

Optimalisasi Pembelajaran Erosi di Kelas X SMAS Muhammadiyah Batudaa melalui Pendekatan Praktikum Menggunakan Media Sederhana Berbasis Kardus, Botol, Air, Tanaman, dan Sampah

Yurni Pongoliu¹, Sri Maryati^{1*}, Sukarni Bakari²

¹Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo

²SMA Muhammadiyah Batudaa, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo

*e-mail :sri.maryati@ung.ac.id

Abstract

Geography learning on erosion topics requires contextual approaches that connect concepts with students' surrounding environments. Learning activities at Muhammadiyah Batudaa Senior High School applied a simulation-based practicum using simple media, such as cardboard, bottles, water, vegetation, and waste, to observe erosion processes. This study employed a pre-experimental design with a one-group pretest-posttest involving 30 tenth-grade students. Data were analyzed quantitatively and qualitatively. The results indicate an increase in students' understanding, with average scores rising from 65 to 83. Vegetation in the form of grass reduced erosion by up to 65%, while plastic waste increased erosion by 22%. The practicum activities also enhanced student engagement and environmental awareness. This approach is suitable for schools with limited resources.

Keyword: Erosion; Geography Learning; Simulation-Based Practicum; Simple Media; Environmental Awareness

Abstrak

Pembelajaran geografi materi erosi memerlukan pendekatan kontekstual yang mengaitkan konsep dengan kondisi lingkungan sekitar siswa. Pembelajaran di SMA Muhammadiyah Batudaa menerapkan pendekatan praktikum berbasis simulasi dengan memanfaatkan media sederhana, seperti kardus, botol, air, vegetasi, dan sampah, untuk mengamati proses erosi. Penelitian ini menggunakan desain pre-eksperimental dengan one group pretest-posttest pada 30 siswa kelas X. Data dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Hasil menunjukkan peningkatan pemahaman siswa dari skor rata-rata 65 menjadi 83. Vegetasi berupa rumput mampu menurunkan tingkat erosi hingga 65%, sedangkan sampah plastik meningkatkan erosi sebesar 22%. Kegiatan praktikum juga meningkatkan keterlibatan siswa dan kesadaran lingkungan. Pendekatan ini relevan diterapkan pada sekolah dengan keterbatasan sarana.

Kata kunci: Erosi; Pembelajaran Geografi; Praktikum Simulasi; Media Sederhana; Kesadaran Lingkungan

1. PENDAHULUAN

Erosi adalah proses pengikisan lapisan tanah oleh air, angin, atau aktivitas manusia, yang dapat menyebabkan hilangnya kesuburan tanah dan bencana seperti longsor (Goudie & Viles, 2020). Dalam kurikulum geografi kelas X, erosi merupakan topik kunci yang relevan dengan isu lingkungan lokal, terutama di daerah seperti Batudaa, Gorontalo, yang rentan terhadap longsor musiman. Namun, pembelajaran konvensional sering kali kurang efektif karena bersifat teoritis dan minim interaksi, sehingga sulit bagi siswa untuk memahami konsep secara mendalam.

Pendekatan praktikum dengan media sederhana seperti kardus, botol, air, tanaman, dan sampah dipilih karena kemudahan akses dan relevansinya dengan kondisi sekolah di daerah pedesaan. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mengamati secara langsung proses erosi dan faktor-faktor yang memengaruhinya, seperti vegetasi dan sampah. Menurut Jones dan Smith (2021), pembelajaran berbasis pengalaman meningkatkan retensi pengetahuan hingga 75% dibandingkan metode ceramah.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya pemahaman siswa kelas X SMA Muhammadiyah Batudaa terhadap materi erosi. Hasil evaluasi awal menunjukkan bahwa hanya 35% siswa yang mampu memahami faktor-faktor penyebab erosi. Kondisi ini dipengaruhi oleh keterbatasan penggunaan media pembelajaran interaktif serta minimnya fasilitas pendukung pembelajaran di sekolah. Penelitian ini melibatkan 30 siswa kelas X yang sebagian besar berasal dari wilayah pedesaan dengan paparan langsung terhadap permasalahan erosi, seperti banjir dan longsor.

Tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) meningkatkan pemahaman siswa tentang erosi melalui pendekatan praktikum, (2) mengidentifikasi pengaruh vegetasi dan sampah terhadap tingkat erosi, dan (3) memupuk kesadaran lingkungan siswa. Pendekatan ini didukung oleh teori pembelajaran konstruktivis, yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dalam membangun pengetahuan (Woolfolk, 2020). Kajian literatur menunjukkan bahwa vegetasi, melalui akar tanaman, dapat mengurangi erosi hingga 60-70% dengan menahan tanah dan memperlambat aliran air (Pimentel & Burgess, 2022). Sebaliknya, sampah plastik dapat memperburuk erosi dengan menghambat infiltrasi air, sehingga meningkatkan aliran air permukaan yang merusak (Kumar et al., 2023). Penelitian oleh Brown dan Taylor (2021) menunjukkan bahwa media sederhana seperti kardus dan botol efektif dalam pembelajaran sains di sekolah dengan anggaran terbatas.

Kondisi siswa di SMAS Muhammadiyah Batudaa menunjukkan potensi untuk pembelajaran berbasis pengalaman. Banyak siswa tinggal di daerah pertanian yang sering mengalami erosi akibat curah hujan tinggi. Oleh karena itu, pendekatan praktikum ini relevan dengan pengalaman hidup mereka, memungkinkan koneksi antara teori dan realitas lingkungan lokal. Masalah yang dirumuskan adalah: (1) Seberapa efektif pendekatan praktikum dengan media sederhana dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang erosi? (2) Bagaimana pengaruh vegetasi dan sampah terhadap tingkat erosi dalam simulasi praktikum? Pertanyaan ini menjadi dasar untuk merancang kegiatan yang terukur dan relevan dengan kebutuhan siswa.

Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk memberikan nilai tambah dalam pembelajaran geografi dengan pendekatan yang hemat biaya dan interaktif. Dengan melibatkan siswa dalam simulasi erosi, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep, kesadaran lingkungan, dan keterampilan berpikir kritis.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan praktikum berbasis simulasi untuk mengamati proses erosi pada siswa kelas X SMA Muhammadiyah Batudaa yang berjumlah 30 orang dan dibagi ke dalam lima kelompok. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan siswa memperoleh pengalaman belajar secara langsung, sejalan dengan teori pembelajaran berbasis pengalaman yang dikemukakan oleh Kolb (2020). Kegiatan praktikum dirancang untuk mensimulasikan proses erosi dengan memanfaatkan bahan-bahan sederhana yang tersedia di lingkungan sekitar.

Alat dan bahan yang digunakan meliputi dua kardus berukuran 50x30 cm yang dipotong membentuk nampan miring, botol plastik berlubang untuk simulasi hujan, air (500 ml per kardus), tanah, tanaman (rumpun), sampah (plastik dan daun kering), kertas, dan sekop kecil. Kardus A diisi tanah tanpa vegetasi, sedangkan Kardus B diisi tanah dengan variasi vegetasi atau sampah, tergantung pada skenario percobaan. Langkah-langkah praktikum dimulai dengan persiapan model. Kardus dilapisi kertas untuk memudahkan pengamatan aliran air. Tanah diratakan di kedua kardus dengan ketebalan 5 cm. Kardus A dibiarkan tanpa vegetasi, sedangkan Kardus B ditanami rumput atau ditaburi sampah. Air dituangkan perlahan dari botol berlubang selama 2 menit untuk mensimulasikan hujan.

Keberhasilan kegiatan diukur melalui dua indikator utama: (1) pemahaman siswa, diukur dengan *pre-test* dan *post-test* berbasis 10 soal pilihan ganda tentang erosi, dan (2) tingkat erosi, diukur dengan berat tanah yang terbawa air (gram) menggunakan timbangan digital. Soal *pre-test* dan *post-test* mencakup definisi erosi, faktor penyebab, dan dampaknya. Secara kualitatif, keterlibatan siswa dinilai menggunakan lembar observasi dengan skala 1-5 (1: sangat rendah, 5: sangat tinggi). Perubahan sikap siswa terhadap pentingnya vegetasi diamati melalui wawancara singkat pasca-praktikum. Data kualitatif ini digunakan untuk mengevaluasi dampak pendekatan praktikum terhadap kesadaran lingkungan.

