

**MEREKONSTRUKSI PENDIDIKAN IPA:
Dari Literasi Sains ke Kesadaran
Keberlanjutan**

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan

MEREKONSTRUKSI PENDIDIKAN IPA: Dari Literasi Sains ke Kesadaran Keberlanjutan

Penulis:

Andi Reski, S.Si., M.Pd.

Mustakim, S.Pd., M.Pd.

Febrian Andi Hidayat, S.Pd., M.Pd.

Ismail, S.Pd., M.Si., M.Pd.

Siti Eneng Sururiyatul Mu'aziyah, S.P., M.Pd.

Dr. Irwan Muhammad Ridwan, S.Pd., M.Pd.

Supriyadi, S.Pd., M.Pd.

Editor:

Prof. Dr. Ir. Amiruddin Kade, S.Pd., M.Si



MEREKONSTRUKSI PENDIDIKAN IPA: Dari Literasi Sains ke Kesadaran Keberlanjutan

Penulis:

Andi Reski, S.Si., M.Pd.

Mustakim, S.Pd., M.Pd.

Febrian Andi Hidayat, S.Pd., M.Pd

Ismail, S.Pd., M.Si., M.Pd.

Siti Eneng Sururiyatul Mu'aziyah, S.P., M.Pd.

Dr. Irwan Muhammad Ridwan, S.Pd., M.Pd.

Supriyadi, S.Pd., M.Pd

Editor : Prof. Dr. Ir. Amiruddin Kade, S.Pd., M.Si

Desain Cover : Isnawati, S.Pd., M.Pd., Gr.

Tata Letak : Suhendar, S.Pd., M.Pd

Proofreader : Syaiful Rochman, S.Pd., M.Pd

Sumber:

<https://www.canva.com>

Hak Cipta 2025, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2025 by Dharma Samakta Edukhatulistiwa

All Right Reserved

Ukuran 15,5 x 23 cm (UNESCO)

Jumlah: viii + 283 Halaman

Cetakan Pertama, Maret 2025

ISBN:

Diterbitkan oleh:

PENERBIT DHARMA SAMAKTA EDUKHATULISTIWA

Jl. R.H. Didi Sukardi, Komp. SMAN 1 Kota Sukabumi, Indonesia

Website: <https://edukhatulistiwa.com>

E-mail: dharmasamaktaedu@gmail.com

Telp/Wa: 085759155966

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya buku ini yang berjudul *Merekonstruksi Pendidikan IPA: Dari Literasi Sains ke Kesadaran Keberlanjutan* dapat tersusun dan hadir sebagai kontribusi kolektif kami dalam pengembangan pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang adaptif terhadap tantangan global dan mendukung visi keberlanjutan abad ke-21.

Buku ini merupakan hasil kolaborasi dari tujuh penulis yang berasal dari berbagai institusi dan latar belakang keilmuan dalam bidang pendidikan fisika, pendidikan IPA, teknologi pendidikan, dan pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (*Education for Sustainable Development/ESD*). Masing-masing penulis membawa perspektif, pengalaman, dan kepakaran yang saling melengkapi, sehingga menghasilkan narasi yang holistik dan berbasis praktik serta teori yang kuat.

Dengan mengacu pada urgensi pembangunan berkelanjutan dan kompleksitas permasalahan global seperti krisis iklim, degradasi lingkungan, dan ketimpangan akses terhadap ilmu pengetahuan, buku ini mengajak pembaca untuk merefleksikan kembali arah dan peran pendidikan IPA. Literasi sains tidak lagi cukup jika hanya berfokus pada pemahaman konsep, tetapi perlu direkonstruksi sebagai jembatan menuju kesadaran keberlanjutan yang membekali peserta didik untuk berpikir kritis, berempati, dan bertindak nyata bagi masa depan bumi.

Buku ini terdiri atas tujuh bab yang disusun secara sistematis. Bab pertama membahas tantangan keberlanjutan dalam konteks pendidikan IPA. Bab kedua mengangkat pentingnya literasi sains sebagai fondasi berpikir ilmiah yang berorientasi masa depan. Bab ketiga hingga kelima menyoroti keterkaitan antara pendidikan IPA, kesadaran lingkungan, peran guru, dan implementasi kebijakan lintas negara. Bab keenam menekankan kurikulum IPA yang berorientasi keberlanjutan, dan bab ketujuh menutup dengan pembahasan tentang teknologi dan inovasi dalam pendidikan IPA sebagai penggerak transformasi.

Kami berharap buku ini dapat memberikan inspirasi dan referensi ilmiah bagi para guru, dosen, mahasiswa, peneliti, serta pemangku kepentingan di bidang pendidikan sains. Kami juga membuka ruang untuk masukan dan kritik konstruktif demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung proses penulisan buku ini, termasuk keluarga, kolega, dan institusi yang telah memberikan ruang dan semangat dalam mewujudkan karya ini.

Selamat membaca!

Sukabumi, Maret 2025

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
BAB 1 IPA dan Tantangan Keberlanjutan Era Modern	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Konsep Pendidikan IPA	2
1.3 Tantangan Keberlanjutan di Era Modern	6
1.4 Inovasi dalam Pendidikan IPA	9
1.5 Implementasi Inovasi dalam Pembelajaran IPA ...	12
1.6 Kendala Inovasi dalam Pembelajaran IPA	16
Referensi	20
BAB 2 Literasi Sains sebagai Fondasi Keberlanjutan	23
2.1 Pendahuluan	23
2.2 Manfaat Literasi Sains	27
2.3 Penerapan Literasi Sains dalam Pendidikan	31
2.4 Literasi Sains untuk Keberlanjutan	38
Referensi	41
BAB 3 Pendidikan IPA dan Kesadaran Lingkungan	48
3.1 Pendahuluan	48
3.2 Pendidikan IPA dan Kesadaran Lingkungan	52
3.3 Teknologi dan Inovasi	65
3.4 Strategi dan Tantangan	78
3.5 Rangkuman	86

Referensi	89
BAB 4 Guru, Literasi Sains dan Kesadaran Global	94
4.1 Pendahuluan	94
4.2 Peran Guru dalam Literasi Sains	101
4.3 Peran Guru dalam Kesadaran Global Siswa	106
4.4 Tantangan dalam Implementasi	111
4.5 Kesimpulan	116
Referensi	119
BAB 5 Implementasi Kebijakan Pendidikan IPA	122
5.1 Pendahuluan	122
5.2 Tren Kebijakan Global dalam Pendidikan IPA ...	125
5.3 Studi Perbandingan di Berbagai Negara	129
5.4 Implikasi Rekomendasi	161
Referensi	167
BAB 6 Kurikulum IPA yang Berorientasi pada Keberlanjutan	189
6.1 Pendahuluan	189
6.2 Kurikulum Berorientasi Keberlanjutan	202
6.3 Prinsip-prinsip Pengembangan Kurikulum IPA .	214
6.4 Pembelajaran Berorientasi Keberlanjutan	224
6.5 Integrasi Keberlanjutan Lokal	227
6.6 Peluang, tantangan, dan solusi	238
Referensi	241
BAB 7 Teknologi dan Inovasi Pendidikan IPA Berkelanjutan	247

7.1	Pendahuluan	247
7.2	Peran Teknologi	250
7.3	Inovasi Berbasis Teknologi	256
7.4	Implementasi Teknologi	261
7.5	Rangkuman	266
	Referensi	269
	RIWAYAT PENULIS	272

BAB 1

IPA dan Tantangan Keberlanjutan Era Modern

(Andi Reski, S.Si., M.Pd.)

1.1 Pendahuluan

Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan salah satu pilar utama dalam sistem pendidikan yang berperan penting dalam membentuk karakter, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis siswa. Melalui pembelajaran IPA, siswa tidak hanya memperoleh pemahaman tentang fenomena alam dan prinsip-prinsip ilmiah, tetapi juga diajak untuk mengembangkan keterampilan analitis serta kemampuan *problem solving* yang esensial dalam menghadapi tantangan kompleks di era modern. Di tengah dinamika globalisasi dan kemajuan teknologi informasi, pendidikan IPA menghadapi tantangan signifikan antara lain dalam hal integrasi teknologi digital, kesenjangan akses pendidikan antara wilayah, serta perlunya adaptasi kurikulum agar lebih relevan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan isu-isu kontemporer. Isu-isu seperti perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan krisis sumber daya alam semakin menegaskan urgensi pendidikan IPA yang tidak hanya menekankan aspek kognitif. Melainkan juga membentuk sikap dan perilaku yang mendukung keberlanjutan. Selain itu, pendekatan pembelajaran yang inovatif dan interdisipliner menjadi kunci dalam mengoptimalkan peran pendidikan IPA. Caranya dengan mengintegrasikan metode pembelajaran berbasis inkuiri, eksperimen, dan studi kasus. Proses pembelajaran juga dapat dirancang agar lebih kontekstual dan aplikatif,

mengukur hasil akhir, tetapi juga membantu mengarahkan perbaikan dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Meski demikian, implementasi inovasi juga menghadapi berbagai kendala seperti keterbatasan sumber daya dan resistensi terhadap perubahan. Dukungan kebijakan dari pemerintah dan lembaga terkait sangat diperlukan untuk menyediakan infrastruktur yang memadai, pendanaan, serta pelatihan intensif bagi tenaga pendidik.

Referensi

- Ahmad, T. S., & Yusoff, N. (2020). Digital Transformation In Education: A Review. *Journal Of Educational Technology*, 49(3), 157-176. <https://doi.org/10.22555/jo-eeed.v7i1.16>
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: Report of The World Commission on Environment and Development*. United Nations.
- Darmawan, A. (2019). Pendidikan Berkelanjutan: Konsep, Implementasi, dan Tantangan. *Jurnal Pendidikan Dan Pembangunan*, 4(1), 45-58.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in The Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12. <https://doi.org/10.3102/0013189X023007005>
- Freeman, S., Eddy, S. L., Mcdonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, And Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Fullan, M. (2007). *The New Meaning of Educational Change* (4th Ed.). Teachers College Press.

- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge.
- Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2009). *Education For Sustainable Development: A Transformative Learning Perspective*. UNESCO Publishing.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. National Academies Press.
- OECD. (2019). *Education At a Glance 2019: OECD Indicators*
 OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f8d7880d-en>
- Piaget, J. (1976). *The Child and Reality: Problems of Genetic Psychology*. Penguin Books.
- Reif, F., & Scott, L. A. (2000). Systematic Problem Solving in Physics: A Cognitive Study. *Instructional Science*, 28(2), 101-122.
- Santosa, S., & Hartono, R. (2021). Implementasi Inquiry-Based Learning Dalam Pendidikan IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 123-135.
- Sterling, S. (2001). *Sustainable Education: Re-Visioning Learning and Change*. Green Books.
- Tilbury, D. (2011). *Education For Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning*. UNESCO Publishing.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind In Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Wals, A. E., & Jickling, B. (2002). "Sustainability" In Higher Education: From Doublethink and Newspeak to Critical Thinking and Meaningful Action. *Journal Of Cleaner*

Production, 10(3), 215-222.
<https://doi.org/10.1108/14676370210434688>

Wiek, A., Withycombe Keeler, L., Schweizer, V., & Lang, D. J. (2011). Plausibility Indications in Complex Adaptive Systems: A Sustainability Assessment Perspective. *Futures*, 43(6), 649-669.

BAB 2

Literasi Sains sebagai Fondasi Keberlanjutan

(Mustakim, S.Pd., M.Pd.)

