

Pengaruh Modul Elektronik Ekosistem dan Pencemaran Air terhadap Sikap Lingkungan dan Kemampuan Kognitif Siswa

Rina Wahyuningsih¹, Dwi Listyorini¹, Ibrohim¹

¹Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 29-08-2021

Disetujui: 29-09-2021

Kata kunci:

electronic module;
problem-based learning;
environmental attitude;
cognitive ability;
modul elektronik;
problem-based learning;
sikap lingkungan;
kemampuan kognitif

Alamat Korespondensi:

Rina Wahyuningsih
Pendidikan Biologi
Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: listyorini.aljabari@um.ac.id

ABSTRAK

Abstract: This study aims to determine the effectiveness of the ecosystem and water pollution electronic modules on student's environmental attitudes and cognitive abilities. This study is a quasi-experimental study with a nonrandomized pretest-posttest control group design. The results of unpaired t-test analysis showed that there was no difference in environmental attitude in the group using the electronic module and textbook with a p-value of $0.955 > \alpha (0.05)$ and there was a difference in cognitive abilities in the group that used electronic modules and textbooks with a value of p-value $(0.012) < \alpha (0.05)$.

Abstrak: Tujuan penelitian untuk mengetahui keefektifan modul elektronik ekosistem dan pencemaran air terhadap sikap lingkungan dan kemampuan kognitif siswa. Penelitian ini merupakan *quasi-experimental study* dengan desain *nonrandomized pretest-posttest control group design*. Hasil analisis uji-t tidak berpasangan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan sikap lingkungan pada kelas yang menggunakan modul elektronik dan buku teks dengan nilai *p value* $0,955 > \alpha (0,05)$ dan terdapat perbedaan kemampuan kognitif pada kelas yang menggunakan modul elektronik dan buku teks dengan nilai *p value* $(0,012) < \alpha (0,05)$.

Air merupakan salah satu kebutuhan utama bagi kelangsungan hidup makhluk hidup (Kılıç, 2020), namun ketersediaan air yang berkualitas semakin berkurang dari tahun ke tahun (Boretti & Rosa, 2019). Indeks kualitas air secara nasional di Indonesia berada pada kelas kurang baik (KLHK, 2017). Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air adalah aktivitas manusia (Peters et al., 2005). Kegiatan domestik (mencuci, memasak, mandi), membuang limbah domestik dan industri ke sungai menjadi penyebab tercemarnya air sungai (Sidabutar et al., 2017). Perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia mampu menciptakan modifikasi lingkungan yang menyebabkan kepunahan spesies (Tilman & Lehman, 2001). Perilaku konsumtif dan gaya hidup manusia merupakan penyebab lain timbulnya masalah lingkungan (BPS, 2014). Berdasarkan fakta tersebut perlu penanaman sikap lingkungan pada individu agar peka terhadap perubahan lingkungan (Özdem et al., 2014). Diperlukan sikap dan cara berpikir siswa sebagai bagian dari komponen pendidikan yang diarahkan pada pelestarian lingkungan (Kasi et al., 2018). Pengembangan sikap lingkungan dapat dilakukan melalui pendidikan (Pooley & O'Connor, 2000; Stevenson, 2007), salah satunya melalui mata pelajaran biologi kurikulum 2013 yang menuntut siswa memiliki kompetensi untuk menganalisis komponen ekosistem dan data perubahan lingkungan, serta memberikan usulan penyelesaian masalah lingkungan (Permendikbud, 2018). Melalui penyelesaian permasalahan lingkungan dalam pembelajaran akan mampu menumbuhkan sikap lingkungan siswa (Fua et al., 2018).