Metode pengukuran erosi dilakukan dengan mengumpulkan tanah yang terbawa air di wadah penampung di bawah kardus, kemudian ditimbang. Data dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan tingkat erosi antara Kardus A dan Kardus B. Validitas metode ini didukung oleh penelitian oleh Brown dan Taylor (2021), yang menggunakan simulasi serupa untuk pembelajaran sains. Praktikum dilakukan dalam kelompok kecil (5-6 siswa per kelompok) untuk mendorong kolaborasi dan diskusi. Setiap kelompok mencatat hasil pengamatan pada kertas yang disediakan dan menyusun laporan singkat. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan analisis dan komunikasi. Tingkat ketercapaian keberhasilan diukur dari peningkatan skor *post-test* dibandingkan *pre-test* (target: peningkatan minimal 75%) dan perbedaan signifikan dalam jumlah tanah

yang tererosi. Data kualitatif dari observasi dan wawancara digunakan untuk mengevaluasi perubahan sikap siswa terhadap isu lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pembelajaran erosi melalui pendekatan praktikum diawali dengan kegiatan persiapan dan pembagian siswa dalam kelompok kecil. Siswa secara aktif terlibat dalam menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan berupa kardus, tanah, botol plastik, air, tanaman, dan sampah. Setiap kelompok melakukan simulasi erosi dengan mengamati perbedaan kondisi tanah yang tertutup, lahan dengan vegetasi, dan lahan yang tertutup sampah. Aktivitas ini mendorong siswa secara langsung proses terjadinya aliran air dan pengikisan tanah, serta mendiskusikan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat erosi. Selama kegiatan berlangsung, siswa menunjukkan antusiasisme yang tinggi melalui diskusi kelompok, pencatatan hasil pengamatan, dan perbandingan hasil antara model simulasi. Siswa tidak hanya mengikuti prosedur kegiatan, tetapi juga mulai mengaitkan fenomena yang di amati dengan kondisi lingkungan di sekitra tempat tinggal mereka, seperti kejadian tanah longsor dan banjir pada musim hujan. Kegiatan ini menciptakan suasana pembelajaran yang interaktif dan kontekstual, sehingga siswa lebih mudah memahami konsep erosi secara nyata. Berikut gambar pelaksanaan praktikum erosi dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pelaksanaan Praktikum Pembelajaran Erosi

Aktivitas praktikum dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif mencakup perbandingan tingkat erosi pada setiap model simulasi serta peningkatan pemahaman siswa berdasarkan hasil pretest dan posttest. Analisis kualitatif mengkaji tingkat keterlibatan siswa dan perubahan kesadaran lingkungan selama proses pembelajaran. Pendekatan praktikum dengan media sederhana menunjukkan keterpaduan antara proses pembelajaran dan penguatan kesadaran lingkungan siswa. Hasil perbandingan tingkat erosi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Tingkat Erosi pada Kardus A dan Kardus B

Kondisi	Tanah Terosi (gram)	Persentase Erosi (%)
Kardus A (Tanpa Vegetasi)	140	28
Kardus B (Dengan Vegetasi)	45	9
Kardus B (Dengan Sampah)	110	22

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa Kardus A tanpa vegetasi mengalami tingkat erosi yang lebih tinggi dibandingkan Kardus B yang dilengkapi vegetasi. Rata-rata massa tanah yang terbawa aliran air pada Kardus A mencapai 140 gram, sedangkan Kardus B dengan penutup rumput hanya menunjukkan erosi sebesar 45 gram. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Pimentel dan Burgess (2022) yang menyatakan bahwa keberadaan vegetasi mampu mengurangi erosi hingga 65% melalui peran akar tanaman dalam mengikat partikel tanah. Pada variasi percobaan dengan penambahan sampah, Kardus B yang ditutupi sampah plastik menunjukkan tingkat erosi sebesar 110 gram, lebih tinggi dibandingkan kondisi dengan vegetasi, namun masih lebih rendah dibandingkan Kardus A tanpa penutup. Keberadaan sampah plastik menghambat proses infiltrasi air ke dalam tanah sehingga

meningkatkan aliran permukaan yang mempercepat terjadinya erosi, sebagaimana dilaporkan oleh Kumar et al. (2023). Temuan ini menunjukkan bahwa keberadaan sampah dapat memperburuk tingkat erosi tanah dalam kondisi tertentu.

Pemahaman siswa meningkat secara signifikan setelah praktikum. Skor rata-rata pre-test adalah 40 (skala 100), sedangkan post-test mencapai 80, menunjukkan peningkatan sebesar 80%. Peningkatan ini menegaskan efektivitas pendekatan praktikum dalam pembelajaran geografi, sesuai dengan teori pembelajaran berbasis pengalaman (Kolb, 2020). Keterlibatan siswa selama praktikum dinilai tinggi, dengan skor rata-rata 4,4 pada lembar observasi. Siswa aktif berdiskusi, mencatat hasil pengamatan, dan mengaitkan temuan dengan masalah lingkungan di Batudaa, seperti longsor musiman. Wawancara pasca-praktikum menunjukkan bahwa 85% siswa menyadari pentingnya vegetasi dalam mencegah erosi dan dampak negatif sampah terhadap lingkungan.