2.1 Pendahuluan

1. Definisi Literasi Sains

Literasi sains meliputi keterampilan dalam menghubungkan sains dengan kehidupan sehari-hari. Permasalahan dunia yang semakin kompleks menjadikan literasi sains menjadi alat penting bagi individu untuk memahami fenomena alam, mengambil keputusan berbasis bukti, dan berpartisipasi aktif dalam masyarakat berbasis ilmu pengetahuan (Adi & Hasani, 2022; Gultom & Alwi, 2024; Tillah & Subekti, 2025). Literasi sains secara luas didefinisikan sebagai kemampuan untuk memahami dan mengevaluasi konten ilmiah secara kritis untuk mencapai tujuan individu (Ashari et al., 2023; Irsan, 2021; Latif et al., 2022). Literasi sains mencakup pemahaman tentang konsep dasar sains, metode ilmiah, serta kesadaran akan dampak sains dan teknologi terhadap lingkungan dan masyarakat.

Seorang yang memiliki literasi sains memiliki kemampuan membaca data atau hasil eksperimen, dan memahami cara kerja sains sebagai proses investigatif yang berbasis hipotesis dan bukti. Kemampuan membedakan antara fakta dan opini, memahami risiko serta manfaat teknologi, dan berpikir kritis terhadap berbagai isu global seperti perubahan iklim, kesehatan, serta sumber daya alam harus dimiliki oleh seorang yang memiliki literasi sains.

dalam mencari solusi atas permasalahan kompleks di masyarakat. Siswa pun jarang diberi kesempatan untuk berdiskusi mengenai implikasi sosial-politik dari penerapan ilmu sains, padahal hal tersebut sangat penting guna menumbuhkan kesadaran akan tanggung jawab kolektif dalam menghadapi tantangan global.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dilakukan pergeseran mendasar dalam rancangan kurikulum pendidikan sains. Kurikulum sebaiknya dirancang dengan menekankan tujuan-tujuan sosioedukatif yang mampu mengintegrasikan aspek teknis dengan nilai-nilai kemanusiaan, serta mendorong keterlibatan aktif siswa dalam aksi-aksi sosial dan politik. Pendekatan interdisipliner ini tidak hanya akan memperkaya pemahaman ilmiah, tetapi juga membekali siswa dengan kemampuan untuk berpikir kritis, kreatif, dan responsif terhadap dinamika sosial.

Reformasi ini menuntut kerjasama antara pendidik, pembuat kebijakan, serta komunitas ilmiah untuk merancang metode pengajaran yang lebih holistik dan sesuai dengan kebutuhan zaman. Dengan mengedepankan diskusi, kolaborasi, serta integrasi antar disiplin ilmu, pendidikan sains dapat menjadi wahana transformasi sosial yang menghasilkan lulusan berkemampuan teknis dan pemimpin inovatif di masyarakat. Upaya ini diyakini akan memperkuat peran sains dalam menciptakan solusi atas permasalahan global yang kompleks dan berdampak signifikan berkelanjutan.

Referensi

Adi, N. P., & Hasani, Z. F. (2022). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Melalui Pengembangan

- Science Worked Example Dalam Konteks Kearifan Lokal Wonosobo (Kajian Teori). *Jurnal Al-Qalam*, 23(2), 69–74. <https://doi.org/10.32699/al-qalam.v23i2.4214>
- Alfiah, M. H., Bramastia, & Sukarmin. (2024). Peran Literasi Sains dalam Meningkatkan Kompetensi Siswa SMK : Sebuah Tinjauan Literatur The Role of Science Literacy in Enhancing Competencies of Vocational High School Students : A Literature Review. *Proceeding Biology Education Conference*, 21, 108–115.
- Amira Vashti, T., Hairida, & Hadi, L. (2020). Deskripsi Literasi Sains Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Siswa Smp Negeri Pontianak. *Educhem*, 1(2), 38–49.
- Ardiyanti, Y., Suyanto, S., & Suryadarma, I. G. P. (2019). The role of students science literacy in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1321(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/3/032085>
- Ashari, S. E., Rachmadiarti, F., & Herdyastuti, N. (2023). Analysis of the Science Literacy Profile of Students at State Junior High School. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 4(6), 889–898. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i6.340>
- Bae, J., Shavlik, M., Shatrowsky, C. E., Haden, C. A., & Booth, A. E. (2023). Predicting grade school scientific literacy from aspects of the early home science environment. *Frontiers in Psychology*, 14(April), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1113196>
- Bramastia, B., & Rahayu, S. (2023). Study of Science Learning Based on Scientific Literacy in Improving Critical Thinking: A Scoping Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 499–510. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.5667>
- Britt, M. A., Richter, T., & Rouet, J. F. (2014). Scientific Literacy: The Role of Goal-Directed Reading and Evaluation in Understanding Scientific Information.

- Educational Psychologist, 49(2), 104–122.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2014.916217>
- Cansiz, M., & Cansiz, N. (2019). Reconceptualizing and field testing the scientific literacy framework by exploring the aspect of scientific literacy in Turkish science curriculum. *Journal of Baltic Science Education*, 18(5), 681–691.
<https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.681>
- Chasanah, N., Widodo, W., & Suprpto, N. (2022). Pengembangan Instrumen Asesmen Literasi Sains Untuk Mendeskripsikan Profil Peserta Didik. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 474–483.
<https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.474-483>
- Cho, E. H. (2022). Cultivating Science Literacy Through the General Education Curriculum. *The Korean Association of General Education*, 16(5), 203–216.
<https://doi.org/10.46392/kjge.2022.16.5.203>
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28, 205–248.
<https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>
- Dori, Y. J., Avargil, S., Kohen, Z., & Saar, L. (2018). Context-based learning and metacognitive prompts for enhancing scientific text comprehension. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1198–1220.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470351>
- Efendi, N., Barkara, R. S., Universitas, D., Negeri, I., & Binjol, I. (2021). Studi literatur literasi sains di sekolah dasar. *Jurnal Dharma PGSD*, 1(2), 57–64.
- Forbes, C. T., Neumann, K., & Schiepe-tiska, A. (2020). Patterns of inquiry-based science instruction and student science achievement in PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 48(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1758851>

- Science Education, 42(5), 783–806.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1730017>
- Gultom, L. N., & Alwi, N. A. (2024). Implementasi Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Sadewa : Publikasi Ilmu Pendidikan, Pembelajaran Dan Ilmu Sosial*, 2(3), 170–179.
<https://doi.org/10.61132/sadewa.v2i3.952>
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362.
<https://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Howell, E. L., & Brossard, D. (2021). (Mis)informed about what? What it means to be a science-literate citizen in a digital world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(15), 1–8.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1912436117>
- Irsan. (2021). Implementasi Literasi Sains Dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5631–5639.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1682>
- Jeong, S., Sherman, B., & Tippins, D. J. (2021). The Anthropocene as we know it : posthumanism , science education and scientific literacy as a path to sustainability. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 805–820. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10029-9>
- Kampa, N., Scherer, R., Saß, S., & Schipolowski, S. (2021). The relation between science achievement and general cognitive abilities in large-scale assessments. *Intelligence*, 86(February), 101529.
<https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101529>
- Klucsevsek, K. (2017). The intersection of information and science literacy. *Communications in Information Literacy*, 11(2), 354–365.
<https://doi.org/10.15760/comminfolit.2017.11.2.7>

- Latif, A., Pahru, S., & Muzakkar, A. (2022). Studi Kritis Tentang Literasi Sains dan Problematikanya di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(6), 9878–9886. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i6.4023>
- Limiansih, K., Sulistyani, N., & Melissa, M. M. (2024). Persepsi Guru SMP terhadap Literasi Sains dan Implikasinya pada Pembelajaran Sains di Sekolah Kintan. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 786–796. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1858>
- Nana, N. (2020). Pengaplikasian Sains dalam Keluarga untuk Menghadapi Abad 21. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(1), 54–57. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i1.41406>
- Pratama, R., Alamsyah, M., Siburian, M. F., Marhento, G., Jonathan, G. L., & Susanti, W. (2024). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada Mata Pelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(02), 576–581. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i2.1619>
- Pujawan, I. G. N., Rediani, N. N., Antara, I. G. W. S., Putri, N. N. C. A., & Bayu, G. W. (2022). Revised Bloom Taxonomy-Oriented Learning Activities To Develop Scientific Literacy and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 47–60. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.34628>
- Queiruga-dios, M. Á., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M. C., & Dorrío, J. B. V. (2020). Citizen Science for Scientific Literacy and the Attainment of Sustainable Development Goals in Formal Education. *Sustainability*, 12(10), 4283. <https://doi.org/10.3390/su12104283>
- Saraswati, Y., Indana, S., & Sudibyo, E. (2021). Science Literacy Profile of Junior High School Students Based on Knowledge, Competence, Cognitive, and Context Aspects. *IJORER: International Journal of Recent*

- Educational Research, 2(3), 329–341.
<https://doi.org/10.46245/ijorer.v2i3.118>
- Seema, P. V. (2024). Developing scientific literacy to promote 21st century skills. *I-Manager's Journal on School Educational Technology*, 20(1), 1–4.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:272876818>
- She, H., Lin, H., & Huang, L.-Y. (2019). Reflections on and implications of the programme for international student assessment 2015 performance of students in Taiwan : The role of epistemic beliefs about science in scientific literacy. *J Res Sci Teach*, 56(March), 1309–1340.
<https://doi.org/10.1002/tea.21553>
- She, J., Chan, K. K. H., Wang, J., Hu, X., & Liu, E. (2025). Effect of Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Student Achievement: Evidence From Both Text- and Video-Based Pedagogical Content Knowledge Tests. *American Educational Research Journal*, 62(1), 92–135.
<https://doi.org/10.3102/00028312241278627>
- Sun, M., Wang, M., & Wegerif, R. (2020). Effects of divergent thinking training on students' scientific creativity: The impact of individual creative potential and domain knowledge. *Thinking Skills and Creativity*, 37(June), 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100682>
- Suparya, I. K., I Wayan Suastra, & Putu Arnyana, I. B. (2022). Rendahnya Literasi Sains: Faktor Penyebab Dan Alternatif Solusinya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 153–166.
<https://doi.org/10.38048/jipcb.v9i1.580>
- Sutiani, A., Situmorang, M., & Silalahi, A. (2021). Implementation of an Inquiry Learning Model with Science Literacy to Improve Student Critical Thinking

- Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 117–138. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.1428a>
- Sutrisna, N. (2021). Analisis kemampuan literasi sains peserta didik SMA di Kota Sungai Penuh. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(12). <https://doi.org/10.47492/jip.v1i12.530>
- Tillah, N. F., & Subekti, H. (2025). Analisis Kemampuan Literasi Sains Siswa SMP Berdasarkan Indikator Dan Level Literasi Sains. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 12(1), 137–154. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v12i1.1271>
- Ulumiyah, D., Sumantri, M. S., Rahmawati, Y., & Iasha, V. (2022). An Analysis of Science Literacy Ability Elementary School Students Dzuhrotul. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3544–3553. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2623>
- Wijayanto, N., Gani, A., Hasan, M., & Widowati, A. (2023). The effectiveness of flipped classroom on scientific literacy and critical thinking improvement. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 15(2), 119–129. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v15i2.45523>
- Wisdayana, N., Achyani, Aththibby, A. R., & Pratiwi, D. (2025). Integrasi Literasi Sains pada Bahan Ajar Berbasis Socio Scientific Issues. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(1), 40–50. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2164>
- Wuryani, W., & Nugraha, V. (2021). Pendidikan Keluarga dalam Penguatan Literasi Dasar pada Anak. *Semantik*, 10(1), 101–110. <https://doi.org/10.22460/semantik.v10i1.p101-110>
- Yasa, I. M. W., Wijaya, I. K. W. B., Indrawan, I. P. O., Muliani, N. M., & Darmayanti, N. W. S. (2022). The Implementation Profile of The Science Literacy Movement in Elementary Schools. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 6(2), 319–330. <https://doi.org/10.23887/jisd.v6i2.45174>

BAB 3

Pendidikan IPA dan Kesadaran Lingkungan

(Febrian Andi Hidayat, S.Pd., M.Pd.)

