

PENINGKATAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS X MAN KOTA BATU MELALUI MODEL PEMBELAJARAN ADAPTIF BERBASIS GAMIFIKASI PADA MATERI EKSPONEN

Kholifah Aziza Rizkiyanti¹, Surahmat², Sikky El Walida³

^{1,2,3} *Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Islam Malang*

Email: 22201072010@unisma.ac.id

Abstrak

Kemampuan komunikasi matematis merupakan kompetensi penting yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran matematika, namun kemampuan tersebut masih tergolong rendah pada materi eksponen karena pembelajaran cenderung berpusat pada guru sehingga siswa kurang aktif dalam mengemukakan ide dan menjelaskan penyelesaian masalah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X MAN Kota Batu melalui penerapan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi pada materi eksponen. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang dilaksanakan dalam dua siklus, meliputi tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Subjek penelitian berjumlah 35 siswa. Data dikumpulkan melalui observasi, tes kemampuan komunikasi matematis, wawancara, dan dokumentasi, kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan dukungan data kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa, ditunjukkan oleh kenaikan rata-rata nilai dari 58,47 pada pra-siklus menjadi 67,83 pada Siklus I dan 79,80 pada Siklus II, serta peningkatan ketuntasan klasikal dari 14,28% menjadi 37,14% dan akhirnya mencapai 97,14%. Dengan demikian, model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi efektif meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi eksponen dan dapat menjadi alternatif pembelajaran yang inovatif, interaktif, serta berpusat pada siswa.

Kata-kata kunci: kemampuan komunikasi matematis, pembelajaran adaptif, gamifikasi, penelitian tindakan kelas, eksponen.

Abstract

Mathematical communication skills are essential competencies in mathematics learning; however, students' abilities in this area, particularly on exponential material, remain relatively low due to teacher-centered instruction that limits active participation in expressing ideas and explaining problem-solving processes. This study aimed to improve the mathematical communication skills of tenth-grade students at MAN Kota Batu through the implementation of an adaptive learning model based on gamification in exponential learning. The study employed a qualitative approach using Classroom Action Research (CAR), conducted in two cycles consisting of planning, action, observation, and reflection. The participants were 35 tenth-grade students. Data were collected through classroom observations, mathematical communication tests, interviews, and documentation, and analyzed descriptively using qualitative analysis supported by quantitative data. The findings revealed a significant improvement in students' mathematical communication skills, as indicated by the increase in the mean score from 58.47 in the pre-cycle to 67.83 in Cycle I and 79.80 in Cycle II. Classical learning mastery also improved substantially from 14.28% in the pre-cycle to 37.14% in Cycle I and reached 97.14% in Cycle II. These results indicate that the adaptive learning model based on gamification is effective in enhancing students' mathematical communication skills in exponential learning and can serve as an innovative, interactive, and student-centered instructional alternative.

Keywords: mathematical communication skills, adaptive learning, gamification, classroom action research, exponents.

PENDAHULUAN

Kemampuan komunikasi matematis merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dimiliki siswa dalam pembelajaran matematika abad ke-21 karena berperan dalam mengungkapkan ide, menjelaskan konsep, menyusun argumen logis, serta merepresentasikan pemikiran matematika melalui simbol, diagram, tabel, maupun bahasa verbal (Anisa dkk., 2023:147). Pada materi eksponen, kemampuan tersebut menjadi sangat penting karena siswa tidak hanya dituntut memahami konsep perpangkatan, tetapi juga mampu menjelaskan proses penyelesaian masalah secara sistematis. Namun, materi eksponen masih sering dianggap sulit karena sifatnya yang abstrak sehingga memerlukan strategi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan belajar siswa (Budi dkk., 2020:27).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa SMA masih tergolong rendah. Kesulitan siswa terlihat dalam menjelaskan langkah penyelesaian secara runtut, menggunakan simbol matematika secara tepat, serta mengomunikasikan ide matematika baik secara lisan maupun tulisan (Budi dkk., 2020:29). Kondisi tersebut dipengaruhi oleh rendahnya kepercayaan diri siswa, perbedaan gaya belajar yang belum terakomodasi, serta pembelajaran yang masih didominasi metode konvensional sehingga siswa cenderung pasif. Selain itu, penggunaan model pembelajaran yang kurang bervariasi menyebabkan siswa semakin sulit memahami konsep abstrak dan mengubah informasi matematika ke dalam representasi yang bermakna (Suhenda & Munandar, 2023:1101–1106).

Salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi. Model pembelajaran adaptif memungkinkan guru menyesuaikan strategi, materi, dan aktivitas belajar sesuai kemampuan serta kebutuhan masing-masing siswa (Nabiebakye dkk., 2022:24–27). Sementara itu, gamifikasi mampu meningkatkan motivasi, partisipasi, dan keterlibatan siswa melalui penerapan unsur permainan, seperti poin, level, tantangan, dan penghargaan (Xu dkk., 2021:2504–2506). Integrasi kedua pendekatan tersebut diharapkan dapat menciptakan pembelajaran yang lebih personal, interaktif, dan berpusat pada siswa sehingga mampu mengembangkan kemampuan komunikasi matematis secara lebih optimal.

Meskipun penelitian mengenai pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi telah menunjukkan dampak positif terhadap hasil belajar, motivasi, dan keterlibatan siswa, penelitian yang secara khusus mengkaji peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada materi eksponen masih terbatas (Bennani dkk., 2022:6731–6734). Kesenjangan penelitian tersebut menunjukkan perlunya kajian yang berfokus pada pengembangan kemampuan komunikasi matematis melalui penerapan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan pembelajaran matematika sekaligus menjadi alternatif inovasi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa.

Berdasarkan permasalahan tersebut, rumusan masalah penelitian ini meliputi: (1) bagaimana desain model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X MAN Kota Batu pada materi eksponen; (2) bagaimana implementasi model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi; dan (3) bagaimana peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa setelah penerapan model tersebut. Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan desain, implementasi, dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X

MAN Kota Batu melalui penerapan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi pada materi eksponen. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi guru dan peneliti dalam mengembangkan pembelajaran matematika yang lebih efektif, adaptif, dan berpusat pada siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang dilaksanakan dalam dua siklus. Setiap siklus terdiri atas tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Penelitian dilakukan di MAN Kota Batu dengan subjek penelitian sebanyak 35 siswa kelas X pada materi eksponen. Pemilihan subjek didasarkan pada hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa masih rendah sehingga diperlukan tindakan perbaikan melalui penerapan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi.

Penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan melalui observasi awal, kemudian peneliti menyusun perangkat pembelajaran dan melaksanakan tindakan menggunakan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi. Selama proses pembelajaran, peneliti berkolaborasi dengan guru mata pelajaran sebagai observer untuk mengamati keterlaksanaan pembelajaran dan aktivitas siswa. Hasil refleksi pada siklus pertama digunakan sebagai dasar perbaikan tindakan pada siklus berikutnya hingga indikator keberhasilan penelitian tercapai.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi, tes kemampuan komunikasi matematis, wawancara, dan dokumentasi. Observasi digunakan untuk memperoleh data mengenai aktivitas guru dan siswa selama pembelajaran, tes digunakan untuk mengukur peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa, wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi pendukung mengenai pelaksanaan pembelajaran, sedangkan dokumentasi digunakan sebagai pelengkap data penelitian. Keabsahan data dijaga melalui ketekunan peneliti, triangulasi, dan pemeriksaan teman sejawat.

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan didukung data kuantitatif dari hasil tes kemampuan komunikasi matematis. Analisis dilakukan melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan, sedangkan data hasil tes dianalisis untuk mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada setiap siklus berdasarkan indikator keberhasilan yang telah ditetapkan.