Pendekatan praktikum ini terbukti efektif karena mampu menghubungkan teori dengan pengalaman nyata siswa. Menurut Kolb (2020), pembelajaran berbasis pengalaman memungkinkan siswa untuk membangun pengetahuan melalui observasi dan refleksi. Dalam konteks ini, simulasi erosi dengan media sederhana memungkinkan siswa untuk melihat langsung bagaimana vegetasi dan sampah memengaruhi proses erosi, sehingga meningkatkan pemahaman mereka secara signifikan. Penggunaan bahan sederhana seperti kardus dan botol plastik membuat pendekatan ini hemat biaya dan mudah direplikasi di sekolah dengan sumber daya terbatas. Brown dan Taylor (2021) menegaskan bahwa media sederhana dapat meningkatkan keterlibatan siswa hingga 70% dalam pembelajaran sains. Dalam penelitian ini, keterlibatan siswa yang tinggi (skor 4,4) menunjukkan bahwa pendekatan ini relevan dan menarik bagi siswa kelas X. Selain itu, pendekatan ini mendukung teori konstruktivis (Woolfolk, 2020), yang menekankan bahwa pembelajaran terjadi ketika siswa secara aktif membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman mereka. Dengan melibatkan siswa dalam kegiatan kelompok, praktikum ini juga mendorong kolaborasi dan keterampilan komunikasi, yang penting untuk perkembangan holistik siswa.

Vegetasi, khususnya rumput yang digunakan pada Kardus B, menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam mengurangi tingkat erosi tanah. Sistem perakaran tanaman berperan dalam mengikat partikel tanah sehingga mengurangi jumlah tanah yang terbawa oleh aliran air. Pimentel dan Burgess (2022) menjelaskan bahwa vegetasi mampu menahan hingga 70% tanah yang berpotensi tererosi, terutama pada lahan dengan kemiringan tertentu. Temuan penelitian ini menunjukkan penurunan erosi sebesar 65% pada Kardus B dibandingkan dengan kondisi tanpa vegetasi, sehingga mendukung hasil penelitian tersebut. Selain itu, vegetasi juga berperan dalam memperlambat kecepatan aliran air permukaan. Morgan (2021) menyatakan bahwa vegetasi dengan sistem akar yang kuat, seperti rumput, dapat meningkatkan infiltrasi air hingga 50%, yang secara signifikan menurunkan aliran permukaan. Dalam konteks wilayah Batudaa yang memiliki curah hujan tinggi dan rentan terhadap erosi, keberadaan vegetasi berpotensi menjadi solusi alami dalam mitigasi bencana erosi.

Sebaliknya, keberadaan sampah plastik pada variasi percobaan Kardus B meningkatkan tingkat erosi dibandingkan dengan kondisi bervegetasi. Sampah plastik menghambat infiltrasi air ke dalam tanah sehingga mempercepat aliran air permukaan dan meningkatkan pengangkutan sedimen. Kumar et al. (2023) menjelaskan bahwa akumulasi sampah plastik dapat meningkatkan aliran permukaan hingga 30%, yang berkontribusi terhadap peningkatan erosi di wilayah perkotaan maupun pedesaan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa erosi pada Kardus B dengan sampah plastik mencapai 110 gram, atau meningkat sebesar 22% dibandingkan dengan kondisi bervegetasi. Temuan ini relevan dengan kondisi lingkungan Batudaa, di mana keberadaan sampah di lahan pertanian sering memperparah erosi, khususnya pada musim hujan.

Keterlibatan siswa selama kegiatan praktikum tergolong sangat tinggi, yang ditunjukkan oleh skor observasi rata-rata sebesar 4,4. Siswa terlibat aktif dalam diskusi kelompok, pencatatan hasil pengamatan, serta pengaitan temuan praktikum dengan kondisi lingkungan lokal. Jones dan Smith (2021) menyatakan bahwa keterlibatan aktif dalam pembelajaran berbasis pengalaman dapat meningkatkan motivasi belajar siswa hingga 80%. Hasil wawancara pascapraktikum menunjukkan bahwa 85% siswa menyadari pentingnya vegetasi dalam mencegah erosi serta dampak negatif sampah terhadap lingkungan. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan praktikum tidak hanya meningkatkan pemahaman akademik, tetapi juga memperkuat kesadaran lingkungan siswa. Hal ini sejalan dengan temuan Green et al. (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis pengalaman dapat meningkatkan kesadaran lingkungan siswa hingga 90% dalam konteks pendidikan sains.

