

DAMPAK LAMA KERJA TERHADAP FUNGSI PARU: STUDI RASIO VEP1/KVP PADA PEKERJA PERKEBUNAN DI PROVINSI LAMPUNG

Hetti Rusmini^{1,2*}, Fitriyah¹, Kurnia Triarieni Putri¹, Tito Tri Saputra¹, Made Afriyan Susane Lueh¹, Mohammad Junus Didiek Herdato¹, Apri Lyanda¹, Retno Ariza Soeprihatini Soemarwoto¹, Gigih Setiawan¹, Dwi Robbiardy Eksa²

¹Departemen Pulmonologi Dan Ilmu Kedokteran Respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung - RSUD Dr. H. Abdul Moeloek, Lampung

²Fakultas Kedokteran Universitas Malahayati, Lampung

[*Email Korespondensi:hettirusmini@gmail.com]

Abstract : Impact of Duration of Employment on Lung Function: A Study of the FEV₁/FVC Ratio Among Plantation Workers in Lampung Province.

Plantation workers are at high risk of respiratory impairment due to pesticide exposure. The FEV₁/FVC ratio is an important indicator of airway obstruction. This study aimed to analyze the association between work duration and FEV₁/FVC ratio among plantation workers in Lampung Province. A cross-sectional study was conducted involving 103 plantation workers. Demographic and occupational data were collected through questionnaires, while lung function was assessed using spirometry. Mann-Whitney test was applied to evaluate the relationship between work duration and FEV₁/FVC, and Chi-Square test for pesticide exposure type. Most workers showed an increased FEV₁/FVC (88.3%), while 11.7% had a decreased ratio. The mean work duration was 3.50 ± 2.43 years in the decreased group and 3.47 ± 2.03 years in the increased group. No significant association was found between work duration and FEV₁/FVC (p=0.790). However, pesticide exposure type was significantly associated with FEV₁/FVC changes (p=0.029). Work duration was not significantly related to FEV₁/FVC, while pesticide exposure type showed a stronger association with lung function changes.

Keywords: FEV₁/FVC, Lung function, Work duration, Pesticides, Plantation workers

Abstrak : Dampak Lama Kerja Terhadap Fungsi Paru: Studi Rasio VEP1/KVP Pada Pekerja Perkebunan Di Provinsi Lampung.

Pekerja perkebunan berisiko tinggi mengalami gangguan respirasi akibat pajanan pestisida. Rasio VEP1/KVP merupakan indikator penting fungsi paru, namun bukti mengenai pengaruh lama kerja terhadap parameter ini masih bervariasi. Tujuan penelitian ini menganalisis hubungan lama kerja dengan nilai VEP1/KVP pada pekerja perkebunan di Provinsi Lampung. Penelitian cross-sectional dilakukan pada 103 pekerja perkebunan. Data demografi dan riwayat kerja dikumpulkan melalui kuesioner, sedangkan fungsi paru diukur menggunakan spirometri. Analisis Mann-Whitney digunakan untuk hubungan lama kerja dengan VEP1/KVP, sedangkan Chi-Square untuk hubungan jenis pajanan pestisida. Sebagian besar responden mengalami peningkatan nilai VEP1/KVP (88,3%), sementara 11,7% menurun. Rerata lama kerja kelompok dengan VEP1/KVP menurun adalah 3,50 ± 2,43 tahun, sedangkan kelompok meningkat 3,47 ± 2,03 tahun. Tidak terdapat perbedaan signifikan antara lama kerja dengan perubahan VEP1/KVP (p=0,790). Namun, terdapat hubungan bermakna antara jenis pajanan pestisida dan perubahan VEP1/KVP (p=0,029). Lama kerja tidak berhubungan signifikan dengan perubahan fungsi paru, sementara jenis pajanan pestisida berhubungan lebih kuat. Monitoring fungsi paru rutin dan pengendalian pajanan perlu diperkuat sebagai upaya pencegahan gangguan respirasi pada pekerja perkebunan.

