

**PENGARUH PEMBELAJARAN PROYEK *AIR POLLUTION BLOCKER*
BERBASIS STEM TERHADAP KESADARAN BERKELANJUTAN DAN
AKSI PEDULI KESEHATAN LINGKUNGAN PADA PESERTA DIDIK
SMP**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Biologi



oleh:

Nabila Tazkiyyatul Afifah

NIM 1904016

Pendidikan Biologi A 2019

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2023**

**PENGARUH PEMBELAJARAN PROYEK *AIR POLLUTION BLOCKER*
BERBASIS STEM TERHADAP KESADARAN BERKELANJUTAN DAN
AKSI PEDULI KESEHATAN LINGKUNGAN PADA PESERTA DIDIK
SMP**

Oleh:

Nabila Tazkiyyatul Afifah

NIM 1904016

Pendidikan Biologi A 2019

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi, Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

©Nabila Tazkiyyatul Afifah 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

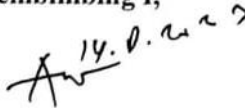
**PENGARUH PEMBELAJARAN PROYEK *AIR POLLUTION BLOCKER*
BERBASIS STEM TERHADAP KESADARAN BERKELANJUTAN DAN
AKSI PEDULI KESEHATAN LINGKUNGAN PADA PESERTA DIDIK
SMP**

Nabila Tazkiyyatul Afifah

NIM. 1904016

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Prof. Dr. Phil. Ari Widodo, M.Ed.

NIP. 196705271992031001

Pembimbing II,



Dr. Rini Solihat, M.Si.

NIP. 197902132001122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Kusnadi, M.Si.

NIP. 196805091994031001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Pembelajaran Proyek Air Pollution Blocker Berbasis STEM terhadap Kesadaran Berkelanjutan dan Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan pada Peserta Didik SMP” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 17 Agustus 2023
yang Membuat Pernyataan



Nabila Tazkiyyatul Afifah
NIM. 1904016

ABSTRAK

Isu pencemaran udara bertentangan dengan prinsip keberlanjutan. Oleh karena itu, perlu ada upaya untuk melatih peserta didik untuk memecahkan masalah ini. Namun, penelitian yang telah ada menunjukkan bahwa kesadaran masyarakat terhadap bahaya polusi udara masih rendah. Salah satu cara untuk mengajarkan isu-isu pembangunan berkelanjutan adalah dengan mengintegrasikannya dengan STEM. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimanakah pengaruh pembelajaran proyek *Air Pollution Blocker* berbasis STEM terhadap kesadaran berkelanjutan dan aksi peduli kesehatan lingkungan peserta didik SMP. Penelitian dilaksanakan dengan metode quasi eksperimental dengan desain *pretest-posttest nonequivalent control group*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan secara signifikan dapat meningkatkan kesadaran berkelanjutan dan aksi peduli kesehatan lingkungan peserta didik. Meski begitu, tidak semua indikator mengalami perbedaan yang signifikan. Perbedaan tertinggi terjadi pada variabel kesadaran berkelanjutan pada indikator kesadaran konseptual. Sementara itu, pada variabel aksi peduli kesehatan lingkungan, indikator yang paling dipengaruhi adalah capaian kompetensi.

Kata kunci: Pembelajaran berbasis STEM, Polusi Udara, Kesadaran Berkelanjutan, Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan

ABSTRACT

The issue of air pollution is undoubtedly contrary to the principle of sustainability. Thus, there is a need to solve this problem. However, the research that was conducted shows that people have low awareness of the dangers of air pollution. One of the ways to teach sustainable development issues is to integrate them with STEM. This research aimed to explain how is the effect of STEM-based learning by doing the *Air Pollution Blocker* project on sustainable awareness and action on environmental health issues in junior high school students. The research was carried out using a quasi-experimental method with a pretest-posttest nonequivalent control group design. The results showed that the treatment given was significantly different in students' sustainable awareness and action on environmental health issues in both of the classes. Even so, not all indicators experienced a significant difference. The highest increase occurred in the sustainable awareness variable in the conceptual awareness indicator. Meanwhile, in the action on environmental health issues variable, the highest indicator is competency.