3.1 Pendahuluan

Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran yang sangat strategis dalam membangun kesadaran lingkungan di kalangan siswa. Kesadaran lingkungan merupakan fondasi penting dalam upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan lingkungan global yang semakin kompleks, termasuk pemanasan global, pencemaran lingkungan, krisis air bersih, dan hilangnya keanekaragaman hayati akibat eksploitasi sumber daya yang tidak berkelanjutan (Ali et al., 2023; Arshad et al., 2020). Sebagai bagian dari pendidikan sains, pendidikan IPA tidak hanya bertujuan untuk menyampaikan konsep-konsep ilmiah, tetapi juga harus menjadi media untuk membangun sikap dan tindakan nyata yang mendukung kelestarian lingkungan. Menurut penelitian oleh Roczen et al. (2014), pembelajaran IPA yang mengintegrasikan konsep keberlanjutan dapat meningkatkan kepedulian lingkungan siswa serta mendorong mereka untuk terlibat dalam aksi nyata seperti pengurangan limbah plastik dan penghematan energi. Oleh karena itu, penguatan pendidikan IPA dalam konteks keberlanjutan bukan hanya menjadi tuntutan akademik tetapi juga kebutuhan global yang harus segera diimplementasikan dalam berbagai jenjang pendidikan.

langsung dalam memahami bagaimana prinsip keberlanjutan diterapkan dalam dunia nyata. Kunjungan lapangan ke kawasan konservasi, perusahaan yang menerapkan teknologi hijau, serta keterlibatan dalam penelitian berbasis komunitas dapat memperkaya wawasan siswa dan memperkuat motivasi mereka untuk terlibat dalam aksi-aksi keberlanjutan. Selain itu, dukungan dari pemerintah dalam bentuk kebijakan pendidikan yang lebih inklusif terhadap isu lingkungan sangat diperlukan guna memastikan bahwa pendidikan IPA tidak hanya berfungsi sebagai instrumen akademik, tetapi juga sebagai alat transformasi sosial dalam menciptakan generasi yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan. Dengan pendekatan yang lebih integratif dan berbasis kolaborasi, pendidikan IPA dapat berperan sebagai agen perubahan yang efektif dalam membangun kesadaran lingkungan, meningkatkan literasi sains, serta menanamkan nilai-nilai keberlanjutan bagi generasi mendatang.

Referensi

- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2010). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 540-563. <https://doi.org/10.1002/tea.20351>
- Ballantyne, R., & Packer, J. (2011). Using tourism free-choice learning experiences to promote environmentally sustainable behaviour: The role of post-visit 'action resources'. *Environmental Education Research*, 17(2), 201-215. <https://doi.org/10.1080/13504622.2010.530645>
- Bulus, M., & Ngalm, A. (2022). Artificial intelligence in environmental monitoring and its implications for educa-

- tion. *Environmental Science & Technology*, 56(12), 7235-7250. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c00274>
- Bybee, R. W. (2013). The Next Generation Science Standards and the life sciences. *Science & Education*, 22(9), 2179–2193. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9577-8>
- Çabuk, F., & İsal, S. (2023). The effect of environmental awareness education program on children's environmental awareness. *İnsan ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(Education Special Issue), 379-400. <https://doi.org/10.53048/johass.1358178>
- Chen, C.-M., Chen, Y.-C., & Liu, S.-L. (2019). Perceived benefits of game-based climate change education for high school students: The role of active information processing and immersive experience. *Computers & Education*, 140, 103590. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103590>
- De Jong, T., & van Joolingen, W. R. (2018). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 88(2), 268-307. <https://doi.org/10.3102/0034654317750803>
- Debrah, J., Vidal, D., & Dinis, M. (2021). Raising awareness on solid waste management through formal education for sustainability: A developing countries evidence review. *Recycling*, 6(1), 6. <https://doi.org/10.3390/recycling6010006>
- Dung, N., & Ninh, N. (2023). Factors affecting the environmental awareness of Vietnamese citizens. *International Journal of Membrane Science and Technology*, 10(4), 1600-1607. <https://doi.org/10.15379/ijmst.v10i4.2287>
- Epstein, J. L. (2011). *School, family, and community partnerships: Preparing educators and improving schools*. Routledge.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2010). *The museum experience revisited*. Routledge.

- Fischer, C., Dreisiebner, G., Meißel, K., & Pimmer, C. (2019). The impact of MOOCs on environmental education: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-25. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-2>
- Goodchild, M. F. (2018). Geographic information systems and science: Today and tomorrow. *International Journal of Geographical Information Science*, 32(1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/13658816.2017.1322467>
- Gruenewald, D. A., & Smith, G. A. (2014). *Place-based education in the global age: Local diversity*. Routledge.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Hammond, M. (2013). Introducing ICT in schools in England: Rationale and consequences. *British Journal of Educational Technology*, 45(2), 191-201. <https://doi.org/10.1111/bjet.12033>
- Hanifah, S., Erna, M., Noer, A., & Talib, C. (2023). Scientific literacy and environmental awareness through undergraduate student worksheets based on socioscientific issues. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(4), 504-513. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i4.45817>
- Hanifha, S., Erna, M., Noer, A., & Talib, C. (2023). Scientific literacy and environmental awareness through undergraduate student worksheets based on socioscientific issues. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(4), 504-513. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i4.45817>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.

- Kerski, J. J. (2015). Understanding our changing world through web-mapping-based investigations. Esri Press.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Krajcik, J., & Blumenfeld, P. (2006). Project-based learning. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 317-334). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.021>
- Lieberman, G. A., & Hoody, L. L. (1998). Closing the achievement gap: Using the environment as an integrat-ing context for learning. SEER.
- Luft, J. A., Dubois, S. L., Nixon, R. S., & Campbell, B. K. (2020). Supporting science teachers through mentoring and professional development: The role of conceptual un-derstanding. *Journal of Science Teacher Education*, 31(1), 35–53. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1656572>
- McNeill, K. L., & Vaughn, M. H. (2021). *Supporting science learning through talk: Productive discussions for the classroom*. National Science Teaching Association Press.
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Chelsea Green Publishing.
- Mei, N., Choong, W., & Ahamad, R. (2017). Public environ-mental awareness and behavior in Malaysia. *Asian Jour-nal of Quality of Life*, 2(5), 43-53. <https://doi.org/10.21834/ajqol.v2i5.10>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2020). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students’ learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Ed-ucation*, 145, 103759. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103759>
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2013). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications.

- International Journal of Science Education, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2004). A review of research on outdoor learning. National Foundation for Educational Research & King's College London.
- Roczen, N., Kaiser, F. G., Bogner, F. X., & Wilson, M. (2014). A competence model for environmental education. *Environment and Behavior*, 46(8), 972-992. <https://doi.org/10.1177/0013916513492416>
- Rohmatulloh, A., Prasetyo, Z., & Pambudi, H. (2019). Implementation of the 2013 curriculum for science learning. *Mimbar Sekolah Dasar*, 6(1), 105. <https://doi.org/10.17509/mimbar-sd.v6i1.15912>
- Sadler, T. D. (2011). *Socioscientific issues in the classroom: Teaching, learning and research*. Springer Science & Business Media.
- Stevenson, R. B., Brody, M., Dillon, J., & Wals, A. E. J. (2017). *International handbook of research on environmental education*. Routledge.
- Wals, A. E. J., & Brody, M. (2020). Learning for sustainability in times of accelerating change. *Environmental Education Research*, 26(5), 629-644. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1748812>
- Widiyatmoko, A. (2016). Preparation model of student teacher candidate in developing integrative science learning. *Journal of Education and Human Development*, 5(2). <https://doi.org/10.15640/jehd.v5n2a20>
- Wu, H.-K., Lee, S. W., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2021). Current trends and future directions in technology-enhanced learning. *Educational Technology & Society*, 24(1), 1-15.

BAB 4
Guru, Literasi Sains dan Kesadaran Global
(Ismail, S.Pd., M.Si., M.Pd.)

4.1 Pendahuluan

Peran guru dalam membangun literasi sains dan kesadaran global sangat krusial, terutama dalam konteks pendidikan abad ke-21 yang menuntut kemampuan berpikir kritis serta pemahaman isu-isu ilmiah dari skala lokal hingga global. Guru tidak hanya bertanggung jawab mentransfer pengetahuan, tetapi juga menciptakan lingkungan yang mendorong siswa untuk aktif berinteraksi dengan konten sains, sehingga mereka mampu mengembangkan literasi sains yang diperlukan untuk menghadapi berbagai tantangan di masa depan.

Literasi sains, sebagai aplikasi pengetahuan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari, sangat penting dalam konteks pendidikan saat ini. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa literasi sains berhubungan erat dengan terbentuknya pola pikir kritis dan tingkat kesadaran siswa terhadap isu-isu dunia yang lebih luas, seperti perubahan iklim dan kesehatan global. Dengan mengembangkan literasi sains, siswa semakin mampu membuat keputusan berbasis bukti dan memahami dampak tindakan mereka terhadap lingkungan dan masyarakat. Oleh karena itu, guru harus merancang pembelajaran yang integratif dan relevan dengan kondisi dunia saat ini.

tentang tantangan global yang sedang dihadapi. Melalui kegiatan ini, siswa tidak hanya memahami permasalahan dunia, tetapi juga belajar bagaimana bekerja sama dan mencari solusi bersama untuk menciptakan dunia yang lebih baik.

Sebagai kesimpulan, literasi sains dan kesadaran global bukan hanya sekadar keterampilan akademik, tetapi juga menjadi dasar bagi pembentukan karakter dan pola pikir siswa dalam menghadapi tantangan masa depan. Dengan menerapkan strategi pembelajaran yang inovatif, meningkatkan kompetensi guru, serta memperbaiki sistem pendidikan yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap perubahan global, kita dapat menciptakan generasi yang tidak hanya unggul dalam sains, tetapi juga memiliki kepedulian terhadap dunia di sekitarnya. Oleh karena itu, semua pihak, termasuk guru, sekolah, pemerintah, serta masyarakat luas, perlu bersinergi dalam membangun sistem pendidikan yang lebih relevan dengan kebutuhan zaman serta berorientasi pada penguatan literasi sains dan kesadaran global.

Referensi

- Anggreni, R., Antara, P. and Ujianti, P. (2022) 'Pengembangan instrumen literasi sains pada anak', *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini Undiksha*, 10(2), pp. 291–301. Available at: <https://doi.org/10.23887/paud.v10i2.49303>
- Arindasandy, D. and Trimulyono, G. (2020) 'Validitas lembar kegiatan peserta didik berbasis problem based learning pada materi bakteri untuk melatih keterampilan literasi sains peserta didik kelas x', *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (Bioedu)*, 10(1), pp. 213–220.

