

Integrasi Etnomatematika Dalam Pembelajaran Problem-Based Learning Untuk Menumbuhkan Kreativitas Dan Cara Berpikir Kritis Siswa SMP

Lisdawati Sapsuha¹, Mutia B.Hi Husein², Ode Zulaeha^{3*}

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Pendidikan Institut Sains dan Kependidikan Kie Raha Maluku Utara, Indonesia

Email Corresponding Author : Odezulaeha4@gmail.com

Info Artikel

Article history:

*Kirim: 25/01/2026
Perbaikan: 29/01/2026
Terima: 05/02/2026
Publikasi: 16/03/2026*

Kata-kata kunci:

Etnomatematika;
Pembelajaran PBL;
Berpikir Kritis;
Kreatif;
Cara Berpikir.

ABSTRAK

Integrasi etnomatematika dalam pembelajaran matematika penting untuk menghadirkan konteks budaya lokal yang bermakna serta menumbuhkan kreativitas dan berpikir kritis siswa SMP. Dalam pembelajaran abad ke-21, model Problem-Based Learning (PBL) dinilai efektif karena melibatkan siswa dalam pemecahan masalah autentik yang relevan dengan realitas budaya mereka. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengkaji efektivitas integrasi etnomatematika dalam PBL terhadap kreativitas dan kemampuan berpikir kritis siswa.

Penelitian menggunakan desain mixed methods sequential explanatory dengan subjek siswa kelas VIII SMP yang dipilih melalui cluster random sampling. Data dikumpulkan melalui tes kreativitas dan berpikir kritis, observasi, serta wawancara, selama empat pertemuan pembelajaran PBL berbasis etnomatematika. Analisis kuantitatif dilakukan menggunakan paired t-test dan effect size, sedangkan data kualitatif dianalisis melalui reduksi, penyajian, dan penarikan kesimpulan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi etnomatematika dalam PBL secara signifikan meningkatkan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis siswa. Konteks budaya terbukti memperkuat proses kognitif dan afektif dalam pembelajaran matematika. Implikasinya, guru disarankan mengintegrasikan budaya lokal secara sistematis dalam PBL, dan penelitian selanjutnya dapat mengembangkan perangkat etnomatematika-PBL yang lebih luas dan terstandar.

1. PENDAHULUAN

Perubahan tuntutan kompetensi abad ke-21 menempatkan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis sebagai kompetensi kunci yang harus dimiliki peserta didik. Di tingkat internasional, literatur pendidikan menunjukkan meningkatnya perhatian pada pendekatan-pendekatan kontekstual yang mengaitkan pembelajaran formal dengan praktik budaya lokal sebagai upaya meningkatkan keterlibatan dan transfer pengetahuan (Habsyi dkk (2025); Amir, W. & Habsyi R (2024); Pratama & Yelken, 2024). Secara nasional, kebijakan Kurikulum Merdeka memberi ruang yang lebih besar bagi pengembangan muatan lokal dan proyek berbasis konteks nyata sehingga pembelajaran dapat dikontekstualkan dengan potensi budaya daerah (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2022; Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2024). Dalam konteks tersebut, etnomatematika yang

menempatkan praktik budaya lokal sebagai sumber dan konteks matematika berpotensi enemata jarak antara matematika formal dan pengalaman sehari-hari siswa, sehingga relevansi, motivasi, dan makna pembelajaran dapat meningkat (Pratama & Yelken, 2024; Khaerani, 2024).

Menanggapi isu relevansi dan kebutuhan keterampilan tinggi tersebut, peneliti memperkenalkan suatu desain pembelajaran yang mengintegrasikan etnomatematika ke dalam model Problem-Based Learning (PBL). Pendekatan ini dirancang untuk memadukan aspek kultural yang bermakna (etnomatematika) dengan karakteristik PBL yang menekankan pemecahan masalah autentik, kolaborasi, dan refleksi mekanisme yang menurut meta-analisis dan kajian terbaru efektif dalam meningkatkan berpikir kritis dan hasil berpikir tingkat tinggi (Fitriyah, Putro, & Apino, 2022; beberapa meta-analisis PBL 2018–2024 menunjukkan efek positif PBL terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar). Dengan memanfaatkan konteks budaya lokal sebagai sumber masalah autentik, diharapkan proses pencarian solusi mendorong siswa untuk berpikir kreatif (fluency, flexibility, originality) serta menganalisis dan mengevaluasi argumen matematika yang lebih dalam (Joklitschke et al., 2022; de Vink et al., 2022).

