kuning telur, daging sapi, daging ayam, serta ikan. Untuk mencapai keseimbangan nutrisi yang optimal, dianjurkan agar konsumsi lemak harian terdiri atas perbandingan dua bagian lemak nabati dan satu bagian lemak hewani. Meski

demikian, konsumsi lemak secara berlebihan dalam jangka panjang berpotensi menyebabkan peningkatan berat badan yang dapat memicu risiko obesitas (BPOM, 2013).

Kebiasaan konsumsi makanan yang berisiko terhadap kesehatan, seperti makanan tinggi lemak jenuh, tinggi garam, tinggi gula (GGL), mie instan, makanan berbumbu tajam, makanan yang mengandung bahan pengawet, minuman berkarbonasi, minuman berenergi, serta makanan yang dibakar, telah dikaitkan dengan berbagai gangguan metabolik dan inflamasi dalam tubuh. Pola makan semacam ini dapat memengaruhi keseimbangan nutrisi, termasuk asupan makronutrien penting (Apriningsih *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lee *et al.* (2020), asupan makronutrien berperan signifikan terhadap fungsi paru-paru. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsumsi protein dan lemak sehat dalam jumlah yang adekuat berhubungan positif dengan kesehatan paru, sementara asupan karbohidrat tinggi, terutama dari makanan olahan, justru berkorelasi negatif terhadap fungsi paru, khususnya pada wanita. Faktor usia dan status obesitas turut memperkuat pengaruh tersebut. Oleh karena itu, pola makan sehat yang menekankan pada peningkatan konsumsi protein dan lemak sehat serta pembatasan karbohidrat dari makanan olahan menjadi penting sebagai upaya menjaga dan meningkatkan fungsi paru-paru (Lee *et al.*, 2020).

Kuesioner frekuensi makanan (Food Frequency Questionnaire/FFQ) merupakan alat yang digunakan untuk mengevaluasi pola makan seseorang dengan mengajukan pertanyaan mengenai seberapa sering berbagai jenis makanan dikonsumsi. Metode ini efektif dalam mengumpulkan data konsumsi makanan dalam periode waktu yang relatif singkat, sehingga dapat memberikan estimasi yang cukup akurat mengenai asupan makanan dan kandungan nutrisinya. Dalam pelaksanaannya, survei menggunakan FFQ terdiri dari dua bagian utama, yaitu daftar jenis makanan yang biasa dikonsumsi dan frekuensi konsumsi masing-masing makanan tersebut. Data yang diperoleh dari FFQ biasanya berupa frekuensi konsumsi makanan, dan apabila menggunakan pendekatan semi-kuantitatif, hasilnya juga dapat mencakup estimasi jumlah kalori, berat makanan dalam gram, serta kandungan zat gizi yang dikonsumsi (Fayasari, 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kristy et al. (2024) menyatakan mengenai pentingnya nutrisi terhadap penyakit paru obstruktif kronis yang umumnya rentan terkena malnutrisi yang dapat memperburuk kondisi kesehatan. Pola makan yang dianjurkan untuk pasien PPOK adalah rendah karbohidrat, tinggi lemak tak jenuh ganda, dan protein dalam jumlah sedang, karena konsumsi karbohidrat yang tinggi dapat meningkatkan produksi CO₂ dan memperburuk gejala penyakit. Intervensi nutrisi perlu disesuaikan dengan kebutuhan individu, dengan rekomendasi asupan kalori harian berkisar antara 30-45 kkal per kilogram berat badan dan asupan protein antara 1,2-1,5 g per kilogram berat badan (Kristy et al., 2024). Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia terdapat tingkatan asupan gizi yang dibagi menjadi tiga dengan *cut of points* sebagai berikut, kurang (<80% AKG), cukup (80-110% AKG), dan lebih (>110% AKG) (Kemenkes RI, 2019).