Keywords: STEM-Based Learning, Air Pollution, Sustainability Awareness, Action on Environmental Health

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	7
1.3. Tujuan Penelitian.....	8
1.4. Manfaat Penelitian.....	8
1.5. Batasan Penelitian.....	9
1.6. Asumsi Penelitian	9
1.7. Hipotesis Penelitian	9
1.8. Struktur Organisasi Skripsi	9
BAB II PEMBELAJARAN PROYEK AIR POLLUTION BLOCKER BERBASIS STEM, KESADARAN BERKELANJUTAN, AKSI PEDULI KESEHATAN LINGKUNGAN	12
2.1. Pembelajaran Proyek <i>Air Pollution Blocker</i> Berbasis STEM.....	12
2.2. Kesadaran Berkelanjutan	18
2.3. Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1. Metode dan Desain Penelitian.....	28
3.2. Populasi dan Sampel.....	28
3.3. Definisi Operasional	29
3.4. Instrumen Penelitian	30
3.5. Prosedur Penelitian	37
3.6. Analisis Data	41

3.7. Alur Penelitian.....	44
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik.....	45
4.2. Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan pada Peserta didik	64
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	77
5.1. Simpulan	77
5.2. Implikasi.....	78
5.3. Rekomendasi	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	88
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	179

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tahapan Pembelajaran dengan Model STEM (Widodo, 2021).....	17
Tabel 3.1. Desain Penelitian.....	28
Tabel 3.2. Kisi-kisi Instrumen Kesadaran Berkelanjutan Sebelum Uji Validitas dan Reliabilitas.....	31
Tabel 3.3. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Kesadaran Berkelanjutan.....	32
Tabel 3.4. Kisi-kisi Instrumen Kesadaran Berkelanjutan yang Digunakan.....	33
Tabel 3.5. Sampel Butir Pernyataan Instrumen Kesadaran Berkelanjutan.....	33
Tabel 3.6. Kisi-Kisi Instrumen Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan Pra Pengujian Validitas dan Reliabilitas.....	34
Tabel 3.7. Hasil Uji Validitas dan Uji Reliabilitas Instrumen Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan.....	35
Tabel 3.8. Kisi-Kisi Instrumen Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan.....	36
Tabel 3.9. Contoh Butir Pernyataan Instrumen Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan.....	36
Tabel 3.10. Kisi-Kisi Pertanyaan Wawancara Kepada Guru dan Peserta Didik..	37
Tabel 3.11. Deskripsi Pemberian Perlakuan pada Pengumpulan Data.....	38
Tabel 4.1. Hasil Analisis Statistik Deskriptif dan Uji Hipotesis Kesadaran Berkelanjutan.....	45
Tabel 4.2. Hasil Uji Hipotesis pada Setiap Indikator Variabel Kesadaran Berkelanjutan.....	52
Tabel 4.3. Hasil Analisis Statistik Deskriptif dan Uji Hipotesis Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan.....	65
Tabel 4.4. Hasil Uji Hipotesis pada Setiap Indikator Variabel Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Terjadinya Kesadaran.....	19
Gambar 2.2. <i>Stages of Change Model</i>	24
Gambar 2.3. <i>Theory of Planned Behaviour</i>	25
Gambar 2.4. Dimensi dari Kompetensi Global yang dirumuskan OECD.....	27
Gambar 3.1. Alur Penelitian.....	44
Gambar 4.1. (a) Kategorisasi Hasil Uji N-Gain Kesadaran Berkelanjutan Peserta didik pada kelas eksperimen, (b) Kategorisasi Hasil Uji N-Gain Kesadaran Berkelanjutan Peserta didik pada kelas kontrol.....	50
Gambar 4.2. Rata-Rata Nilai Kesadaran Konseptual Peserta Didik.....	52
Gambar 4.3. Jawaban kelompok 3 pada tahapan kegiatan perumusan masalah..	54
Gambar 4.4. Rata-Rata Nilai Kesadaran Berdasarkan Pengalaman Peserta Didik.....	56
Gambar 4.5. Rata-Rata Nilai Kesadaran untuk Terlibat Peserta Didik.....	58
Gambar 4.6. Rata-Rata Nilai Kesadaran untuk Beradaptasi Peserta Didik.....	62
Gambar 4.7. (a) Kategorisasi Hasil Uji <i>N-Gain</i> Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan Peserta didik pada kelas eksperimen, (b) Kategorisasi Hasil Uji <i>N-Gain</i> Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan Peserta didik pada kelas kontrol.....	67
Gambar 4.8. Rata-Rata Nilai Tindakan Masa Lalu dan Masa Depan Peserta Didik.....	68
Gambar 4.9. Rata-Rata Nilai Capaian Kompetensi Peserta Didik.....	70
Gambar 4.10. (a) Desain kelompok 4 dan (b) Desain kelompok 1.....	72
Gambar 4.11. (a) Hasil pengujian alat yang dilakukan kelompok 4, dan (b) penilaian kelompok 4 terhadap alat yang telah dibuat.....	73
Gambar 4.12. Rata-Rata Nilai Tindakan Masa Depan Peserta Didik.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Kesadaran Berkelanjutan	88
Lampiran 2. Instrumen Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan.....	90
Lampiran 3. Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM	92
Lampiran 4. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran.....	103
Lampiran 5. Pengujian Validitas dan Reliabilitas Instrumen	117
Lampiran 6. Surat Izin Penelitian dan Surat Telah Melaksanakan Penelitian...	123
Lampiran 7. Data Penilaian, Hasil Uji Gain, N-Gain, Kategorisasi dan Tafsiran Nilai Kesadaran Berkelanjutan dan Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan Peserta Didik	125
Lampiran 8. Hasil Uji Statistik Kesadaran Berkelanjutan dan Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan Peserta Didik	145
Lampiran 9. Isian Lembar Kerja Peserta Didik	156
Lampiran 10. Wawancara Peserta Didik dan Guru.....	165
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian	177