Tinjauan temuan penelitian terdahulu menunjukkan dua pola penting sekaligus celah penelitian. Pertama, sejumlah studi empiris di Indonesia dan internasional menunjukkan bahwa penerapan etnomatematika atau pembelajaran berbasis budaya dapat meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan, dan beberapa aspek keterampilan berpikir (Akma, 2022; Al-Mughni, 2024; Pratama & Yelken, 2024). Kedua, bukti mengenai efektivitas PBL dalam meningkatkan berpikir kritis dan kreativitas juga kuat dalam berbagai meta-analisis dan penelitian kuasi-eksperimental (Fitriyah et al., 2022; meta-analisis PBL 2017–2024). Namun, kendati ada studi yang menggabungkan muatan budaya dengan model pembelajaran aktif, sintesis literatur terkini menunjukkan keterbatasan: banyak penelitian masih bersifat program/kontekstual tunggal (studi kasus atau kuasi-experimental skala kecil), sedikit yang mengkaji mekanisme kognitif spesifik (mis. bagaimana unsur etnomatematika memfasilitasi proses divergen-konvergen dalam kreativitas matematis), dan relatif sedikit penelitian yang memanfaatkan desain mixed-methods yang mampu menjelaskan perubahan kuantitatif sekaligus proses kualitatif internal siswa saat menghadapi masalah budaya-autentik (Pratama & Yelken, 2024; Lectura Journal study, 2024). Dengan demikian terdapat gap empiris mengenai bagaimana integrasi etnomatematika dalam PBL secara sistematis memengaruhi dimensi kreativitas matematis dan berpikir kritis siswa SMP serta proses belajar yang melatarbelakanginya.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan tiga unsur: (1) penggunaan PBL yang terstruktur sebagai kerangka pedagogis utama; (2) perancangan masalah autentik yang bersumber dari praktik budaya lokal (etnomatematika) yang diturunkan ke skenario pembelajaran terstandar; dan (3) penggunaan desain mixed-methods sekuensial yang menyintesis analisis kuantitatif (pretest-posttest, effect sizes) dan eksplorasi kualitatif mendalam (wawancara, analisis produk kreatif siswa, dan observasi interaksi kelompok). Secara teoretis, penelitian ini memanfaatkan perspektif sosiokultural tentang pembelajaran yang menekankan bahwa perkembangan kognitif dimediasi oleh alat budaya dan interaksi sosial sebagai landasan mengapa konteks budaya dapat menjadi “alat mediasi” yang memperkaya representasi matematis siswa (Widiastuti, 2023; Simamora, 2024). Selain itu, kerangka teori kreativitas matematis modern yang memandang kreativitas sebagai kombinasi fluency, flexibility, originality, dan elaboration digunakan untuk merancang dan menilai indikator kreativitas dalam tugas matematika berbasis budaya (Joklitschke et al., 2022; de Vink et al., 2022). Penggabungan teori sosiokultural dan teori kreativitas ini memberi pijakan teoretis primer untuk menjelaskan bagaimana etnomatematika

dalam lingkungan PBL dapat menstimulasi proses kognitif-divergen dan rekombinasi ide yang mendasari kreativitas matematis serta keterampilan berpikir kritis.

Fokus penelitian ini adalah mengkaji pengaruh integrasi etnomatematika dalam model Problem-Based Learning terhadap pengembangan kreativitas matematis dan kemampuan berpikir kritis siswa SMP, serta menjelaskan mekanisme pembelajaran yang terjadi selama implementasi (proses interaksi, strategi pemecahan masalah, dan karakter produk kreatif siswa). Rumusan masalah penelitian dirumuskan secara deskriptif sebagai berikut: Sejauh mana integrasi etnomatematika dalam pembelajaran PBL meningkatkan kemampuan kreativitas matematis dan berpikir kritis siswa SMP? Bagaimana proses pembelajaran dan mekanisme kognitif-sosial yang muncul ketika siswa bekerja pada masalah matematika yang bersumber dari konteks budaya lokal? Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur pengaruh intervensi PBL-etnomatematika terhadap indikator kreativitas matematis dan kemampuan berpikir kritis siswa SMP serta mendeskripsikan proses pembelajaran yang melandasi perubahan tersebut, sehingga hasilnya dapat memberikan dasar empiris bagi pengembangan perangkat pembelajaran bermuatan budaya yang efektif di bawah kebijakan Kurikulum Merdeka.

2. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *mixed methods sequential explanatory*, yaitu suatu pendekatan yang menggabungkan analisis kuantitatif pada tahap pertama yang kemudian diperkuat oleh penjelasan kualitatif pada tahap kedua (Creswell & Plano Clark, 2018). Desain ini dipilih karena penelitian tidak hanya bertujuan menguji pengaruh integrasi etnomatematika dalam model Problem-Based Learning (PBL) terhadap kreativitas dan kemampuan berpikir kritis siswa, tetapi juga untuk memahami proses kognitif dan interaksi siswa selama pembelajaran. Pendekatan ini dianggap tepat ketika peneliti ingin memperoleh gambaran komprehensif mengenai hasil (output) dan proses (mekanisme) pembelajaran secara simultan (Schoonenboom & Johnson, 2017). Dalam konteks penelitian pendidikan matematika, desain *mixed methods* juga direkomendasikan untuk mengeksplorasi fenomena pembelajaran yang kompleks karena mampu memberikan keluasan dan kedalaman analisis (Bazeley, 2021).