II.2.9 Gejala anemia

anemia merupakan gangguan di dalam tubuh memproduksi lebih sedikit sel darah merah karena kekurangan zat besi atau secara fungsional sebagai penurunan massa eritrosit untuk mengantarkan oksigen ke jaringan perifer (Kusdalinah et al., 2023). Saat seseorang mengalami kejadian anemia maka keadaan kadar hemoglobin (Hb) di dalam darah lebih rendah daripada nilai normal. Menurut WHO (2023), gejala anemia yang umum meliputi kelelahan, lemah, pusing, kulit pucat, sesak napas, dan jantung berdebar. Gejala ini timbul akibat berkurangnya kapasitas darah untuk mengangkut oksigen ke jaringan tubuh (WHO, 2023). Gejala lain yang dirasakan apabila seseorang mengalami gejala anemia adalah menimbulkan gejala lesu, lemah, letih,lelah, cepat lupa, dan dapat menurunkan daya tahan tubuh yang menyebabkan mudah terkena infeksi (Hastuty and Khodijah, 2018). Terdapat beberapa yang dapat menyebabkan kejadian tersebut, salah satunya adalah gangguan fungsi paru seperti tuberkulosis yang dapat menyebabkan gangguan hematologi dikarenakan selama infeksi TB dapat mempengaruhi sistem hematopoietik sehingga kadar hemoglobin (Hb) cenderung menurun disertai peningkatan kuman penyakit (Kurniaji, 2023). Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) ditandai oleh inflamasi kronis yang menyebabkan mediator inflamasi terus-menerus beredar dalam tubuh, sehingga mengganggu

homeostasis dan sistem hematopoiesis. Gangguan ini berdampak pada proses fisiologis pembentukan sel darah di sumsum tulang, yang dapat berujung pada munculnya anemia sebagai salah satu manifestasi klinis penyakit.

II.2.10 Debu Kayu

Debu adalah partikel udara berukuran antara 1 hingga 500 mikron yang umumnya dihasilkan oleh aktivitas mesin industri, transportasi, dan aktivitas manusia lainnya. Debu memiliki sifat mudah mengendap karena pengaruh gravitasi serta dapat membentuk gumpalan. Berdasarkan asalnya, debu diklasifikasikan menjadi debu organik (seperti serbuk kayu dan serat tanaman), debu logam, dan debu mineral yang mengandung senyawa kompleks. Dalam konteks industri, debu terbagi menjadi *deposited particulate matter*, yaitu partikel yang mudah mengendap, dan *suspended particulate matter*, yang tetap melayang di udara tanpa mudah mengendap (Arief, 2019).

Partikel debu dengan ukuran yang semakin kecil memiliki potensi bahaya yang lebih tinggi terhadap kesehatan, karena partikel tersebut mampu terhirup dan mengendap di dalam paru-paru. Rentang ukuran partikel debu yang berisiko bagi kesehatan berkisar antara 0,1 mikron hingga 10 mikron. Paparan debu dalam jumlah yang berlebihan melalui saluran pernapasan dapat memicu gangguan pada sistem pernapasan serta menimbulkan ketidaknyamanan saat menjalankan aktivitas kerja (Bohadana *et al.*, 2015).

Industri pengolahan kayu mengubah bahan baku menjadi produk bernilai jual, namun proses ini menghasilkan debu kayu berukuran 0,1–4 mikrometer yang dapat terhirup dan mengendap di saluran pernapasan. Paparan debu kayu secara terus-menerus dapat menyebabkan iritasi dan inflamasi pada paru-paru, yang berpotensi mengganggu fungsi pernapasan dan meningkatkan risiko penyakit paru kronis. (Arofah, Andriane and Makaginsar, 2021).

Debu kayu dihasilkan dari berbagai jenis kayu, baik kayu keras maupun kayu lunak, yang dapat berupa bahan alami maupun komposit yang mengandung zat tambahan seperti perekat dan cat. Menurut International Agency for Research on Cancer (IARC), debu kayu termasuk dalam kelompok karsinogenik Grup 1 yang berpotensi menyebabkan kanker pada manusia, baik dari debu kayu lunak maupun kasar. Partikel debu kayu yang terhirup dapat mengendap di saluran pernapasan dan

menyebabkan gangguan fungsi paru serta penyakit respirasi lainnya, karena paru-paru sangat rentan terhadap paparan ini (Bislimovska, Petrovska and Minov, 2015). Pengukuran debu kayu menggunakan Air Quality Index dengan parameter PM10, di mana batas maksimum paparan debu respirabel menurut Peraturan Menteri Kesehatan tahun 2016 adalah $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0,015 \text{ mg}/\text{m}^3$) (Peraturan Menteri Kesehatan, 2016).