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, J. & Hasibuan, F. A. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara terhadap Kesehatan untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam tentang Bahaya dari Polusi Udara. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV (SNFUR-4)*, 978–979.
- Allen, W. (2021). Influencing practice change: An introduction to behaviour change models and strategies. *Learning for Sustainability*.
- Al-Shidi, H. K., Ambusaidi, A. K., & Sulaiman, H. (2021). Public awareness, perceptions and attitudes on air pollution and its health effects in Muscat, Oman. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 71 (9), 1159–1174.
- Amado, A., Dalelo, A., Adom̃ent, M., & Fischer, D. (2017). Engaging teacher educators with the sustainability agenda: A case study of a pilot professional development program from Ethiopia. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18 (5), 715–737.
- Anggraeni, S. H. D. A., Darundiati, Y. H., & Joko, T. (2021). Analisis Konsentrasi PM10 Hasil Pengukuran Stasiun BMKG Kemayoran di Jakarta Pusat Pada Masa Pandemi COVID-19. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 20 (1), 63–69.
- Ariwidodo, E. (2014). Relevansi Pengetahuan Masyarakat tentang Lingkungan dan Etika Lingkungan dengan Partisipasinya dalam Pelestarian Lingkungan. *Nuansa*, 11 (1), 1–20.
- Ashok, D., Selvam, V., & Chinta, R. (2017). Awareness of consequences of Air pollution among Urban students. *Ecology, Environment and Conservation*, 23 (4), 386–393.
- Astuti, I. D., Toto, & Yulisma, L. (2019). Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Aktivitas Belajar Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi Volume*, 11(2).
- Ayu, I. R. (2020). Keterkaitan Literasi dengan Adaptasi Mahasiswa di Masa Pandemi. *Jurnal Amal Pendidikan*, 1(2), 122–128.
- A'yun, I. Q., & Umaroh, R. (2022). Polusi Udara dalam Ruang dan Kondisi Kesehatan: Analisis Rumah Tangga Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 22(1).
- Bahauddin, K. M., Rahman, N., & Hasnine, M. T. (2016). Public Perception, Knowledge, and Participation in Climate Change Adaptation Governance in the Coastal Region of Bangladesh Using the Social Ecological Inventory (SEI) Tool. *Environmental Practice*, 18(1), 32–43.
- Beardon, T. (2003). *Mathematics Education for the 21 st Century*. September, 1–12.