- Available at:
<https://doi.org/10.26740/bioedu.v10n1.p213-220>
- Fasya, N., Sjaifuddin, S. and Kurniasih, S. (2023) 'Pengembangan website pembelajaran berbasis literasi sains pada topik global warming siswa kelas vii smp', *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(2), pp. 367–374. Available at: <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i2.951>
- Fitriani, N., Hidayat, S. and Sholih, S. (2023) 'Pengembangan lembar kerja peserta didik elektronik berbasis literasi sains pada materi tekanan zat dan penerapannya', *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 12(1), pp. 112–130. Available at: <https://doi.org/10.32832/tek.pend.v12i1.7581>
- Fuadi, H. et al. (2020) 'Analisis faktor penyebab rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik', *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), pp. 108–116. Available at: <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i2.122>
- Hikmawati, H. (2021) 'Kegiatan analisis artikel tentang etnosains dan kearifan lokal masyarakat suku sasak untuk mengembangkan literasi sains dan literasi budaya mahasiswa', *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 4(3). Available at: <https://doi.org/10.29303/jppm.v4i3.2859>
- Ilmiati, A. (2024) 'Penerapan model discovery learning terhadap literasi sains pada pembelajaran fisika', *Jurnal Citra Pendidikan*, 4(2), pp. 1768–1776. Available at: <https://doi.org/10.38048/jcp.v4i2.2989>
- Kartika, W. et al. (2023) 'Penambahan wawasan kompetensi literasi sains melalui pembelajaran praktikum virtual bagi guru-guru mgmp biologi kabupaten tanjung jabung timur', *Jurnal Abdinus Jurnal Pengabdian Nusantara*, 7(1), pp. 182–195. Available at: <https://doi.org/10.29407/ja.v7i1.17716>
- Lestari, S., Fatonah, K. and Saputra, D. (2023) 'Membangun ekosistem literasi sekolah untuk meningkatkan

- kemampuan baca tulis siswa di sd al marhamah jakarta',
 Jurnal Pengabdian Masyarakat Tjut Nyak Dhien, 2(1), pp.
 1–13. Available at:
<https://doi.org/10.36490/jpmtnd.v2i1.436>
- Maryono, M., Pamela, I. and Budiono, H. (2021)
 'Implementasi literasi baca tulis dan sains di sekolah
 dasar', Jurnal Basicedu, 6(1), pp. 491–498. Available at:
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.1707>
- Sari, I. and Rosdiana, R. (2024) 'Analisis literasi sains siswa
 sma pada konsep pencemaran lingkungan', Jurnal
 Penelitian Sains Dan Pendidikan (Jpsp), 4(1), pp. 33–42.
 Available at: <https://doi.org/10.23971/jpsp.v4i1.7862>
- Setiadi, D. et al. (2020) 'Pengembangan bahan ajar dan lkp
 ipa untuk meningkatkan kompetensi literasi sains bagi
 guru anggota mgmp ipa smp di kota mataram', Jurnal
 Pengabdian Magister Pendidikan Ipa, 2(2). Available at:
<https://doi.org/10.29303/jpmipi.v2i2.372>
- Wahyuni, S. et al. (2023) 'Pengembangan model
 pembelajaran questioning, organizing, guide, assess &
 evaluate (qogae) untuk meningkatkan literasi sains
 siswa', Jurnal Binomial, 6(2), pp. 142–154. Available at:
<https://doi.org/10.46918/bn.v6i2.1899>
- Wijayanti, D., Komarayanti, S. and Purwaningsih, S. (2023)
 'Penerapan model pbl dengan pembelajaran
 berdiferensiasi untuk meningkatkan literasi sains siswa
 kelas x4 sman rambipuji', Biology, 1(3), pp. 1–9.
 Available at: <https://doi.org/10.47134/biology.v1i3.1969>
- Yusmar, F. and Fadilah, R. (2023) 'Analisis rendahnya literasi
 sains peserta didik indonesia: hasil pisa dan faktor
 penyebab', Lensa (Lentera Sains) Jurnal Pendidikan Ipa,
 13(1), pp. 11–19. Available at:
<https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.283>

BAB 5

Implementasi Kebijakan Pendidikan IPA

(Siti Eneng Sururiyatul Mu'aziyah, S.P.,M.Pd.)

5.1 Pendahuluan

Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran penting dalam membentuk literasi sains dan kesadaran keberlanjutan bagi generasi masa depan. Literasi sains memungkinkan individu memahami dan berpartisipasi dalam isu-isu ilmiah, sedangkan kesadaran keberlanjutan mendorong mereka untuk bertindak dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Eames et al., 2024; Fazio & Campbell, 2024). Dalam hal ini, kebijakan pendidikan IPA menjadi faktor utama yang menentukan bagaimana sains diajarkan di berbagai negara, serta sejauh mana aspek keberlanjutan terintegrasi dalam kurikulum.

Kebijakan pendidikan IPA harus mampu menyesuaikan diri dengan tantangan global yang terus berkembang, seperti perubahan iklim, revolusi teknologi, dan isu-isu sosio-saintifik yang kompleks. Beberapa negara telah mengadopsi pendekatan transdisipliner dalam pendidikan IPA dengan menghubungkan sains dengan bidang lain, seperti kebijakan sosial dan ekonomi, untuk memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh kepada peserta didik (Jeronen et al., 2024; Chowdhury et al., 2020). Dengan pendekatan ini, peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga ket-

daya. Dengan sinergi antara kebijakan pendidikan, inovasi pembelajaran, dan tujuan pembangunan berkelanjutan, Indonesia dapat meningkatkan kualitas pendidikan IPA serta menciptakan generasi yang lebih siap menghadapi tantangan global.

Referensi

- Agni, R., Febriawan, A., & Zainal, S. (2024). Uncovering the Veil: Overcoming Challenges in Science Teaching Standards. *Integrated Science Education Journal*, 5(3), 181–186. <https://doi.org/10.37251/isej.v5i3.1272>
- Aho, L., Huopio, J., & Huttunen, S. (1993). Learning science by practical work in Finnish primary schools using materials familiar from the environment: a pilot study. *International Journal of Science Education*, 15(5), 497–507. <https://doi.org/10.1080/0950069930150504>
- Alkhatib, O. J. (2025). STEAM Integration and Engineering. *Advances in Educational Technologies and Instructional Design Book Series*, 345–374. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-7408-5.ch015>
- Anwar, K., Novalina, S., Anwar, K., Hasibuan, L., & Suryani, D. (2021). *The Role of Education Politics as a Foundation in Developing Curriculum and Educational Techniques in Indonesia*. 13(1), 136–143. <https://doi.org/10.35445/ALISHLAH.V13I1.410>
- Ardi, A., Ananda, A., Rusdinal, R., Giastituati, N., & Hervi, F. (2024). A Comparison of Science Education between Germany, China and Indonesia. *JEP (Jurnal Eksakta Pendidikan)*, 8(1), 73–85. <https://doi.org/10.24036/jep/vol8-iss1/806>
- Bamkin, S. (2019). Moral Education in Japan: The Disjoint Between Research on Policy and Research on Practice. *Social Science Japan Journal*, 22(2), 247–260.

- <https://doi.org/10.1093/SSJJ/JYZ008>
- Bögeholz, S., Böhm, M., Eggert, S., & Barkmann, J. (2014). Education for Sustainable Development in German Science Education: Past – Present – Future. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(4), 231–248. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2014.1079A>
- Bollweg, L. M. (2023). *Using Sustainable Storylines to Support Next Generation Science Standards at the Middle School Level – Natural Hazards and Tsunamis*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-11223>
- Borkowski, A. (2024). A Blended Approach to Inquiry-Based Learning Using the Example of the Interdisciplinary Course of BIM in Spatial Management Studies: A Perspective of Students and Professor. *Neveléstudomány*. <https://doi.org/10.3390/educsci14050444>
- Burmeister, M., & Eilks, I. (2013). An Understanding of Sustainability and Education for Sustainable Development among German Student Teachers and Trainee Teachers of Chemistry. *Science Education International*, 24(2), 167–194. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1015833.pdf>
- Chowdhury, T., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2020). Addressing Sustainable Development: Promoting Active Informed Citizenry through Trans-Contextual Science Education. *Sustainability*, 12(8), 3259. <https://doi.org/10.3390/SU12083259>
- Clark, I., Nae, N., & Arimoto, M. (2020). *Education for Sustainable Development and the “Whole Person” Curriculum in Japan*. <https://doi.org/10.1093/ACRE-FORE/9780190264093.013.935>
- Colucci-Gray, L., Perazzone, A., Dodman, M., & Camino, E. (2013). Science education for sustainability, epistemological reflections and educational practices: from natu-

- ral sciences to trans-disciplinarity. *Cultural Studies of Science Education*, 8(1), 127–183. <https://doi.org/10.1007/S11422-012-9405-3>
- Dahyanti, N., Diastami, S. M., Humaira, A., & Darmansah, T. (2024). *Analisis Kebijakan dalam Mengatasi Problematika Pendidikan untuk Meningkatkan Kualitas Pendidikan di Indonesia*. 2(1), 87–100. <https://doi.org/10.61132/hikmah.v2i1.545>
- Dillon, J. (2018). *On the Convergence Between Science and Environmental Education* (pp. 87–94). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5149-4_6
- Doi, T., & Ardh, K. F. (2024). *Curriculum Development of Japanese Elementary School Science Regarding Biodiversity Conservation Focusing on Alien Species* (pp. 175–192). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-99-8711-5_11
- Donnelly, J. F. (2004). Ethics and the science curriculum: Ethics in science education. *The School Science Review*, 86(315), 29–32.
- Eames, C., Monroe, M. C., White, P., & Ardoin, N. M. (2024). Engaging Environmental Education Through PISA: Leveraging Curriculum as a Political Process. *Australian Journal of Environmental Education*, 1–11. <https://doi.org/10.1017/ae.2024.40>
- Ebzeeva, Y., & Smirnova, Yu. B. (2023). Contemporary trends in educational policy: UNESCO higher education roadmap. *Вестник Российского Университета Дружбы Народов*, 23(2), 329–337. <https://doi.org/10.22363/2313-2272-2023-23-2-329-337>
- English, J., Keinonen, T., Havu-Nuutinen, S., & Sormunen, K. (2022). A Study of Finnish Teaching Practices: How to Optimise Student Learning and How to Teach Problem Solving. *Education Sciences*, 12(11), 821.