Menurut WHO, partikel residu yang berbahaya memiliki ukuran dalam rentang 0,1 hingga 5-10 mikron. Sementara itu, Dinas Kesejahteraan Indonesia menetapkan bahwa residu yang tidak aman berada dalam kisaran 0,1 hingga 10 mikron. Sumber paparan di Industri mebel yang menghasilkan limbah berupa debu kayu terdapat di proses pembuatannya hingga proses akhir. Dalam produksi mebel, terdapat beberapa tahapan penting dalam pengolahan kayu, meliputi persiapan bahan baku, penyusunan komponen, penggergajian kayu, perakitan dan pembentukan, serta tahap penyelesaian akhir. Selama proses mekanis seperti penggergajian, penyerutan, dan penghalusan, partikel debu kayu dihasilkan sebagai konsekuensi dari aktivitas tersebut. (pengamplasan) (Ma'rufi, 2017)

II.3 Penelitian Terdahulu

Tabel 2 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Desain Penelitian	Hasil
1.	(Altruisa, 2024)	Paparan Debu Kayu Sebagai Faktor Risiko Utama Gangguan Faal Paru di Industri Kayu Lapis Rachel Octaviari Altruisa	<i>Cross sectional study</i>	Berdasarkan hasil penelitian di PT. Sumber Alam Santoso Pratama Banyuwangi, ditemukan bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap gangguan faal paru pada pekerja industri kayu lapis adalah paparan debu kayu terhirup ($p = 0,000$), penggunaan APD ($p = 0,000$), masa kerja ($p = 0,001$), kebiasaan merokok ($p = 0,004$), dan paparan debu lingkungan ($p = 0,011$), sedangkan usia tidak signifikan ($p = 0,328$).
2.	(He <i>et al.</i> , 2022)	<i>Workers' Occupational Dust Exposure and Pulmonary Function Assessment : Cross- Sectional Study in China</i>	<i>Cross sectional study</i>	Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa prevalensi abnormalitas FEV1 meningkat seiring bertambahnya usia ($p=0,0002$, $OR=3,5$) dan prevalensi abnormalitas FVC juga meningkat ($p<0,0001$, $PR=2,0$). Selain itu, paparan debu abnormal berhubungan signifikan dengan gangguan fungsi paru-paru ($p=0,0412$, $CI\ 95\%: 1,5 - 6,0$).

Ammara Daffa Kamesha, 2025

HUBUNGAN PAPARAN DEBU KAYU TERHADAP GANGGUAN FAAL PARU PADA PEKERJA INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU MEBEL DI KECAMATAN BEKASI TIMUR, KOTA BEKASI TAHUN 2025

UPN "Veteran" Jakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Sarjana
[www.upnvj.ac.id-www.library.upnvj.ac.id-www.repository.upnvj.ac.id]

No	Nama Peneliti	Judul	Desain Penelitian	Hasil
3.	(Sunardi, 2025)	Pengaruh Paparan Debu Kayu Terhadap Gangguan Fungsi Paru pada Tenaga Kerja Industri Mebel di UD. Permadi Jati Bulak Rejo Sukoharjo	<i>Cross sectional study</i>	Berdasarkan hasil penelitian bahwa terdapat pengaruh paparan debu kayu terhadap penurunan kapasitas fungsi paru pekerja mebel dengan nilai p-value sebesar 0.003
4.	(Ambiya, 2022)	Hubungan lamanya paparan debu kayu dengan keluhan pernapasan pada pekerja kayu di Kota Banda Aceh	<i>Cross sectional study</i>	Hasil penelitian membuktikan jika terdapat hubungan yang signifikan antara lamanya paparan debu kayu dengan keluhan pernafasan ($p < 0,05$). Dengan responden yang bekerja responden yang bekerja lebih dari 5 tahun 88,9% memiliki keluhan pernafasan berat.
5.	(Chiqita, 2020)	Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja yang Terpapar Debu Kayu	<i>Cross sectional study</i>	Berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan terkait paparan debu kayu dengan gangguan fungsi paru, namun terdapat pengaruh dari faktor karakteristik dari pekerja dan faktor lingkungan.