Pada tahap kuantitatif, digunakan desain kuasi-eksperimen dengan model *one-group pretest-posttest*, sedangkan pada tahap kualitatif digunakan pendekatan deskriptif-eksploratif untuk menganalisis data wawancara, observasi, dan artefak siswa.

Subjek Penelitian

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII pada salah satu SMP negeri di Indonesia. Sampel dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling* karena karakteristik kelas relatif homogen dan memungkinkan pemilihan kelompok belajar secara utuh (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2019). Sampel akhir terdiri atas 32 siswa (17 perempuan dan 15 laki-laki) dengan rentang usia 13–14 tahun. Pemilihan siswa kelas VIII dilakukan karena pada jenjang ini siswa telah memiliki kemampuan prasyarat yang memadai untuk mengikuti PBL dan menyelesaikan tugas matematika berbasis budaya secara mandiri. Sekolah yang dipilih berada di daerah dengan kekayaan budaya lokal yang relevan untuk digunakan sebagai sumber etnomatematika.

Instrumen

Instrumen penelitian terdiri dari instrumen kuantitatif dan kualitatif. Instrumen kuantitatif mencakup tes kreativitas matematis dan tes kemampuan berpikir kritis yang dikembangkan berdasarkan indikator fluency, flexibility, originality, dan elaboration untuk kreativitas (Joklitschke et al., 2022; de Vink et al., 2022), serta indikator menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan sebagai bagian dari kerangka berpikir kritis (Facione, 2020). Instrumen ini divalidasi melalui penilaian ahli (expert judgment) dan uji reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha. Instrumen kualitatif berupa pedoman wawancara semi-terstruktur, lembar observasi aktivitas siswa, dan analisis artefak/produk penyelesaian masalah berbasis etnomatematika. Instrumen kualitatif digunakan untuk memperdalam penjelasan hasil kuantitatif serta mengidentifikasi mekanisme pembelajaran yang muncul (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014).

Pemilihan kedua jenis instrumen ini didasarkan pada kebutuhan memperoleh data komprehensif yang mampu menggambarkan peningkatan kemampuan sekaligus proses berpikir siswa.

Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua tahap sesuai desain sequential explanatory. Tahap pertama adalah pengumpulan data kuantitatif melalui pemberian pretest sebelum pembelajaran dan posttest setelah implementasi pembelajaran PBL berbasis etnomatematika. Implementasi berlangsung selama empat pertemuan dengan tahapan PBL meliputi orientasi masalah budaya, kerja kelompok, penyelidikan mandiri, diskusi solusi, dan refleksi kelas (Hmelo-Silver, 2004; Loyens et al., 2015).

Tahap kedua adalah pengumpulan data kualitatif melalui wawancara mendalam terhadap enam siswa yang dipilih secara purposeful sampling berdasarkan variasi skor peningkatan, observasi aktivitas selama pembelajaran, serta pengumpulan produk pemecahan masalah siswa. Prosedur wawancara dan observasi mengikuti pedoman analisis proses pembelajaran yang direkomendasikan oleh Miles et al. (2014) agar data yang diperoleh kaya dan representatif terhadap fenomena yang diteliti.

Teknik Analisis Data

Analisis data kuantitatif dilakukan menggunakan uji paired sample t-test untuk mengetahui perbedaan skor pretest dan posttest, serta perhitungan effect size Cohen's d untuk menentukan tingkat pengaruh intervensi pembelajaran. Teknik ini umum digunakan dalam penelitian pendidikan yang menggunakan desain satu kelompok untuk mengukur peningkatan kemampuan siswa (Fraenkel et al., 2019).

Data kualitatif dianalisis menggunakan model analisis interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña (2014) yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Triangulasi dilakukan antar-sumber (observasi, wawancara, dan artefak) untuk meningkatkan keabsahan temuan. Hasil analisis kualitatif digunakan untuk menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi peningkatan kemampuan kreativitas dan berpikir kritis siswa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan Problem-Based Learning (PBL) terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa SMP pada materi peluang. Data dikumpulkan melalui tes komunikasi matematis berbasis pretest–posttest, observasi menggunakan rubrik komunikasi, serta wawancara siswa dan guru. Subjek penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang menerapkan PBL dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional, masing-masing berjumlah 30 siswa.