Kata Kunci: VEP1/KVP, Fungsi paru, Lama kerja, Pestisida, Pekerja perkebunan

PENDAHULUAN

Gangguan kesehatan akibat paparan pestisida pada pekerja pertanian dan perkebunan masih menjadi perhatian serius di berbagai negara berkembang. Paparan pestisida yang berulang dan dalam jangka panjang telah dikaitkan dengan berbagai masalah kesehatan, termasuk gangguan sistem saraf, gangguan kulit, serta kelainan fungsi paru (Fareed et al., 2013; Phung et al., 2017). Sistem pernapasan merupakan salah satu organ target yang rentan karena paparan dapat terjadi melalui inhalasi, terutama saat proses penyemprotan (Chouhan et al., 2014; Odewumi et al., 2021).

Indonesia sebagai salah satu negara agraris memiliki jumlah pekerja perkebunan yang besar, termasuk di Provinsi Lampung yang merupakan sentra produksi pertanian dan perkebunan. Pekerja di sektor ini berpotensi mengalami paparan pestisida secara kronis, namun perhatian terhadap dampaknya pada kesehatan respirasi masih terbatas. Spirometri merupakan pemeriksaan standar untuk mengevaluasi fungsi paru. Salah satu parameter penting adalah rasio Volume Ekspirasi Paksa detik pertama terhadap Kapasitas Vital Paksa (VEP1/KVP), yang digunakan secara luas untuk mendeteksi adanya obstruksi jalan napas (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease [GOLD], 2022). Penurunan rasio ini dapat menjadi indikasi awal terjadinya gangguan respirasi akibat paparan lingkungan maupun pekerjaan. Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa pekerja yang terpapar pestisida menunjukkan gangguan fungsi paru yang bervariasi, mulai dari gejala ringan hingga gangguan obstruktif (Chouhan et al., 2014; Sapbamrer & Nata, 2014; Odewumi et al., 2021).

Meskipun sejumlah penelitian telah menyoroti dampak pestisida terhadap fungsi paru, hasilnya masih bervariasi. Beberapa studi menemukan bahwa lama kerja memiliki hubungan bermakna dengan penurunan fungsi paru (El-Batanony et al., 2011; Fareed et al., 2013), sedangkan penelitian lain

menunjukkan bahwa intensitas dan jenis paparan lebih berperan dibandingkan durasi kerja (Phung et al., 2017; Odewumi et al., 2021). Perbedaan hasil ini menegaskan perlunya penelitian lebih lanjut, terutama di konteks lokal seperti Provinsi Lampung, di mana penelitian serupa masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara nilai VEP1/KVP dengan lama kerja pada pekerja perkebunan di Provinsi Lampung. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami dampak paparan kerja terhadap fungsi paru, sekaligus menjadi dasar rekomendasi untuk pencegahan gangguan respirasi pada pekerja perkebunan di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional. Desain ini dipilih untuk menilai hubungan antara nilai VEP1/KVP dengan lama kerja pada pekerja perkebunan di Provinsi Lampung pada satu titik waktu pengukuran. Penelitian dilaksanakan pada beberapa area perkebunan PT. X di Provinsi Lampung yang aktif menggunakan pestisida dalam kegiatan operasional. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Juni s/d Agustus 2025. Populasi penelitian adalah seluruh pekerja perkebunan di wilayah Lampung. Sampel penelitian berjumlah 103 orang pekerja yang dipilih dengan metode total sampling, sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi Pekerja aktif di perkebunan dengan riwayat paparan pestisida minimal 1 tahun, Usia ≥ 18 tahun, dan bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani informed consent. Sedangkan Kriteria eksklusi meliputi Pekerja dengan riwayat penyakit paru kronik (asma, PPOK, atau TB aktif) dan Pekerja dengan kondisi medis yang menghambat pemeriksaan spirometri. Variabel independen yaitu Lama kerja (dihitung berdasarkan jumlah tahun bekerja di perkebunan). Variabel dependen yaitu Nilai VEP1/KVP hasil pemeriksaan spirometri (dikategorikan

menjadi menurun dan meningkat). Sedangkan Variabel perancu yaitu Usia, jenis kelamin, kebiasaan merokok, dan jenis pajanan pestisida.