- BMG Research. (2023). *Public Engagement with Air Quality in Scotland Report 2022* (Issue May).
- Borowski, P. F. (2019). Adaptation Strategy on Regulated Markets of Power Companies in Poland. *Energy & Environment*, 30 (1), 3–26.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329 (5995), 996.
- Chattaraj, S. K. (2017). Education for Sustainable Development. In *International Journal of Trend in Scientific Research and Development: Vol. Volume-2* (Issue Issue-1).
- Chen, S. Y., & Liu, S. Y. (2020). Developing students' action competence for a sustainable future: A review of educational research. *Sustainability (Switzerland)*, 12 (4).
- Clarisa, G., Danawan, A., Fani, A., & Wijaya, C. (2020). *Penerapan Flipped Classroom dalam Konteks ESD untuk Meningkatkan Kemampuan Membangun Sustainability Awareness Siswa*. 3(1), 13–25.
- Darren, G., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.
- Dasrita, Y., Saam, Z., Amin, B., & Siregar, Y. I. (2015). Kesadaran Lingkungan Siswa Sekolah Adiwiyata. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 2 (1), 61.
- der Werff, E. Van, Steg, L., & Keizer, K. (2014). I Am What I Am, by Looking Past the Present: The Influence of Biospheric Values and Past Behavior on Environmental Self-Identity. *Environment and Behavior*, 46 (5), 626–657.
- Effendi, B. (2019). Peningkatan Kesadaran Pelajar dengan Edukasi Konservasi Lingkungan Hidup di Sekolah Menengah Kejuruan Kesehatan Kharisma. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat: Media Pemikiran dan Dakwah Pembangunan*, 3 (2).
- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to Successful Implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning*, 7 (2), 63–74.
- Ekamilasari, Permanasari, A., & Pursitasari, I. D. (2021). Students' Critical Thinking Skills and Sustainability Awareness in Science Learning for Implementation Education for Sustainable Development. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 1 (1), 121–124.
- Esmiati, A. N., Prihartanti, N., & Partini, P. (2020). Efektivitas pelatihan kesadaran diri untuk meningkatkan kedisiplinan siswa. *Jurnal Ilmiah Psikologi Terapan*, 8 (1), 113.
- Global STEM Alliance. (2016). *STEM Education Framework*. The New York Academy of Sciences.

- Greenstone, M., & Fan, Q. (2019). Indonesia's Worsening Air Quality and its Impact on Life Expectancy. *Air Quality Life Index, March*, 1–10.
- Gündüz, Ş. (2017). A Research about Attitudes and Behaviors of University Students with Having Different Cultures towards the Environment through Sustainable Development. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13 (6), 1881–1892.
- Hadjichambis, A. C. & Paraskeva-Hadjichambi, D. (2020). Environmental citizenship questionnaire (ECQ): The development and validation of an evaluation instrument for secondary school students. *Sustainability (Switzerland)*, 12 (3).
- Han, S., Kim, J., & Ko, S. H. (2021). Advances in air filtration technologies: structure-based and interaction-based approaches. *Materials Today Advances*, 9 (1).
- Hanif, S., Wijaya, A. F. C., Winarno, N., & Salsabila, E. R. (2019). The Use of STEM Project-Based Learning Toward Students' Concept Mastery in Learning Light and Optics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280 (3).
- Haryanto, B. (2018). *Climate Change and Urban Air Pollution Health Impacts in Indonesia BT - Climate Change and Air Pollution: The Impact on Human Health in Developed and Developing Countries* (pp. 215–239). Springer International Publishing.
- Hastjarjo, D. (2015). Sekilas Tentang Kesadaran (*Consciousness*). *Jurnal Buletin Psikologi*, 13 (2), 79–90.
- Heiskanen, E., Thidell, Å., & Rodhe, H. (2016). Educating sustainability change agents: The importance of practical skills and experience. *Journal of Cleaner Production*, 123, 218–226.
- Helvaci, S. C., & Helvaci, İ. (2019). An Interdisciplinary Environmental Education Approach: Determining the Effects of E-STEM Activity on Environmental Awareness. *Universal Journal of Educational Research*, 7 (2), 337–346.
- Henry, M. A., Shorter, S., Charkoudian, L., Heemstra, J. M., & Corwin, L. A. (2019). FAIL is not a four-letter word: A theoretical framework for exploring undergraduate students' approaches to academic challenge and responses to failure in STEM learning environments. *CBE Life Sciences Education*, 18 (1).
- Here, S. V. & Priyanto, P. H. (2014). Subjective Well-Being Pada Remaja Ditinjau Dari Kesadaran Lingkungan. *Psikodimensia*, 13 (1), 10–21.
- Hinyard, L. J. & Kreuter, M. W. (2007). Using narrative communication as a tool for health behavior change: A conceptual, theoretical, and empirical overview. *Health Education and Behavior*, 34 (5), 777–792.

