

## PENGARUH KUALITAS UDARA DALAM RUANGAN BAGI PERFORMA AKADEMIK PELAJAR: SEBUAH TINJAUAN LITERATUR

**Dwi Suci Rahmawati, Rahma Laili Khairina**

Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat,  
Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia  
Surel : *dwi.suci81@ui.ac.id, rahma.laili@ui.ac.id*

**Abstract : The Effect of Indoor Air Quality on Student Academic Performance: A Literature Review.** Humans spend 90% of their time indoors. The room (indoors) can have a lot of pollutant that comes from outside and inside building. As a result, the occupants of the room experienced inconvenience and have health problems. The purpose of this study is to determine the effect of several indicators in indoor air quality such as physical parameters (temperature, ventilation, and lighting), chemical parameters (carbon dioxide, and particulate matter), and biological parameters (fungi and bacteria) on student academic performance. This article used narrative literature review method. The conclusion in this study is those indicators in indoor air quality have direct and indirect effect on the student academic performance.

**Keywords:** Students, Academic Performance, and Indoor Air Quality

**Abstrak : Pengaruh Kualitas Udara dalam Ruangan bagi Performa Akademik Pelajar: Sebuah Tinjauan Literatur.** Manusia menghabiskan 90% waktunya untuk berada di dalam ruangan. Ruangan tersebut dapat memiliki banyak polutan yang berasal dari dalam dan luar ruangan. Akibatnya, penghuni ruangan mengalami ketidaknyamanan dan memiliki gangguan kesehatan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh beberapa indikator yang terdapat di dalam ruangan seperti parameter fisik (suhu, ventilasi, dan pencahayaan), parameter kimia (karbon dioksida, dan *particulate matter*) dan parameter biologi (jamur dan bakteri) di dalam ruangan terhadap performa akademik pelajar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *narrative literature review*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah indikator-indikator kualitas udara dalam ruangan tersebut memiliki pengaruh secara langsung dan tidak langsung terhadap performa akademik pelajar.

**Kata Kunci :** Pelajar, Performa Akademik, dan Kualitas Udara dalam Ruangan

### PENDAHULUAN

Manusia menghabiskan waktu sekitar 90% setiap harinya untuk berada di dalam ruangan. Beberapa studi menemukan bahwa polusi udara dalam ruangan lebih besar daripada udara luar ruangan. Hal tersebut terjadi karena adanya akumulasi polutan fisik, kimia, dan biologi yang bersumber dari dalam ruangan maupun luar ruangan.

Pelajar yang mendedikasikan waktu berjam-jam untuk kegiatan pembelajaran di sekolah dan ruang belajar setiap hari selama bertahun-tahun tentu sangat terdampak dengan kualitas udara dalam ruangan. Sebanyak 12 juta pelajar di Amerika Serikat melaporkan bahwa ruang kelasnya tidak memiliki

ventilasi yang baik dan 8 juta pelajar menyatakan bahwa ruang kelasnya memiliki kualitas udara dalam ruangan yang buruk (Stafford, 2015). Hal ini berakibat pada kesehatan mental dan fisik para pelajar yang dapat memengaruhi kinerja akademik pelajar.

Pengaruh kualitas udara dalam ruangan terhadap kinerja akademik pelajar adalah topik yang banyak diminati oleh para peneliti. Hal ini menarik untuk dipelajari lebih dalam karena kualitas udara dalam ruangan dan kualitas akademik pelajar menentukan kualitas hidup para pelajar dalam jangka panjang.

## METODE

Penelitian ini merupakan sebuah *narrative literature review* yaitu tinjauan ulang terhadap sejumlah penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya untuk kemudian dapat diambil suatu kesimpulan. Sumber hasil penelitian yang dimaksud diantaranya tesis, disertasi, maupun jurnal yang meneliti tentang pengaruh kualitas udara dalam ruangan bagi performa akademik pelajar.

Pencarian hasil penelitian dilakukan dengan cara studi pustaka. Analisis yang dilakukan di dalam artikel dengan cara deskriptif - kualitatif.

## PEMBAHASAN

Terdapat beberapa indikator yang perlu diperhatikan untuk melihat hubungan antara kualitas udara dalam ruangan terhadap kinerja (*performance*) pelajar seperti parameter fisik (suhu, ventilasi, dan pencahayaan), parameter kimia (karbon dioksida, dan *particulate matter*), dan parameter biologi (jamur dan bakteri).

