

PROGRAM PEMERIKSAAN FUNGSI PARU DENGAN *PEAK FLOW METER* DI SD
TARUNA KARYA 153, KECAMATAN CIBIRU

Paulus Chandra¹, Balsa Nobility Gustifante², Angelica Jovita Ciptady³, Marsha Putri Agung Mayangsari⁴, Siti Malikul Mulki⁵, Rifka Fatma⁶, Matthew Prima Haratua⁷, Muhammad Nezzar⁸, Nabira Irnadianis Iffada⁹, Fajwa Fikla Fachrina¹⁰, Kartika Amelya Amin¹¹, Rizki Yazid Arifin¹², Dini Andriani¹³, Lilis Martini¹⁴, Budi Sujatmiko^{15*}

^{1-12,15}Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran
¹³⁻¹⁴SDN Taruna Karya 153, Dinas Pendidikan Kota Bandung

Email Korespondensi: sujatmiko@unpad.ac.id

Disubmit: 19 Desember 2023

Diterima: 07 Januari 2024

Diterbitkan: 01 Maret 2024

Doi: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v7i3.13468>

ABSTRAK

Penyakit pernapasan masih banyak terjadi terutama pada anak-anak. Hal ini mencakup asma, alergi, ataupun infeksi saluran pernapasan. Upaya penanggulangan masalah khususnya melalui deteksi dini menjadi hal yang krusial dalam meminimalisasi bahaya yang ditimbulkan penyakit pernapasan. *Peak flow meter (PFM)* merupakan salah satu metode pengukuran sederhana yang efektif dan efisien untuk mengukur fungsi paru. Pengukuran *peak expiratory flow rate (PEFR)* dengan *PFM* dapat membantu mendeteksi asma serta gangguan fungsi paru lainnya. Tujuan dari pengabdian ini adalah untuk mengukur dan menggambarkan fungsi paru siswa-siswi kelas 4-6 di SD Taruna Karya 153. Metode dari pengabdian ini adalah dengan pemeriksaan langsung pada murid-murid menggunakan alat antropometri yaitu timbangan berat badan digital, stadiometer, dan pemeriksaan fungsi paru dengan menggunakan *PFM*. Hasil dari kegiatan ini dari 240 siswa-siswi kelas 4-6 SD Taruna Karya 153 yang mengikuti pemeriksaan, rata-rata *PEFR* yang diukur adalah $205,83 \pm 71,74$ dengan rincian *PEFR* siswa $234,57 \pm 70,42$ dan siswi $178,28 \pm 59,76$. Kesimpulannya siswa-siswi SD kelas 4-6 memiliki tingkat *IMT* pada batas normal, tetapi sebagian besar memiliki *PEFR* yang relatif rendah dibandingkan dengan pengukuran *PEFR* anak di Thailand, Tebing Tinggi, dan Medan. Hal ini mungkin disebabkan karena perbedaan ras, genetik, geografik, etnis, dan umur. Selain itu, kondisi kesehatan sebagian partisipan yang mengindikasikan gejala gangguan pernapasan ataupun kondisi lingkungan seperti polusi domestik ataupun kebiasaan merokok anggota keluarga di lingkungan tempat tinggal juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya hasil pengukuran fungsi paru. Saran pemeriksaan fungsi paru dapat dilakukan secara berkala untuk memantau kondisi kesehatan peserta didik sejak dini.

Kata Kunci: Anak, Pemeriksaan, Peak Flow Meter, Fungsi paru

ABSTRACT

Respiratory diseases are still common, especially in children. This includes asthma, allergies, or respiratory tract infections. Efforts to overcome the problem, especially through early detection, were crucial in minimizing the dangers posed by respiratory diseases. Peak flow meter (PFM) is a simple

measurement method that is effective and efficient for measuring lung function. Measuring peak expiratory flow rate (PEFR) with a PFM can help detect asthma and other lung function disorders. This service aims to measure and describe the lung function of students in grades 4-6 at Taruna Karya 153 Elementary School. The method used in this service was to directly examine the students using anthropometric tools, namely digital weight scales and stadiometers, and lung function measurement using a PFM. From 240 students in grades 4-6 of Taruna Karya 153 Elementary School who took part in the examination, the overall average PEFR measured was 205.83 ± 71.74 with average PEFR for male students 234.57 ± 70.42 and female students 178.28 ± 59.76 . In conclusion, elementary school students in grades 4-6 have BMI levels within normal limits, but most have relatively low PEFR compared to the PEFR measurements of children in Thailand, Tebing Tinggi and Medan. This might be due to differences in race, genetics, geography, ethnicity, and age. Apart from that, the health condition of some participants which indicated symptoms of respiratory problems or environmental conditions such as domestic pollution or smoking habits were also factors that influenced low lung function measurement results. It is recommended that lung function checks be carried out periodically to monitor students' health conditions from an early age.

Keywords: Children, Measurement, Peak Flow Meter, Lung Function

1. PENDAHULUAN

Penyakit pernapasan masih banyak terjadi terutama pada anak-anak. Salah satu yang terbanyak yaitu asma. Pada tahun 2014 sekitar 14% populasi anak-anak di dunia didiagnosis asma, hal ini menjadikan asma sebagai salah satu penyakit pernapasan paling banyak (Zar & Ferkol, 2014). Asma merupakan kondisi peradangan pernapasan yang reversibel dan ditandai dengan respon inflamasi seperti bronkokonstriksi, edema jalan napas, *airway hyperresponsiveness*, dan *airway remodelling* (Hashmi et al., 2023). Di Indonesia, data mengenai prevalensi asma masih terbatas, terutama pada pasien anak (Triasih et al., 2023). Kasus asma yang tidak terdiagnosis dapat terjadi di negara menengah ke bawah dikarenakan keterbatasan pendataan, hal ini menyebabkan adanya keterlambatan pemberian terapi (Ardura-Garcia & Kuehni, 2019).

Asma yang tidak terdeteksi dengan segera dapat menyebabkan penurunan kualitas hidup akibat gejala eksaserbasi dan memiliki risiko terjadinya *airway remodelling* (Kavanagh et al., 2019). Selain itu, akibat tidak mendiagnosisnya secara tepat waktu, peluang untuk menghentikan penurunan fungsi paru mungkin hilang (Vonk et al., 2003). Dengan adanya deteksi dini, pemberian terapi dapat lebih segera diberikan. Pemberian terapi yang terlambat memberikan respons lebih kecil pada peningkatan fungsi paru (Haahtela et al., 1994). Sama halnya dengan asma, penyakit infeksi paru pun perlu penanganan yang tepat dengan segera.

Anak-anak memiliki risiko sangat tinggi untuk mengalami infeksi saluran nafas akibat sistem imun yang belum matang dan belum terpapar oleh virus sebelumnya. Selain itu, aktivitas yang seringkali berkelompok dengan anak-anak lainnya, contohnya seperti di sekolah juga menjadi penyebab tingginya angka kasus infeksi saluran pernapasan pada anak (Heikkinen & Ruuskanen, 2023). Pada tahun 2010, lebih dari 12 juta anak dengan infeksi saluran pernapasan akut yang parah dirawat di rumah sakit

(Nair et al., 2013). Infeksi saluran pernapasan akut menyumbang hingga 50% kunjungan anak ke fasilitas kesehatan secara global (West et al., 1999). Kasus infeksi saluran napas banyak terjadi khususnya di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Di antaranya, penyakit-penyakit yang paling banyak memakan korban adalah Pneumonia yang tidak berkaitan dengan campak menyebabkan 70% dari total kematian yang terjadi; pneumonia pasca campak, 15%; batuk rejan, 10%; serta bronkiolitis dan penyakit croup, 5% (Berman, 1991).