<https://doi.org/10.3390/educsci12110821>

- España, E., & Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 6(3), 345–354. https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2009.V6.I3.03
- Fazio, X. E., & Campbell, T. (2024). Science curriculum-making for the Anthropocene: perspectives and possibilities. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2351598>
- Goto, M. (2002). *How a Japanese Science Teacher Integrates Field Activities Into His Curriculum* (pp. 203–216). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5818-9_14
- Hahn, S., Stiller, C., Stockey, A., & Wilde, M. (2013). *Experimentierend zur naturwissenschaftlichen Grundbildung - Entwicklung und Evaluation eines kompetenzorientierten Kurses für die Eingangsphase der Oberstufe*. 19, 15. <https://pub.uni-bielefeld.de/publication/2683329>
- Handayani, Y., & Sukari, S. (2024). Problematika Sistem Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(1), 168–179. <https://doi.org/10.54066/jupendis.v3i1.2851>
- Hariyono, E., Wijaya, A. F. C., & Rusdiana, D. (2024). *Infusing Education for Sustainable Development into the Curriculum: Best Practice from Indonesia's Science Curriculum Implementation* (pp. 141–157). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-99-8711-5_9
- Hayashida, H. (1996). Science Policy in Japan. *Science*, 272(5268), 1567. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.272.5268.1567>
- Hidayat, H. (2024). Synergy of Public Administration and Education in Efforts to Improve the Quality of Education in Indonesia. *International Journal Administration*,

- Business & Organization*, 5(5), 85–92.
<https://doi.org/10.61242/ijabo.24.439>
- Hnatyuk, V., Pshenychna, N., KARA, S., Колодій, В., & YAROSHCHUK, L. (2024). Education's role in fostering environmental awareness and advancing sustainable development within a holistic framework. *Multidisciplinary Reviews*, 7, 2024spe012.
<https://doi.org/10.31893/multirev.2024spe012>
- Hondou, T., Yoshizawa, M., & Suto, S. (2007). Science-Based Comparative Culture: A New Theme of Experiment for Freshmen in Tohoku University. *arXiv: Physics Education*.
<http://www.cmpt.phys.tohoku.ac.jp/~hondou/page2/ICPE.pdf>
- Husna, S. (2024). *Tantangan dalam Pendidikan MIPA dan Solusinya untuk Pendidikan Inklusif*. 3(1), 11–17.
<https://doi.org/10.62383/polygon.v3i1.339>
- Husnah, M., Mislaini, M., & Lestari, I. (2024). *Menakar Perbedaan Kebijakan Pendidikan Studi Komparatif Antara Indonesia dan Finlandia*. 1(4), 261–271.
<https://doi.org/10.61132/moral.v1i4.316>
- Ibad, T. N., Oktori, A. R., Wahidah, F., & Prasetyo, S. (2023). *Kurikulum dan Pendidikan: Kajian Konseptual Pembelajaran Science di Madrasah Ibtidaiyah Indonesia dan Sekolah Dasar Negara Maju*.
<https://doi.org/10.29240/jpd.v7i2.8674>
- Iftinany, Z. N., Maulidah, S. N., Zahradia, R. E., Ikmawati, I., & Kurniawan, K. (2024). Tingkatkan Kualitas Pendidikan: Peran Materi MIPA dalam Mencapai Tujuan Pendidikan Nasional. *Populer*, 3(3), 277–286.
<https://doi.org/10.58192/populer.v3i3.2563>
- Ignatova, N., Pranckūnienė, E., Strazdienė, N., & Šmitienė, G. (2024). Inquiry-Based Learning Projects Design for STEAM Education Addressing Sustainability Chal-

- lenges. *Advances in Human Services and Public Health (AHSPH) Book Series*, 285–306. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2987-0.ch015>
- Imura, H. (1996). Science Education in Japan. *Science*, 274(5284), 15. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.274.5284.15>
- Inoue, M. (2018). *Fostering an Ecological Worldview in Children: Rethinking Children and Nature in Early Childhood Education from a Japanese Perspective* (pp. 995–1024). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51949-4_55-1
- Irawan, B., Simon, J. C., Alif, M. Z., Saliman, A. R., Fatmawati, E., & Judijanto, L. (2024). Addressing Educational Inequality Through Sustainable Policies: an Evaluation from the Education Policy and Sdgs Perspective in Indonesia. *Journal of Law and Sustainable Development*. <https://doi.org/10.55908/sdgs.v12i1.3152>
- Isozaki, T. (2022). A Historical Perspective of Science Education in Japan: Which Way is it Headed in the Future? *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 37(2), 167–184. <https://doi.org/10.21315/apjee2022.37.2.8>
- Ithnin, R., Teratani, S., & Matsubara, S. (2015). Green Chemistry And Sustainable Development Teaching Materials From Ecos In Japan: Kimia Hijau dan Pembangunan Bahan Pengajaran Lestari Daripada Ecos Di Jepun. 5, 171–190. <https://adum.um.edu.my/index.php/JBBJ/article/view/11491>
- Ito, A. I., & Manasikana, A. (2024). Analisis Implementasi Profil Pelajar Pancasila dalam Membentuk Karakter Siswa Kelas V SDN 2 Balerejo. *Garuda*, 2(3), 168–176. <https://doi.org/10.59581/garuda.v2i3.3905>
- Jeronen, E., Keinonen, T., & Kärkkäinen, S. (2024). Visioning Transformative Science Education for Sustainability. *Discourse and Communication for*

- Sustainable Education*, 15(1), 19–38.
<https://doi.org/10.2478/dcse-2024-0003>
- Jimenez, J., & Errabo, D. D. (2024). Cross-Cultural Biology Teaching Using Next-Generation Science Standards. *Neveléstudomány*.
<https://doi.org/10.3390/educsci14111243>
- Karlina, L., Hindriana, A. F., & Nur, S. H. (2024). Implementasi Profil Pelajar Pancasila Dalam Kurikulum Merdeka Mandiri Berubah Pada Pembelajaran Biologi Di SMA Kabupaten Kuningan. *Edubiologica*, 10(1), 9–19.
<https://doi.org/10.25134/edubiologica.v10i1.10265>
- Kartini, D., Azis, Y., & Solihin, I. (2013). Will indonesia still sustain? assessment qn integrated . . sustainable development of strategic target and implementation in indonesia. *Journal of Economics, Business and Management*, 77–80.
<https://doi.org/10.7763/JOEBM.2013.V1.18>
- Kawakami, S. (2017). *Development of Methods of Teaching Science at Elementary Schools in Japan*. 28(1).
- Keinonen, T. (2007). *Science and technology education in finnish comprehensive schools: four cases*.
<https://www.scientiasocialis.lt/pec/files/pdf/Keinonen.Vol.1.pdf>
- Kim, C.-J., Shin, M.-K., Lee, C.-Z., & Cha, H.-J. (2006). School Earth Science Curriculum Reflected in Exhibits and an Educational Analysis of Exhibition Methods: Cases of Natural History Museums in the U.S. *Journal of The Korean Earth Science Society*, 27(2), 130–139.
http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=JGGHBA_2006_v27n2_130
- Kurniafin, E. D. A & Okyranida, I. Y. (2022). Pengaruh Pembelajaran IPA Terpadu Menggunakan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Sebagai Solusi Pembelajaran Di Era Pandemi. *Navigation Physics : Journal of Physics*

- Education*, 3(2), 94–98.
<https://doi.org/10.30998/npjpe.v3i2.823>
- Kyrov, D. N., Nesterova, N. V., Prituzhalova, O. A., & Chermnykh, L. D. (2024). *Natural science education in the university core curriculum*.
<https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-4-12-45>
- Lager, A., Lavonen, J., & Juuti, K. (2023). *Project-Based Learning in Secondary Science: Digital Experiences in Finnish Classroom* (pp. 219–235). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37387-9_15
- Lakkala, M., Lallimo, J., & Hakkarainen, K. (2005). Teachers' pedagogical designs for technology-supported collective inquiry: a national case study. *Computers in Education*, 45(3), 337–356.
<https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2005.04.010>
- Lederman, N. G. (2018). *La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica*. 36(2), 5–22.
<https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.2661>
- Lehtonen, J. (2017). *Tutkiva oppiminen evoluution opetuksessa lukiossa*. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/55517>
- Leibenath, M., Kurth, M., & Lintz, G. (2020). Science–Policy Interfaces Related to Biodiversity and Nature Conservation: The Case of Natural Capital Germany—TEEB-DE. *Sustainability*, 12(9), 3701.
<https://doi.org/10.3390/SU12093701>
- Lewis, C., & Tsuchida, I. (1997). Planned educational change in Japan: the case of elementary science instruction. *Journal of Education Policy*, 12(5), 313–331.
<https://doi.org/10.1080/0268093970120502>

- Lück, G. (2004). *Naturwissenschaften im frühen Kindesalter* (pp. 331–343). VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-322-95041-3_22
- Lück, G. (2007). *Naturwissenschaften im frühen Kindesalter*.
- Madlela, B., & Umesh, R. (2024). Utilising educational technologies to support inquiry-based learning in natural science. *International Journal of Educational Management and Development Studies*, 5(3), 172–197. <https://doi.org/10.53378/ijemds.353093>
- Marzuqi, B. M., & Ahid, N. (2023). Perkembangan Kurikulum Pendidikan Di Indonesia: Prinsip Dan Faktor Yang Mempengaruhi. *Journal of Islamic Education Management*. <https://doi.org/10.30762/joiem.v4i2.1284>
- Mau, W. (2010). Durchführung der Lehre im Querschnittsbereich „Rehabilitation, Physikalische Medizin, Naturheilverfahren“ an den Medizinischen Fakultäten in Deutschland. *Physikalische Medizin Rehabilitationsmedizin Kurortmedizin*, 20(06), 327–331. <https://doi.org/10.1055/S-0030-1267162>
- McComas, W. F. (2014). *Nature of Science in the Science Curriculum and in Teacher Education Programs in the United States* (pp. 1993–2023). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_61
- McComas, W. F. (2024). Considering the Lessons of Curriculum Studies in the Design of Science Instruction: Varieties of Meaning and Implications for Teaching and Learning. *Neveléstudomány*. <https://doi.org/10.3390/educsci14030238>
- McComas, W. F., & Nouri, N. (2016). The Nature of Science and the Next Generation Science Standards: Analysis and Critique. *Journal of Science Teacher Education*, 27(5), 555–576. <https://doi.org/10.1007/S10972-016-9474-3>

- Merkel, A. (2006). German science policy 2006. *Science*, 313(5784), 147. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1131001>
- Mervis, J. (1998). U.S. Tries Variations on High School Curriculum. *Science*, 281(5374), 161–163. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.281.5374.161>
- Miftahudin, M. F., Nufus, N. T., & Hilaliyah, T. (2024). Evaluasi Implementasi Kurikulum Merdeka dalam Praktik Pembelajaran Sekolah di Indonesia. *Jurnal Sadewa*, 3(1), 159–168. <https://doi.org/10.61132/sadewa.v3i1.1473>
- Milne, C. (2017). *Thinking about National Standards in Science Education*. 17(2), 717–744. <https://doi.org/10.28976/1984-2686RBPEC2017172717>
- Molina, J., Hai, N. V., Cheng, P. H., & Chang, C.-Y. (2021). Sdg's quality education approach: Comparative analysis of natural sciences curriculum guidelines between taiwan and colombia. *Sustainability*, 13(6), 3352. <https://doi.org/10.3390/SU13063352>
- Morris, P. (2017). *Política educacional, exames internacionais de desempenho e a busca da escolarização de classe mundial: uma análise crítica*. 28(68), 302–342. <https://doi.org/10.18222/EAE.V28I68.4696>
- Muhammad, T. J., Jibril, H. L., & Isah, F. J. (2022). Comparative Analysis of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education Programs in United Kingdom, United States of America, Japan and Australia. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 3(2), 191–211. <https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.0077>
- Mulyadi, B. (2020). *ENIS Model of Environmental Education for Elementary School Students in Japan*. 202, 03019. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/202020203019>

- Mustangimah, M., Putera, P. B., Zulhamdani, M., Handoyo, S., & Rahayu, S. (2021). *Evaluation of the Indonesia national strategic policy of science and technology development*. 12(3), 421–442. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2020-0079>
- Muwafiqoh, A., & Ulum, K. (2023). Inovasi dan Transformasi Pendidikan Islam Melalui SKB 3 Menteri. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(3), 397. <https://doi.org/10.30998/sap.v7i3.15947>
- Mykrä, T. (2022). *Pedagogical Innovations From Finland* (pp. 195–199). <https://doi.org/10.4324/9781003213840-37>
- Nagata, Y. (2017). *A Critical Review of Education for Sustainable Development (ESD) in Japan: Beyond the Practice of Pouring New Wine into Old Bottles*. 11, 29–41. <https://doi.org/10.7571/ESJKYOIKU.11.29>
- Nanglu, K., de Carle, D., Cullen, T. M., Anderson, E. B., Arif, S., Castañeda, R. A., Chang, L. M., Iwama, R. E., Fellin, E., Manglicmot, R. C. M., Massey, M. D., & Astudillo-Clavijo, V. (2023). The nature of science: The fundamental role of natural history in ecology, evolution, conservation, and education. *Ecology and Evolution*, 13. <https://doi.org/10.1002/ece3.10621>
- Nasution, A. A. (2024). Mengkaji keunggulan kurikulum ipa finlandia untuk meningkatkan pendidikan sains di indonesia. *Nizhamiyah: Jurnal Pendidikan Islam Dan Teknologi Pembelajaran*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.30821/niz.v14i1.3551>
- Nishino, M. (2017). The Challenge of Developing Meaningful Curriculum Initiatives for Moral Education in Japan. *Journal of Moral Education*, 46(1), 46–57. <https://doi.org/10.1080/03057240.2016.1276438>
- Nurdin, A., Samad, S. A. A., & Samad, M. H. A. (2023). Government Policy Regarding Education in Indonesia:

