

Pengembangan Media Pembelajaran Biologi SMA Berbasis 3D Printing Berbahan Filamen Botol Plastik Bekas Untuk Meningkatkan Sikap Peduli Lingkungan

Fitrah Al Anshori¹, Eva Sohriati²

^{1,2}Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

¹fitrahbiologi@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini didasari oleh hasil observasi yang dilakukan tim peneliti pada guru dan siswa SMA di kota Palopo didapatkan minimnya media pembelajaran biologi yang bersifat realia. Selain itu dari sisi sikap peduli lingkungan ternyata siswa di tingkat SMA hanya 23 % yang peduli lingkungan dan memahami pemanfaatan limbah botol plastik di sekitarnya. Sikap peduli lingkungan merupakan hal yang sangat penting untuk diangkat di masa saat ini. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan media pembelajaran biologi berbasis 3D printing berbahan filamen botol plastik bekas untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa. Metode dalam penelitian ini adalah Research and Development (R&D), dengan model pengembangan menggunakan ADDIE. Hasil penelitian skor rata-rata kevalidan ahli materi berada pada skor 91,65% dan berada pada kategori sangat valid. Sedangkan skor kevalidan ahli media berada pada skor 85,7% dan berada pada kategori sangat valid. Sedangkan pada hasil uji pengguna berada pada skor 90,87% berada pada kategori sangat valid. Adapun juga uji kepraktisan berada pada skor 88,56%.

Kata kunci: Media pembelajaran biologi, 3D printing, filamen botol plastik bekas, sikap peduli lingkungan

Pendahuluan

Kerusakan lingkungan akibat menyebarnya plastik sisa penggunaan sehari – hari telah menjadi isu global serius. Sampah plastic telah menyebar kemana – mana mulai dari lautan, tanah, dan bahkan di dalam tubuh hewan dan manusia. Sampah plastic telah menyebar di setiap Langkah sehari – hari kita, selain itu mikroplastik juga telah menyebar tanpa kita sadari di dalam tubuh manusia dan hewan – hewan yang kita konsumsi. Sampah plastic yang sulit terurai menjadi penyebab utama meningkatnya jumlah plastic di sekitar kita. Faktor lainnya adalah kurangnya kesadaran dan kepedulian lingkungan dari Masyarakat juga berkontribusi terhadap penyebaran sampah plastic. Kita bisa melihat di sekitar kita Masyarakat dengan tanpa bersalah membuang sampah plastic di lingkungan. Mengatasi masalah plastic perlu dilakukan dengan meningkatkan sikap kepedulian lingkungan dari Masyarakat. Tempat yang paling tepat untuk memulai kesadaran lingkungan yaitu melalui sekolah.

Teknologi 3D printing sudah sangat berkembang pesat, dalam hal bahan baku untuk mencetak sudah mengalami kemajuan. Saat ini sudah banyak sekali bahan yang dapat digunakan untuk mencetak 3D printing, bahan tersebut seperti PLA, PETG, RESIN dan lain sebagainya. Dengan beragamnya bahan maka kreativitas pembuatan 3D printing juga semakin meningkat terutama untuk pembelajaran (Gao et al., 2023).

Teknologi 3D printing memungkinkan kreativitas dan inovasi berkembang dengan pesat, hal ini mulai dari pembuatan model 3D printing sampai pengusulan bahan yang dapat digunakan untuk menghasilkan 3D printing (Amores et al., 2022).