Gangguan pernapasan lain seperti COVID-19 dengan rasio positif relatif tinggi (15,8%) untuk anak 6-18 tahun juga dapat menjadi masalah yang cukup serius (Setiadi et al., 2022). Selain itu, jumlah dan intensitas kontak sosial yang relatif tinggi disertai densitas dan kebersihan lingkungan yang belum ideal juga dapat menjadi risiko penyebaran tuberkulosis (TB), termasuk pada anak (Sujatmiko, 2021). TB anak diperkirakan mencapai 12 persen dari total jumlah kasus di Indonesia dengan 87.000 anak diperkirakan menderita TB setiap tahunnya (Dodd et al., 2014). Saat ini upaya identifikasi anak dengan risiko tinggi TB untuk skrining dan pengobatan TB aktif ataupun laten masih kurang efektif (World Health Organization, 2020). Maka dari itu, upaya melawan penyakit paru khususnya asma, alergi, ataupun infeksi saluran napas lainnya harus menjadi perhatian khusus, salah satunya terkait upaya deteksi dini.

Uji fungsi paru merupakan salah satu modalitas deteksi dini yang potensial sebagai indikator adanya kelainan atau obstruksi pada jalur pernapasan, salah satunya untuk penyakit asma dan Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK). Fungsi paru berperan sebagai prediktor mortalitas penyakit asma dan penyakit paru obstruktif kronis (Hansen et al., 2001). Dengan menggunakan Peak Flow Meter (PFM), *Peak Expiratory Flow Rate* (PEFR) menjadi parameter adanya masalah fungsi paru (Oceandy et al., 1995). PEFR adalah adalah laju ekspirasi maksimum yang dapat dicapai seseorang, dinyatakan dalam liter per menit (L/menit) atau liter per detik (L/s) (Putra et al., 2019). Apabila pada nilai PEFR terjadi penurunan, maka kemungkinan terjadi hambatan pada jalur pernafasannya (Arifatuzzahro & Anam, 2019).

Infeksi pernapasan yang berulang dalam waktu yang lama dapat menyebabkan perubahan fungsi paru. Nilai PEFR menurun pada pasien *bronchiectasis* dan *bronchitis* (Krishna et al., 2019). Selain itu, pada pasien pneumonia pun menunjukkan adanya penurunan fungsi paru yang ditunjukkan oleh penurunan signifikan pada nilai *Forced Vital Capacity* (FVC) dan *Forced Expiratory Volume 1* (FEV1), serta penurunan yang tidak terlalu signifikan pada PEFR (Srivastava et al., 1995). Perubahan nilai PEFR juga terjadi pada penderita tuberkulosis, COVID-19, dan rinitis (Itagi et al., 2021; Ye et al., 2022).

PFM dapat menjadi jawaban atas permasalahan deteksi dini gangguan fungsi paru pada anak. PFM merupakan alat pengukur PEFR yang sederhana, mudah dibawa, terjangkau, dan mudah digunakan (Oceandy et al., 1995). Alat lain yang sebenarnya dapat digunakan untuk pengukuran fungsi paru adalah spirometer yang merupakan alat yang dapat mengukur FEV1. Namun, berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan PFM sudah cukup untuk mendeteksi penurunan fungsi paru (Mulyatna et al., 2018). Selain itu, kemudahannya dalam pengadaan dan penggunaan menjadi alternatif pilihan alat yang sangat berpotensi untuk mengukur fungsi paru pada penelitian ini.

SD Taruna Karya 153 adalah salah satu SD di Kota Bandung yang terletak di dataran tinggi, menyebabkan daerah ini memiliki suhu yang lebih rendah sehingga meningkatkan risiko terkena infeksi saluran pernapasan dan paru karena memiliki udara dingin (Eccles & Wilkinson, 2015). Oleh karena itu, pengabdian ini bertujuan untuk menggambarkan fungsi paru sedini mungkin pada anak-anak SD taruna Karya 153.

2. MASALAH DAN RUMUSAN PERTANYAAN

1) Masalah

Anak-anak merupakan kelompok rentan untuk mendapatkan infeksi atau gangguan pernapasan. Pemeriksaan fungsi paru sedini mungkin dapat membantu anak usia sekolah mengetahui kondisi kesehatan parunya lebih awal, sehingga dapat dilakukan pengobatan dan pencegahan yang efektif. Selama ini belum ada kegiatan yang dilakukan untuk memeriksa fungsi paru pada anak-anak usia sekolah. Oleh karena itu pengabdian ini dilaksanakan.

2) Rumusan Pertanyaan

Bagaimana gambaran fungsi paru dari siswa-siswi SD Taruna Karya 153?

3) Peta Lokasi Kegiatan

Kegiatan pemeriksaan dilaksanakan secara langsung di SD Taruna Karya 153 yang terletak di Jl. Galumpit No.2, Palasari, Kec. Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat 40615.



Gambar 1. Peta lokasi kegiatan pemeriksaan fungsi paru

3. KAJIAN PUSTAKA

1) Gangguan Pernapasan Anak

a) Asma

Asma merupakan obstruksi jalan napas intermiten dan reversibel berupa radang bronkus kronik disertai eosinofil, hipertrofi dan hiperreaktivitas sel otot polos bronkus dan meningkatnya sekresi mukus. Serangan asma ditandai oleh sesak napas berat disertai bunyi napas berdesing akibat bronkokonstriksi dan berkumpulnya mukus yang menyebabkan terjebaknya udara di bagian distal bronkus dan pengembangan paru progresif. (Kumar et al., 2018). Pada umumnya, serangan asma berlangsung hingga beberapa jam dan berhenti baik secara spontan atau dengan terapi (biasanya bronkodilator dan kortikosteroid). Interval antara serangan biasanya bebas dari gangguan respirasi, tetapi terdapat defisit yang tidak jelas dan persisten yang dapat dideteksi dengan spirometri (Kumar et al., 2018).

Asma merupakan penyakit umum yang menyerang 15-20% orang di negara maju dan 2-4% di negara berkembang. Hal ini jauh lebih umum terjadi pada anak-anak dikarenakan respons saluran napas dan fungsi paru yang lebih rendah. (Hashmi et al., 2023). Upaya pencegahan asma dapat dilakukan dengan menghindari faktor pemicu seperti debu, bulu binatang, polusi udara, asap rokok dan alergen lainnya, rutin berolahraga dan menjaga berat badan agar tetap sehat.

b) Tuberkulosis

Tuberkulosis (TB) disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Estimasi WHO, setiap tahunnya satu juta anak mengidap penyakit TB. Distribusi jumlah kasus anak tersebar dengan konsentrasi tinggi di daerah sub-Saharan Afrika dan Asia. Penyakit ini menyebar melalui droplet via rute pernapasan dan dihirup ke alveolus dengan adanya kontak erat. Adanya infeksi menginduksi kompleksnya sistem pertahanan tubuh, baik dari makrofag dan sel dendritik yang nantinya mengaktifasi mediator imun lainnya, membentuk granuloma dan menyebabkan inflamasi. Namun, ketidakberhasilan dari limitasi infeksi oleh imun dapat mengakibatkan penyakit meluas ke ekstra-pulmonal. Mengingat usia menjadi faktor yang mempengaruhi kualitas pertahanan tubuh, risiko yang berbeda ditemukan di kalangan umur tertentu. Anak berusia 10-15 memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan kalangan umur lainnya untuk progresi penyakit, yakni sebesar 10-20%. Saat ini, pencegahan utama TB pada anak adalah program imunisasi BCG pada bayi baru lahir dan menjaga pola makan dan asupan gizi seimbang untuk mendukung imunitas anak (Thomas, 2017).