Melalui pendidikan, siswa dirangsang untuk memiliki pengetahuan yang bermakna dan berpikir tentang masalah lingkungan sehingga dapat memunculkan tindakan untuk melestarikan lingkungan (Yager, 2010). Hasil observasi pada bulan Maret 2021 pada tiga SMA Negeri di Kota Malang menunjukkan bahwa guru mengalami kesulitan jika harus menerapkan model pembelajaran berpendekatan saintifik dalam pembelajaran daring untuk mencapai target kompetensi dasar, termasuk pada aspek kognitif. Tidak adanya kegiatan pengamatan dalam pembelajaran daring, penerapan metode pembelajaran yang belum variatif, dan bahan ajar yang disediakan belum menyajikan konten kontekstual tentang ekosistem dan perubahan lingkungan menjadi hambatan dalam pembelajaran. Hasil observasi juga menunjukkan bahwa soal yang digunakan untuk evaluasi terbatas pada tingkat C1—C4 dan pengembangan sikap lingkungan belum menjadi target dalam pembelajaran, sehingga kegiatan belajar belum diintegrasikan dengan strategi untuk mengembangkan sikap lingkungan.

Salah satu cara untuk mengembangkan keterampilan berpikir dan sikap lingkungan adalah dengan memberikan isu atau masalah yang menantang dalam pembelajaran (Putri, Eliyawati, & Sanjaya, 2021; Vieira & Tenreiro-vieira, 2014). Salah satu model pembelajaran yang menyajikan masalah menjadi stimulus dalam pembelajaran adalah *Problem-based Learning* pada kegiatan memecahkan masalah lingkungan, akan mengarahkan siswa untuk berpikir dan menumbuhkan sikap lingkungan (Amin et al., 2020), namun dampak pandemi Covid-19 menyebabkan perlunya kajian ulang mengenai penerapan *Problem-based Learning* menjadi format dalam jaringan (daring) (Coiado et al., 2020).

Keharusan belajar dari rumah tanpa tatap muka di sekolah memunculkan tantangan baru berupa cara menerapkan PBL secara dalam jaringan (daring) (Havenga, 2020). Modul elektronik menjadi bahan ajar inovatif darurat selama pandemi Covid-19 yang mampu mempertahankan hingga meningkatkan kognitif siswa (Purnamasari et al., 2020). Modul berbasis PBL menyediakan informasi dan uraian langkah pembelajaran yang mengarahkan siswa pada proses berpikir tingkat tinggi (Heong et al., 2020). Setiap sintaks PBL dalam modul juga dapat diintegrasikan dengan aspek sikap lingkungan untuk memfasilitasi siswa untuk mengembangkan sikap lingkungan, misalnya pada tahap orientasi masalah dapat diintegrasikan aspek sikap lingkungan yaitu “*environmental fragility*” (Sueb et al., 2020). Pemanfaatan isu lingkungan di sekitar siswa juga mampu mengembangkan sikap lingkungan karena mereka dihadapkan pada kondisi nyata di lapangan (Bergman, 2015). Salah satu isu lingkungan di Kota Malang adalah tercemarnya Sungai Brantas. Tata guna lahan, aktivitas masyarakat, dan industri industri yang berada di sepanjang wilayah sungai di Sungai Brantas, berdampak pada penurunan kualitas air (Yetti et al., 2011). Beban pencemaran di Sungai Brantas sudah melebihi kemampuan sungai (Lusiana et al., 2020), maka perlu adanya penelitian tentang keefektifan modul elektronik ekosistem dan pencemaran air di Sungai Brantas untuk mengembangkan sikap lingkungan dan kemampuan kognitif siswa.