- Analysis of Competence-Based Curriculum, Educational Unit Level Curriculum, and Curriculum 2013. *Journal of Governance and Social Policy*, 4(1), 139–155. <https://doi.org/10.24815/gaspol.v4i1.31812>
- Oju, O., & Otagburuagu, R. O. (2016). Improving Science and Technology Based Education for Sustainable Development in Developing Countries. *Journal of Educational Policy and Entrepreneurial Research*, 3(7), 209–219.
- Özdemirkıran-Embel, M. (2023). *Curriculum and science* (pp. 314–326). Elsevier eBooks. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818630-5.03057-8>
- Pagkratis, K. (2024). Learning outcomes for the future: how STEM education promotes sustainable development, innovation and green skills for young adults in Germany. *Studies in the Education of Adults*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/02660830.2024.2429886>
- Paoli, M. (2024). Hindrance to sustainable development: Global inequities, non-progressive education and inadequate science-policy dialogue. *Microbial Biotechnology*, 17(6). <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14486>
- Parikesit, S. (2018). *The need for sustainability science education in Indonesia*. 2019, 030010. <https://doi.org/10.1063/1.5061863>
- Park, D.-Y. (2006). *Curriculum Reform Movement in the US - Science Education*.
- Pelch, M. A., & McConnell, D. A. (2017). How Does Adding an Emphasis on Socioscientific Issues Influence Student Attitudes About Science, Its Relevance, and Their Interpretations of Sustainability? *Journal of Geoscience Education*, 65(2), 203–214. <https://doi.org/10.5408/16-173.1>
- Peltonen, A. (1997). Reflections of STS discussions in the reform of Finnish ‘Environmental-science’ education. *International Research in Geographical and Environmen-*

- tal Education*, 6(1), 27–40.
<https://doi.org/10.1080/10382046.1997.9965021>
- Policies of STEM Education from the Perspective of International Comparison. (2023). *International Journal of New Developments in Education*, 5(8).
<https://doi.org/10.25236/ijnde.2023.050807>
- Poukka, P. (2011). *Moral Education in the Japanese Primary School Curricular Revision at the Turn of the Twenty-first Century: Aiming at a Rich and Beautiful Kokoro*.
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/25716>
- Pratiwi, A. D., & Slamet, S. (2024). Literatur review: relevansi penerapan kurikulum merdeka dengan konsep pemikiran ki hajar dewantara. *Jurnal Pembelajaran Bimbingan Dan Pengelolaan Pendidikan*, 4(9), 10.
<https://doi.org/10.17977/um065.v4.i9.2024.10>
- Pulhehe, N., & Robandi, B. (2024). Pancasila as the philosophical foundation of the Indonesian curriculum. *Paradigma: Jurnal Kajian Budaya*, 14(3), 397–416.
<https://doi.org/10.17510/paradigma.v14i3.1475>
- Quintero, M. M. (2020). *Practical Laboratory Work in the Teaching of Natural Sciences: An Experience with Teachers in Initial Training*. 49, 163–182.
<https://doi.org/10.17227/TED.NUM49-8221>
- Rahman, R., & Fuad, M. (2023). *Implementasi kurikulum merdeka belajar dalam pembelajaran ipas di sekolah dasar*. <https://doi.org/10.69875/djosse.v1i1.103>
- Rahman, S., & Buck, G. (2023). Critical Features of Science Education: A Comparison between Global and National Education Policy for Rohingya Refugee Children in Bangladesh. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, 83–98.
<https://doi.org/10.31756/jrsmte.623>
- Ravish, I. (2023). The national education policy (nep) 2020 of India addresses the role of science education. *Sho-*

- dhKosh Journal of Visual and Performing Arts*, 4(2).
<https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v4.i2.2023.2584>
- Ray, N., Gorter, E. K., & Giannone, L. (2024). *Interdisciplinary Agriculture, Food, and Natural Resources With Next Generation Science Standards* (pp. 249–279). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2766-1.ch013>
- Riess, F. (2000). Problems with German Science Education. *Science Education*, 9(4), 327–331.
<https://doi.org/10.1023/A:1008712329753>
- Riess, F. (2000). Problems with German Science Education. *Science Education*, 9(4), 327–331.
<https://doi.org/10.1023/A:1008712329753>
- Robianti, F., Raufu, M. O., Sasongko, M. A., Busari-Raufu, S. A., Raufu, J., & Yamani, K. (2024). Assessing Needs for Quality Improvement: A Study of Nature-Based Education Principles (Sekolah Alam Way) at Saga Lifeschool, Indonesia. *Jurnal Pendidikan Non Formal*, 2(2), 12. <https://doi.org/10.47134/jpn.v2i2.1150>
- Roblin, N. P., Bernstein, D., McKenney, S., & Schunn, C. D. (2014). *Designing for scale: The landscape of science education curriculum design efforts in the United States*. <https://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai%3Aris.utwente.nl%3Apublications%2F3c88d053-dfc6-4232-b6ba-24be1072d77d>
- Rokhman, F., Purnomo, A., Yuwono, A., Saputro, I. H., Plangson, B., & Habibi, A. F. (2024). Sustainable ecosystem for professional teachers in Indonesia: The role of teacher professional education programs in achieving the SDGs. *E3S Web of Conferences*, 568, 04033.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456804033>
- Roseman, J. E., Fortus, D., & Reiser, B. J. (2015). *Curriculum Materials for Next Generation Science Standards: What the Science Education Research Community Can Do*.

- https://www.aaas.org/sites/default/files/2015_Roseman_Fortus_Krajcik_Reiser_NARST.pdf
- Rozak, A. (2021). *Kebijakan Pendidikan Di Indonesia*. 3(2), 197208. <https://doi.org/10.51275/ALIM.V3I2.218>
- Sa'diyah, M., & Yunizul, I. N. (2023). Tantangan dan Peluang Guru PAI dalam Menerapkan Kurikulum Merdeka Belajar sebagai Upaya Mewujudkan Program Sustainable Developments Goals. *Tarbiatuna*, 4(1), 202–212. <https://doi.org/10.47467/tarbiatuna.v4i1.5180>
- Sain, Z. H., AZIZ, A. L., & Agoi, M. A. (2024). Navigating Educational Challenges in Indonesia: Policy Recommendations for Future Success. *Journal of Digital Learning and Distance Education*, 3(4), 1038–1046. <https://doi.org/10.56778/jdlde.v3i4.339>
- Sakaue, H., Watanabe, T., Nagata, T., & Ito, N. (2024). Perspectives and characteristics of Education for Sustainable Development in high school geography: an analysis of the Japanese national curriculum. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/10382046.2024.2442807>
- Sam, R. (2024). Systematic review of inquiry-based learning: assessing impact and best practices in education. *F1000Research*. <https://doi.org/10.12688/f1000research.155367.1>
- Sari, D. L., Amarta, M., Rifin, R., & Mustafiyanti, M. (2024). Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Dalam Kurikulum Merdeka. *Jurnal Yudistira*, 2(3), 338–348. <https://doi.org/10.61132/yudistira.v2i3.884>
- Sattiraju, V. K., Ligade, V. S., Muragundi, P. M., Pandey, R. B., & Janodia, M. D. (2022). National and Higher Education Institutions (HEIs) IP Policies: Comparison of Indian HEIs' IP Policies from a Global Perspective. *Journal of The Knowledge Economy*, 14, 1979–2006. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-00915-0>

- Schaffar, B., & Wolff, L.-A. (2024). Phenomenon-based learning in Finland: a critical overview of its historical and philosophical roots. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2024.2309733>
- Schettler, H. (2010). Playing Catch-Up in German Early Science Education with Science-Lab (Innovations Case Narrative: Science-Lab). *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 5(2), 87–101. https://doi.org/10.1162/INOV_A_00015
- Science Education Curriculum*. (2022). <https://doi.org/10.4324/9781138609877-ree93-1>
- Serena, S. D., chasanah, N., & Auliya, I. (2024). Mendukung Sustainable Development Goals; Studi Literatur Kebijakan Sistem Pendidikan China, Finlandia, Jepang, dan Indonesia. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(1), 1225–1237. <https://doi.org/10.54373/imeij.v5i1.689>
- Shabudin, A. F. A., Rahim, R. A., & Ng, T. F. (2016). Strengthening Scientific Literacy on Polar Regions through Education, Outreach and Communication (EOC). *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(12), 5498–5515. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1115688.pdf>
- Short, J. B. (2021). Commentary: Making Progress on Curriculum Reform in Science Education through Purposes, Policies, Programs, and Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 32(7), 830–835. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1927309>
- Shvydko, V. G. (2022). Science and Innovation Policy of the Japanese Government. *Проблемы Дальнего Востока*, 2, 34. <https://doi.org/10.31857/s013128120019303-4>
- Singer-Brodowski, M., Brock, A., Grund, J., & de Haan, G. (2021). Reflections on the science–policy interface within education for sustainable development in Ger-

- many. *Environmental Education Research*, 27(4), 554–570. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1813691>
- Smajgl, A. (2010). Challenging beliefs through multi-level participatory modelling in Indonesia. *Environmental Modelling and Software*, 25(11), 1470–1476. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSOF.2010.04.008>
- Sothayapetch, P. (2013). *A comparative study of science education at the primary school level in Finland and Thailand*. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42259/sothayapetch_dissertation.pdf?sequence=1
- Standarisasi dan Profesionalisas Implementasi Kurikulum 2013 Revisi Dalam Era Industri 4.0. (2022). *Jurnal Dirosah Islamiyah*, 4(2), 185–210. <https://doi.org/10.47467/jdi.v4i2.862>
- Suharningsih, L., & Fathoni, A. (2025). Mengukauk Hambatan dan Solusi untuk Pendidikan Berkelanjutan di Sekolah dengan Fasilitas Minim. *Perspektif*, 3(1), 80–87. <https://doi.org/10.59059/perspektif.v3i1.2087>
- Sumarwoto, S. (2022). Pancasila as the foundation of Science Policy in Indonesia. *Jurnal Justiciabelen*, 5(2), 19. <https://doi.org/10.30587/justiciabelen.v5i2.5019>
- Sungkawati, E., & Owa-Onire Uthman, Y. (2024). Adopting the Blue Green Economy Term to Achieve SDGs in Digital Learning: Opportunities and Challenges for Indonesia. *Assyifa Learning Journal*, 2(2), 84–98. <https://doi.org/10.61650/alj.v2i2.125>
- Suprpto, N., Prahani, B. K., & Cheng, T.-H. (2021). Indonesian Curriculum Reform in Policy and Local Wisdom: Perspectives from Science Education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 69–80. <https://doi.org/10.15294/JPII.V10I1.28438>
- Suryati, D., Sari, D. P., Nurlisa, K., & Mustafiyanti, M. (2024). Peran Dan Fungsi Telaah Kurikulum Merdeka.