Pada bidang Kesehatan teknologi 3d printing dapat membantu orang yang mengalami masalah dengan tulangnya, saat ini sudah banyak dilakukan rekayasa pembuatan tulang untuk pasien yang membutuhkan. Saat ini permintaan Solusi untuk orang yang mengalami kelainan pada tulangnya sangat tinggi namun sudah dapat dibantu oleh teknologi 3D printing (Haleem et al., 2020)

Teknologi 3D printing memiliki peran besar di dalam sekolah di Jerman. Dengan adanya teknologi ini maka memungkinkan siswa untuk memiliki perspektif yang berbeda. Ketika membandingkan antara gambar dengan wujud aslinya melalui 3D printing objek (Thyssen & Meier, 2023)

Penggunaan teknologi 3D printing untuk membuat model jaringan dan organ sangat membantu dalam proses pembelajaran anatomi. Cadaver merupakan objek yang mahal harganya, tetapi dengan adanya teknologi 3D printing maka pengajar bisa membuat tiruannya dengan lebih praktis (Ye et al., 2023).

Teknologi 3D printing sudah dapat dibuat menggunakan material dari plastik, logam dan keramik sesuai dengan fungsi masing – masing. Material lain yang juga sudah dapat digunakan pada pencetakan 3D printing seperti hidrogel, termoplastik dan termoset, logam dan keramik, dan kombinasi dari bahan tersebut. Bahan material yang dapat digunakan untuk 3D printing juga dapat beranekaragam dan dapat menggunakan biaya yang rendah (Shahrubudin et al., 2019)

Terdapat beberapa penyebab kesulitan dalam meningkatkan sikap peduli lingkungan yaitu kurangnya interaksi siswa dengan lingkungan terutama yang tercemar, kurangnya materi yang berkaitan dengan kepedulian lingkungan di sekolah, kurangnya penanaman lingkungan di keluarga tempat tinggal siswa (Iseu Laelasari & Rahmawati, 2020). Sikap peduli lingkungan lebih tinggi dimiliki oleh siswa di lingkungan SMA dibandingkan dengan tingkatan SMP dan SD. Hal ini berkaitan erat dengan kurikulum yang berisikan materi seputar lingkungan seperti biopori, greenhouse, kebiasaan membuang sampah pada tempatnya dan memberikan hewan – hewan di kolam (Yanti & Yusliani, 2020).

Sikap peduli lingkungan yang dimiliki oleh siswa akan mengalami peningkatan dengan naiknya pengetahuan mitra seputar AMDAL. Hal ini disebabkan karena mereka mengetahui dampak negatif dan positif dari setiap kerusakan pada lingkungan dan penyebabnya (Putri & Sya'ban, 2023).

Sikap peduli lingkungan siswa akan meningkat jika tempat tinggalnya mengalami masalah seputar lingkungan yang berdampak buruk (Khozin et al., 2020). Pemahaman siswa tentang kondisi ekosistem lokal yang perlu dijaga membuat siswa lebih peduli tentang kondisi lingkungannya. Semakin dekat kehidupan mereka dengan ekosistem yang baik dan terjaga maka sikap peduli lingkungan mereka akan semakin baik (Rahmi et al., 2023).

Penggunaan bahan plastik dari botol bekas sebagai dasar dari penelitian ini untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan pada siswa. Berdasarkan hasil riset sebelumnya, sikap peduli lingkungan siswa berada pada kategori sedang yang disebabkan karena pengetahuan yang belum maksimal dan kesadaran diri yang masih rendah (Qodriyanti et al., 2022)

Penelitian ini didasari oleh hasil observasi yang dilakukan tim peneliti pada guru dan siswa SMA di kota Palopo didapatkan minimnya media pembelajaran biologi yang bersifat realia. Selain itu dari sisi sikap peduli lingkungan ternyata siswa di tingkat SMA hanya 23 % yang peduli lingkungan dan memahami pemanfaatan limbah botol plastik di sekitarnya. Sikap peduli lingkungan merupakan hal yang sangat penting untuk diangkat di masa saat ini. Apalagi sekolah sudah mulai menerapkan kurikulum yang berhubungan dengan lingkungan dan bagaimana menjaga lingkungan kita agar menjadi lebih baik lagi dan dapat digunakan dalam jangka panjang.

Berdasarkan uraian tersebut maka dipandang perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan produk media pembelajaran biologi berbasis 3D printing menggunakan filamen botol bekas.