METODE

Penelitian ini ialah *quasi-experimental* dengan *pretest posttest control group design*. Seluruh siswa kelas X SMAN 8 Malang sebagai populasi dan 58 siswa sebagai sampel penelitian. Pengambilan sampel menggunakan metode *cluster random sampling*. Kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing terdiri atas 28 siswa. Kedua kelompok yang dijadikan sampel telah diuji kesetaraan. Bahan ajar pada kelas eksperimen menggunakan modul elektronik ekosistem dan pencemaran air, sedangkan kelas kontrol memakai buku teks. Modul elektronik ekosistem dan pencemaran air dikembangkan sesuai prosedur Lee & Owens (2004) serta telah divalidasi oleh ahli materi dan bahan ajar sebelum digunakan dalam pembelajaran. Nilai validitas oleh ahli bahan ajar ialah sebesar 96% dengan kategori sangat valid, sedangkan nilai validitas oleh ahli materi ialah sebesar 90% dengan kategori sangat valid. Hasil uji kepraktisan modul elektronik ialah sebesar 90% dengan kategori sangat terbaca. Pengumpulan data sikap lingkungan menggunakan tes tulis berupa angket sikap lingkungan dan kemampuan kognitif menggunakan soal pilihan ganda. Uji normalitas dan homogenitas dilakukan sebelum dilaksanakan uji hipotesis menggunakan uji-t tidak berpasangan dengan sebesar α 0,05.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

Kelompok	Tes Awal	Perlakuan	Tes Akhir
Eksperimen	✓	Modul Elektronik	✓
Kontrol	✓	Buku Teks	✓

HASIL

Hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov test*, semua variabel memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ (Tabel 2.) sehingga disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data

No	Variabel	N	Signifikansi	α	Keputusan
1	Sikap lingkungan	58	0,200	0,05	Normal
2	Kemampuan kognitif	58	0,60	0,05	Normal

Uji prasyarat selanjutnya ialah uji homogenitas menggunakan Levene’s Test. Berdasarkan uji homogenitas disimpulkan bahwa setiap kelompok data homogen, karena memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ (Tabel 3.)

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas Data

No	Variabel	N	Signifikansi	α	Keputusan
1	Sikap lingkungan	58	0,358	0,05	Homogen
2	Kemampuan kognitif	58	0,398	0,05	Homogen

Hasil belajar yang diukur dalam penelitian ini ialah sikap lingkungan dan kemampuan kognitif. Pada uraian di bawah ini akan disajikan analisis ketiga variabel tersebut berdasarkan rerata nilai dan standar deviasinya baik secara keseluruhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata skor sikap lingkungan baik pada kelas yang menggunakan modul elektronik dan buku teks mengalami peningkatan. Peningkatan yang terjadi pada kelas eksperimen yang menggunakan modul elektronik ekosistem dan pencemaran air lebih rendah daripada kelas kontrol yang menggunakan buku teks dengan skor berturut-turut 0,30 dan 1,90 (Tabel 4).

Tabel 4. Capaian Belajar 1: Sikap Lingkungan

Kelas	Nilai \pm SD
Eksperimen	0,30 \pm 5,06
Kontrol	1,90 \pm 3,30

Hasil uji-t tidak berpasangan sikap lingkungan menunjukkan p value (0,195) $>$ α (0,05), sehingga hipotesis penelitian ditolak, artinya tidak ada perbedaan sikap lingkungan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol secara signifikan (Tabel 5.). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggunakan modul elektronik ekosistem dan pencemaran air tidak secara signifikan lebih baik dalam mengembangkan sikap lingkungan dibandingkan dengan pembelajaran menggunakan buku teks.

Tabel 5. Hasil Uji-t Tak Berpasangan Sikap Lingkungan

	t	df	Sig.	Mean Difference	Std. Error	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Sikap Lingkungan	-1.311	56	.195	-1.48276	1.130	-3.74798	.78247
	-1.311	47.098	.196	-1.48276	1.130	-3.75747	.79195

Hasil penelitian menampilkan nilai kemampuan kognitif pada kelas eksperimen mengalami peningkatan lebih tinggi daripada kelas kontrol dengan peningkatan skor masing-masing 11,90 dan 6,90 (Tabel 6).