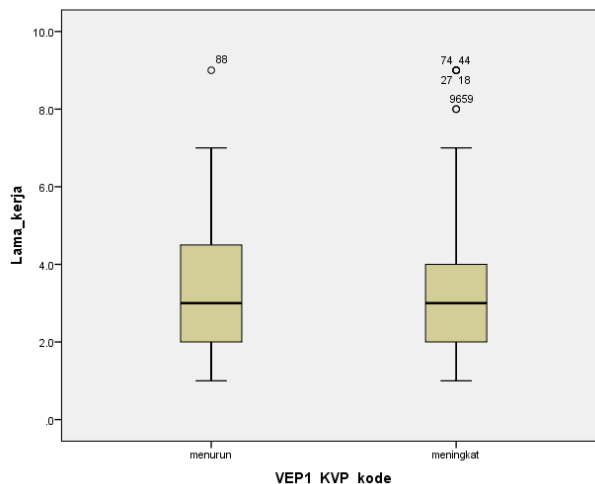
Pengumpulan data dilakukan menggunakan dua metode yaitu 1) Kuesioner terstruktur untuk memperoleh data demografi, riwayat kerja, lama kerja, dan kebiasaan merokok. 2) Pemeriksaan spirometri menggunakan spirometer standar sesuai prosedur American Thoracic Society (ATS) untuk mengukur nilai VEP1 dan KVP. Hasil rasio VEP1/KVP dibandingkan dengan nilai prediksi standar untuk menentukan kategori menurun atau meningkat. Data dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik. Uji normalitas dilakukan

dengan Kolmogorov-Smirnov test. Karena data tidak terdistribusi normal, uji Mann-Whitney digunakan untuk mengetahui hubungan nilai VEP1/KVP terhadap lama kerja. Nilai $p < 0,05$ dianggap bermakna secara statistik.

HASIL

Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan 103 pekerja perkebunan di Provinsi Lampung. Mayoritas responden terpapar pestisida melalui penyemprotan herbisida (60,2%), diikuti oleh penyemprotan insektisida (21,4%) dan kelompok non-spray (18,4%). Rata-rata lama kerja responden adalah sekitar 3 tahun dengan rentang 1–9 tahun.



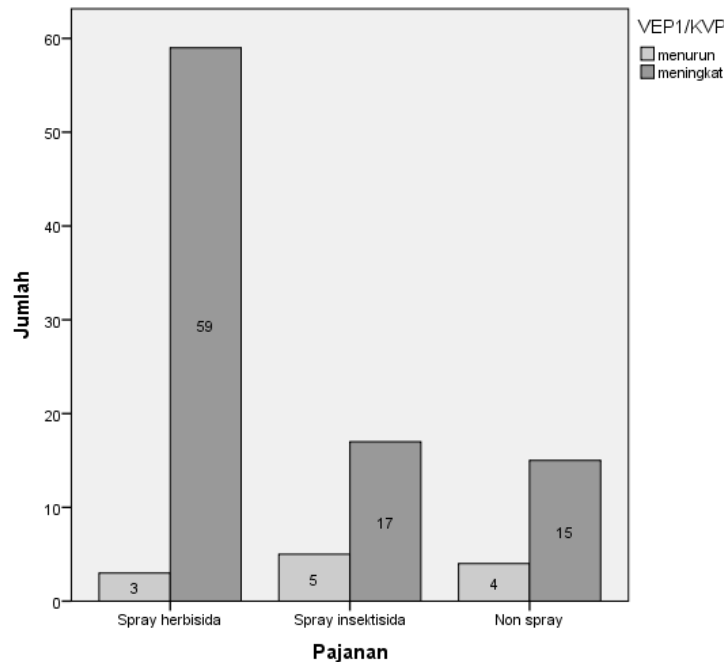
Gambar 1. Boxplot distribusi nilai VEP1/KVP terhadap lama kerja pada pekerja perkebunan di Provinsi Lampung.