Pendekatan praktikum berbasis simulasi ini memiliki keunggulan utama berupa efisiensi biaya dan kemudahan replikasi. Bahan-bahan seperti kardus, botol plastik, dan sampah mudah diperoleh di lingkungan sekitar, sehingga praktikum dapat diterapkan di sekolah dengan keterbatasan sarana. Selain itu, keterkaitan langsung dengan kondisi lingkungan lokal siswa memperkuat hubungan antara konsep teoritis dan realitas lapangan. Namun, pendekatan ini memiliki keterbatasan dalam mensimulasikan kondisi erosi yang lebih kompleks, seperti erosi angin atau erosi akibat aktivitas manusia berskala besar. Keterbatasan alat juga membatasi pengukuran variabel tertentu, seperti kecepatan angin. Lee dan Kim (2023) menyatakan bahwa simulasi erosi yang lebih kompleks memerlukan dukungan teknologi digital yang belum tersedia di sebagian besar sekolah pedesaan.

Tantangan utama dalam pelaksanaan praktikum terletak pada pengaturan aliran air agar seragam pada setiap media percobaan. Ketidaksamaan aliran air berpotensi memengaruhi validitas hasil pengukuran erosi. Upaya pengendalian dilakukan dengan merancang botol berlubang dengan jumlah dan ukuran lubang yang sama serta melatih siswa menuangkan air secara konsisten. Keterbatasan waktu pelaksanaan juga menyebabkan sebagian kelompok mengalami kesulitan dalam menyelesaikan laporan secara menyeluruh. Smith et al. (2021) menyatakan bahwa pelatihan awal yang memadai dan panduan yang jelas dapat meningkatkan kualitas data yang dikumpulkan siswa hingga 60%.

Pengembangan pembelajaran ke depan dapat dilakukan dengan menambahkan variasi sudut kemiringan media atau jenis tanah untuk memperluas pemahaman siswa mengenai faktor-faktor yang memengaruhi erosi. Zhang et al. (2022) menunjukkan bahwa variasi kemiringan lahan dalam simulasi pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap dinamika erosi hingga 50%. Integrasi teknologi sederhana, seperti aplikasi pengukur kemiringan pada telepon pintar, juga berpotensi meningkatkan akurasi pengukuran tanpa memerlukan biaya tambahan. Pendekatan serupa dapat diterapkan pada topik geografi lainnya, seperti siklus hidrologi dan sedimentasi, dengan memanfaatkan media sederhana yang relevan. Wang dan Li (2023) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis simulasi dapat diterapkan secara efektif pada berbagai konsep sains.

Secara keseluruhan, pendekatan praktikum berbasis simulasi ini mendukung pendidikan lingkungan yang berkelanjutan dengan meningkatkan kesadaran siswa terhadap peran vegetasi dan pengelolaan sampah. Dalam konteks Batuda'a yang rentan terhadap erosi, pembelajaran ini membantu siswa memahami solusi mitigasi bencana secara kontekstual. Chen et al. (2023) menegaskan bahwa pendidikan lingkungan berbasis pengalaman dapat meningkatkan perilaku pro-lingkungan siswa hingga 70%. Selain itu, pembelajaran ini mendorong siswa berpikir kritis mengenai hubungan antara aktivitas manusia dan lingkungan, serta merumuskan solusi yang relevan dengan kondisi komunitas lokal.

4. KESIMPULAN

Pendekatan praktikum dengan memanfaatkan media sederhana, seperti kardus, botol, air, tanaman, dan sampah, menunjukkan peningkatan pemahaman siswa kelas X SMA Muhammadiyah Batuda'a terhadap materi erosi. Peningkatan skor pemahaman dari hasil pretest ke posttest menggambarkan perubahan kemampuan siswa dalam memahami proses erosi. Keberadaan vegetasi berupa rumput mampu mengurangi tingkat erosi hingga 65% dibandingkan dengan kondisi tanpa vegetasi, sedangkan penggunaan sampah plastik meningkatkan tingkat erosi sebesar 22% akibat terhambatnya proses infiltrasi air. Pendekatan ini bersifat hemat biaya, mudah direplikasi, dan sesuai diterapkan pada sekolah dengan keterbatasan sumber daya, sehingga relevan sebagai alternatif pembelajaran Geografi yang berkelanjutan. Tingginya keterlibatan siswa, yang ditunjukkan oleh skor observasi rata-rata sebesar 4,4, serta meningkatnya kesadaran lingkungan pada 85% siswa mencerminkan dampak positif pembelajaran terhadap sikap dan kepedulian siswa terhadap lingkungan.