TB merupakan penyakit paru-paru obstruktif dikarenakan adanya reaksi inflamasi yang mengakibatkan penyempitan ruang pernapasan kecil sehingga menimbulkan adanya gejala seperti batuk, wheezing, atau sesak napas. Granuloma yang dibuat tubuh, bersama dengan adanya inflamasi akan meningkatkan resistansi dari jalur napas, sehingga udara akan lebih sulit keluar saat ekspirasi. Obstruksi dan kompresi diameter saluran napas juga berakibat pada berkurangnya fungsi paru yang dapat diukur dari volume forced expiratory rate. Riwayat atau infeksi TB merupakan faktor risiko untuk kerusakan paru-paru jangka panjang, yang akan menurunkan fungsi paru (Powers et al., 2020).

c) COVID-19

Pandemi COVID-19 disebabkan SARS-CoV-2 dan terjadi mulai dari Desember 2019 di Wuhan, Provinsi Hubei, China. Virus ini menyebabkan penyakit respiratori akut yang tidak biasa dan menyebar sangat cepat. Terhitung sampai 13 Desember 2023, terdapat lebih dari 772 juta kasus terkonfirmasi COVID-19, termasuk lebih dari 6 juta kematian, di seluruh dunia (World Health Organization, 2023a). Infeksi virus berhubungan dengan *lower respiratory tract* dan disertai gejala demam, batuk berdahak, *dyspnea*, sakit kepala, pusing, mual, diare, dan lainnya. Penyakit ini dapat berujung ke *acute respiratory distress syndrome* (ARDS) dalam 9 hari yang mana bisa mempengaruhi fungsi paru-paru. Kerusakan paru yang disebabkan tergantung pada keparahan penyakit, kondisi kesehatan pasien, dan pengobatannya. Pencegahan COVID-19 bisa dilakukan secara individu dengan menghindari kontak dengan orang bergejala, mencuci tangan, dan menghindari penggunaan barang pribadi bersama orang lain ataupun

melalui kebijakan dengan optimalisasi program vaksin (Ilhami et al., 2023; World Health Organization, 2023b).

d) Rinitis Alergi

Rinitis alergi adalah penyakit kronis umum akibat adanya alergen di lingkungan dan sensitivitas terhadap alergen. Rinitis alergi diklasifikasikan menjadi seasonal dan perennial yang intermiten dan persisten. (Nelson, 2019). Rinitis alergi yang persisten paling sering dikaitkan dengan alergen dalam ruangan, seperti tungau debu rumah, hewan berbulu, tikus, dan kecoa. Sebuah penelitian di Semarang menyatakan bahwa faktor risiko eksaserbasi rinitis alergi, khususnya pada anak adalah hewan peliharaan, paparan asap kendaraan, dan eksim (Dewi Nurhutami et al., 2020).

Anak-anak penderita rinitis alergi sering menggosok hidung ke atas dengan telapak tangan terbuka atau jari telunjuk terulur. Perilaku tersebut dilakukan untuk mengurangi rasa gatal dan membuka sumbatan saluran napas hidung. Diagnosis rinitis alergi ditegakkan berdasarkan gejala tanpa adanya infeksi saluran dan kelainan struktural gangguan pernafasan bagian atas. Keluhan yang khas mencakup hidung tersumbat, gatal, bersin, rinorea bening, dan iritasi konjungtiva. Gejala meningkat seiring dengan paparan yang lebih besar terhadap alergen. Pasien mungkin kehilangan indera penciuman dan rasa, sakit kepala, mengi, serta batuk. Hidung tersumbat seringkali lebih parah pada malam hari, menyebabkan mulut tersumbat, bernapas dan mendengkur, mengganggu tidur, dan menimbulkan iritabilitas (Nelson, 2019). Pencegahan rinitis dilakukan dengan menghindari alergen atau pemicu penyakit.

e) Bronkitis

Bronkitis diidentifikasi dari proses inflamasi yang terjadi pada bronkus, yaitu jalur pernapasan setelah trakea yang menuju saluran pernapasan yang lebih kecil dan alveolus. Bronkitis dapat diklasifikasikan berdasarkan onset, yaitu akut dan kronis. (Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan, 2022). Bronkitis akut menyebabkan peningkatan produksi batuk dan dahak yang sering kali terjadi setelah infeksi saluran pernapasan atas. Hal ini terjadi karena respon inflamasi pada selaput lendir di saluran bronkial paru-paru. Virus merupakan etiologi sebagian besar infeksi (Carolan, 2023). Pada anak-anak, bronkitis kronis terjadi akibat respon endogen (misalnya peradangan berlebihan yang disebabkan virus) terhadap cedera saluran napas akut atau paparan terus menerus terhadap agen lingkungan tertentu yang berbahaya (misalnya alergen atau iritan). Saluran napas yang mengalami gangguan ini akan bereaksi cepat dengan bronkospasme dan batuk, diikuti peradangan, edema, dan produksi mukus. Bronkitis kronis yang tampak pada anak-anak seringkali sebenarnya adalah asma (Carolan, 2023). Bronkitis bisa dicegah dengan mengajarkan anak cara batuk atau bersin yang benar, memastikan anak sering mencuci tangan, serta memberikan vaksin flu rutin (Pederson et al., 2023).

f) Pneumonia

Pneumonia adalah peradangan parenkim paru dan merupakan penyebab utama kematian akibat penyakit infeksius pada anak-anak di bawah 5 tahun dengan sekitar 920.000 kematian per tahun. Sebagian besar kematian akibat pneumonia terjadi di negara berpenghasilan rendah dan menengah. Umumnya, pneumonia disebabkan infeksi

bakteri, virus, dan jamur. Akan tetapi, beberapa penyebab non-infeksius seperti aspirasi, reaksi hipersensitivitas, atau radiasi juga dapat menyebabkan pneumonia (Nelson, 2019).

Pneumonia seringkali diawali dengan gejala infeksi saluran pernapasan bagian atas selama beberapa hari, misalnya rinitis dan batuk. Di awal perjalanan penyakit, suara napas berkurang, suara *crackles* tersebar, dan ronki sering terdengar pada bagian paru yang terkena. Keterlambatan dalam perjalanan pernafasan sering terjadi pada sisi paru-paru yang terkena. (Nelson, 2019). Pneumonia bisa dicegah dengan melakukan imunisasi dan meningkatkan tingkat nutrisi anak (World Health Organization, 2022).

g) Fungsi Paru

Fungsi paru sebagai organ pernapasan dapat ditentukan oleh volume paru dan kapasitas fungsi paru (Heil et al., 2008).

h) Volume Paru

Pada kondisi normal, pernapasan terjadi secara pasif dan berlangsung tanpa disadari. Volume paru berubah seiring dengan proses pernapasan, baik inspirasi maupun ekspirasi. Volume paru dapat diklasifikasikan menjadi

- 1) Volume Tidal: volume udara yang masuk dan keluar paru pada pernapasan biasa. Nilainya sekitar 500ml
- 2) Volume Cadangan Inspirasi: volume udara yang masih dapat dihirup seseorang dengan kuat setelah inspirasi normal, biasanya mencapai 3100ml
- 3) Volume Cadangan Ekspirasi: volume udara yang masih dapat dikeluarkan dari paru-paru setelah ekspirasi normal, nilainya sekitar 1000-1200ml
- 4) Volume Residu: volume udara yang masih tersisa di dalam paru-paru setelah ekspirasi maksimal. Nilainya sekitar 1100ml (Bakhtiar & Amran, 2016)

i) Kapasitas Fungsi Paru

Kapasitas paru merupakan jumlah oksigen yang dapat masuk ke paru-paru seseorang secara maksimal. Kapasitas ini berhubungan dengan kondisi sistem pernapasan seseorang. Semakin baik kerja sistem pernapasan maka semakin banyak pula volume oksigen yang dapat masuk ke tubuh. Kapasitas paru terbagi menjadi empat, yaitu

- 1) Kapasitas Inspirasi: volume udara yang masuk paru-paru setelah inspirasi maksimal atau dapat dihitung dengan menjumlahkan volume cadangan inspirasi dan volume tidal
- 2) Kapasitas Vital: volume udara yang dapat dikeluarkan melalui ekspirasi maksimal setelah melakukan inspirasi maksimal sebelumnya atau sama dengan volume inspirasi cadangan ditambah volume cadangan ekspirasi dan volume tidal
- 3) Kapasitas Paru Total: volume udara yang dapat ditampung oleh paru-paru setelah inspirasi maksimal atau dapat dihitung dengan menjumlahkan kapasitas vital dan volume residu
- 4) Kapasitas Residu Fungsional: volume udara sisa dalam paru setelah ekspirasi maksimal atau sama dengan volume cadangan ekspirasi ditambah volume residu (Sudarmada, 2012)

2. Pemeriksaan *Peak Flow Meter*

Peak flow meter (PFM) adalah salah satu alat untuk menguji fungsi paru-paru. Kriteria yang diukur adalah kecepatan aliran ekspirasi puncak atau *peak expiratory flow rate (PEFR)* yang merupakan kecepatan maksimal aliran udara ekspirasi selama ekshalasi cepat. PEFR merupakan indikator ventilasi yang *reliable* dan nilainya bervariasi tergantung jenis kelamin, usia, dan tinggi badan (Arianto, 2020). Berikut adalah cara penggunaan PFM.