Tabel 1. Hubungan nilai VEP1/KVP terhadap lama kerja pada pekerja perkebunan di Provinsi Lampung.

	VEP1/KVP	Jumlah (%)	Rerata	Std. Deviasi	Min-maks	p-value
Lama_kerja	menurun	12 (11.7)	3.50	2.43	1-9 tahun	0.790
	meningkat	91 (88.3)	3.47	2.03	1-9 tahun	

Analisis distribusi lama kerja berdasarkan kategori nilai VEP1/KVP (menurun vs meningkat) ditunjukkan pada Gambar 1. Median lama kerja pada kedua kelompok sama, yaitu 3 tahun. Kelompok dengan nilai VEP1/KVP menurun memiliki rerata lama kerja $3,50 \pm 2,43$ tahun, sedangkan kelompok meningkat memiliki rerata $3,47 \pm 2,03$

tahun. Uji Mann-Whitney menunjukkan $p = 0,790$, yang menandakan tidak terdapat perbedaan bermakna antara lama kerja dan perubahan nilai VEP1/KVP (Tabel 1). Dengan demikian, lama kerja tidak berhubungan signifikan dengan perubahan fungsi paru berdasarkan rasio VEP1/KVP pada pekerja perkebunan.



Gambar 2. Diagram distribusi nilai VEP1/KVP terhadap pajanan pada pekerja perkebunan di Provinsi Lampung.

Distribusi nilai VEP1/KVP berdasarkan jenis pajanan pestisida ditunjukkan pada Gambar 2. Sebagian besar pekerja mengalami peningkatan nilai VEP1/KVP (88,3%), khususnya pada kelompok dengan pajanan spray

herbisida (95,2%). Sementara itu, kelompok spray insektisida dan non-spray menunjukkan distribusi yang lebih seimbang, meskipun peningkatan nilai VEP1/KVP tetap mendominasi.

Tabel 2. Hubungan nilai VEP1/KVP terhadap jenis pajanan pestisida pada pekerja perkebunan di Provinsi Lampung.

VEP1/KVP	Pajanan			Total (%)	p-value
	Spray herbisida (%)	Spray insektisida (%)	Non spray (%)		
Menurun	3 (25)	5 (22.7)	4 (33.3)	12 (11.7)	0.029
Meningkat	59 (64.8)	17 (18.7)	15 (16.5)	91 (88.3)	
Total (%)	62 (60.2)	22 (21.4)	19 (18.4)	103 (100)	

Analisis Chi-Square menunjukkan terdapat hubungan bermakna antara jenis pajanan pestisida dan perubahan nilai VEP1/KVP ($p = 0,029$) (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa jenis pestisida yang digunakan memiliki pengaruh lebih besar terhadap perubahan fungsi paru dibandingkan lama kerja.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menemukan bahwa lama kerja tidak berhubungan signifikan

dengan perubahan VEP1/KVP. Hasil ini konsisten dengan temuan Odewumi et al. (2021) di Nigeria yang melaporkan bahwa gangguan fungsi paru pada penyemprot pestisida lebih dipengaruhi oleh intensitas pajanan dan jenis pestisida dibandingkan lama kerja. Demikian pula, penelitian Phung et al. (2017) di Vietnam menyatakan bahwa dosis kumulatif pajanan dan cara aplikasi pestisida lebih relevan dalam menjelaskan gangguan respirasi

dibandingkan dengan durasi kerja semata. Serta studi di Thailand yang menemukan frekuensi penyemprotan lebih berpengaruh daripada durasi kerja (Sapbamrer & Nata, 2014). Meta-analisis dan tinjauan sistematis juga menunjukkan hubungan pajanan pestisida dengan gejala respirasi dan penurunan parameter spirometri, namun heterogenitas tinggi seringkali dipengaruhi oleh definisi pajanan yang beragam—bukan semata lama kerja (Ye et al., 2013; Hernández et al., 2011; Mostafalou & Abdollahi, 2017; Damalas & Koutroubas, 2016).