### **Pengaruh Suhu dengan Kinerja Pelajar**

Suhu ruangan harus memenuhi aspek kebutuhan kesehatan dan kenyamanan seseorang di dalam ruangan. Suhu ruang yang terlalu rendah dapat mengakibatkan seseorang yang berada di dalam ruangan tersebut mengalami kedinginan dan menggigil, sedangkan suhu ruang yang tinggi dapat menyebabkan tubuh kepanasan dan berkeringat, sehingga suhu yang terlalu rendah serta suhu yang terlalu tinggi dapat mengganggu aktivitas.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Gunawan dan Faisal dalam jurnalnya yang berjudul Aspek Kenyamanan Termal Ruang Belajar Gedung Sekolah Menengah Umum di Wilayah Kecamatan Mandau hubungan kenyamanan termal (pengaruh suhu) dengan kinerja belajar para pelajar. Kenyamanan termal (pengaruh suhu) dan kualitas udara dalam ruangan yang baik memiliki hubungan yang signifikan dengan kinerja (*performance*) pelajar yaitu dapat memberikan pengaruh yang

positif baik pada kesehatan penghuni ruangan, maupun konsentrasi dan produktivitas kinerja belajar siswa (Gunawan dan Ananda, 2017).

### **Pengaruh Pencahayaan dengan Kinerja Pelajar**

Pengaruh kelelahan pada mata akan mengakibatkan penurunan performa kerja seperti kualitas kerja rendah, kehilangan produktivitas, banyak terjadi kesalahan, dan kecelakaan kerja yang meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Belinda dan Putu Tahun 2019 dalam jurnalnya yang berjudul “Perbedaan Konsentrasi Belajar Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Udayana di Ruang SGD (*Small Group Discussion*) Sekat dan Permanen”. Dalam jurnal tersebut dihasilkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara konsentrasi belajar mahasiswa yang belajar dengan ruangan yang pencahayaannya optimal dengan ruangan yang pencahayaannya tidak optimal (Wiraanjani, 2019).

### **Pengaruh Karbon Dioksida dan Ventilasi dengan Kinerja Pelajar**

Gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di ruang kelas berasal hasil proses respirasi para pelajar yang ada di dalam kelas tersebut. Tingginya kadar karbon dioksida dalam kelas dapat menimbulkan dampak pada pelajar.

Penelitian yang dilakukan oleh Gunawan, dan Faisal Ananda dalam Jurnal Invotek Polbeng, Vol. 7, No.2 yang berjudul Aspek Kenyamanan Termal Ruang Belajar Gedung Sekolah Menengah Umum di Wilayah Kec. Mandau menunjukkan bahwa gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang berlebihan dan tidak terkontrol dalam ruangan dapat mengganggu kenyamanan siswa dalam belajar.

Selain itu, kadar CO<sub>2</sub> yang tinggi dapat mengurangi performa pelajar. Penelitian yang dilakukan di 22 sekolah di Washington dan Idaho, Amerika Serikat menunjukkan bahwa absenteisme pelajar meningkat sebesar 10-20% seiring dengan peningkatan kadar CO<sub>2</sub> sebesar 1000 ppm (Shendell dkk., 2004).

Kadar CO<sub>2</sub> yang tinggi di dalam kelas tentunya sangat berkaitan dengan tingkat ventilasi yang ada. Penelitian yang dilakukan di 100 sekolah di Swedia menyebutkan bahwa peningkatan aliran udara ke dalam kelas sebesar 1.3-12.8 liter/detik dapat mengurangi kadar CO<sub>2</sub> di dalam kelas sebesar 25%. Hal ini membuat kasus gejala asma yang diderita pelajar mengalami penurunan sebesar 8% (Smedje dan Norbäck, 2000).