HASIL

Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa melalui Model Pembelajaran Adaptif Berbasis Gamifikasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X MAN Kota Batu pada materi eksponen. Peningkatan tersebut ditunjukkan oleh kenaikan rata-rata nilai dan persentase ketuntasan klasikal pada setiap siklus penelitian. Sebelum tindakan, sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam mengungkapkan ide matematika, menggunakan simbol secara tepat, dan menjelaskan langkah penyelesaian secara sistematis. Setelah tindakan diberikan melalui dua siklus pembelajaran, kemampuan komunikasi matematis siswa mengalami peningkatan secara bertahap hingga mencapai indikator keberhasilan penelitian.

Tabel 1. Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa

Tahap	Rata-rata Nilai	Ketuntasan Klasikal
Pra-siklus	58,47	14,28%
Siklus I	67,83	37,14%
Siklus II	79,80	97,14%

Data pada Tabel 1 memperlihatkan adanya peningkatan yang konsisten pada setiap tahap penelitian. Rata-rata nilai siswa meningkat sebesar 9,36 poin dari pra-siklus ke Siklus I dan kembali meningkat sebesar 11,97 poin pada Siklus II. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang dilakukan secara bertahap melalui refleksi dan perbaikan tindakan mampu memperbaiki kualitas pembelajaran. Kenaikan ketuntasan klasikal hingga mencapai 97,14% menunjukkan bahwa hampir seluruh siswa telah mencapai kriteria ketuntasan yang ditetapkan. Hal ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi efektif diterapkan pada materi eksponen untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Peningkatan tersebut terjadi karena model pembelajaran adaptif memberikan kesempatan kepada setiap siswa untuk belajar sesuai kemampuan awal dan karakteristik belajarnya. Selama pembelajaran, siswa memperoleh aktivitas yang disesuaikan dengan tingkat penguasaan materi sehingga mereka lebih mudah memahami konsep eksponen sebelum mengomunikasikan penyelesaiannya. Kondisi ini mendorong siswa menjadi lebih aktif berdiskusi, bertanya, serta menjelaskan alasan dari setiap langkah penyelesaian soal. Temuan ini sesuai dengan pendapat Utami dkk. (2025:115–118) yang menyatakan bahwa pembelajaran adaptif mampu mengakomodasi perbedaan kemampuan awal siswa melalui penyesuaian aktivitas dan strategi pembelajaran sehingga proses belajar menjadi lebih efektif.

Selain pembelajaran adaptif, unsur gamifikasi melalui platform Gimkit juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis. Sistem poin, tantangan, papan peringkat, dan umpan balik langsung mendorong siswa untuk lebih aktif mengikuti pembelajaran serta berani menyampaikan hasil pemikirannya. Aktivitas tersebut menciptakan suasana belajar yang kompetitif namun tetap menyenangkan sehingga siswa terdorong untuk berlatih mengomunikasikan ide matematika secara lebih percaya diri. Hasil penelitian ini sejalan dengan Xu dkk. (2021:2504–2506) yang menjelaskan bahwa penerapan gamifikasi mampu meningkatkan motivasi intrinsik dan keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran.

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis juga terlihat dari pencapaian indikator kemampuan komunikasi matematis yang digunakan dalam penelitian ini. Pada akhir Siklus II, sebagian besar siswa telah mampu menyatakan ide matematika secara tertulis, menginterpretasikan informasi pada soal, menggunakan istilah dan simbol matematika secara tepat, menyusun argumen yang logis, serta menghubungkan konsep matematika dengan

situasi yang diberikan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan yang terjadi tidak hanya pada hasil akhir berupa nilai, tetapi juga pada kualitas proses berpikir matematis siswa. Kondisi ini sesuai dengan indikator kemampuan komunikasi matematis yang dikemukakan oleh Sumarmo (2020:13–15).