Di sisi lain, beberapa studi kontradiktif melaporkan hubungan signifikan antara masa kerja lebih lama dan penurunan fungsi paru. Fareed et al. (2013) menemukan hubungan signifikan antara lama kerja dengan penurunan fungsi paru (KVP dan VEP₁/KVP) pada pekerja perkebunan di India. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Chouhan et al. (2014) yang mendapati adanya penurunan bermakna fungsi paru seiring dengan bertambahnya masa kerja pekerja pertanian. El-Batanony et al. (2011) di Mesir juga mendapati risiko gejala respirasi kronis meningkat pada pekerja dengan paparan bertahun-tahun. Studi kohort/cross-sectionallain dalam *Agricultural Health Study* juga mendukung adanya hubungan pajanan jangka panjang dengan penurunan FEV₁/FVC (Hoppin et al., 2006; Hoppin et al., 2009; Hoppin et al., 2017).

Perbedaan hasil antara penelitian ini dengan studi yang melaporkan hubungan signifikan dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, karakteristik responden pada penelitian ini didominasi oleh pekerja dengan usia relatif muda dan lama kerja yang singkat (rerata 3 tahun, rentang 1–9 tahun). Kondisi ini mungkin belum cukup lama untuk menimbulkan kerusakan paru kronis. Kedua, adanya kemungkinan *healthy worker effect*, yaitu pekerja dengan gangguan kesehatan berat cenderung meninggalkan pekerjaan, sehingga subjek yang tersisa relatif lebih sehat.

Meskipun lama kerja tidak berhubungan signifikan dengan fungsi

paru, analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa jenis pajanan pestisida memiliki hubungan bermakna dengan perubahan nilai VEP₁/KVP ($p=0,029$). Pekerja dengan pajanan spray herbisida lebih banyak menunjukkan peningkatan nilai VEP₁/KVP dibandingkan kelompok lain. Temuan ini menguatkan pandangan bahwa kualitas pajanan lebih penting daripada durasi kerja. Hal ini sejalan dengan laporan Odewumi et al. (2021) yang menekankan peran jenis pestisida tertentu dalam menimbulkan iritasi dan inflamasi saluran napas. Penelitian oleh Fareed et al. (2013) juga menjelaskan bahwa pajanan pestisida khususnya organofosfat dalam jangka panjang dapat menyebabkan akumulasi zat toksik di saluran napas, yang berujung pada inflamasi kronis dan remodeling jalan napas.

Di Indonesia, bukti yang tersedia—meski masih terbatas—umumnya menegaskan peran pajanan langsung penyemprotan dan jenis pestisida terhadap keluhan respirasi, sementara pengaruh lama kerja tampak tidak konsisten. Beberapa studi lapangan melaporkan gejala pernapasan dan penurunan parameter spirometri lebih menonjol pada petani/penyemprot yang tidak menggunakan APD atau yang terpapar organofosfat/karbamat tertentu (Widiastuti et al., 2018; Mulyana et al., 2020; Yuantari et al., 2015; Dewi et al., 2018; Safitri et al., 2019). Perbedaan hasil antarlokasi kemungkinan dipengaruhi usia pekerja, rentang lama kerja relatif pendek (sebagaimana pada studi ini; rerata ± 3 tahun), variasi protokol spirometri, dan *healthy worker effect*—yakni pekerja dengan gangguan lebih berat cenderung meninggalkan pekerjaan (Damalas & Koutroubas, 2016; GOLD, 2022; ATS/ERS—Graham et al., 2019).