Ammara Daffa Kamesha, 2025

HUBUNGAN PAPARAN DEBU KAYU TERHADAP GANGGUAN FAAL PARU PADA PEKERJA INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU MEBEL DI KECAMATAN BEKASI TIMUR, KOTA BEKASI TAHUN 2025

UPN "Veteran" Jakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Sarjana
[www.upnvj.ac.id-www.library.upnvj.ac.id-www.repository.upnvj.ac.id]

No	Nama Peneliti	Judul	Desain Penelitian	Hasil
6.	(Adjani, <i>et al</i> , 2023)	Faktor-Faktor yang berhubungan dengan Keluhan Gangguan Pernafasan pada Pekerja Mebel di Kecamatan Medan Satria Kota Bekasi	<i>Cross sectional study</i>	Berdasarkan penelitian ini, menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara umur ($p=0,00$, $OR=3,5$), masa kerja ($p=0,03$, $PR=2,0$), jam kerja ($p=0,00$, $RR=4,0$), dan penggunaan alat pelindung diri (APD) ($p=0,000$, $CI\ 95\%: 1,5 - 6,0$) dengan keluhan gangguan pernapasan. Sementara itu, kebiasaan merokok tidak menunjukkan hubungan yang signifikan ($p=0,738$). Dengan demikian, semakin tua umur, semakin lama masa kerja, dan semakin banyak jam kerja, maka semakin tinggi risiko mengalami gangguan pernapasan pada pekerja mebel.
7.	(Iswahyuni, 2024)	Meta-analisis Pengaruh Debu Terhadap Gangguan Fungsi Paru di Lingkungan Kerja	<i>Cross sectional study</i> .	Hasil penelitian ini menyatakan bahwa paparan debu di lingkungan kerja meningkatkan kemungkinan gangguan fungsi paru sebesar 2.09 kali dengan ($aOR = 2,09$; $CI\ 95\% = 1,40-3,14$; $p < 0,004$)
8.	(Worede <i>et al.</i> , 2025)	<i>Prevalence of respiratory symptoms and lung function impairments</i>	<i>Cross sectional study</i> .	Berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa pekerja kayu di Gondar City memiliki prevalensi gangguan faal paru obstruktif lebih tinggi (7,6% vs 2,8%; $p = 0,001$) dan gejala pernapasan kronis

Ammara Daffa Kamesha, 2025

HUBUNGAN PAPARAN DEBU KAYU TERHADAP GANGGUAN FAAL PARU PADA PEKERJA INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU MEBEL DI KECAMATAN BEKASI TIMUR, KOTA BEKASI TAHUN 2025

UPN "Veteran" Jakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Sarjana
[www.upnvj.ac.id-www.library.upnvj.ac.id-www.repository.upnvj.ac.id]

No	Nama Peneliti	Judul	Desain Penelitian	Hasil
		<i>among woodworkers in Gondar City</i>		(35,5% vs 12,7%; seluruh gejala $p < 0,05$) dibanding kelompok kontrol. Faktor risiko signifikan meliputi tidak adanya ventilasi lokal, jam kerja >8 jam, tidak memakai masker filter, dan kurang olahraga. Nilai FEV1/FVC dan MEF25%-75% juga menurun signifikan seiring lama pengalaman kerja ($p = 0,001$).
9.	(Abidin <i>et al.</i> , 2021)	Analisis Risiko Kesehatan Paparan Debu Terhadap Fungsi Paru pada Pekerja di <i>Home Industri C-Max</i> .	<i>Cross sectional study.</i>	Penelitian ini disimpulkan bahwa gangguan fungsi paru apabila pekerja terpapar debu secara terus menerus dikarenakan menumpuk debu masuk dalam saluran inhalasinya. Dengan prevalensi pekerja mengalami gangguan fungsi paru berjumlah 10 orang.
10.	(Elfatih <i>et al.</i> , 2025)	<i>Wood dust effects on carpenters pulmonary function test parameters: a comparative study</i>	<i>Comparative cross-sectional community-based</i>	Berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa tukang kayu yang terpapar debu kayu memiliki fungsi paru yang lebih rendah secara signifikan dengan nilai $p < 0,001$ dan juga terdapat korelasi yang signifikan antara lama paparan debu kayu dengan penurunan nilai fungsi paru $p, 0,05$.