Keunggulan dari media pembelajaran yang dikembangkan yaitu bersifat realia atau menyerupai wujud 3D aslinya, selain itu biaya dibutuhkan lebih murah karena dibuat dari bahan botol plastik bekas. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengembangkan media pembelajaran biologi dengan memanfaatkan botol plastik bekas agar dapat meningkatkan sikap peduli lingkungan pada kalangan siswa. Kebaharuan dari penelitian ini yaitu adanya penggunaan botol plastik bekas sebagai bahan dasar dalam pembuatan media pembelajaran 3D. Selain itu penggunaan media pembelajaran 3D di sekolah saat ini masih sangat minim. Umumnya guru menggunakan gambar dan video untuk pembelajaran biologi.

Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran biologi berbasis 3D printing berbahan filamen botol plastik bekas untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa. Penelitian pengembangan dilakukan di SMAIT Wahdah Islamiyah Palopo pada tahun 2024. Metode dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D). Produk yang dikembangkan yaitu media pembelajaran biologi berbasis 3D printing dengan menggunakan bahan filamen botol plastik bekas. Model pengembangan menggunakan ADDIE dengan Langkah – Langkah dimulai dari analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Sesuai dengan model pengembangan ADDIE maka proses evaluasi dilakukan dengan cara evaluasi formatif dengan melibatkan ahli materi dan ahli media pembelajaran.

Validitas produk ditentukan melalui ahli dan pengguna produk. Uji ahli menggunakan ahli media pembelajaran dan ahli materi pembelajaran biologi untuk SMA. Teknik pengumpulan data menggunakan angket melibatkan ahli analisis data. Analisis data digunakan untuk menentukan Tingkat kevalidan dan kepraktisan media yang telah dibuat. Penilaian dari ahli menggunakan skala likert, dan terdapat rentang skor 1,2,3,4,5. Media pembelajaran dikatakan layak apabila setelah dilakukan uji coba berada pada kategori layak. Kriteria kelayakan dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 1 Skala persentase kelayakan

Interval	Presentase Tingkat Eligibility
$80\% < NP \leq 100\%$	Sangat Layak
$60\% < NP \leq 80\%$	Layak
$40\% < NP \leq 60\%$	Cukup Layak
$20\% < NP \leq 40\%$	Kurang Layak
$NP \leq 20\%$	Tidak Layak

Adapun kriteria kepraktisan dapat dilihat pada tabel berikut ini

No	Kriteria	Kategori	Keterangan
1	81,00%- 100%	Sangat Praktis	Dapat digunakan tanpa revisi
2	61,00% - 80,00%	Praktis	Dapat digunakan dengan revisi kecil
3	41,00% - 60,00%	Cukup Praktis	Disarankan untuk tidak dipergunakan
4	21,00% - 40,00%	Tidak Praktis	Tidak dapat digunakan
5	00,00% - 20,00%	Sangat tidak praktis	Tidak dapat digunakan