- a) Bersihkan mulut dari makanan dan kotoran
- b) Geser penanda ke angka 0
- c) Berdiri dan pegang PFM secara horizontal di depan mulut
- d) Tarik napas dalam-dalam dan tutup bibir secara rapat di sekitar *mouthpiece* sehingga tidak ada udara yang bocor
- e) Hembuskan napas dengan kuat dan cepat
- f) Lepaskan PFM dari mulut dan catat nomor yang didapatkan
- g) Kembalikan penanda ke angka 0 dan ulangi dua kali lagi
- h) Setelah tiga kali tes, catat nomor paling tinggi (Hughes, 2017)

Terdapat beberapa kemungkinan kesalahan teknis yang harus menjadi perhatian khusus dalam pengukuran PFM. *Falsely low PEFR* akan terjadi apabila bibir tidak tertutup rapat saat ekspirasi cepat. Sementara itu, apabila lidah turut menutup *mouthpiece* pada saat penggunaan PFM akan terjadi *falsely high PEFR* (Arianto, 2020).

3. Signifikansi dan Kontribusi Program Pemeriksaan

Program pemeriksaan kesehatan sangat penting untuk dilakukan. Data yang didapatkan dapat menjadi acuan pemerintah maupun pihak lainnya dalam mengidentifikasi populasi dengan masalah kesehatan yang membutuhkan perhatian sehingga kebijakan yang tepat dapat diambil oleh pihak berwenang. Di sisi lain, kegiatan pemeriksaan juga dapat secara langsung membantu deteksi dini dari munculnya penyakit dan menekan kemungkinan komplikasi yang lebih parah. Sebagai contoh, Demographic and Health Surveys Program pernah melakukan pemeriksaan yang menghasilkan kumpulan data merepresentasikan angka malnutrisi pada anemia maternal dan stunting di Peru, sehingga mendorong dibentuknya program Children Malnutrition yang menekan angka malnutrisi tersebut di tahun selanjutnya (Margozzini et al., 2023).

Kementerian Kesehatan sudah mengeluarkan petunjuk teknis untuk pemeriksaan berkala di anak usia sekolah sebagai sasaran paling strategis karena memiliki jumlah yang besar (24% penduduk) dan mudah diorganisir dalam sekolah. Untuk memenuhi hak kesehatan yang merata pada setiap individu di sekolah maka diperlukan kegiatan pemeriksaan berkala. Hal ini dapat membantu mendukung proses belajar siswa dengan meminimalisasi hambatan belajar akibat masalah kesehatan (Maisni et al., 2018).

a) Signifikansi dan Kontribusi Pemeriksaan Fungsi Paru

Salah satu bentuk pemeriksaan sebagai deteksi dini gangguan pernapasan adalah melalui program pemeriksaan fungsi paru. Pemeriksaan fungsi paru dengan PFM dapat memberikan manfaat praktis sebagai metode *screening* awal penyakit pernapasan yang mungkin terjadi pada anak guna bisa mendeteksinya secepatnya dan bisa memberikan intervensi yang sesuai kedepannya. Apalagi, anak

usia sekolah merupakan kelompok umur paling berisiko yang masih relatif jarang mendapatkan perhatian untuk pemeriksaan fungsi paru.

Selain itu, pemeriksaan fungsi paru yang disertai dengan pengukuran karakteristik peserta dapat memberikan gambaran fungsi paru sasaran. Hal ini termasuk menjadi jawaban atas gambaran fungsi paru lingkungan sasaran secara umum, keterkaitan karakteristik peserta (tinggi badan, berat, badan, IMT, jenis kelamin, dan usia) dengan fungsi paru, serta pengaruh faktor gejala terhadap pengukuran fungsi paru berbasis PFM. Hasil data program pemeriksaan sangat berpotensi untuk menjadi dasar pertimbangan penelitian ataupun intervensi lanjutan untuk memaksimalkan upaya meminimalisasi gangguan pernapasan baik pada sasaran ataupun lingkungan di sekitarnya.

4. METODE

- a. Metode yang digunakan berupa pemeriksaan fungsi paru yang dilaksanakan di SD Taruna Karya 153, Kecamatan Cibiru, Kota Bandung dengan sasaran siswa-siswi kelas 4-6 SD Taruna Karya dengan jumlah sebanyak 240 siswa-siswi. Pemilihan sasaran didasarkan atas beberapa pertimbangan sebagai berikut:
 - 1) Sasaran berupa siswa-siswi SD kelas 4-6 SD
Hal ini dikarenakan adanya peningkatan kasus gangguan pernapasan, khususnya asma pada anak-anak. Pemilihan kelas 4-6 SD untuk memastikan sasaran sudah cukup dewasa dan mampu mengikuti proses pemeriksaan dengan lancar.
 - 2) Sekolah sasaran berupa SD Taruna Karya 153
Hal ini dikarenakan pada SD Taruna Karya sebelumnya pernah dilaksanakan penyuluhan, sehingga pemeriksaan sangatlah dibutuhkan sebagai bentuk kelanjutan atas upaya pencegahan gangguan fungsi paru sejak dini. Selain itu, letak SD Taruna Karya 153 yang relatif dekat dengan tempat tinggal penulis membuat akses menuju pelaksanaan pemeriksaan relatif mudah.
- b. Rangkaian kegiatan persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi program pemeriksaan dilaksanakan selama sekitar lima minggu dari hari Senin, 6 November 2023 hingga Senin, 11 Desember 2023 dengan rincian pada Tabel 2 yang terdiri dari beberapa tahapan:
 - 1) Persiapan
Persiapan dimulai dengan penentuan topik permasalahan. Berdasarkan analisis latar belakang permasalahan, kegiatan persiapan berlanjut dengan perancangan kegiatan, survei, dan simulasi kegiatan.
 - 2) Pelaksanaan
Pelaksanaan pemeriksaan dilaksanakan selama satu hari pada tanggal 27 November 2023 dimulai dari pukul 08.00 - 12.30 WIB. Kegiatan dimulai dengan pembukaan dan pemaparan ulang tujuan dan mekanisme pemeriksaan pada civitas akademik hingga 08.20. Selanjutnya, kegiatan pemeriksaan dibagi atas dua pemeriksaan utama, yaitu pemeriksaan karakteristik (antropometri dan wawancara) serta fungsi paru yang dilaksanakan secara simultan pada dua kelas yang berbeda secara bergantian dengan durasi masing-masing pemeriksaan pada setiap kelas sekitar 20 menit. Pemeriksaan

antropometri dilakukan dengan timbangan analog dan stadiometer untuk pengukuran berat dan tinggi badan secara berturut-turut. Sementara pendataan karakteristik peserta lainnya didapatkan melalui data sekolah dan wawancara langsung. Adapun pemeriksaan fungsi paru menggunakan metode pengukuran PEFR dengan PFM. Kegiatan pemeriksaan berakhir pada pukul 12.20 dan diakhiri dengan penutupan hingga pukul 12.30.

3) Evaluasi

Evaluasi dalam bentuk umpan balik dilakukan segera setelah seluruh sesi pada masing-masing kelas selesai dilaksanakan. Adapun untuk evaluasi dan analisis data dilaksanakan selama dua minggu setelah kegiatan utama usai.