- Hsu, Y. S., & Yeh, Y. F. (2019). Asia-pacific STEM teaching practices: From theoretical frameworks to practices. *Asia-Pacific STEM Teaching Practices: From Theoretical Frameworks to Practices*.
- IQAir. (2022). *Kualitas udara di Kota Bandung*. IQAir. <https://www.iqair.com/id/indonesia/west-java/bandung>
- Istiqomah, N. A., & Marleni, N. N. N. (2020). Particulate air pollution in Indonesia: Quality index, characteristic, and source identification. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 599 (1).
- Kang, J., & Hong, J. H. (2021). Framing effect of environmental cost information on environmental awareness among high school students. *Environmental Education Research*, 27 (6), 936–953.
- Kelley, T. R. & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3 (1).
- Kerret, D., Orkibi, H., Bukchin, S., & Ronen, T. (2020). Two for One : Achieving Both Pro-Environmental Behavior and Subjective Well-Being by Implementing Environmental-Hope-Enhancing Programs in Schools. *The Journal of Environmental Education*, 2 (1), 1–15.
- Khan, A., Plana-ripoll, O., Antonsen, S., Brandt, J., Geels, C., Landecker, H., Sullivan, P. F., Pedersen, C. B., & Rzhetsky, A. (2019). Environmental pollution is associated with increased risk of psychiatric disorders in the US and Denmark. *PLOS Biology*, 17 (8), 1–28.
- Khoiri, A., Sunarno, W., Sajidan, S., & Sukarmin, S. (2021). Analysing students ' environmental awareness profile using strategic environmental assessment. *F1000Research*, May, 1–27.
- Klaniecki, K. & Wuropulos, K. (2020). Behaviour Change for Sustainable Development. *Encyclopedia of Sustainability in Higher Education*, 161 (1).
- Kusnandar, V. B. (2022). *Kota Bandung Wilayah Terpadat di Jawa Barat pada 2021*. Databooks Indonesia.
- Lestari, D. (2017). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis STEM terhadap Keterampilan Rekayasa dan Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Pencemaran Udara*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Manuti, A. (2013). Climate Change Awareness : An Explorative Study on the Discursive Construction of Ethical Consumption in a Communication Campaign. *American Journal of Applied Psychology*, 1 (3), 65–71.
- Mardhiyatirrahmah, L., Muchlas, & Marhayati. (2020). Dampak Positif dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Matematika di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 6, 78–88.