Tabel 2 Kriteria kepraktisan

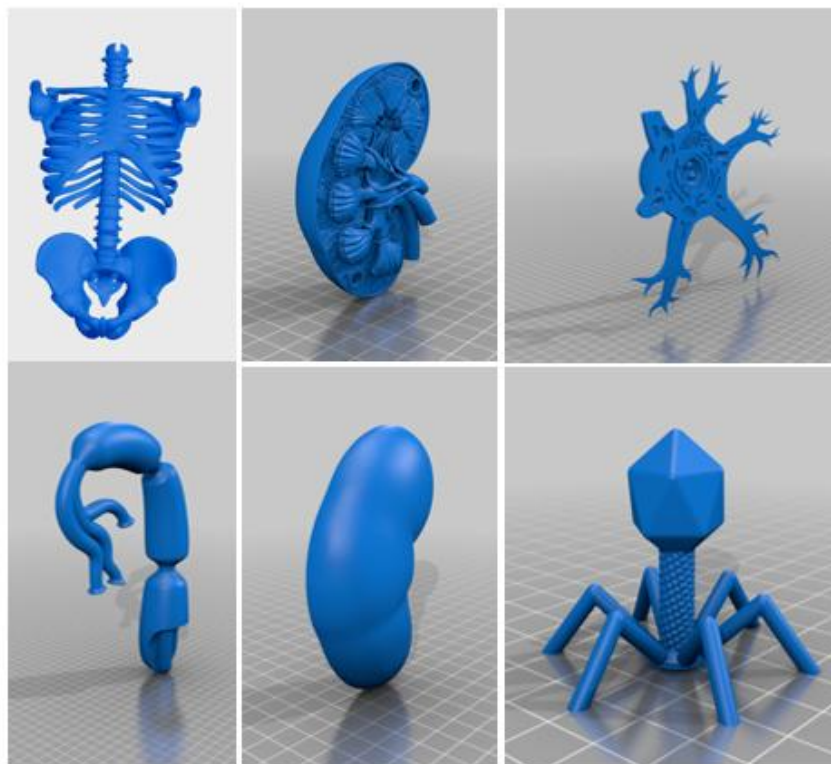
Hasil

Hasil penelitian ini berupa media pembelajaran biologi SMA yang berbasis 3D printing menggunakan filamen botol plastik bekas. Media ini dikembangkan melalui model ADDIE yaitu

dimulai dari tahap analisis, tahap desain, tahap pengembangan, tahap implementasi. Adapun setiap tahap dilakukan evaluasi dan revisi Bersama ahli dan mitra yang diajak Kerjasama.

Pada tahap pertama yaitu analisis dilakukan diskusi dengan guru yang menjadi pengguna mengenai permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran yang berhubungan dengan lingkungan khususnya sikap peduli lingkungan di kalangan siswa. Tema P5 yang ditarget pada pembelajaran di SMA yaitu gaya hidup berkelanjutan dengan menjaga lingkungan. Saat ini sekolah masih kesulitan dalam mengkonversi botol plastic bekas menjadi sesuatu yang bermanfaat . Maka tim peneliti mennawarkan botol plastic menjadi media pembelajaran biologi menggunakan teknologi 3D printing.

Tahap kedua yaitu tahap desain media pembelajaran biologi yang berpotensi untuk dijadikan media dan sesuai dengan materi Pelajaran yang berjalan disetiap sekolah. Selama proses desain juga diperlihatkan dan direvisi oleh ahli media dan ahli materi biologi. Pada tahap ini dilakukan revisi sampai dianggap pas untuk digunakan.



Gambar 1 Rancangan awal desain media 3D

Tahap ketiga yaitu tahap pengembangan yang dimulai dari pengumpulan botol bekas, setelah itu di potong dan dibentuk menjadi filamen menggunakan alat filament. Setiap selesai di buat maka filamen tersebut digabungkan menggunakan alat penggabung filamen. Setelah itu filamen kemudian dijadikan bahan cetak untuk menghasilkan media pembelajaran biologi menggunakan mesin 3D printing. Semua hasil media pembelajaran kemudian diperlihatkan kepada pengguna media tersebut dan para ahli.



Gambar 2 gambar produk akhir hasil pengembangan dari botol plastik bekas berwarna transparan

Tahap keempat yaitu implementasi media pembelajaran biologi berbasis 3D printing berbahan filamen botol plastic. Pada tahap ini mitra menggunakan media pembelajaran 3d printing yang telah dibuat di kelas untuk mengajar sekaligus menginformasikan ke siswa mengenai cara membuat produk serupa dengan menggunakan bahan filamen botol plastic bekas.

Hasil validasi ahli materi kelayakan konten dan kelayakan presentasi dapat dilihat pada table 2 berikut ini.