Penelitian lain yang dilakukan di 104 sekolah di Singapura menunjukkan bahwa setiap peningkatan sebanyak 1 liter/detik aliran udara dari ventilasi yang ada di dalam kelas membuat terjadinya peningkatan proporsi pelajar yang mendapat nilai tes matematika di atas standar yaitu sebanyak 2.9%. Proporsi pelajar yang mendapat nilai standar dalam tes membaca (*reading test*) juga mengalami peningkatan sebanyak 2.7%. Nilai korelasi antara tingkat ventilasi (*ventilation rate*) di ruang kelas dengan skor ujian yang didapat oleh pelajar yaitu sebesar 0.28-0.31. Penelitian ini juga menyebutkan bahwa terdapat asosiasi antara pencapaian akademik pelajar dengan ventilasi kelas yang mengalirkan udara sebesar 0.9-7.1 liter/detik (Haverinen-Shaughnessy, Moschandreas dan Shaughnessy, 2011).

#### **Pengaruh PM 2.5 dengan Kinerja Pelajar**

PM 2.5 merupakan salah satu kontributor *global burden disease* yang dikenal sebagai agen penyebab infeksi saluran pernapasan, asma, dan penyakit kardiovaskular (Belleudi dkk., 2010). Sebagai *major problem pollution* seperti yang dikemukakan oleh Organisasi Kesehatan Dunia, tentunya PM 2.5 telah memberikan dampak pada berbagai sektor, salah satunya adalah pendidikan. Di dunia pendidikan, PM 2.5 memiliki dampak yang signifikan terhadap performa akademik para pelajar.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Grineski, Clark-Reyna, dan Collins tahun 2016 di Meksiko, Amerika Serikat menunjukkan bahwa terdapat asosiasi antara kadar PM 2.5 yang tinggi dengan GPA (*grade point averages*) yang rendah

ditunjukkan dengan penurunan poin sekitar 0.11 sampai 0.40 seiring dengan peningkatan pajanan PM 2.5 yang diterima. Penelitian lain di Chile mengatakan bahwa terdapat penurunan skor matematika sebesar 0.4 dan penurunan skor tes bahasa sekitar 0.23 setiap peningkatan pajanan konsentrasi PM 2.5 sebanyak 1 µg/m<sup>3</sup> per tahunnya (Jimenez dan Jordan, 2019)

Penelitian dari Gilliland dkk. tahun 2001 menjelaskan bahwa penurunan performa akademik terkait PM 2.5 adalah tingkat absenteisme yang tinggi akibat asma dan penyakit saluran pernapasan lainnya. Selain itu, terdapat penemuan lainnya dari Calderón-Garcidueñas tahun 2008 dan 2011 bahwa PM 2.5 menurunkan performa akademik melalui neuroinflamasi pada otak sehingga struktur otak menjadi mirip dengan penderita Alzheimer tahap awal.

#### **Pengaruh Jamur dengan Kinerja Pelajar**

Jamur sangat mudah muncul di daerah tropis seperti Indonesia. Suhu dan kelembaban yang mencukupi dapat mendukung tumbuhnya jamur, termasuk di dalam ruangan. Ruangan yang jarang terkena cahaya matahari dan tidak ada sirkulasi udara yang cukup rentan ditumbuhi jamur. Spora yang diproduksi oleh jamur dapat bertahan di udara ruangan dan terinhalasi kemudian menimbulkan dampak pada kesehatan. Hal ini tentu dapat mempengaruhi kinerja dari penghuni bangunan termasuk pelajar.

Penelitian yang diselenggarakan di New York menemukan bahwa terdapat asosiasi absenteisme pelajar dengan ruangan yang ditumbuhi jamur. Absenteisme terjadi karena pelajar mengalami hipersensitivitas dan infeksi saluran pernapasan (Simons dkk., 2010). Absenteisme juga disebabkan oleh pelajar yang mengalami alveolitis dan atopi akibat pajanan jamur dari ruangan tempatnya belajar (Mendell dkk., 2011). Selain itu, dampak neurologis seperti sakit kepala, kebingungan, sulit berpikir, sulit berkonsentrasi, dan kelelahan juga dapat terjadi pada pelajar yang

melakukan kegiatan belajar di dalam ruangan yang berjamur (Mølhave, Kjærgaard dan Attermann, 2000).