- Maulana, E., & Haryanto, H. C. (2020). Bagaimana Kondisi Kesadaran Lingkungan Terkait Pencemaran Udara yang Dimiliki oleh Masyarakat Perkotaan? (Studi Pendahuluan pada Masyarakat di Jakarta). *INQUIRY: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 11 (1), 40–50.
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible ‘hidden variable’ in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 1259–1268.
- Mor, S., Parihar, P., & Ravindra, K. (2022). Community perception about air pollution, willingness to pay and awareness about health risks in Chandigarh, India. *Environmental Challenges*, 9, 100656.
- Mpofu, V. (2019). A Theoretical Framework for Implementing STEM Education. *Intech*, 32, 137–144.
- Nabila, S. (2022). *Pengaruh Penggunaan Pemodelan Iklim Bumi (Climate System Modeling) dan Virtual Laboratorium Perubahan Iklim (Climate Change Virtual Laboratory) terhadap Pemahaman dan Kesadaran Siswa tentang Perubahan Iklim*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Nurjanah, Kresnowati, L., & Mufid, A. (2014). Gangguan Fungsi Paru dan Kadar Cotinine pada Urin Karyawan yang Terpapar Asap Rokok Orang Lain. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10 (5), 43–52.
- Nurwidodo, N., Amin, M., Ibrohim, I., & Sueb, S. (2019). The Role of Eco-School Program (Adiwiyata) towards Environmental Literacy of High School Students. *European Journal of Educational Research*, 9 (3), 1089–1103.
- Nusantari, E. D. N. (2022). *Pengaruh Pembuatan Video Dokumenter Pantai dan Laut terhadap Pemahaman dan Kesadaran Perubahan Iklim Siswa SMA*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Nuwangi, P. P. (2022). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis Future Workshop terhadap Anticipatory Competency dan Intensi Prolingkungan Siswa Sekolah Menengah Atas dalam Isu Perubahan Iklim*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ortiz-Marcos, I., Breuker, V., Rodríguez-Rivero, R., Kjellgren, B., Dorel, F., Toffolon, M., Uribe, D., & Eccli, V. (2020). A framework of global competence for engineers: The need for a sustainable world. *Sustainability (Switzerland)*, 12 (22), 1–25.
- Osagbemi, G., Adebayo, Z. B., & Aderibigbe, S. (2010). Awareness, attitude and practice towards indoor air pollution (IAP) amongst residents of Oke - Oyi in Ilorin. *The Internet Journal of Epidemiology*, 8 (1).
- Pahnke, J., O’Donnell, C. & Bascopé, M. (2019). Using Science to Do Social Good: STEM Education for Sustainable Development. *International Dialogue on STEM Education*, 5 (6), 1–22.

- Pinem, M. (2016). Pengaruh Pendidikan dan Status Sosial Ekonomi Kepala Keluarga bagi Kesehatan Lingkungan Masyarakat. *Jurnal Ilmu Pemerintahan Dan Sosial Politik*, 4 (1), 97–106.
- Prahesti, V. D. (2021). Analisis Tindakan Sosial Max Weber dalam Kebiasaan Membaca Asmaul Husna Peserta Didik MI/SD. *AN NUR: Jurnal Studi Islam*, 13 (2), 137–152.
- Pratama, A., & Sofyan, A. (2020). Analisis Dispersi Pencemar Udara PM10 di Kota Bandung Menggunakan WRF-CHEM Data Asimilasi PM 10. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26 (April), 19–36.
- Purnomo, P., & Palupi, M. S. (2016). Pengembangan Tes Hasil Belajar Matematika Materi Menyelesaikan Masalah yang Berkaitan dengan Waktu, Jarak, dan Kecepatan untuk Siswa Kelas V. *Jurnal Penelitian (Edisi Khusus PGSD)*, 20 (2), 151–157.
- Putra, D. F. (2017). Faktor Yang Mempengaruhi Perilaku Peduli Lingkungan Masyarakat Pesisir (Studi Kasus Pesisir Desa Jenu Kabupaten Tuban). *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi*, 2 (1), 117–126.
- Putri, A. A. (2022). *Pengaruh Pemodelan Iklim yang Diikuti Penggunaan Pemodelan Iklim Terhadap Pemahaman dan Kesadaran Perubahan Iklim Siswa SMA*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ramos, G., & Schleicher, A. (2018). The OECD PISA Global Competence Framework: Preparing our Youth for an Inclusive and Sustainable World. *Oecd*, 43.
- Raymundo, M. G., Matheus, C., & de Moraes Hoefel, J. L. (2019). Awareness of Sustainability Issues. In W. Leal Filho (Ed.), *Encyclopedia of Sustainability in Higher Education* (pp. 76–83). Springer International Publishing.
- Remington-Doucette, S. M., Connell, K. Y. H., Armstrong, C. M., & Musgrove, S. L. (2014). Assessing sustainability education in a transdisciplinary undergraduate course focused on real-world problem solving A case for disciplinary grounding. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 15 (4), 390–403.
- Rieckmann, M. (2017). Education for Sustainable Development Goals (SDGs). *European Conference on Educational Research 2017*.
- Rustaman, N. Y., Afianti, E., & Maryati, S. (2018). STEM Based Learning to Facilitate Middle School Students' Conceptual Change, Creativity, and Collaboration in Organization of Living System Topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013 (1).
- Sari, U., Duygu, E., Şen, Ö. F., & Kirindi, T. (2020). The Effects of STEM Education on Scientific Process Skills and STEM Awareness in Simulation