Tabel 6. Capaian belajar 2 Kemampuan Kognitif

Kelas	Nilai \pm SD
Eksperimen	11,90 \pm 8,60
Kontrol	6,90 \pm 9,49

Hasil uji-t tak berpasangan menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar p value (0,040) $<$ α (0,05) (Tabel 7.), Sehingga hipotesis penelitian diterima, artinya ada perbedaan kemampuan kognitif pada kelas eksperimen yang menggunakan modul elektronik pencemaran air dengan kelas kontrol yang menggunakan buku teks. Berdasarkan rerata skor kedua kelompok dapat disimpulkan bahwa modul elektronik ekosistem dan pencemaran air secara signifikan lebih baik dalam mengembangkan kemampuan kognitif secara signifikan dibandingkan dengan buku teks.

Tabel 7. Hasil Uji-t Tak Berpasangan Kemampuan Kognitif Siswa

	t	df	Sig.	Mean Difference	Std. Error	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Kognitif	2.103	56	.040	5.0000	2.37790	.23649	9.76351
	2.103	55.467	.040	5.0000	2.37790	.23548	9.76452

PEMBAHASAN

Modul elektronik ekosistem dan pencemaran air memberikan pengaruh signifikan dalam mengembangkan kemampuan kognitif siswa daripada buku teks. Di sisi lain, modul elektronik ekosistem dan pencemaran air belum mampu mengembangkan sikap lingkungan siswa. Modul elektronik dapat mengembangkan kemampuan kognitif pembelajaran dengan menggunakan modul elektronik bersifat *stand alone* dan tidak bergantung pada media maupun bahan ajar lain (Dikdasmen, 2017). Modul elektronik ini mampu memfasilitasi siswa untuk mengonstruksi pengetahuannya secara mandiri (Seruni et al., 2020), pengetahuan awal siswa merupakan bekal penting untuk mendukung pembelajaran (Hailikari et al., 2008). Proses belajar mandiri juga mampu meningkatkan kemampuan kognitif siswa secara signifikan dengan konsisten (Rotgans & Schmidt, 2011). Modul elektronik juga dilengkapi dengan gambar, video, dan referensi bacaan yang dapat diakses siswa secara daring dengan memindai *barcode*. Tampilan bahan ajar yang menarik dan didukung adanya media pembelajaran membantu siswa memahami konten yang disajikan (Klerkx et al., 2014; Sulistiyanti et al., 2020). Video pada modul pencemaran lingkungan juga mampu mengembangkan hasil

belajar siswa (Nugroho & Puspitasari, 2019). Semua komponen pada modul elektronik yang dikembangkan tersebut secara bersama-sama membantu siswa membangun kemampuan kognitifnya.

Uraian materi dalam modul elektronik disusun berdasarkan hasil penelitian mengenai ekosistem dan pencemaran air di Sungai Brantas yang lokasinya tidak jauh dari sekolah maupun tempat tinggal siswa. Konten kontekstual ini membantu siswa memadukan pengetahuan yang lama dengan pengetahuan baru (Suryawati & Osman, 2018), sehingga pembelajaran lebih maksimal karena berhubungan dengan keseharian siswa (Haryanto & Arty, 2019) Data kualitas air memberikan gambaran tentang pengaruh aktivitas masyarakat terhadap kesehatan sungai. Modul elektronik juga menuntut siswa mampu menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan yang merupakan target kompetensi dasar aspek kemampuan kognitif.

Siswa diarahkan untuk dapat memecahkan dan membuat usulan solusi dari masalah lingkungan yang disajikan dalam modul elektronik. Kegiatan pemecahan masalah melalui diskusi memfasilitasi siswa untuk mengusulkan ide, adu argumentasi (Seruni et al., 2020), membangun penalaran (Nadeak & Naibaho, 2020), dan bertukar informasi (Phungsuk et al., 2017). Ketika siswa terlibat dalam diskusi, memberikan kritik maupun sanggahan, maka hal tersebut dapat merangsang proses kemampuan kognitif tingkat tinggi yang memiliki hubungan positif dengan hasil belajar (Kollar & Fischer, 2010). Siswa juga diminta untuk menyampaikan pendapat secara tertulis dalam kegiatan diskusi asinkron, kegiatan tersebut melatih siswa untuk menyampaikan dengan ide secara runtut, menyusun paragraf sesuai pertanyaan yang diberikan dan tata bahasa sesuai kaidah (convention).