Secara biologis, pestisida dapat memicu iritasi epitel, inflamasi kronis, stress oksidatif, dan remodeling jalan napas, yang pada gilirannya menurunkan VEP₁ atau rasio VEP₁/KVP (Hernández et al., 2011; Ye et al., 2013; Mostafalou & Abdollahi, 2017). Namun, respon tersebut lebih bergantung pada dosis internal (dipengaruhi jenis/galur

kimia, cara aplikasi, ventilasi lingkungan, dan APD) dibandingkan "lama kerja" sebagai indikator kasar pajanan (Hoppin et al., 2006; 2009; Douville et al., 2011). Hal ini dapat menjelaskan mengapa dalam studi ini jenis pajanan (spray herbisida) berasosiasi dengan perubahan VEP1/KVP, sedangkan lama kerja tidak.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi penting bagi kesehatan kerja. Meskipun lama kerja tidak terbukti berhubungan dengan fungsi paru, pemantauan kesehatan respirasi pekerja tetap perlu dilakukan secara berkala, mengacu mengacu standar ATS/ERS (Graham et al., 2019; Miller et al., 2005), pemeriksaan spirometri berkala perlu diprioritaskan pada pekerja penyemprot aktif, terlepas dari lamanya bekerja. Strategi pencegahan lainnya yang dapat dilakukan yaitu rekayasa tehnik, substitusi bahan aktif berisiko tinggi, pelatihan, dan edukasi tentang penggunaan alat pelindung diri (APD) serta rotasi kerja (Damalas & Koutroubas, 2016; WHO, 2020). Selain itu, pencatatan riwayat merokok, penyakit paru sebelumnya, dan komorbiditas lain sangat penting sebagai pengendali perancu (GOLD, 2022).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, distribusi lama kerja yang relatif singkat (rerata 3 tahun) mungkin belum cukup untuk mendeteksi efek kumulatif jangka panjang. Kedua, data pajanan pestisida hanya dikategorikan berdasarkan jenis aplikasi tanpa mengukur konsentrasi aktual atau frekuensi paparan. Ketiga, faktor perancu seperti kebiasaan merokok atau riwayat penyakit paru sebelumnya tidak sepenuhnya dikendalikan. Studi longitudinal dengan pengukuran dosis dan follow-up >10 tahun dibutuhkan untuk menguji hipotesis efek kumulatif (Hoppin et al., 2017; Ye et al., 2013). Penggunaan protokol spirometri terstandar dan QC manuver (Graham et al., 2019; Miller et al., 2005) juga krusial untuk meningkatkan reproduibilitas antar-studi.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, penelitian ini memperlihatkan bahwa Lama kerja tidak terbukti sebagai faktor yang berhubungan dengan perubahan rasio VEP1/KVP pada pekerja perkebunan. Sebaliknya, jenis pajanan pestisida berhubungan signifikan dengan perubahan fungsi paru sehingga perlu menjadi fokus utama dalam program pengendalian risiko kesehatan kerja.

ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pekerja perkebunan di Provinsi Lampung yang telah bersedia menjadi responden dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak manajemen perkebunan yang telah memberikan izin serta memfasilitasi proses pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chouhan, R., Flora, S. J. S., & Bhadauria, S. (2014). Airway and pulmonary effects of pesticide exposure in agricultural workers. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 18(2), 55–60.
<https://doi.org/10.4103/0019-5278.146890>
- Damalas, C. A., & Koutroubas, S. D. (2016). Farmers' exposure to pesticides: Toxicity types and ways of prevention. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(4), 378.
<https://doi.org/10.3390/ijerph13040378>
- Dewi, R., & Sari, N. (2018). Respiratory symptoms among Indonesian farmers exposed to pesticides. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 10(2), 77–83. [in Indonesian]
- Douville, P., et al. (2011). Lung function and chronic respiratory symptoms in pesticide-exposed workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(10), 701–707.
<https://doi.org/10.1136/oem.2010.062729>