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil penelitian ini memberikan temuan yang lebih spesifik. Penelitian sebelumnya umumnya melaporkan bahwa pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi mampu meningkatkan hasil belajar, motivasi, dan keterlibatan siswa, sedangkan penelitian ini menunjukkan bahwa model tersebut juga efektif meningkatkan kemampuan komunikasi matematis pada materi eksponen. Dengan demikian, penelitian ini memperluas bukti empiris mengenai manfaat pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi, khususnya pada aspek kemampuan komunikasi matematis yang masih relatif sedikit dikaji. Temuan ini sekaligus memperkuat hasil penelitian Bennani dkk. (2022:6731–6734) mengenai efektivitas integrasi pembelajaran adaptif dan gamifikasi dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih personal dan bermakna.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat dimaknai bahwa keberhasilan peningkatan kemampuan komunikasi matematis tidak hanya dipengaruhi oleh penggunaan media atau teknologi, tetapi juga oleh strategi pembelajaran yang mampu menyesuaikan kebutuhan belajar siswa serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif mengonstruksi dan mengomunikasikan pengetahuannya. Kontribusi akademik penelitian ini terletak pada penyediaan bukti bahwa model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi dapat menjadi alternatif pembelajaran matematika yang efektif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi eksponen. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi guru maupun peneliti dalam mengembangkan inovasi pembelajaran matematika yang lebih adaptif, interaktif, dan berpusat pada siswa.

PEMBAHASAN

Penerapan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi terbukti mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi eksponen. Peningkatan tersebut terlihat dari bertambahnya rata-rata nilai dan persentase ketuntasan belajar pada setiap siklus, yang menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa serta didukung unsur gamifikasi memberikan dampak positif terhadap proses maupun hasil belajar. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematis tidak hanya ditunjukkan oleh hasil tes, tetapi juga oleh kemampuan siswa dalam mengungkapkan ide matematika secara tertulis, menggunakan simbol dan notasi dengan tepat, serta menyusun langkah penyelesaian secara logis dan sistematis.

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis dipengaruhi oleh karakteristik model pembelajaran adaptif yang memberikan kesempatan kepada guru untuk menyesuaikan strategi pembelajaran berdasarkan kemampuan dan kebutuhan siswa. Pendekatan ini memungkinkan siswa memperoleh bimbingan yang sesuai dengan tingkat pemahamannya sehingga lebih mudah membangun konsep secara bertahap. Hasil tersebut sejalan dengan pendapat Sumarmo (2020:13–15) yang menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan menyampaikan ide matematika secara sistematis menggunakan bahasa matematika yang tepat, serta Mulyasa (2021:67–69) yang menegaskan

bahwa pembelajaran akan lebih efektif apabila disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan belajar siswa.

Selain pembelajaran adaptif, penerapan gamifikasi melalui platform Gimkit turut berkontribusi terhadap peningkatan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Elemen permainan seperti tantangan, poin, papan peringkat, dan umpan balik mendorong siswa lebih aktif berdiskusi, bertanya, serta menyampaikan pendapat selama proses pembelajaran. Pada Siklus II, perbaikan berupa penyesuaian waktu pengerjaan kuis dan pemberian pendampingan yang lebih intensif mampu mengurangi kesulitan siswa dalam memahami soal sehingga mereka dapat menyusun penyelesaian secara lebih sistematis. Kondisi ini menunjukkan bahwa gamifikasi tidak hanya meningkatkan motivasi belajar, tetapi juga memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis melalui interaksi dan kolaborasi selama pembelajaran.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Putra dkk. (2024:3–5) yang menyatakan bahwa pembelajaran adaptif mampu mengakomodasi perbedaan karakteristik siswa melalui penyesuaian strategi pembelajaran. Selain itu, Bennani dkk. (2022:6731–6733) menjelaskan bahwa gamifikasi dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses belajar, sedangkan Ratinho dan Martins (2023:2–3) serta Reyes-Cabrera (2023:24–29) menunjukkan bahwa penggunaan Gimkit menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan mendukung kolaborasi sehingga berdampak positif terhadap pemahaman konsep dan kemampuan komunikasi matematis siswa. Kesesuaian hasil penelitian ini dengan penelitian terdahulu memperkuat bahwa integrasi pembelajaran adaptif dan gamifikasi merupakan strategi yang efektif dalam pembelajaran matematika.