Tabel 1. *Timeline* kegiatan

No.	Agenda	Spesifikasi	Waktu
1.	Penentuan topik masalah	Pembentukan kelompok serta diskusi latar belakang dan topik masalah	Senin, 6 November 2023
2.	Perumusan kegiatan awal	Diskusi lanjutan terkait latar belakang, konsep acara, serta rincian persiapan kegiatan.	Rabu, 8 November 2023
3.	Persiapan kegiatan 1	Diskusi metode pemeriksaan serta pengurusan perizinan.	Kamis, 16 November 2023
4.	Survei Awal Kegiatan	Survei lokasi dan diskusi dengan <i>stakeholder</i> terkait mekanisme pelaksanaan kegiatan	Senin, 20 November 2023
5.	Persiapan Kegiatan 2	Diskusi lanjutan terkait metode pemeriksaan, kelengkapan peralatan, serta pelatihan pemeriksaan.	Kamis, 24 November 2023
6.	Persiapan Akhir Kegiatan	Pematangan akhir dan simulasi pelaksanaan pemeriksaan.	Minggu, 26 November 2023
7.	Hari pelaksanaan kegiatan	Pelaksanaan pemeriksaan antropometri dan fungsi paru bagi siswa-siswi kelas 4-6 SD	Senin, 27 November 2023
8.	Evaluasi kegiatan	Pengumpulan dan tabulasi data hasil pemeriksaan pada Microsoft Excel.	Kamis, 30 November 2023

9.	Pengolahan Data	Pengolahan data hasil pemeriksaan dengan Microsoft Excel meliputi hasil antropometri, data karakteristik, serta hasil fungsi paru.	Kamis, 7 Desember 2023
10.	Analisis Data	Analisis dan interpretasi hasil pemeriksaan.	Senin, 11 Desember 2023

5. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Pada kegiatan pemeriksaan ini, terdapat sebanyak 240 siswa-siswi SD Taruna Karya 153 yang berhasil dilakukan pemeriksaan paru dan antropometri dengan rincian karakteristik peserta terlampir pada Tabel 3. Hasil pemeriksaan antropometri menunjukkan rata-rata pada siswa laki-laki memiliki berat 35,51 kg dan tinggi 139,89 cm. Sementara rata-rata pada siswi perempuan untuk berat 37,41 kg dan tinggi 141,04 cm. Adapun rata-rata PEFr tertinggi dari pengukuran fungsi paru pada laki-laki dan perempuan secara berturut-turut sebesar 234,57 l/menit dan 179,40 l/menit (Tabel 4).

Tabel 2. Karakteristik sasaran pemeriksaan

Karakteristik Anak	Jumlah (n)	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
Perempuan	125	52,08%
Laki-Laki	115	47,92%
Usia (Tahun)		
9	12	5,00%
10	89	37,08%
11	82	34,17%
12	55	22,92%
13	2	0,83%
Indikasi		
Tidak Bergejala	121	50,42%
<i>Wheezing</i>	29	12,08%
Batuk	59	24,58%
Sesak Nafas	43	17,92%
Dada Tertekan	42	17,50%
Produksi Dahak	72	30,00%

Tabel 3. Hasil pemeriksaan keseluruhan

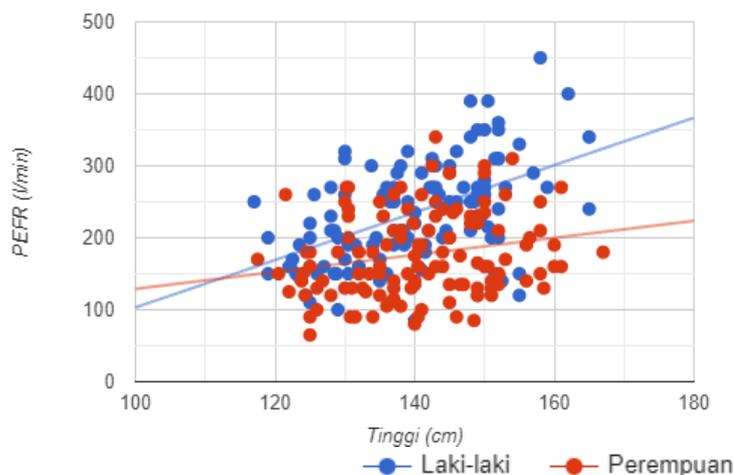
Variabel Penelitian	Mean±SD	Min	Max
Antropometri			
Tinggi Badan	140,49±10,66	117,00	167,00
Berat Badan	36,50±10,96	20,00	79,00
Indeks Massa Tubuh (IMT)	18,21±3,85	12,60	30,86
Fungsi Paru			
PEFR Tertinggi	205,83±71,74	65,00	450,00

Tabel 4. Rincian hasil pemeriksaan antropometri dan fungsi paru berdasarkan jenis kelamin dan usia

Umur (Tahun)	Jumlah (n)		Tinggi (cm)		Berat (kg)		PEFR (L/mnt)	
	L	P	L	P	L	P	L	P
9	4	8	121,18 ±2,86	127,64 ±5,23	28,5 ±8,54	29,63 ±4,69	178,75 ±48,02	165 ±55,81
10	44	45	132,95 ±8,4	134,18 ±8,08	32,67 ±11,07	33,09 ±8,78	210,45 ±64,27	171,11 ±63,37
11	36	43	142.64 ±9.29	145.12 ±7.82	37.46 ±11.42	39.43 ±11.36	248.89 ±73.51	190.11 ±64.56
12	28	25	148.31 ±5.66	149.83 ±7.29	38.42 ±8.8	43.68 ±11.69	260.34 ±62.31	172.31 ±40.77
13	2	0	158.25 ±9.55	0	35 ±7,07	0	245 ±134,35	0

Data ditampilkan dalam mean±standar deviasi (SD)

Pemeriksaan PEFR, tinggi badan, berat badan, dan BMI untuk setiap umur dan jenis kelamin berbeda juga diobservasi untuk melihat hubungan ataupun tren yang disebabkan perbedaan umur ataupun jenis kelamin (Tabel 5).



Gambar 2. Grafik hasil pengukuran PEFR untuk laki-laki dan perempuan secara keseluruhan

Pengukuran PEFR berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa laki-laki cenderung memiliki nilai PEFR yang lebih tinggi dibandingkan perempuan dengan tinggi badan yang sama (Gambar 5.1). Rata-rata pengukuran PEFR laki-laki secara kumulatif (234.57 ± 70.42) juga lebih tinggi dibandingkan PEFR perempuan (178.28 ± 59.76)

Tabel 5. Pengukuran PEFR untuk partisipan dengan banyak gejala berbeda

Jumlah Gejala	Jumlah (n)	Pengukuran PEFR (l/mnt)		
		Mean \pm SD	Min	Max
0	121	205,25 \pm 68,98	80,00	450,00
1	39	213,59 \pm 67,72	90,00	400,00
2	49	206,33 \pm 73,95	90,00	390,00
3	19	187,63 \pm 77,48	65,00	360,00
4	9	205,56 \pm 90,53	105,00	390,00
5	3	190 \pm 60	130,00	250,00

Hasil pengukuran PEFR untuk masing-masing jumlah indikasi gejala gangguan pernapasan dianalisis untuk melihat perbedaan nilai PEFR pada peserta dengan jumlah gejala yang berbeda (Tabel 6).