Tabel 3 Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	Jumlah Item	Jumlah nilai	Persentase
Kelayakan Konten	10	45	90%
Kelayakan Presentasi	3	14	93,30%
Rata-rata			91,65%

Berdasarkan hasil penilaian dari ahli materi didapatkan rata – rata 91,65% sehingga berada pada kategori sangat layak untuk digunakan. Hasil ini didapatkan setelah melalui beberapa kali revisi dengan ahli serta mitra.

Tabel 4 Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Jumlah Item	Jumlah nilai	Persentase
Komponen Konten Media	6	25	83,3%
Desian Media Visual	7	29	82,8 %
Kualitas Teknis	8	33	82,5%
Penggunaan Media	7	30	85,7%
Rata – rata			83,57%

Hasil validasi ahli media setelah dianalisis berada pada angka 83,57% sehingga masuk pada kategori sangat layak. Adapun saran – saran tambahan yaitu dalam hal pemberian warna agar dibuat serealistis mungkin dengan kondisi aslinya agar siswa dapat bisa memahami dengan lebih baik lagi.

Hasil uji pengguna oleh guru dapat dilihat pada table

Tabel 5 Hasil Uji Pengguna (praktisi/guru)

Aspek	Jumlah Item	Jumlah nilai	Persentase
Materi	10	47	94%
Bahasa	6	25	83,3%
Penyajian	5	23	92%
Tampilan	7	33	94,2%
Rata - rata			90,87%

Media pembelajaran biologi 3D printing yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh pengguna yakni guru yang mengajar di SMA memiliki rata – rata 90,87%. Media yang dilakukan pengujian oleh pengguna terdiri dari beberapa materi yang sedang diajarkan seperti sistem rangka, sel, sistem imun, sistem pernafasan, sistem ekskresi, bagian – bagian otak, sistem pencernaan.

Tabel 6 Hasil Uji Kepraktisan

Aspek	Jumlah Item	Jumlah nilai	Persentase
Materi	7	30	85,7%
Bahasa	4	17	85 %
Tampilan	4	19	95%
Rata - rata			88,56%

Hasil uji perorangan dapat dilihat pada table 5 dimana nilai rata -rata berada pada kategori sangat praktis. Hal ini juga dapat tergambarkan pada sat media pembelajaran yang telah jadi diperlihatkan kepada siswa dan mereka memiliki keinginan belajar yang tinggi menggunakan media tersebut. Ketertarikan siswa juga terlihat saat mereka diminta untuk memperagakan cara membuat media 3d printing di setiap tahapnya.

Pembahasan

Setelah dilakukan pengembangan dan dilakukan uji coba di kelas oleh guru yang mengajar terlihat perbedaan minat siswa dalam hal keingintahuan mereka terhadap kepedulian lingkungan. Selama ini siswa tidak memahami bagaimana mengelola Botol plastik untuk menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat. minimnya komunitas dan teknologi yang bisa digunakan untuk mengolah botol plastik menjadi sesuatu yang bermanfaat turut berdampak kepada pengetahuan siswa mengenai pengolahan limbah plastik. Setelah dilakukan wawancara terhadap siswa didapatkan data bahwa siswa sangat berminat untuk mengolah botol plastik setelah mengetahui dampak buruk dari botol plastik yang sudah tercemar di mana-mana namun kurangnya teknologi yang berkaitan dengan hal ini membuat lambatnya informasi sampai di kalangan siswa. namun dengan adanya dukungan dari sekolah dan pemerintah diharapkan dapat mempercepat pemahaman dan lebih luasnya kemampuan dalam mengolah limbah botol plastik menjadi sesuatu yang bisa bermanfaat.