Ammara Daffa Kamesha, 2025

HUBUNGAN PAPARAN DEBU KAYU TERHADAP GANGGUAN FAAL PARU PADA PEKERJA INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU MEBEL DI KECAMATAN BEKASI TIMUR, KOTA BEKASI TAHUN 2025

UPN "Veteran" Jakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Sarjana
[www.upnvj.ac.id-www.library.upnvj.ac.id-www.repository.upnvj.ac.id]

No	Nama Peneliti	Judul	Desain Penelitian	Hasil
11.	(Sentosa, et al, 2022)	Analisis Risiko Gangguan Fungsi Paru Akibat Paparan Debu PM10 Pada Pekerja Mebel Kayu	Analisis risiko kesehatan lingkungan	Berdasarkan penelitian di UD. Redi Perabot dan Interior Padang menemukan bahwa konsentrasi debu PM10 di area kerja melebihi ambang batas (1,56 mg/m ³ dan 1,19 mg/m ³ ; NAB = 1 mg/m ³), dengan 33,3% pekerja mengalami gangguan paru restriksi ringan, dan 77,8% pekerja memiliki nilai Risk Quotient (RQ) > 1 (tertinggi 2,14), sehingga mayoritas pekerja berisiko mengalami gangguan kesehatan akibat paparan debu PM10.
12.	(Yanti, 2023)	Hubungan Kadar Debu (PM10) dengan Kejadian ISPA pada Industri Mebel Kayu di Kelurahan Sungai Sapih Kecamatan Kuranji Kota Padang	<i>Cross sectional</i>	Berdasarkan penelitian ini, disimpulkan bahwa konsentrasi debu kayu yang diatas NAB 71,9% kadar debu tidak memenuhi syarat (di atas NAB 1 mg/m ³). Terdapat hubungan bermakna antara kadar debu (PM10) dengan kejadian infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada pekerja, dengan nilai P sebesar 0,001 (P<0,05).
13.	(Arini, 2020)	<i>Relation of Worker Characteristics</i>	<i>of Cross sectional</i>	Berdasarkan penelitian ini menyatakan bahwa adanya hubungan signifikan antara karakteristik pekerja dan tingkat

Ammara Daffa Kamesha, 2025

HUBUNGAN PAPARAN DEBU KAYU TERHADAP GANGGUAN FAAL PARU PADA PEKERJA INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU MEBEL DI KECAMATAN BEKASI TIMUR, KOTA BEKASI TAHUN 2025

UPN "Veteran" Jakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Sarjana
[www.upnvj.ac.id-www.library.upnvj.ac.id-www.repository.upnvj.ac.id]

No	Nama Peneliti	Judul	Desain Penelitian	Hasil
		<i>and Personal Dust Level to Vital Lung Capacity of Workers in the Furnitures Industry</i>		debu pribadi dengan kapasitas vital paru pekerja di industri mebel X, Tubanan, Surabaya, di mana terdapat korelasi yang signifikan antara masa kerja ($P = 0,021$), lama paparan debu kayu ($P = 0,000$), dan kebiasaan merokok ($P = 0,012$) terhadap penurunan kapasitas vital paru. Namun, tidak ditemukan hubungan signifikan antara usia, riwayat penyakit saluran pernapasan, status gizi, kebiasaan olahraga, penggunaan APD, dan tingkat debu pribadi dengan kapasitas vital paru.
14.	(Nabuasa,et al, 2020)	<i>Factors Related to Lung Function in Wood Furniture Workers in Oesapa Vilage, Kelapa Lima Sub District Kupang City.</i>	<i>Analytical survey research with Cross sectional</i>	Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan mengenai fungsi paru dengan usia, lama paparan, penggunaan APD dengan p-value <0.05.
15.	(Saers et al., 2024)	<i>Occupational Dust Exposure as a Risk Factor for Developing</i>	<i>Cross- sectional</i>	Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang jelas mengenai paparan debu dan masalah fungsi paru. Hal ini ditunjukkan

Ammara Daffa Kamesha, 2025

HUBUNGAN PAPARAN DEBU KAYU TERHADAP GANGGUAN FAAL PARU PADA PEKERJA INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU MEBEL DI KECAMATAN BEKASI TIMUR, KOTA BEKASI TAHUN 2025

UPN "Veteran" Jakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Sarjana
[www.upnvj.ac.id-www.library.upnvj.ac.id-www.repository.upnvj.ac.id]

No	Nama Peneliti	Judul	Desain Penelitian	Hasil
		<i>Lung Function Impairment</i>		dengan penurunan 9,4% dalam volume ekspirasi paksa dalam satu detik (FEV1) dan penurunan 9,8% dalam kapasitas vital paksa (FVC).