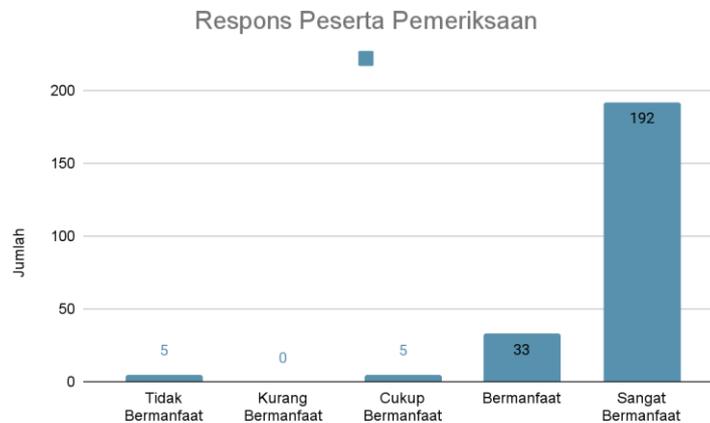


Gambar 3. Dokumentasi pemeriksaan fungsi paru dengan *peak flow meter*



Gambar 4. Dokumentasi pemeriksaan antropometri dengan stadiometer

Sementara untuk hasil umpan balik dari sasaran didapat sebanyak 80% peserta merasa kegiatan pemeriksaan sangat bermanfaat dan sekitar 13,75% peserta lainnya merasa kegiatan pemeriksaan bermanfaat dengan rincian respons tertera pada Gambar 4



Gambar 5. Respons peserta terhadap pemeriksaan

b. Pembahasan

Sebelum menilai fungsi paru, dilakukan analisis mengenai kondisi antropometri populasi SDN Taruna Karya 153, yakni meninjau angka tinggi badan serta berat badan. Apabila diukur berdasarkan usia rata-rata yakni 10,77 tahun, maka berdasarkan Body Mass-Index-for-Age percentile usia 2-20 tahun laki-laki CDC, berada pada persentil ke-50 sampai ke-75, yang menandakan interpretasi yang normal (normal: di antara persentil ke-5 sampai ke-85) (Centers for Disease Control and Prevention, 2001). Hasil untuk perempuan juga menunjukkan range persentil yang sama, sehingga kondisi antropometri rata-rata populasi dikatakan dalam batas normal. Apabila data dipisahkan sesuai jenis kelamin, laki-laki memiliki rata-rata tinggi badan yang lebih tinggi dan berat badan yang lebih berat dibandingkan siswi SD Taruna Karya 153. Jika melihat angka IMT, tidak ada perbedaan signifikan pada kedua jenis kelamin.

Variabel yang digunakan penelitian yakni hasil antropometri dengan hasil fungsi paru-paru menggunakan alat PFM. Dalam kedua pengukuran, semua komponen (tinggi badan, berat badan, IMT, serta PEFr tertinggi) dikalkulasi berdasarkan rata-rata dari seluruh data 240 siswa-siswi SD Taruna Karya 153 didapatkan mean tinggi badan (140,49 cm), berat badan (36,50 kg), dan IMT (18,21 kg/m²)

Basis dalam penggunaan PFM dalam menghitung fungsi paru pada populasi anak kelas 4-6 SD Taruna Karya 153 ialah bahwasanya penghitungan PEFr adalah metode yang praktis dalam mendapatkan gambaran keparahan obstruksi jalan napas pada sistem pernapasan, khususnya pada penyakit paru obstruktif, sehingga dapat mewakili keadaan fungsi paru-paru (Challa et al., 2014). Berdasarkan hasil pemeriksaan menggunakan PFM pada 240 siswa-siswi SD Taruna Karya 153, dengan tinggi badan yang sama, hasil lebih besar pada laki-laki dibandingkan perempuan secara umum. (Gambar 5.1). Hal ini dapat disebabkan oleh peningkatan otot dan ukuran paru-paru untuk tinggi

badan yang sama pada laki-laki dibandingkan dengan wanita yang massa ototnya berkurang karena peningkatan penumpukan lemak.

Sebanyak 12 anak (5%) berusia 9 tahun, 89 anak (37,08%) berusia 10 tahun, 82 anak (34,17%) berusia 11 tahun, 55 anak (22,92%) berusia 12 tahun, dan 2 anak (5%) berusia 13 tahun. Usia dianggap sebagai faktor penting yang menentukan PEFR pada subjek yang sehat. PEFR berkorelasi negatif dengan usia dan menunjukkan hubungan yang kuat (Bhardwaj et al., 2014). Pada usia 0 dan seterusnya (pada batas tertentu), terjadi peningkatan PEFR seiring dengan terbentuknya paru-paru yang sempurna. Setelah adanya peningkatan pada PEFR, penurunan akan terjadi seiring dengan fungsi paru yang mulai melemah pada usia dewasa.

Meninjau dari hasil pemeriksaan, terdapat beberapa karakteristik anak yang memengaruhi hasil akhir tes fungsi paru. Data yang tertera pada tabel 3 menunjukkan akumulasi total keseluruhan siswa (240 siswa) SD Taruna Karya 153 berdasarkan karakteristik masing-masing.

Sebagaimana tampak pada Tabel 6, banyaknya gejala yang disimpulkan melalui anamnesis berkorelasi negatif dengan hasil PEFR. Dilihat dari perempuan maupun laki-laki, semakin banyak gejala yang dialami saat itu, maka rata-rata hasil fungsi paru-paru akan menurun. Hubungan ini sesuai dengan fakta bahwa banyaknya gejala pada pernapasan dapat mengindikasikan kemungkinan lebih besar adanya indikasi obstruksi pada saluran napas yang mengakibatkan volume ekspirasi berkurang, contohnya seperti gejala wheezing yang menandakan asma, salah satu penyakit paru obstruktif.

Tabel 6. Perbandingan pengukuran PEFR dengan penelitian lain di Indonesia dengan jangkauan umur yang hampir sama

Studi	Kabupaten/Kota	Pengukuran PEFR (l/mnt)	
		Laki-laki (Mean±SD)	Perempuan (Mean±SD)
Hasibuan et al., 2003	Kota Tebing Tinggi	268,07±42,57	266,36±48,16
Hasibuan et al., 2003	Kota Medan	271,08±43,16	259,61±41,88
Studi ini	Kota Bandung	234,57±70,42	178,28±59,76

Bila dianalisa dan dibandingkan dengan persamaan prediksi nilai PEFR normal berdasarkan faktor jenis kelamin, usia, tinggi badan, dan berat badan pada anak-anak Thailand (Srisingh & Phuaksaman, 2021), sebanyak 53,75% siswa-siswi memiliki PEFR lebih rendah dari batas bawah nilai normal (80% nilai normal hasil prediksi) (Kovesi et al., 2012). Bila dibandingkan dengan hasil pemeriksaan lain di Indonesia, rata-rata pengukuran pada anak laki-laki dan anak perempuan juga cenderung lebih rendah dibandingkan hasil pengukuran pada anak di Tebing Tinggi dan Medan (Tabel 7) (Hasibuan et al., 2003). Perbedaan pada hasil pengukuran dapat disebabkan oleh adanya variasi pada ras, genetik, geografik, etnis, serta umur (Srisingh & Phuaksaman, 2021).

Adanya sebagian besar peserta pemeriksaan yang menunjukkan gejala gangguan sistem pernapasan juga menjadi salah satu faktor rendahnya hasil pengukuran PEFR. Selain dari adanya gejala, rendahnya PEFR bisa disebabkan oleh faktor lain yang ada pada lingkungan. Pada anak-anak, rendahnya hasil fungsi paru-paru dapat disebabkan dengan pengaruh pajanan terhadap asap, baik asap rokok sekunder dari lingkungan keluarga atau pembakaran yang menyebabkan polusi domestik (Shiyas K.P. & Mohan, 2017). Indonesia termasuk ke dalam kategori negara middle-income country yang memiliki karakteristik banyaknya jumlah perokok serta penggunaan pembakaran konvensional dalam rumah tangga (World Health Organization, 2023).

Setelah ditinjau, kurangnya ventilasi ruang kelas di SD Taruna Karya 153 juga turut andil dalam rendahnya hasil PEFR. Hubungan antara sumber polusi, nilai pertukaran udara, dan hasil kesehatan paru merupakan pertimbangan penting dalam memahami efek kesehatan pernapasan dari polusi udara dalam ruangan (Raju et al., 2020). Padatnya murid yang mendiami satu ruang kelas juga menjadi salah satu faktor rendahnya hasil pemeriksaan paru. Selain pada lingkungan sekolah, padatnya hunian yang mendiami lingkungan sekitar sekolah membuat mobilisasi siswa-siswi dari satu tempat ke tempat lain semakin berkurang. Hal ini merujuk pada aktivitas fisik yang semakin minim. Sama seperti membuat otot-otot lebih kuat, olahraga juga membuat paru-paru dan jantung lebih sehat (American Lung Association, 2023). Persebaran penyakit pernapasan yang menular akan semakin tinggi pada ruang kelas dan hunian yang padat sehingga memengaruhi kesehatan individu. Faktor lain yang memengaruhi rendahnya hasil pemeriksaan paru ini dipicu oleh minimnya paparan edukasi yang didapatkan masyarakat (Zairinayati & Putri, 2020). Lokasi yang jauh dari perkotaan membuat akses pendidikan semakin berkurang dan pencegahan pun tidak bisa dilakukan.