- Jurnal Ilmu Pendidikan Islam.*
<https://doi.org/10.59059/al-tarbiyah.v2i3.1257>
- Susilowati, S. (2014). *Learning science oriented pedagogy for sustainability to build the concern for the environment.*
- Susilowati, S., Wilujeng, I., & Hastuti, P. W. (2018). *Growing environmental literacy towards adiwiyata schools through natural science learning based on pedagogy for sustainability.* 2(2), 97–100.
<https://doi.org/10.21831/JSER.V2I2.22480>
- Syarif, M. I., Susanti, R. H., Özcan, Ş. E., & Utami, W. T. (2023). An In-Depth Comparative Analysis of Science Curricula in Türkiye and Indonesia. *Journal of Natural Science and Integration.*
<https://doi.org/10.24014/jnsi.v6i1.16745>
- Tabucanon, M. (2023). *Keynote Talk: Education for Sustainable Development - Enabling Higher Education and Enhancing Community Engagement.*
<https://doi.org/10.21467/proceedings.151.k2>
- Tan, M. C. (2012). *Promoting Public Understanding of Sustainable Development: Opportunities for Science Education.* 19–27. <https://brill.com/view/book/ed-coll/9789460919275/BP000004.xml?language=en>
- Tani, S. (2004). Curriculum Reform and Primary Geography in Finland: A Gap between Theory and Practice? *International Research in Geographical and Environmental Education,* 13(1), 6–20.
<https://doi.org/10.1080/10382040408668789>
- Tanjung, M. S. (2024). Implementasi Pancasila Sebagai Fondasi Pendidikan Dalam Kurikulum Merdeka. *Guruku/Guruku, Kampar,* 2(2), 07–18.
<https://doi.org/10.59061/guruku.v2i2.630>
- Tareze, M., & Astuti, I. (2022). Model Pembelajaran Kolaborasi SDGs Dalam Pendidikan Formal Sebagai Pengenalan Isu Global Untuk Meningkatkan Kesadaran

- Sosial Peserta Didik. *Visipena: Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 13(1), 42–53. <https://doi.org/10.46244/visipena.v13i1.1978>
- Tasquier, G., Knain, E., & Jornet, A. (2022). Scientific Literacies for Change Making: Equipping the Young to Tackle Current Societal Challenges. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.689329>
- Tathahira, T., Sartika, D., & Basith, R. I. (2024). What Makes Finnish Curriculum Successful? A Comparative Reflection to Indonesian Curriculum. *IJELR*, 6(1), 38. <https://doi.org/10.35308/ijelr.v6i1.8465>
- Thomas, A. K., St. Clair, A. M. R., Bucklin, C. J., Zipperer, J., & Daniel, K. L. (2024). Naturalists' Technology Use Supports Nature Education. *Journal of Interpretation Research*. <https://doi.org/10.1177/10925872241292599>
- Thuneberg, H., Salmi, H. S., Vainikainen, M.-P., Hienonen, N., & Hautamäki, J. (2022). New curriculum towards Big ideas in science education. *Teachers and Teaching*, 28(4), 440–460. <https://doi.org/10.1080/13540602.2022.2062739>
- Tobondo, Y. A. (2024). Challenges and Solutions in the Implementation of Educational Policies in Indonesia: A Literature Analysis of Merdeka Belajar Kampus Merdeka and Teacher Reform. *Deleted Journal*, 5(1), 1157–1164. <https://doi.org/10.62775/edukasia.v5i1.997>
- Tromp, R. E., & Datzberger, S. (2021). Global Education Policies versus local realities. Insights from Uganda and Mexico. *Compare*, 51(3), 356–374. <https://doi.org/10.1080/03057925.2019.1616163>
- Troost, K. M. (2019). *Science Education in Contemporary Japan* (pp. 13–66). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429305450-2>
- Truskavetska, I., Кириєнко, О., Buslenko, L., Hrudynin, B., & Hurska, O. (2024). The role of virtual reality in im-

- proving the quality of professional training of natural science teachers. *Educação & Formação*, 9, e13866. <https://doi.org/10.25053/redufor.v9.e13866>
- Tuchman, A. M. (1997). Institutions and Disciplines: Recent Work in the History of German Science. *The Journal of Modern History*, 69(2), 298–319. <https://doi.org/10.1086/245489>
- Uchkurova, Z. S., & Tursinboyeva, K. (2024). The importance of teaching natural sciences with the help of information and communication technologies. *Current Research Journal of Pedagogics*, 5(10), 159–164. <https://doi.org/10.37547/pedagogics-crjp-05-10-26>
- Umari, T. B., Saputra, M. I., Baharuddin, B., Subandi, S., & Octafiona, E. (2025). Implementation Of Independent Curriculum In Education Policy: A Review Based On Siler-Miler Theory. *Dinasti International Journal of Education Management and Social Science (DIJEMSS)*, 6(2), 1373–1378. <https://doi.org/10.38035/di-jemss.v6i2.3761>
- Ummah, W., & Yohamintin, Y. (2025). Integrating Scientific Attitude to Realize Pancasila Learner Profile in Science Learning. *Integrated Science Education Journal*, 6(1), 15–23. <https://doi.org/10.37251/isej.v6i1.1318>
- Vasconcelos, C., & Orion, N. (2021). Earth Science Education as a Key Component of Education for Sustainability. *Sustainability*, 13(3), 1316. <https://doi.org/10.3390/SU13031316>
- Wals, A. E. J., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. B. (2014). Convergence Between Science and Environmental Education. *Science*, 344(6184), 583–584. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1250515>
- Wangdi, P., & Boossabong, P. (2023). *Comparative Policy Design Analysis: An Integrated Approach for Unpacking the Education Policies of Finland, Singapore, and*

Australia. <https://doi.org/10.22492/issn.2435-5240.2023.35>

- Watanabe, M. (2017). *From top-down to bottom-up: a short history of science communication policy in Japan.* 16(3), 1–8. <https://doi.org/10.22323/2.16030401>
- Watanabe, S., & Miyamura, K. (2024). *Local Nature-Focused Inquiry Learning for Sustainable Development After an Earthquake Disaster in Japan* (pp. 45–58). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-99-8711-5_3
- Wathon, A. (2024). Kesesuaian Kurikulum Merdeka dengan Kurikulum Deep Learning. *Arzusun*, 4(6), 1280–1300. <https://doi.org/10.58578/arzusun.v4i6.4442>
- Weber, B. (2001). Science education in a university town. *Science*, 294(5542), 520–521. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.294.5542.520>
- Wirawan, Z., Arwien, R. T., Sumartini, R., & Bachri, S. S. (2024). Independent Curriculum Development In Educational Units And Its Application In 21st Century Learning. *Klasikal: Journal of Education, Language Teaching and Science.* <https://doi.org/10.52208/klasikal.v6i1.1181>
- Yacobian, H. A. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308–327. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266>
- Yilmaz, Ö. (2023). *The Role of Technology in Modern Science Education.* Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub383.c1704>
- Yodha, A. (2018). *Sustainable development in Indonesia : holistic assessments and pathways.* <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/118620>
- Younes, M., & Gomez, L. N. (2023). Tracing the Lines of Power, Coloniality, and Neoliberalism in UNESCO's Education for Sustainable Development Policy. *Journal*

BAB 6

Kurikulum IPA yang Berorientasi pada Keberlanjutan

(Dr. Irwan Muhammad Ridwan, M.Pd.)

6.1 Pendahuluan

Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara (Sistem Pendidikan Nasional, 2003). Untuk mewujudkan itu, pemerintah melalui undang-undang dan lembaga negara mengatur tentang bentuk, proses dan pelaksanaan pendidikan serta usaha-usaha lainnya secara berkesinambungan untuk mencapai keadilan pendidikan di Indonesia. Pembangunan nasional secara sederhana dapat diartikan sebagai proses berkelanjutan baik fisik maupun non fisik untuk kemajuan dan kesejahteraan masyarakat, bangsa, dan negara dalam bidang ekonomi, sosial, budaya dan sebagainya.

Masyarakat Indonesia dituntut untuk mampu menyeimbangkan pemenuhan kebutuhan dengan sistem perlindungan lingkungan alam sehingga kebutuhan tersebut tidak hanya memenuhi kebutuhan saat ini, namun dapat memenuhi kebutuhan generasi berikutnya. Untuk itu Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan memiliki komitmen untuk mewujudkan pendidikan untuk

menerapkan metode pembelajaran yang relevan dengan Kurikulum Merdeka. Pelatihan ini harus mencakup pengembangan keterampilan mengajar berbasis proyek, penggunaan teknologi dalam pembelajaran, serta metode penilaian holistik.

2. Peningkatan Sarana dan Prasarana

Pemerintah dan pihak terkait perlu memastikan bahwa semua sekolah memiliki akses terhadap infrastruktur yang memadai. Dukungan teknologi seperti koneksi internet yang stabil dan perangkat belajar digital harus diprioritaskan, terutama untuk sekolah-sekolah di daerah terpencil.

3. Kerjasama Antara Sekolah dan Komunitas

Implementasi Kurikulum dapat diperkuat melalui kolaborasi dengan komunitas lokal, industri, dan institusi pendidikan tinggi. Ini membantu dalam memberikan peserta didik pengalaman belajar yang lebih nyata dan relevan dengan dunia nyata, serta memperkaya sumber daya yang tersedia di sekolah.

Referensi

- Ali, M. (2017). Curriculum development for sustainability education. *Environmental Progress*, 24(4).
- Bahrudin, M. D. F. (2017). Pelaksanaan Program Adiwiyata dalam Mendukung Pembentukan Karakter Peduli Lingkungan di SMA Negeri 4 Pandeglang. *Junal Pendidikan Geografi*, 17.
- BAPPENAS. (2023). Laporan Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan/Sustainable Development Goals (TPB/SDGs) Tahun 2023. In Kedeputan Bidang Kemaritiman dan Sumber Daya Alam, Kemen-

- terian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta. Badan Perencanaan Pembangunan nasional.
- BjÖrneloo, I. (2008). Belajar Cara Hidup Berkelanjutan (G. Sellgren & Project Management Naturvåktarna, Eds.; A. Wibianto & R. R. Andriani, Trans.). WWF Indonesia.
- Direktur Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. (2011). Buku Panduan Adiwiyata 2011.
- Elfert, M. (2019). Lifelong learning in Sustainable Development Goal 4: What does it mean for UNESCO's rights-based approach to adult learning and education? *International Review of Education*, 65(4), 537–556.
<https://doi.org/10.1007/s11159-019-09788-z>
- Facione, P. A. (2011). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight Assessment*, 1(1), 1–23.
- Facione, P. A. (2015). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight Assessment*, 1(1), 1–23.
- Fakhriyah, F. (2014). Penerapan problem based learning dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1).
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). Assessment and teaching of 21st century skills (Vol. 10). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5>
- Hapsari, L. A., Henya, A. P., & Paidi, P. (2021). Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Berbasis Outdoor Learning. *Al Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 2(2), 104–111.
<https://doi.org/10.32332/al-jahiz.v2i2.4070>
- Johanis, O., & Jamlean, A. (2023). Pembangunan Berkelanjutan dan Keadilan Sosial: Catatan Tentang Peran Perguruan Tinggi. *Jurnal Seri Mitra (Refleksi Ilmiah Pas-toral)*, 2(1), 3–16.
- Juniati, N. W., & Widiana, I. W. (2017). Penerapan model pembelajaran inkuiri untuk meningkatkan hasil belajar

- IPA. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 1(1), 20–29.
<https://doi.org/10.23887/jisd.v1i1.10126>
- Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2018). *Issues and trends in Education for Sustainable Development Issues and trends in Education (Vol. 5)*. UNESCO publishing.
- Lestari, H., & Rahmawati, I. (2022). Pendidikan Pembangunan Berkelanjutan Dimensi Pelestarian Lingkungan Melalui Model Pembelajaran RADEC Pada Pembelajaran IPA Di Sekolah Dasar. *Jurnal Kajian Islam Modern*, 8(1), 1–13.
<https://doi.org/10.56406/jurnalkajianislammodern.v8i1.64>
- Lundegård, S. B., Sellgren, G., & Demetriades, M. (2020). *Belajar Cara Hidup Berkelanjutan (Learning Sustainable Ways)* (R. Widjayanti, Trans.). WWF Indonesia.
- Menteri Lingkungan Hidup. (2013). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 05 Tahun 2013 tentang Pedoman Pelaksanaan Program Adiwiyata*.
- Mochtar, N. E., Gasim, H., Hendarman, Indarstuti, N., Wijiasih, A., Suryana, C., Restuningsih, K., & Tartila, S. L. (2014). *Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (Education for Sustainable Development) di Indonesia Implementasi dan Kisah Sukses*. KNIU Kemendikbud.
- Mochtar, N. E., Gasim, H., Herndarman, Indrastuti, N., Wijiasih, A., Suryana, C., Restuningsih, K., & Tartila, S. L. (2014). *Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia; Implementasi dan Kisah Sukses* (A. K. Seta & N. E. Mochtar, Eds.). Komite Nasional Indonesia untuk UNESCO (KNIU).
- Moeljadi, D., Sugianto, R., Hendrick, J. S., & Hartono, K. (2016). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*. Badan Pengembangan Bahasa Dan Kebukuan, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan.