- Based Inquiry Learning Environment. *Journal of Turkish Science Education*, 17 (3).
- Schraufnagel, D. E., Balmes, J. R., Cowl, C. T., & Matteis, S. De. (2018). Air Pollution and Noncommunicable Diseases A Review by the Forum of International Respiratory Societies ' Environmental Committee , Part 1 : The Damaging Effects of Air Pollution. *CHEST*, 155 (2), 409–416.
- Sen, L. T. H., Bond, J., Phuong, L. T. H., Winkel, A., Tran, U. C., & Le, N. Van. (2021). The Importance of Climate Change Awareness for The Adaptive Capacity of Ethnic Minority Farmers in the Mountainous Areas of Thua Thien Hue Province. *Local Environment*, 26 (2), 239–251.
- Shriberg, M., & Macdonald, L. (2013). Sustainability Leadership Programs: Emerging Goals, Methods & Best Practices. *Journal of Sustainability Education*, 5 (May).
- Skamp, K., Boyes, E., & Stanisstreet, M. (2004). Students' Ideas and Attitudes about Air Quality. *Research in Science Education*, 34(3–4), 321–341.
- Stauffacher, M., Walter, A. I., Lang, D. J., Wiek, A., & Scholz, R. W. (2006). Learning to research environmental problems from a functional socio-cultural constructivism perspective: The transdisciplinary case study approach. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7 (3), 252–275.
- Stevenson, K., & Peterson, N. (2016). Motivating Action through Fostering Climate Change Hope and Concern and Avoiding Despair among Adolescents. *Sustainability*.
- Sublett, J. L. (2011). Effectiveness of Air Filters and Air Cleaners in Allergic Respiratory Diseases : A Review of the Recent Literature. *Curr Allergy Asthma Rep*, 11 (1), 395–402.
- Suh, H., & Han, S. (2019). Promoting Sustainability in University Classrooms using a STEM Project with Mathematical Modeling. *Sustainability (Switzerland)*, 11 (11).
- Sulistiyawati, S., Mulasari, S. A., & Sukei, T. W. (2018). Assessment of Knowledge Regarding Climate Change and Health among Adolescents in Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Environmental and Public Health*, 2018.
- Susiana, S. (2018). Peran Pemerintah Daerah dalam Penyelenggaraan Kesehatan Reproduksi (Studi di Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Kalimantan Barat). *Jurnal Aspirasi*, 7 (1), 1–16.
- Sutarti, Masturi, & Sucipto. (2013). Meningkatkan Kemampuan Beradaptasi Melalui Layanan Bimbingan Kelompok Siswa Kelas X MAN 2 Kudus. *Jurnal Sosial Dan Budaya*, 6 (2), 40–47.