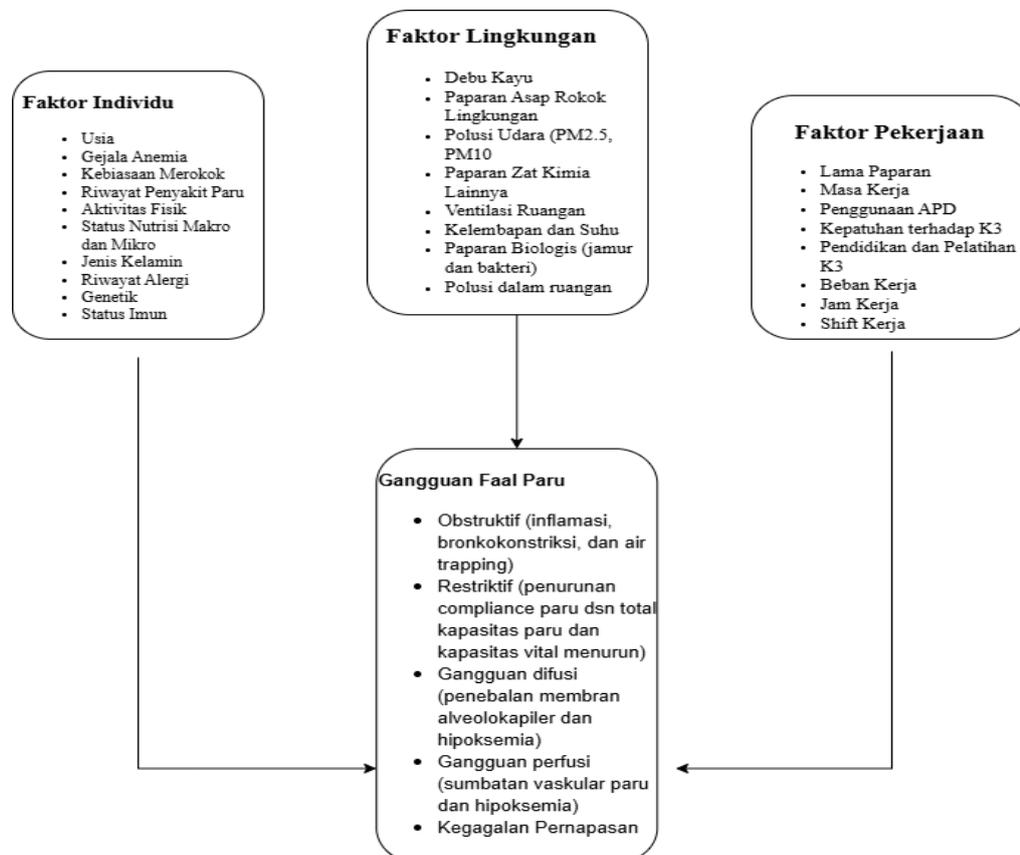
Ammara Daffa Kamesha, 2025

HUBUNGAN PAPARAN DEBU KAYU TERHADAP GANGGUAN FAAL PARU PADA PEKERJA INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU MEBEL DI KECAMATAN BEKASI TIMUR, KOTA BEKASI TAHUN 2025

UPN "Veteran" Jakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Sarjana
[www.upnvj.ac.id-www.library.upnvj.ac.id-www.repository.upnvj.ac.id]

II.4 Kerangka Teori

Gangguan faal paru dapat dipengaruhi berbagai faktor lingkungan meliputi kadar debu kayu dan faktor individu yang meliputi usia, kebiasaan merokok, riwayat penyakit, aktivitas fisik, nutrisi makronutrien, gejala anemia, lama paparan, masa kerja, dan penggunaan alat pelindung diri. Berikut teori penelitian:



Gambar 4 Kerangka Teori

Sumber : (Ganong *et al.*, 2012; Kemenkes RI, 2017; Ketengakerjaan Indonesia, 2018; Rachma, Mursid and Budiyo, 2018; Wanger *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2020; Arofah, Andriane and Makaginsar, 2021; Bintang and Kharin, 2022; Saers *et al.*, 2024)