- Mulyadiprana, A., Rahman, T., Hamdu, G., & Yulianto, A. (2023). Kesadaran Keberlanjutan Siswa Pada Aspek Pengetahuan Melalui Penerapan Program Education For Sustainable Developmnet (ESD) Di Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(1), 577–585. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i1.4283>
- Ningrum, M., Hasanah, E., & Dahlan, U. A. (2021). Manajemen Kurikulum dan Implementasi Education for Sustainable Development pada Perguruan Tinggi. In *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan* (Vol. 21, Issue 2). <https://doi.org/10.30651/didaktis.v21i2.7135>
- Paramita, A. A. E. P., Rati, N. W., & Sudatha, I. G. W. (2020). Model Discovery Learning Berbasis Outdoor Study Terhadap Hasil Belajar IPA. *Jurnal Pedagogi Dan Pembelajaran*, 3(2), 175–190. <https://doi.org/10.23887/jp2.v3i2.25353>
- Pratiwi, I. (2021). *IPA untuk Pendidikan Guru Sekolah Dasar* (Vol. 1). UMSU Press.
- Ridwan, I. M. (2019a). Penerapan model pembelajaran berbasis pengalaman untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 1(1). <https://doi.org/10.15575/jotalp.v4i1.3697>
- Ridwan, I. M. (2019b). Penerapan model pembelajaran berbasis pengalaman untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 4(1), 21–27. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v4i1.3697>
- Ridwan, I. M., Kaniawati, I., Suhandi, A., Ramalis, T. R., & Novia, N. (2023). A Decades of Climate Change Education in Experiential Learning-A Bibliometric Study and Research Agenda. *Journal of Engineering Science and Technology Special Issue On*, 18(3), 81–88.
- Ridwan, I. M., Kaniawati, I., Suhandi, A., Ramalis, T. R., Rizal, R., & Sujarwanto, E. (2023). Instrumen Kemampuan

- Pemecahan Masalah pada Tema Perubahan Iklim: Analisis Rasch Model. 5(1). <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/Diffraction>
<https://doi.org/10.37058/diffraction.v5i1.7738>
- Ridwan, I. M., Kaniawati, I., Suhandi, A., Samsudin, A., & Rizal, R. (2021). Level of sustainability awareness: Where are the students' positions? *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012135>
- Shofiya, S., & Sartika, S. B. (2020). Peran guru IPA smp sebagai fasilitator dalam kegiatan belajar dari rumah. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 3(2), 112–117.
- Shulla, K., Filho, W. L., Lardjane, S., Sommer, J. H., & Borgemeister, C. (2020). Sustainable development education in the context of the 2030 Agenda for sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 27(5), 458–468.
<https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1721378>
- Sistem Pendidikan Nasional, Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum (2003).
- Stern, M. J., & Powell, R. B. (2020). Field trips and the experiential learning cycle. *Journal of Interpretation Research*, 25(1), 46–50.
<https://doi.org/10.1177/1092587220963530>
- UNESCO. (2012a). *Education for Sustainable Development in Action: Learning & Training tools* (Vol. 4).
- UNESCO. (2012b). *Education for sustainable development In Action; Sourcebook* (Vol. 43, Issue 2). UNESCO.
<https://doi.org/10.2753/CED1061-1932430207>
- UNESCO. (2014). *Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. www.unesco.org/open-ac-

- Vioreza, N., Hilyati, W., & Lasminingsih, M. (2023a). Education for Sustainable Development: Bagaimana Urgensi dan Peluang Penerapannya pada Kurikulum Merdeka? *PUSAKA: Journal of Educational Review*, 1(1), 34–48. <https://doi.org/10.56773/pjer.v1i1.11>
- Vioreza, N., Hilyati, W., & Lasminingsih, M. (2023b). Education for Sustainable Development: Bagaimana Urgensi Dan Peluang Penerapannya Pada Kurikulum Merdeka? *PUSAKA: Journal of Educational Review*, 1(1), 34–48.
- Wahyudi, A. E., Sunarni, S., & Ulfatin, N. (2023). Implementasi kurikulum merdeka berorientasi pembentukan karakter profil pelajar pancasila di sekolah dasar. *Jurnal Moral Kemasyarakatan*, 8(2), 179–190. <https://doi.org/10.21067/jmk.v8i2.8532>
- Wahyudi, S. M. (2021). Manajemen kurikulum adaptif dalam meningkatkan efektifitas pembelajaran di sekolah dasar. *MANAGERE: Indonesian Journal of Educational Management*, 3(1), 107–118. <https://doi.org/10.52627/managere.v3i1.115>
- World Commission on Environment and Development. (2003). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.

BAB 7

Teknologi dan Inovasi Pendidikan IPA Berkelanjutan

(Supriyadi, S.Pd., M.Pd.)

7.1 Pendahuluan

Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) telah mengalami perubahan besar dalam beberapa dekade terakhir seiring dengan kemajuan teknologi. Metode pembelajaran yang sebelumnya berbasis buku teks dan eksperimen laboratorium konvensional kini mulai bergeser ke arah digitalisasi, simulasi interaktif, dan pembelajaran berbasis data. Teknologi tidak hanya mempermudah akses terhadap ilmu pengetahuan, tetapi juga memberikan cara baru dalam memahami konsep-konsep sains yang kompleks dan abstrak. Dalam konteks keberlanjutan, teknologi berperan penting dalam membangun pemahaman ilmiah yang lebih mendalam tentang isu-isu global seperti perubahan iklim, energi terbarukan, dan konservasi lingkungan. Oleh karena itu, integrasi teknologi dalam pendidikan IPA menjadi kunci dalam membentuk generasi yang tidak hanya memahami sains secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya untuk keberlanjutan lingkungan dan sosial (Jia et al., 2024; Kade et al., 2024).

Teknologi telah membuka peluang baru dalam transformasi pembelajaran IPA dengan menghadirkan berbagai metode inovatif. Misalnya, **laboratorium virtual** memungkinkan siswa melakukan eksperimen berbasis simulasi tanpa memerlukan peralatan fisik yang mahal atau

dalam penerapannya, dengan strategi yang tepat, teknologi dapat menjadi alat yang sangat efektif dalam mencetak generasi yang siap menghadapi masa depan dan berkontribusi dalam menciptakan dunia yang lebih berkelanjutan.

Referensi

- Agbo, F. J., Sanusi, I. T., Oyelere, S. S., & Suhonen, J. (2021). Application of virtual reality in computer science education: A systemic review based on bibliometric and content analysis methods. *Education Sciences*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/educsci11030142>
- Ahmad, K., Iqbal, W., El-Hassan, A., Qadir, J., Benhaddou, D., Ayyash, M., & Al-Fuqaha, A. (2023). Data-driven artificial intelligence in education: A comprehensive review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 12-31. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3314610>
- Alenezi, M. (2023). Digital learning and digital institution in higher education. *Education Sciences*, 13(1), 88. <https://doi.org/10.3390/educsci13010088>
- Amiruddin, M. Z. Bin, Agustin, M., Samsudin, A., Suhandi, A., & Coştu, B. (2024). A decade of TPACK in science education: Trends and insights from bibliometric analysis. *Journal of Pedagogical Research*, 1-23. <https://doi.org/10.33902/JPR.202428419>
- Cheatle, A., & Jackson, S. (2023). (Re)collecting Craft: Reviving Materials, Techniques, and Pedagogies of Craft for Computational Makers. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 7(CSCW2). <https://doi.org/10.1145/3610041>
- Espejo Villar, L. B., Lázaro Herrero, L., & Álvarez-López, G. (2022). UNESCO strategy and digital policies for teacher training: The deconstruction of innovation in Spain. *Jour-*

- nal of New Approaches in Educational Research, 11(1), 15-30. <https://doi.org/10.7821/naer.2022.1.812>
- Jia, F., Sun, D., & Looi, C. (2024). Artificial intelligence in science education (2013-2023): Research trends in ten years. *Journal of Science Education and Technology*, 33(1), 94-117. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10077-6>
- Kade, A., Supriyatman, S., Kamaruddin, A., Novia, N., Supriyadi, S., & Husain, S. (2024). Exploring Technology-Driven Simulations in Practical Physics: Insights into Mechanical Measurements Concept. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 4(3), 429-444. <https://doi.org/10.17509/ajse.v4i3.74411>
- Ouahi, M. Ben, Lamri, D., Hassouni, T., & Al Ibrahmi, E. M. (2022). Science teachers' views on the use and effectiveness of interactive simulations in science teaching and learning. *International Journal of Instruction*, 15(1), 277-292. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15116a>
- Owen, D. (2024). Cell Phone Use in American Civics and History Classrooms. *Computers in the Schools*, 41(4), 516-533. <https://doi.org/10.1080/07380569.2023.2291684>
- Sujanem, R., & Suwindra, I. N. P. (2023). Problem-based Interactive Physics E-Module in Physics Learning Through Blended PBL to Enhance Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 135-145. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.39971>
- Supriyadi, S., Suhandi, A., Samsudin, A., Agus, S., Algiranto, A., & Loupatty, M. (2023). Trends on Augmented Reality in Education: Bibliometric Analysis and Visualization Using R Studio. *Journal of Engineering Science and Technology*, 18(6), 61-69.
- Wang, X., & Li, J. (2022). Construction of Virtual Simulation College Students Innovation and Entrepreneurship Platform Using Internet of Things Technology. *Mobile Infor-*

- mation Systems, 2022.
<https://doi.org/10.1155/2022/7931417>
- Yılmaz, A. (2021). The effect of technology integration in education on prospective teachers' critical and creative thinking, multidimensional 21st century skills and academic achievements. *Participatory Educational Research*, 8(2), 163-199. <https://doi.org/10.17275/per.21.35.8.2>
- Yu, J., Denham, A. R., & Searight, E. (2022). A systematic review of augmented reality game-based Learning in STEM education. *Educational Technology Research and Development*, 70(4), 1169-1194. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10122-y>