Di sisi lain, modul elektronik belum dapat mengembangkan sikap lingkungan siswa jika dibandingkan dengan buku teks. Salah satu perbedaan modul elektronik dan buku teks dapat dilihat dari konten yang disajikan. Modul hanya membahas mengenai pencemaran air, sedangkan buku teks menyajikan informasi tentang pemanasan global, pencemaran air, udara dan tanah. Pengetahuan tentang hal tersebut berdampak positif pada sikap lingkungan siswa (Dalida et al., 2018; Rosidin & Suyatna, 2017; Varoglu et al., 2018). Dampak perubahan ekosistem terhadap kesehatan lingkungan dan manusia diulas pada buku teks dengan singkat dan lugas. Pencegahan penyakit yang ditimbulkan akibat zat pencemar juga disajikan dalam bahasa yang ringan. Jika individu memiliki pengetahuan tentang isu lingkungan, maka ia akan mengetahui risiko lingkungan yang akan terjadi (Onel & Mukherjee, 2016), sehingga memiliki sikap yang pro-lingkungan dengan mengurangi beban lingkungan (Zsóka et al., 2013).

Uraian upaya pemeliharaan lingkungan serta pemanfaatan IPTEK dalam pelestarian lingkungan dibahas pada buku teks. Cara mengurangi, mengolah, dan mendaur ulang limbah disampaikan secara detail, serta dapat dilakukan oleh siswa. Buku teks menyajikan informasi bahwa pemeliharaan lingkungan juga dapat dilaksanakan dengan mendayagunakan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), misalnya pembuatan plastik *biodegradable* dan pengendalian hama secara biologi. Buku teks mampu menyajikan bukti bahwa sains dan teknologi mampu mencegah maupun menyelesaikan masalah lingkungan. Keyakinan bahwa sains dan teknologi dapat menyelesaikan masalah lingkungan ini merupakan bagian dari sikap lingkungan siswa (Milfont & Duckitt, 2010).

SIMPULAN

Modul elektronik ekosistem dan pencemaran air mampu mengembangkan kemampuan kognitif siswa, namun belum mampu mengembangkan sikap lingkungan siswa. Penambahan kajian mengenai perubahan lingkungan secara umum pada modul elektronik diperlukan untuk mengembangkan sikap lingkungan siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Amin, S., Utaya, S., Bachri, S., Sumarmi, & Susilo, S. (2020). Effect of Problem-Based Learning on Critical Thinking Skills and Environmental Attitude. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 743–755. <https://doi.org/10.17478/jegys.650344>
- Bergman, B. G. (2015). Environmental Education Research Assessing Impacts of Locally Designed Environmental Education Projects on Students' Environmental Attitudes, Awareness, and Intention to Act. *Environmental Education Research*, 22(4), 1–24. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.999225>
- Boretti, A., & Rosa, L. (2019). Reassessing the projections of the World Water Development Report. *Npj Clean Water*, 2(1). <https://doi.org/10.1038/s41545-019-0039-9>
- Coiado, O. C., Yodh, J., Roberto, G., & Ahmad, K. (2020). How Covid-19 Transformed Problem-Based Learning at Carle Illinois College of Medicine. *Medical Science Educator*.
- Dalida, C. S., Malto, G. A. O., & Lagunzad, C. G. B. (2018). Enhancing Students' Environmental Knowledge and Attitudes Through Community-based Learning. *KnE Social Sciences*, 3(6), 205. <https://doi.org/10.18502/kss.v3i6.2381>
- Dikdasmen. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul*. Kemendikbud.
- Fua, J., Wekke, I., Sabara, Z., & Nurlila, R. (2018). Development of Environmental Care Attitude of Students through Religion Education Approach in Indonesia Development of Environmental Care Attitude of Students through Religion Education Approach in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 175(01229), 1–7. <https://doi.org/doi:10.1088/1755-1315/175/1/012229>