### **Pengaruh Bakteri dengan Kinerja Pelajar**

Penelitian dari Malaysia menyebutkan bahwa bakteri *Bacillus sp.* dan *Staphylococcus sp.* adalah jenis bakteri yang umum ditemukan di udara ruangan para pelajar melangsungkan kegiatan pembelajaran (Nabilah dkk., 2018). *Bacillus sp.* dapat menyebabkan sakit kepala, diare, iritasi mata dan kulit, bahkan keracunan makanan sedangkan *Staphylococcus sp.* dapat menyebabkan infeksi saluran pernapasan, infeksi pada luka, dan bakteremia. Selain itu, bakteri juga mengeluarkan endotoksin yang dapat mengakibatkan hipersensitif, asma, dan penurunan fungsi pernapasan (Mendell dan Heath, 2005). Efek kesehatan tersebut tentu dapat berakibat pada absenteisme dan menurunkan kinerja akademik pelajar.

Penelitian yang menghimpun data dari beberapa negara di Eropa menyatakan bahwa terdapat asosiasi antara pajanan bakteri dengan efek kesehatan (Jacobs dkk., 2014). Hal ini didasarkan atas peningkatan gejala batuk kering, batuk berdahak, *wheezing*, dan alergi yang sejalan dengan peningkatan jumlah bakteri (*bacterial count*) (Eitland dkk., 2017). Gejala-gejala akibat bakteri itulah yang mempengaruhi tingkat absenteisme para pelajar.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian-penelitian yang ditinjau dalam artikel ini, parameter kualitas udara dalam ruangan berupa suhu, pencahayaan, karbon dioksida, tingkat ventilasi, PM 2.5, jamur, dan bakteri adalah hal-hal yang dapat memengaruhi kinerja pelajar secara langsung maupun tidak langsung. Dampak langsung yang dirasakan pelajar ketika belajar di ruangan dengan kualitas udara dalam ruangan yang tidak sesuai standar adalah ketidaknyamanan ketika berada di ruangan tersebut sedangkan dampak tidak langsung yaitu kesehatan pelajar mengalami penurunan yang

berakibat pada absenteisme dan pelajar tidak dapat mengikuti kegiatan pembelajaran dengan optimal.

Kualitas udara dalam ruangan di ruang belajar perlu mendapat perhatian khusus karena pelajar akan menghabiskan waktu sehari-hari untuk melakukan semua kegiatan pembelajaran di ruangan tersebut. Oleh karena itu, pengawasan dan pengendalian parameter kualitas udara dalam ruangan di ruang belajar seperti suhu, pencahayaan, karbon dioksida, tingkat ventilasi, PM 2.5, jamur, dan bakteri perlu dilakukan agar terkendali dan sesuai standar sehingga dapat mengoptimalkan performa akademik para pelajar dan meningkatkan kualitas hidup para pelajar dalam jangka panjang.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Belleudi, V. *et al.* (2010) 'Impact of Fine and Ultrafine Particles on Emergency Hospital Admissions for Cardiac and Respiratory Diseases', *Epidemiology*. *Epidemiology*, 21(3), pp. 414–423. doi: 10.1097/EDE.0b013e3181d5c021
- Calderón-Garcidueas, L. *et al.* (2012) 'Neuroinflammation, Hyperphosphorylated Tau, Diffuse Amyloid Plaques, and Down-regulation of The Cellular Prion Protein in Air Pollution Exposed Children and Young Adults', *Journal of Alzheimer's Disease*. IOS Press, 28(1), pp. 93–107. doi: 10.3233/JAD-2011-110722.
- Calderón-Garcidueñas, L. *et al.* (2008) 'Long-term Air Pollution Exposure is Associated with Neuroinflammation, An Altered Innate Immune Response, Disruption of The Blood-brain Barrier, Ultrafine Particulate Deposition, and Accumulation of Amyloid  $\beta$ -42 and  $\alpha$ -synuclein in Children and Young Adults',