Penggunaan media pembelajaran yang berbasis teknologi sebaiknya harus tepat dengan kebutuhan di tempat mengajar. Kemudian waktu pembuatna yang relatif singkat. Adapun pembuatan media pembelajaran yang 3D yang dibuat menggunakan filamen botol plastik

membutuhkan 3-7 jam untuk membuat 1 media. Namun media tersebut kokoh dan dapat bertahan lebih lama waktu pemakaiannya (Hasriadi, 2022)

Penelitian 3D printing saat ini hanya berfokus dalam menghasilkan produk yang sering digunakan oleh manusia saat ini produk-produk tersebut biasanya berhubungan dengan kehidupan sehari-hari seperti yang ada di rumah di kantor di sekolah dan lain-lain. namun di negara maju penelitian sudah berkembang pesat untuk menghasilkan alat-alat kesehatan yang di masa depan akan berfungsi untuk dapat menggantikan organ-organ yang mengalami kerusakan pada manusia sedangkan penelitian yang berhubungan dengan filamen atau bahan yang dapat digunakan untuk tidak di printing tidak terlalu berkembang sebab sudah ada banyak bahan yang bisa digunakan oleh pengguna 3D printing.

Implikasi penelitian ini adalah dapat merubah cara pandang setiap orang dalam mengelola sampah plastik khususnya botol plastik yang selama ini tidak dikelola dengan baik dan benar. dengan pengetahuan pengolahan botol plastik menjadi filamen dapat membuat siswa semakin percaya diri dan semakin ingin mengolah botol plastik menjadi bahan yang mereka inginkan titik meskipun biaya untuk mengolah botol plastik menjadi produk yang baru cenderung lebih mahal.

Keterbatasan penelitian ini adalah terletak pada desain yang sulit untuk didapatkan oleh peneliti. Membuat desain 3D printing yang dapat dicetak langsung membutuhkan effort yang cukup besar. karena membuat desain 3D membutuhkan skill yang lebih terutama untuk desain yang berhubungan dengan manusia. Adapun desain yang berhubungan dengan alat-alat di sekitaran kita biasanya lebih mudah untuk dibuat, yang sulit adalah membuat desain yang berhubungan dengan muka atau hewan – hewan tertentu.

Sikap peduli lingkungan pada anak SMA lebih tinggi dibandingkan siswa sekolah dasar. Namun demikian dibutuhkan pengetahuan lebih dini seputar sikap peduli lingkungan agar saat SMA mereka semakin peduli terhadap lingkungan mereka (Marjuni et al., 2024)

Penelitian tentang material 3D printing untuk dapat membantu penyelamatan lingkungan semakin berkembang. Hal ini disebabkan karena jumlah penduduk semakin banyak sehingga jumlah sampah yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Selain plastik bekas juga berpotensi akan menggunakan bahan material lain yang dapat mengurangi produksi CO₂ di udara. Namun penelitian 3d printing akan semakin berkembang dan masih butuh banyak penelitian lanjutan seperti sisa galian tambang berpotensi untuk dijadikan material pengganti filamen (Dey et al., 2022).

Selanjutnya kepada peneliti lain diharapkan agar mengembangkan media 3D penting berbahan dasar filamen botol plastik bekas untuk menghasilkan produk-produk yang sering digunakan oleh siswa sehingga dapat meningkatkan lebih banyak lagi minat siswa untuk mengolah botol plastik bekas menjadi bahan yang dapat mereka gunakan sehari-hari.

Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis terhadap angket kevalidan kepada ahli media dan ahli materi, serta uji kepraktisan. Maka didapatkan skor rata rata kevalidan ahli materi berada pada skor 91,65% dan berada pada kategori sangat valid. Sedangkan skor kevalidan ahli media berada pada skor 85,7% dan berada pada kategori sangat valid. Sedangkan pada hasil uji pengguna berada pada skor 90,87% berada pada kategori sangat valid. Adapun juga uji kepraktisan berada pada skor 88,56%. Sehingga media ini dikatakan sangat layak untuk digunakan dalam meningkatkan sikap peduli lingkungan pada siswa SMA.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kami berikan kepada pemberi dana penelitian ini yakni pihak DRTPM tahun anggaran 2024 dengan nomor kontrak turunan 623/LL9/PK.00.PG/2024, 527/R/UNCP/VI/2024. Selanjutnya kepada sekolah yang menjadi mitra pada penelitian ini yaitu SMAIT Wahdah Islamiyah Palopo yang telah berpartisipasi pada kegiatan ini.