- El-Batanony, M., El-Shafie, M., & Mansour, N. (2011). Respiratory affections among pesticide sprayers in Egypt. *Egyptian Journal of Occupational Medicine*, 35(1), 91–106.
- Fareed, M., Pathak, M. K., Bihari, V., Kamal, R., Srivastava, A. K., & Kesavachandran, C. N. (2013). Adverse respiratory health and hematological alterations among agricultural workers occupationally exposed to organophosphate pesticides: A cross-sectional study in North India. *PLoS ONE*, 8(7), e69755. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069755>
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). (2022). *Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2022 report)*. GOLD. <https://goldcopd.org/2022-gold-reports/>
- Graham, B. L., Steenbruggen, I., Miller, M. R., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., ... & Jensen, R. (2019). Standardization of spirometry 2019 update: An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *European Respiratory Journal*, 53(2), 1801218. <https://doi.org/10.1183/13993003.01012-2018>
- Hernández, A. F., Parrón, T., & Alarcón, R. (2011). Pesticides and asthma. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 11(2), 90–96. <https://doi.org/10.1097/ACI.0b013e3283445939>
- Hoppin, J. A., et al. (2017). Long-term pesticide exposure and lung function in farmers. *Thorax*, 72(11), 996–1003. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-209665>
- Hoppin, J. A., Umbach, D. M., London, S. J., Henneberger, P. K., Kullman, G. J., Coble, J., ... & Alavanja, M. C. (2006). Pesticides and adult wheeze in the Agricultural Health Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 174(11), 1295–1303. <https://doi.org/10.1164/rccm.200604-493OC>
- Hoppin, J. A., Umbach, D. M., London, S. J., Henneberger, P. K., Kullman, G. J., Alavanja, M. C., & Sandler, D. P. (2009). Pesticides and adult-onset asthma among farm women in the Agricultural Health Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 180(12), 1170–1177. <https://doi.org/10.1164/rccm.200906-0906OC>
- Mostafalou, S., & Abdollahi, M. (2017). Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 331, 65–80. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2017.04.008>
- Mulyana, A., & Pratama, R. (2020). Respiratory effects of organophosphate exposure in Indonesian sprayers. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(1), 45–53. [in Indonesian]
- Odewumi, J. B., Olajumoke, A., & Fagbamigbe, F. A. (2021). Respiratory health status and lung function among pesticide sprayers in Southwest Nigeria. *BMC Pulmonary Medicine*, 21(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01428-0>
- Phung, D., Connell, D., Miller, G., Hodge, M., Patel, R., & Chu, C. (2017). Pesticide-related illnesses in Vietnam: Unintentional acute poisoning and chronic neuropsychiatric symptoms. *BMC Public Health*, 17(1), 819. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4827-0>
- Raanan, R., et al. (2016). Early-life exposure to organophosphate pesticides and adolescent lung function. *Environmental Health Perspectives*, 124(11), 1636–1643. <https://doi.org/10.1289/EHP1000>

- Safitri, D., & Nurhidayah, S. (2019). Pesticide exposure and respiratory complaints among Indonesian farmers. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 15(3), 201–208. [in Indonesian]
- Sapbamrer, R., & Nata, S. (2014). Health symptoms related to pesticide exposure among Thai farmers. *Journal of Occupational Health*, 56(6), 517–526. <https://doi.org/10.1539/joh.14-0102-OA>
- WHO. (2020). *Preventing disease through healthy environments: Exposure to highly hazardous pesticides*. World Health Organization.
- Widiana, N., & Rachmawati, L. (2019). Hubungan lama kerja dengan fungsi paru pada petani penyemprot pestisida. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(2), 89–96. [in Indonesian]
- Widiastuti, N., & Pramono, A. (2018). Paparan pestisida dan keluhan pernapasan pada petani sayur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 13(1), 33–41. [in Indonesian]
- Ye, M., Beach, J., Martin, J. W., & Senthilselvan, A. (2013). Occupational pesticide exposures and respiratory health: A systematic review and meta-analysis. *Chest*, 144(5), 1450–1463. <https://doi.org/10.1378/chest.13-0201>
- Yuantari, M. G. C., & Setiani, O. (2015). Praktik penggunaan pestisida dan gejala kesehatan pada petani sayur. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 14(1), 29–36. [in Indonesian]