- Toxicologic Pathology*. *Toxicol Pathol*, 36(2), pp. 289–310. doi: 10.1177/0192623307313011.
- Eitland, E. *et al.* (2017) *Schools for Health: Foundations for Student Success*. Boston: Harvard T.H. Chan School of Public Health.
- Gilliland, F. D. *et al.* (2001) ‘The Effects of Ambient Air Pollution on School Absenteeism due to Respiratory Illnesses’, *Epidemiology*. *Epidemiology*, 12(1), pp. 43–54. doi: 10.1097/00001648-200101000-00009.
- Grineski, S. E., Clark-Reyna, S. E. and Collins, T. W. (2016) ‘School-based Exposure to Hazardous Air Pollutants and Grade Point Average: A Multi-level Study’, *Environmental Research*. Academic Press Inc., 147, pp. 164–171. doi: 10.1016/j.envres.2016.02.004.
- Gunawan, & Ananda, f. (2017). jar Gedung Sekolah Menengah Umum di Wilayah Kec.Mandau. *Jurnal Inovtek Polbeng*, 100.
- Haverinen-Shaughnessy, U., Moschandreas, D. J. and Shaughnessy, R. J. (2011) ‘Association between Substandard Classroom Ventilation Rates and Students’ Academic Achievement’, *Indoor Air*, 21(2), pp. 121–131. doi: 10.1111/j.1600-0668.2010.00686.x.
- Jacobs, J. *et al.* (2014) ‘Dampness, Bacterial, and Fungal Components in Dust in Primary Schools and Respiratory Health in Schoolchildren across Europe’, *Occupational and Environmental Medicine*. BMJ Publishing Group, 71(10), pp. 704–712. doi: 10.1136/oemed-2014-102246.
- Jimenez, R. and Jordan, F. (2019) ‘Air Pollution and Academic Performance in School Children: Preliminary Results from A Longitudinal Study in Chile’, *Environmental Epidemiology*. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), 3, p. 184. doi: 10.1097/01.ee9.0000607832.13789.a9.
- Mendell, M. J. *et al.* (2011) ‘Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-related Agents: A Review of The Epidemiologic Evidence’, *Environmental Health Perspectives*, 119(6), pp. 748–756. doi: 10.1289/ehp.1002410.
- Mendell, M. J. and Heath, G. A. (2005) ‘Do Indoor Pollutants and Thermal Conditions in Schools Influence Student Performance? A Critical Review of the Literature’, *Indoor Air*. John Wiley & Sons, Ltd, 15(1), pp. 27–52. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00320.x.
- Møhlhave, L., Kjærgaard, S. K. and Attermann, J. (2000) ‘Sensory and Other Neurogenic Effects of Exposures to Airborne Office Dust’, *Atmospheric Environment*. Elsevier Science Ltd, 34(28), pp. 4755–4766. doi: 10.1016/S1352-2310(00)00266-1.
- Nabilah, Z. M. *et al.* (2018) ‘Indoor Air quality (IAQ) Characteristics and Its Microbial Community Identifications at Two Selected Schools in Pahang, Malaysia: a Preliminary Study’, *Asian Journal of Agriculture and Biology*, pp. 88–96.
- Pamungkas, L. S. and Ikaputra, I. (2020) ‘Local Wisdom Arsitektur Tradisional Dan Kenyamanan Termal Tropis’,

- Shendell, D. G. *et al.* (2004) 'Associations between Classroom CO<sub>2</sub> Concentrations and Student Attendance in Washington and Idaho', *Indoor Air*. *Indoor Air*, 14(5), pp. 333–341. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00251.x.
- Simons, E. *et al.* (2010) 'The Impact of School Building Conditions on Student Absenteeism in Upstate New York', *American Journal of Public Health*. American Public Health Association, 100(9), pp. 1679–1686. doi: 10.2105/AJPH.2009.165324.
- Smedje, G. and Norbäck, D. (2000) 'New Ventilation Systems at Select Schools in Sweden—Effects on Asthma and Exposure', *Archives of Environmental Health*. Taylor & Francis Group, 55(1), pp. 18–25. doi: 10.1080/00039890009603380.
- Stafford, T. M. (2015) 'Indoor Air Quality and Academic Performance', *Journal of Environmental Economics and Management*. Academic Press Inc., 70, pp. 34–50. doi: 10.1016/j.jeem.2014.11.002.
- Wiraanjani, B., & Griadhi, P. A. (2019). *Perbedaan Konsentrasi Belajar Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Udayana di Ruang SGD (Small Group Discussion) Sekat dan Permanen*. Directory Of Open Access Journals, E-Jurnal Medika, Vol.8 No.2, 4-5.
- Yusuf, M. (2015) 'Efek Pencahayaan Terhadap Prestasi dan Kelelahan Kerja Operator', *Industrial Engineering National Conference ( IENACO )*, pp. 24–29.