- Hailikari, T., Katajavuori, N., & Lindblom-Ylänne, S. (2008). The Relevance of Prior Knowledge in Learning and Instructional Design. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 72(5), 1–8. <https://doi.org/10.5688/aj7205113>
- Haryanto, P. C., & Arty, I. S. (2019). The Application of Contextual Teaching and Learning in Natural Science to Improve Student's HOTS and Self-efficacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012106>
- Havenga, M. (2020). COVID-19: Transition to Online Problem-Based Learning in Robotics - Challenges, Opportunities, and Insights. *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education*, 10(September), 339–346.
- Heong, Y. M., Hamdan, N., Ching, K. B., Kiong, T. T., & Azid, N. (2020). *Development of Integrated Creative and Critical Thinking Module in Problem-Based Learning to Solve Problems*, 9(03), 3–7.
- Kasi, K., Sumarmi, & Astina, K. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Service Learning terhadap Sikap Peduli Lingkungan. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3(4), 437–440.
- Kılıç, Z. (2020). The Importance of Water and Conscious Use of Water. *International Journal of Hydrology*, 4(5), 239–241. <https://doi.org/10.15406/ijh.2020.04.00250>
- Klerkx, J., Verbert, K., & Duval, E. (2014). Enhancing Learning with Visualization Techniques. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology: Fourth Edition*, 1–1005. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5>
- KLHK. (2017). *Petunjuk Teknis Restorasi Kualitas Air Sungai*. KLHK. [https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/270/180530101715Petunjuk Teknis Restorasi Kualitas Air Sungai.pdf](https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/270/180530101715Petunjuk%20Teknis%20Restorasi%20Kualitas%20Air%20Sungai.pdf)
- Kollar, I., & Fischer, F. (2010). Peer Assessment as Collaborative Learning: A Cognitive Perspective. *Learning and Instruction*, 20(4), 344–348. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.08.005>
- Lee, W. W., & Owens, D. L. (2004). *Multimedia-based Instructional Design*. Pfeiffer.
- Lusiana, N., Widiatmono, B. R., & Luthfiyana, H. (2020). Beban Pencemaran BOD dan Karakteristik Oksigen Terlarut di Sungai Brantas Kota Malang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 354–366. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.354-366>
- Milfont, T. L., & Duckitt, J. (2010). The Environmental Attitudes Inventory: A Valid and Reliable Measure to Assess the Structure of Environmental Attitudes. *Journal of Environmental Psychology*, 30(1), 80–94. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.09.001>
- Nadeak, B., & Naibaho, L. (2020). The Effectiveness of Problem-Based Learning on Students' Critical Thinking. *Jurnal Dinamika Pendidikan*, 13(1), 1–7. <https://doi.org/10.33541/jdp.v13i1>
- Nugroho, P. A., & Puspitasari, Y. D. (2019). The Development of the Practicum Based Environmental Pollution Module for Guided Inquiry which Collaborates Video to Improve Student Learning Outcomes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1381(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1381/1/012069>
- Onel, N., & Mukherjee, A. (2016). Consumer Knowledge in Pro-Environmental Behavior. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 13(4), 328–352. <https://doi.org/10.1108/wjstsd-01-2016-0004>
- Özdem, Y., Dal, B., Öztürk, N., Sönmez, D., & Alper, U. (2014). What is That Thing Called Climate Change? An Investigation Into the Understanding of Climate Change by Seventh-Grade Students. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(4), 294–313. <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.946323>
- Peters, N. E., Meybeck, M., & Chapman, D. V. (2005). Effects of Human Activities on Water Quality. *Encyclopedia of Hydrological Sciences*, June 2020. <https://doi.org/10.1002/0470848944.hsa096>
- Phungsuk, R., Viriyavejakul, C., & Ratanaolarn, T. (2017). Development of A Problem-Based Learning Model Via Virtual Learning Environment. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38(3), 297–306. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2017.01.001>
- Pooley, J. A., & O'Connor, M. M. (2000). Environmental Education and Attitudes: Emotions and Beliefs are what is Needed. *Environment and Behavior*, 32(5), 711–723. <https://doi.org/10.1177/0013916500325007>
- Purnamasari, N., Siswanto, S., & Malik, S. (2020). E-Module as an Emergency-Innovated Learning Source During the Covid-19 Outbreak. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.33292/petier.v3i1.53>
- Putri, W. A., Eliyawati., & Sanjaya, Y. (2021). Digital Storytelling Video to Analyze Students' Concept Mastery and Creativity in Learning Food Additives Topic. *Asian Journal of Science Education*, 3(1), 81–89.
- Rosidin, U., & Suyatna, A. (2017). Teachers and Students Knowledge about Global Warming: a Study in Smoke Disaster Area of Indonesia. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(4), 777–786. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1144822>
- Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2011). Cognitive Engagement in the Problem-Based Learning Classroom. *Advances in Health Sciences Education*, 16(4), 465–479. <https://doi.org/10.1007/s10459-011-9272-9>
- Seruni, R., Munawaroh, S., Kurniadewi, F., & Nurjayadi, M. (2020). Implementation of E-Module Flip PDF Professional to Improve Students' Critical Thinking Skills Through Problem Based Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042085>