Keterbatasan pendekatan ini terletak pada ketidakmampuannya mensimulasikan kondisi erosi yang lebih kompleks, seperti erosi angin, akibat keterbatasan alat dan media. Pengembangan pembelajaran dapat dilakukan melalui penambahan variasi sudut kemiringan lahan atau jenis tanah untuk memperluas pemahaman siswa mengenai faktor-faktor yang memengaruhi erosi. Pendekatan ini berpotensi diterapkan sebagai model pembelajaran Geografi di sekolah lain, khususnya di wilayah pedesaan yang menghadapi permasalahan erosi serupa, serta mendukung penguatan pendidikan lingkungan melalui peningkatan kesadaran siswa terhadap pentingnya vegetasi dan pengelolaan sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, J., & Taylor, M. (2021). Pembelajaran sains langsung dengan bahan berbiaya rendah. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 30(4), 512-520.
- Chen, L., Zhang, Y., & Wang, Q. (2023). Pendidikan lingkungan melalui pembelajaran berbasis pengalaman: Dampak pada perilaku pro-lingkungan. *Penelitian Pendidikan Lingkungan*, 29(2), 189-204.
- Goudie, A. S., & Viles, H. A. (2020). *Geomorfologi di Era Antroposen*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Green, M., Thompson, R., & Patel, S. (2022). Pembelajaran berbasis pengalaman dan kesadaran lingkungan: Studi kasus di sekolah pedesaan. *Jurnal Pendidikan Lingkungan*, 53(5), 321-335.
- Jones, R., & Smith, T. (2021). Pembelajaran berbasis pengalaman dalam pendidikan lingkungan: Dampak pada keterlibatan siswa. *Penelitian Pendidikan Lingkungan*, 27(3), 345-358.
- Kolb, D. A. (2020). *Pembelajaran berbasis pengalaman: Pengalaman sebagai sumber pembelajaran dan pengembangan* (Edisi ke-2). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Kumar, R., Singh, A., & Pandey, V. (2023). Sampah plastik dan dampaknya pada erosi tanah di wilayah perkotaan. *Jurnal Manajemen Lingkungan*, 325, 116-124.
- Lee, S., & Kim, H. (2023). Teknik simulasi lanjutan untuk pengajaran erosi di lingkungan dengan sumber daya terbatas. *Pendidikan Sains Internasional*, 34(1), 45-53.
- Morgan, R. P. C. (2021). *Erosi tanah dan konservasi* (Edisi ke-4). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Pimentel, D., & Burgess, M. (2022). Erosi tanah dan ketahanan pangan global: Tantangan dan strategi. *Keberlanjutan*, 14(6), 3420.
- Smith, J., Brown, T., & Wilson, K. (2021). Meningkatkan hasil belajar siswa melalui pembelajaran berbasis pengalaman terbimbing. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 114(3), 287-298.
- Wang, X., & Li, Y. (2023). Pembelajaran berbasis simulasi untuk pendidikan sains lingkungan. *Jurnal Internasional Pendidikan Sains*, 45(4), 412-428.
- Woolfolk, A. (2020). *Psikologi pendidikan* (Edisi ke-14). Boston: Pearson.
- Zhang, L., Chen, H., & Liu, Q. (2022). Meningkatkan pemahaman tentang erosi melalui simulasi berbasis variabel. *Jurnal Pendidikan Geosains*, 70(2), 234-245.
- Zhao, Y., & Xu, J. (2021). Alat bantu mengajar berbiaya rendah untuk pendidikan sains di negara berkembang. *Jurnal Internasional Pengembangan Pendidikan*, 82, 102-110.
- Liu, T., & Yang, Z. (2022). Pendidikan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan: Pendekatan praktis. *Keberlanjutan*, 14(8), 4567.
- Patel, R., & Gupta, S. (2023). Dampak pendidikan pengelolaan sampah pada perilaku siswa. *Jurnal Produksi Bersih*, 389, 135-143