Penelitian ini memberikan kontribusi akademik dengan menunjukkan bahwa integrasi pembelajaran adaptif dan gamifikasi tidak hanya berdampak pada peningkatan motivasi atau hasil belajar, tetapi juga efektif dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi eksponen. Temuan ini memperluas kajian mengenai implementasi pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi sebagai strategi pembelajaran yang mampu mengakomodasi perbedaan kemampuan siswa sekaligus menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif, kolaboratif, dan berpusat pada siswa. Dengan demikian, model pembelajaran ini dapat dijadikan alternatif pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis pada jenjang sekolah menengah.

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X MAN Kota Batu pada materi eksponen. Peningkatan tersebut ditunjukkan oleh meningkatnya rata-rata nilai kemampuan komunikasi matematis dari 58,47 pada pra-siklus menjadi 67,83 pada Siklus I dan 79,80 pada Siklus II, serta meningkatnya ketuntasan klasikal dari 14,28% menjadi 97,14%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tindakan yang dilakukan berhasil mencapai indikator keberhasilan penelitian.

Penelitian ini telah menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian, yaitu mendeskripsikan desain, implementasi, dan hasil penerapan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Melalui pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik siswa dan dipadukan dengan unsur

gamifikasi, siswa menjadi lebih aktif dalam mengemukakan ide, menggunakan notasi matematika secara tepat, serta menjelaskan proses penyelesaian masalah secara logis dan sistematis.

Secara praktis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi dapat menjadi alternatif pembelajaran matematika yang efektif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Secara teoretis, penelitian ini memberikan bukti empiris mengenai efektivitas integrasi pembelajaran adaptif dan gamifikasi dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi eksponen, sehingga dapat memperkaya kajian mengenai inovasi pembelajaran yang berpusat pada siswa.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya dilaksanakan pada siswa kelas X MAN Kota Batu, terbatas pada materi eksponen, dan berlangsung dalam satu semester sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan pada konteks yang lebih luas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menguji penerapan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi pada materi matematika lain, jenjang pendidikan yang berbeda, atau dalam jangka waktu yang lebih panjang untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas model tersebut.

DAFTAR RUJUKAN

- Anisa, N., Suryadi, D., & Herman, T. (2023). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 147–159. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.2145>
- Bennani, S., Idrissi, M. K., & Bennani, N. (2022). Adaptive gamification in education: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 27(5), 6729–6755. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10967-z>
- Budi, A., Suharto, & Rahmawati, D. (2020). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa SMA pada materi eksponen. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(1), 24–33. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i1.2618>
- Mulyasa, E. (2021). *Menjadi guru penggerak merdeka belajar*. Bumi Aksara.
- Nabiebakye, H., Van Bommel, J., & Van der Meij, H. (2022). Adaptive learning systems in education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(1), 24. <https://doi.org/10.3390/educsci12010024>
- Putra, A. R., Rahman, B., & Lestari, D. (2024). Implementasi pembelajaran adaptif untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.3125>
- Ratinho, E., & Martins, C. (2023). Gamification with Gimkit in mathematics education: Student engagement and learning outcomes. *Education Sciences*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/educsci13010015>
- Reyes-Cabrera, W. (2023). Gimkit as an interactive learning tool to enhance student engagement in mathematics classrooms. *Journal of Education and Learning*, 12(4), 24–35. <https://doi.org/10.5539/jel.v12n4p24>
- Suhenda, A., & Munandar, D. R. (2023). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa ditinjau dari gaya belajar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1098–1110. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2364>
- Sumarmo, U. (2020). *Berpikir dan disposisi matematik: Teori, pembelajaran, dan penilaian*. UPI Press.
- Utami, R. D., Pratama, A., & Hidayat, W. (2025). Model pembelajaran adaptif untuk meningkatkan kemampuan matematis siswa pada Kurikulum Merdeka. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 112–121.
- Xu, B., Chen, N. S., & Chen, G. (2021). Effects of gamification on students' learning performance and motivation: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 69(5), 2499–2527. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10041-8>