- Sidabutar, N. V., Namara, I., Hartono, D. M., & Soesilo, T. E. B. (2017). The Effect of Anthropogenic Activities to the Decrease of Water Quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 67(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/67/1/012034>
- Stevenson, R. B. (2007). Schooling and Environmental Education: Contradictions in Purpose and Practice. *Environmental Education Research*, 13(2), 139–153. <https://doi.org/10.1080/13504620701295726>
- Sueb, Suhadi, & Zahroh, V. R. A. (2020). The Effect of Ecosystem Module Based on Inquiry with Fishpond as a Learning Resource to Improve Environmental Attitude. *AIP Conference Proceedings*, 5, 1–6.
- Sulistiyanti, Dewi, N. K., & Nuswawati, M. (2020). The Development of Environmental Pollution Module by Implementing Laskar Kalpataru Program to Improve Environmental Care Attitude of The Students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(1), 50–59.
- Suryawati, E., & Osman, K. (2018). Contextual learning: Innovative Approach Towards the Development of Students' Scientific Attitude and Natural Science Performance. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 61–76. <https://doi.org/10.12973/ejmste/79329>
- Tilman, D., & Lehman, C. (2001). Human-Caused Environmental Change: Impacts on Plant Diversity and Evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(10), 5433–5440. <https://doi.org/10.1073/pnas.091093198>
- Varoglu, L., Temel, S., & Yilmaz, A. (2018). Knowledge, Attitudes and Behaviours Towards the Environmental Issues: Case of Northern Cyprus. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), 997–1004. <https://doi.org/10.12973/ejmste/81153>
- Vieira, R. M., & Tenreiro-vieira, C. (2014). Fostering Scientific Literacy and Critical Thinking in Elementary Science Education. *International Journal of Science and Mathematic Education*, 14, 659–680. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9605-2>
- Yager, R. E. (2010). *Exemplary Science Social for Resolving Societal Challenges*. National Science Teacher Association.
- Yetti, E., Soedharma, D., & Haryadi, S. (2011). (Evaluasi of Rivers Water Quality at Malang Upper Brantas River Basin Area in Relation to Land Use System and Its Surroundings People Activity). *JPSL*, 1(1), 10–15.
- Zsóka, Á., Szerényi, Z. M., Széchy, A., & Kocsis, T. (2013). Greening Due to Environmental Education? Environmental Knowledge, Attitudes, Consumer Behavior and Everyday Pro-Environmental Activities of Hungarian High School and University Students. *Journal of Cleaner Production*, 48, 126–138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.030>