References

- Amores, I. D., González-Gutiérrez, J., García, I. M., Franco, J. M., & Gallegos, C. (2022). 3D printing – Present and future – A Chemical Engineering perspective. *Chemical Engineering Research and Design*, 187, 598–610. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2022.08.049>
- Dey, D., Srinivas, D., Panda, B., Suraneni, P., & Sitharam, T. G. (2022). Use of industrial waste materials for 3D printing of sustainable concrete: A review. *Journal of Cleaner Production*, 340, 130749. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130749>
- Gao, H., An, J., Chua, C. K., Bourell, D., Kuo, C.-N., & Tan, D. T. H. (2023). 3D printed optics and photonics: Processes, materials and applications. *Materials Today*, 69, 107–132. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2023.06.019>
- Haleem, A., Javaid, M., Khan, R. H., & Suman, R. (2020). 3D printing applications in bone tissue engineering. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 11, S118–S124. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.12.002>
- Hasriadi. (2022). Pemanfaatan Teknologi dalam Membuat Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 11(1), 17–28. <https://doi.org/10.58230/27454312.121>
- Iseu Laelasari, & Rahmawati, A. (2020). Analisis Penerapan Model Problem Based Learning Dalam Mengembangkan Sikap Peduli Lingkungan Siswa Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 1(2), 76–81. <https://doi.org/10.32939/symbiotic.v1i2.9>
- Khozin, M. N., Rahmawati, A., & Wibowo, T. (2020). Pembelajaran Berbasis Masalah Berpendekatan Socioscientific Issue Terhadap Sikap Peduli Lingkungan dan Hasil Belajar Siswa. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(1), 51–61. <https://doi.org/10.21580/phen.2020.10.1.6039>
- Marjuni, Usmeldi, & Fauzi Ahmad. (2024). Meta-analysis pengaruh pembelajaran ipa terhadap sikap peduli lingkungan peserta didik. *Nautical : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(20). <https://doi.org/https://doi.org/10.55904/nautical.v2i10.1078>
- Putri, A. N., & Sya'ban, M. B. A. (2023). Hubungan Antara Pengetahuan Materi Pelajaran Amdal Dengan Sikap Peduli Lingkungan Siswa. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 9(4), 1759–1768. <https://doi.org/10.31949/educatio.v9i4.6108>
- Qodriyanti, A., Yarza, H. N., Irdalisa, I., Elvianasti, M., & Ritonga, R. F. (2022). Analisis Sikap Peduli Lingkungan Siswa di Salah Satu MAN pada Materi Pelestarian Lingkungan. *JURNAL EKSAKTA PENDIDIKAN (JEP)*, 6(1), 111–116. <https://doi.org/10.24036/jep/vol6-iss1/643>
- Rahmi, M., Nurhidayati, S., & Samsuri, T. (2023). Pengaruh Bahan Ajar Berbasis Potensi Lokal terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Peduli Lingkungan Siswa. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 685. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i1.7692>
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019). An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286–1296. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.089>

- Thyssen, C., & Meier, M. (2023). 3D Printing as an element of teaching—perceptions and perspectives of teachers at German schools. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1233337>
- Yanti, Y., & Yusliani, E. (2020). Meta-Analisis: Pengaruh Integrasi Pendidikan Lingkungan dalam Pembelajaran IPA Terhadap Sikap Peduli Lingkungan Siswa. In *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika* (Vol. 6, Issue 1). <https://dx.doi.org/10.24036/jppf.v6i1.108590>
- Ye, Z., Jiang, H., Bai, S., Wang, T., Yang, D., Hou, H., Zhang, Y., & Yi, S. (2023). Meta-analyzing the efficacy of 3D printed models in anatomy education. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1117555>

---Halaman ini sengaja dikosongkan---