Beberapa limitasi dalam penelitian ini adalah karakteristik sebagian anak yang kurang kondusif dan kooperatif dalam pengambilan data. Hal ini khususnya berpengaruh pada bias siswa/siswi dalam menjawab pertanyaan anamnesis mengenai keluhan saat ini. Selain dari kurangnya kerjasama dari sasaran penelitian, keterbatasan waktu juga menjadi limitasi untuk pengajaran cara menggunakan alat dengan sempurna.

6. KESIMPULAN

Pemeriksaan PEFR merupakan metode yang murah dan sederhana untuk melakukan deteksi dini gangguan fungsi paru pada anak. Nilai PEFR cenderung meningkat secara progresif seiring bertambahnya usia pada kedua jenis kelamin. Anak laki-laki cenderung memiliki laju aliran puncak ekspirasi yang lebih tinggi dibandingkan anak perempuan. Meningkatnya jumlah indikasi gejala gangguan pernapasan berujung pada nilai PEFR yang relatif menurun. Secara umum, kegiatan pemeriksaan pada SD Taruna Karya 153 menunjukkan bahwa siswa-siswi SD kelas 4-6 memiliki tingkat IMT pada batas normal, tetapi hasil pengukuran PEFR menunjukkan nilai yang relatif lebih rendah dibandingkan pengukuran pada anak di Thailand, Tebing Tinggi, serta Medan. Hal ini mungkin disebabkan karena variasi ras, genetik, geografik, etnis, umur, serta sebagian partisipan yang sedang memiliki gejala gangguan pernapasan. Selain itu, kondisi lingkungan seperti polusi domestik ataupun kebiasaan merokok masyarakat di Indonesia juga dapat menjadi faktor

rendahnya PEFr. Walaupun begitu, penelitian lebih lanjut terkait analisis faktor risiko dan skrining dengan jumlah sampel yang lebih besar masih diperlukan untuk memastikan hal tersebut. Harapannya hasil pemeriksaan ini dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya pemeriksaan fungsi paru sejak dini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- American Lung Association. (2023). *Exercise and Lung Health*. American Lung Association. <https://www.lung.org/lung-health-diseases/wellness/exercise-and-lung-health>
- Ardura-Garcia, C., & Kuehni, C. E. (2019). Reducing childhood respiratory morbidity and mortality in low and middle income countries: a current challenge. *The European Respiratory Journal*, 54(1). <https://doi.org/10.1183/13993003.00987-2019>
- Arianto. (2020). *Perbedaan Fungsi Paru Siswa Sekolah Dasar yang Mengikuti Ekstrakurkuler Renang dengan Sepak Bola di Kecamatan Wates*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arifatu Zahro, & Anam, M. (2019). Perbedaan Nilai Fungsi Paru pada Anak Asma Saat Tidak Terjadi Serangan dan Tidak Asma. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 8(1), 38-45. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/medico/article/view/23295/21298>
- Bakhtiar, A., & Amran, W. S. (2016). Faal Paru Statis. *Jurnal Respirasi*, 2(3), 91-98. <https://doi.org/10.20473/JR.V2-I.3.2016.91-98>
- Berman, S. (1991). Epidemiology of Acute Respiratory Infections in Children of Developing Countries. *Reviews of Infectious Diseases*, 13(Supplement_6), S454-S462. https://doi.org/10.1093/CLINIDS/13.SUPPLEMENT_6.S454
- Carolan, P. L. (2023, June 22). *Pediatric Bronchitis*. Medscape. <https://emedicine.medscape.com/article/1001332-overview?form=fpf>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2001). *Data Table of BMI-for-age Charts*. National Center for Health Statistics. https://www.cdc.gov/growthcharts/html_charts/bmiagerev.htm
- Challa, N., Madras, V., & Addresses, C. (2014). A Study of Peak Expiratory Flow Rate in Children. *International Journal of Recent Trends in Science And Technology*, 10(2), 259-262.
- Dewi Nurhutami, A., Marliyawati, D., & Mailasari Kusuma Dewi, A. (2020). Faktor Risiko Rinitis Alergi pada Anak Usia 13-14 Tahun di Semarang. *Diponegoro Medical Journal*, 9(2), 154-160. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/medico>
- Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan. (2022). *Bronchitis*. Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1741/bronchitis
- Dodd, P. J., Gardiner, E., Coghlan, R., & Seddon, J. A. (2014). Burden of childhood tuberculosis in 22 high-burden countries: a mathematical modelling study. *The Lancet. Global Health*, 2(8). [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(14\)70245-1](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(14)70245-1)
- Eccles, R., & Wilkinson, J. E. (2015). Exposure to cold and acute upper respiratory tract infection. *Rhinology*, 53(2), 99-106. <https://doi.org/10.4193/RHINO14.239>

- Hahtela, T., Jarvinen, M., Kava, T., Kiviranta, K., Koskinen, S., Lehtonen, K., Nikander, K., Persson, T., Selroos, O., Sovijarvi, A., Stenius-Aarniala, B., Svahn, T., Tammivaara, R., & Laitinen, L. A. (1994). Effects of reducing or discontinuing inhaled budesonide in patients with mild asthma. *The New England Journal of Medicine*, 331(11), 700-705. <https://doi.org/10.1056/NEJM199409153311103>
- Hansen, E. F., Vestbo, J., Phanareth, K., Kok-Jensen, A., & Dirksen, A. (2001). Peak flow as predictor of overall mortality in asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 163(3 Pt 1), 690-693. <https://doi.org/10.1164/AJRCCM.163.3.2006120>
- Hashmi, M. F., Tariq, M., & Cataletto, M. E. (2023). Asthma. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430901/>
- Hasibuan, I. E., Supriatmo, M. N., Faisal, A., Panggabean, G., Daulay, R. M., Siregar, Z., & Lubis, H. M. (2003). Peak expiratory flow rate of primary school children in high and low air pollution level areas. *Paediatrica Indonesiana*, 43(1), 10-13. <https://doi.org/10.14238/PI43.1.2003.10-13>
- Heikkinen, T., & Ruuskanen, O. (2023). Upper Respiratory Tract Infection. *Encyclopedia of Respiratory Medicine, Four-Volume Set*, 385-388. <https://doi.org/10.1016/B0-12-370879-6/00416-6>
- Heil, M., Hazel, A. L., & Smith, J. A. (2008). The mechanics of airway closure. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 163(1-3), 214-221. <https://doi.org/10.1016/J.RESP.2008.05.013>
- Hughes, S. M. (2017, August 22). *Peak Flow Meters*. Respiratory Health Association. <https://resphealth.org/news/library/peak-flow-meters/>
- Ilhami, P. A., Adisasmita, M. N., Agustian, D., & Sujatmiko, B. (2023). COVID-19 Vaccination Program Data Analysis Based on Regional Status and Day Type: A Study from West Java Province, Indonesia. *Healthcare 2023*, Vol. 11, Page 772, 11(5), 772. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE11050772>
- Itagi, A. B. H., Dipankar, S. P., Veni, D. K., & Yunus, G. Y. (2021). Evaluation of Spirometric Measures and Quality of Sleep in Tuberculosis Patients and Their Non-Tuberculosis Family Caregivers. *Cureus*, 13(9). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.17788>
- Kavanagh, J., Jackson, D. J., & Kent, B. D. (2019). Over- and under-diagnosis in asthma. *Breathe (Sheffield, England)*, 15(1), e20-e27. <https://doi.org/10.1183/20734735.0362-2018>
- Kovesi, T., Giles, B. L., & Pasterkamp, H. (2012). Long-term management of asthma in First Nations and Inuit children: A knowledge translation tool based on Canadian paediatric asthma guidelines, intended for use by front-line health care professionals working in isolated communities. *Paediatrics & Child Health*, 17(7), e46. <https://doi.org/10.1093/pch/17.7.e46>
- Krishna, S. Y., Banik, A., & Hassan, M. (2019). Effect of lower respiratory tract infections on peak expiratory flow rate in children admitted to Rajarajeshwari medical college hospital, Bangalore, Karnataka, India. *International Journal of Contemporary Pediatrics*, 6(1), 150-155. <https://www.ijpediatrics.com/index.php/ijcp/article/view/2063/1476>
- Kumar, V., Abbas, A. K., & Aster, J. C. (2018). *Robbins Basic Pathology* (10th ed.). Elsevier.
- Maisni, C., Manurung, C., Diah, N. M., Rohaeti, L. S., Fahrina, Meiliyana, L., Apriyanto, D. P., & Angreani, S. (2018). *Petunjuk Teknis Penjarangan*