- Sutinah, C., Widodo, A., Muslim, & Syaodih, E. (2023). Sustainable Awareness About Climate Change on Elementary School Pupils' Perspective: What Wonderful Finding!. *Al Ibtida: Journal of Teacher MI*, 10 (1), 53–62.
- Syakur, A. (2017). Education for Sustainable Development (ESD) sebagai Respon dari Isu Tantangan Global Melalui Pendidikan Berkarakter dan Berwawasan Lingkungan yang Diterapkan pada Sekolah Dasar, Sekolah Menengah dan Kejuruan di Kota Malang. *Eduscience*, 1 (1), 37–47.
- Tadena, M. T. G., & Salic-Hairulla, M. A. (2021). Raising Environmental Awareness through Local-Based Environmental Education in STEM Lessons. *Journal of Physics: Conference Series*, 1835 (1).
- Tang, H., Ma, Y., & Ren, J. (2022). Influencing factors and mechanism of tourists' pro-environmental behavior – Empirical analysis of the CAC-MOA integration model. *Frontiers in Psychology*, 13 (November), 1–18.
- Tonra, W. S., Tonra, W. S., Ikhsan, M., & Achmad, F. (2022). Improving Conceptual Understanding through STEM-Based Mathematics Learning. *JTAM: Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika*, 6 (3), 789–798.
- Troub, R. M. (1994). Economics, Public Opinion, and the Culture of Technical Control. *Journal of Economic Issues*, 28 (1), 240–256.
- Ullah, S. & Ullah, N. (2021). Air pollution and associated self - reported effects on the exposed students at Malakand division, Pakistan. *Environmental Monitoring and Assessment*.
- UNICEF. (2018). *Childhood Air Pollution Exposure*. Diambil dari <https://www.unicef.org/press-releases/>
- Unni, B., Tang, N., Cheng, Y. M., Gan, D., & Aik, J. (2022). Community knowledge, attitude and behaviour towards indoor air quality: A national cross-sectional study in Singapore. *Environmental Science and Policy*, 136 (June), 348–356.
- Ural, B. B., Caron, D. P., Dogra, P., Wells, S. B., Szabo, P. A., Granot, T., Senda, T., Poon, M. M. L., Lam, N., Thapa, P., Lee, Y. S., Kubota, M., Matsumoto, R., & Farber, D. L. (2022). Inhaled particulate accumulation with age impairs immune function and architecture in human lung lymph nodes. *Nature Medicine*, 28 (12), 2622–2632.
- Vandaele, M., & Stålhammar, S. (2022). “Hope Dies, Action Begins?” The Role of Hope for Proactive Sustainability Engagement among University Students. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(8), 272–289.
- Velázquez, F. D. C., & Rivas, F. L. (2020). Education for Sustainable Development in STEM (Technical Drawing): Learning Approach and Method for SDG 11 in Classrooms. *Sustainability*, 12 (7), 2706.

- Vijayan, V. K., Paramesh, H., Salvi, S. S., Anil, A., & Dalal, K. (2015). Enhancing indoor air quality – The air filter advantage. *Lung India*, 32(5), 473–479.
- Vogt, S. B., Russell, R. B., Moakley, J. J., Altman, B., Rubero, R., Davendonistodd, D., & Hartsook, H. (2015). How can we get work done even when we disagree?. *ACSC*, 15 (1).
- Waddill, D., Banks, S., & Marsh, C. (2010). The Future of Action Learning. *Advances in Developing Human Resources*, 12 (2), 260–279.
- Wang, Y., & Chen, B. (2021). Dust Capturing Capacity of Woody Plants in Clean Air Zones throughout Taiwan. *Atmosphere*, 1–13.
- Wardani, I. G. A. K., & Wihardit, K. (2021). Hakikat Penelitian Tindakan Kelas. In A. N. Choirmanta (Ed.), *Penelitian Tindakan Kelas* (2nd ed.). Universitas Terbuka.
- Widodo, A. (2021). Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Dasar-Dasar untuk Praktik. In *UPI Press*.
- Widoyoko, E. P. (2012). Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian. *Pustaka pelajar*, 15 (1).
- Widyastuti, F., Probosari, R. M., & Saputro, S. (2020). Developing Environmental Awareness through Experiential Learning: A Critical Analysis of Higher Education Students' Practices. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Wilker, E. H., Osman, M., & Weisskopf, M. G. (2023). Ambient air pollution and clinical dementia: systematic review and meta-analysis. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 381, e071620.
- Windaniati. (2015). Meningkatkan Kemampuan Penyesuaian Diri Siswa Melalui Teknik Cognitive Restructuring pada Kelas X TKR 1 SMK Negeri 7 Semarang. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 32 (1), 1–9.
- Wulandari, R. (2020). *Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Barat 2020*. ITB Press.
- Yoda, Y., Tamura, K., Adachi, S., Otani, N., Nakayama, S. F., & Shima, M. (2020). Effects of the use of air purifier on indoor environment and respiratory system among healthy adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10).
- Yuniati, Y. (2019). Sosialisasi Implementasi Buah-Buahan Sebagai Sumber Energi Listrik untuk Pengayaan Pelajaran Fisika Bagi Siswa SMA Yp Unila. *Sakai Sambayan: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 34.
- Zundel, C. G., Ryan, P., Brokamp, C., Heeter, A., Huang, Y., Strawn, J. R., & Marusak, H. A. (2022). Air pollution, depressive and anxiety disorders, and brain effects: A systematic review. *Neurotoxicology*, 93, 272–300.