Kesehatan dan Pemeriksaan Berkala Anak Usia Sekolah dan Remaja. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Margozzini, D. P., Tolonen, Dr. H., Bernabe-Ortiz, Dr. A., Cuschieri, S., Donfrancesco, C., Palmieri, L., Romero, L. M. S., Mindell, J. S., & Oyeboode, O. (2023). National Health Examination Surveys: an essential piece of the health planning puzzle. *MedRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2023.07.11.23292221>
- Mulyatna, L., Yustiani, Y. M., & Dhamayantris, H. (2018). Uji Fungsi Paru pada Anak Sekolah Dasar di Wilayah Pabrik Batu Kapur di Desa Garawangi Kabupaten Majalengka. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 2(2), 37-42. <https://doi.org/10.23969/JCBEEM.V2I2.1455>
- Nair, H., Simões, E. A. F., Rudan, I., Gessner, B. D., Azziz-Baumgartner, E., Zhang, J. S. F., Feikin, D. R., MacKenzie, G. A., Moisi, J. C., Roca, A., Baggett, H. C., Zaman, S. M. A., Singleton, R. J., Lucero, M. G., Chandran, A., Gentile, A., Cohen, C., Krishnan, A., Bhutta, Z. A., ... Campbell, H. (2013). Global and regional burden of hospital admissions for severe acute lower respiratory infections in young children in 2010: a systematic analysis. *Lancet (London, England)*, 381(9875), 1380-1390. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61901-1)
- Nelson, W. E. (2019). *Nelson Textbook of Pediatrics* (21st ed.). Elsevier.
- Oceandy, D., Widyantoro, A., & Armanto, R. P. (1995). Kelainan Peak Expiratory Flow Rate dibandingkan dengan Keluhan Sistem Pernapasan - Studi pada 75 anggota pasukan kuning, Surabaya. *Cermin Dunia Kedokteran*, 101, 34-36.
- Pederson, D., Gotwals, J., & Fraser, M. (2023). *Acute Bronchitis in Children*. University of Rochester Medical Center. <https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?ContentTypeID=90&ContentID=P02930>
- Powers, M., Sanchez, T. R., Welty, T. K., Cole, S. A., Oelsner, E. C., Yeh, F., Turner, J., O'Leary, M., Brown, R. H., O'Donnell, M., Lederer, D., & Navas-Acien, A. (2020). Lung Function and Respiratory Symptoms after Tuberculosis in an American Indian Population. The Strong Heart Study. *Annals of the American Thoracic Society*, 17(1), 38-48. <https://doi.org/10.1513/Annalsats.201904-281OC>
- Putra, P. K., Kinasih, A., & Purwa Nugraha, A. (2019). Analisis Perbedaan Peak Expiratory Flow (PEF) Pada Atlet Olahraga Renang dan Lari. *Journal of Health (JoH)*, 6(1), 31-36. <https://doi.org/10.30590/VOL6-NO1-P31-36>
- Raju, S., Siddharthan, T., & McCormack, M. C. (2020). Indoor Air Pollution and Respiratory Health. *Clinics in Chest Medicine*, 41(4), 825. <https://doi.org/10.1016/J.CCM.2020.08.014>
- Setiadi, W., Rozi, I. E., Safari, D., Daningrat, W. O. D., Johar, E., Yohan, B., Yudhaputri, F. A., Lestari, K. D., Oktavianthi, S., Myint, K. S. A., Malik, S. G., & Soebandrio, A. (2022). Prevalence and epidemiological characteristics of COVID-19 after one year of pandemic in Jakarta and neighbouring areas, Indonesia: A single center study. *PLOS ONE*, 17(5), e0268241. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0268241>
- Srisingh, K., & Phuaksaman, C. (2021). The reference values of peak expiratory flow rate in Thailand children. *Journal of Thoracic Disease*, 13(1), 31-38. <https://doi.org/10.21037/JTD-20-1846>

- Srivastava, A., Kapoor, R. K., Misra, P. K., Srivastava, K. L., Thakur, S., & Shukla, N. (1995). Pulmonary Function Tests in Normal Indian Children and Changes in Respiratory Disorders. *Indian Pediatrics*, 32(6), 629-634.
- Sudarmada, I. N. (2012). Perkembangan Kapasitas Vital Paru Anak Usia 6-12 Tahun. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 2(1).
- Sujatmiko, B. (2021). Role of Environment and Contact-Pattern Factors in Pulmonary Tuberculosis Patients from Bandung City, Indonesia. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 14(3), 1077-1082. <https://doi.org/10.21786/BBRC/14.3.26>
- Thomas, T. A. (2017). Tuberculosis in children. *Pediatric Clinics of North America*, 64(4), 893. <https://doi.org/10.1016/J.PCL.2017.03.010>
- Triasih, R., Setyowireni, D., Nurani, N., & Setyati, A. (2023). Prevalence, Management, and Risk Factors of Asthma Among School-Age Children in Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Asthma and Allergy*, 16, 23. <https://doi.org/10.2147/JAA.S392733>
- Vonk, J. M., Jongepier, H., Panhuysen, C. I. M., Schouten, J. P., Bleecker, E. R., & Postma, D. S. (2003). Risk factors associated with the presence of irreversible airflow limitation and reduced transfer coefficient in patients with asthma after 26 years of follow up. *Thorax*, 58(4), 322-327. <https://doi.org/10.1136/THORAX.58.4.322>
- West, T. E., Goetghebuer, T., Milligan, P., Mulholland, E. K., & Weber, M. W. (1999). Long-term morbidity and mortality following hypoxaemic lower respiratory tract infection in Gambian children. *Bulletin of the World Health Organization*, 77(2), 144. [/pmc/articles/PMC2557604/?report=abstract](https://pmc/articles/PMC2557604/?report=abstract)
- World Health Organization. (2020). *Global tuberculosis report 2020*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240013131>
- World Health Organization. (2022, November 11). *Pneumonia in children*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>
- World Health Organization. (2023a). *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. World Health Organization. <https://covid19.who.int/>
- World Health Organization. (2023b, March 18). *Advice for the public: Coronavirus disease (COVID-19)*. World Health Organization. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>
- Ye, L., Yao, G., Lin, S., Fang, Y., Chen, X., Wang, L., & He, S. (2022). The Investigation of Pulmonary Function Changes of COVID-19 Patients in Three Months. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9028835>
- Zairinayati, Z., & Putri, D. H. (2020). Hubungan Kepadatan Hunian Dan Luas Ventilasi Dengan Kejadian Ispa Pada Rumah Susun Palembang. *Indonesian Journal for Health Sciences*, 4(2), 121. <https://doi.org/10.24269/IJHS.V4I2.2488>
- Zar, H. J., & Ferkol, T. W. (2014). The global burden of respiratory disease-impact on child health. *Pediatric Pulmonology*, 49(5), 430-434. <https://doi.org/10.1002/PPUL.23030>