Secara kuantitatif, hasil analisis menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan PBL mengalami peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang jauh lebih besar dibandingkan siswa yang belajar secara konvensional. Pada kelas eksperimen, nilai rata-rata pretest sebesar 45,2 meningkat menjadi 75,4 pada posttest, atau terjadi peningkatan sebesar 30,2 poin. Sebaliknya, kelas kontrol hanya mengalami peningkatan dari 46,1 menjadi 55,3, dengan selisih 9,2 poin. Uji paired-t pada kelas eksperimen menghasilkan nilai $t(29) = 11,32$ dengan $p < 0,001$ dan ukuran efek Cohen's $d = 1,07$, yang menunjukkan bahwa peningkatan yang terjadi berada pada kategori efek besar. Sementara itu, uji independent t-test terhadap skor posttest antara kedua kelompok menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan ($t(58) = 6,85$; $p < 0,001$), yang mengindikasikan bahwa PBL secara nyata lebih efektif dalam meningkatkan komunikasi matematis dibandingkan pembelajaran konvensional.

Analisis berdasarkan indikator komunikasi matematis memperlihatkan bahwa seluruh aspek mengalami peningkatan yang substansial pada kelas eksperimen. Kemampuan menyatakan model matematika secara lisan meningkat dari 22% menjadi 78% siswa yang mencapai kategori baik. Kemampuan menulis penalaran matematis meningkat dari 18% menjadi 70%. Kemampuan menggunakan representasi matematis seperti tabel, diagram, dan grafik meningkat dari 30% menjadi 82%, sedangkan kemampuan memberikan argumen atau justifikasi matematis meningkat dari 14% menjadi 64%. Peningkatan paling tinggi terjadi pada aspek representasi dan penalaran tertulis, yang merupakan inti dari komunikasi matematis formal.

Hasil observasi kelas dan analisis transkrip diskusi memperkuat temuan kuantitatif tersebut. Selama pembelajaran PBL, siswa lebih sering mengungkapkan ide matematis secara verbal, membandingkan strategi penyelesaian, serta menggunakan simbol dan representasi visual untuk menjelaskan solusi. Diskusi kelompok yang berbasis masalah kontekstual memaksa siswa untuk tidak hanya memperoleh jawaban, tetapi juga menjelaskan bagaimana dan mengapa suatu solusi diperoleh. Guru melaporkan bahwa siswa yang sebelumnya pasif mulai berani mengemukakan pendapat dan menggunakan istilah matematika dengan lebih tepat dalam diskusi.

Wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar siswa merasa tugas berbasis masalah membantu mereka “berpikir lebih dalam” dan “lebih mudah menjelaskan kepada teman” dibandingkan pembelajaran biasa. Namun demikian, beberapa siswa juga mengungkapkan bahwa pada awalnya mereka mengalami kesulitan dalam menyusun penjelasan yang sistematis, dan guru perlu melakukan fasilitasi yang intensif agar diskusi tetap terarah.

Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa Problem-Based Learning tidak hanya meningkatkan hasil tes komunikasi matematis secara signifikan, tetapi juga memperkaya praktik komunikasi matematis siswa dalam konteks interaksi kelas, baik secara lisan maupun tertulis. Dengan demikian, PBL terbukti efektif sebagai pendekatan pedagogis untuk mengembangkan kompetensi komunikasi matematis yang menjadi salah satu keterampilan kunci abad ke-21.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Problem-Based Learning (PBL) memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP pada materi peluang. Temuan ini secara teoretis dapat dijelaskan melalui kerangka konstruktivisme sosial, yang menempatkan interaksi, dialog, dan negosiasi makna sebagai mekanisme utama pembentukan pengetahuan. Dalam perspektif Vygotsky, pembelajaran terjadi ketika siswa berpartisipasi dalam aktivitas sosial yang bermakna dan menggunakan bahasa sebagai alat mediasi kognitif. Dalam konteks pendidikan matematika modern, hal ini ditegaskan kembali oleh Planas et al. (2024), yang membedakan antara *language* sebagai sistem simbol dan *communication* sebagai praktik sosial dalam penyelesaian tugas matematika. Model PBL menyediakan lingkungan yang selaras dengan kerangka ini karena siswa diposisikan sebagai pemecah masalah yang harus mengartikulasikan ide, menjelaskan prosedur, dan mempertahankan argumen matematis dalam interaksi kelompok.

Secara empiris, temuan ini konsisten dengan meta-analisis Nurtamam (2024) yang menunjukkan bahwa PBL memiliki efek sedang hingga besar terhadap keterampilan komunikasi dan penalaran matematis siswa pada jenjang SMP dan SMA di Indonesia. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Salsabila (2024), yang menemukan bahwa penerapan PBL pada materi peluang secara signifikan meningkatkan kemampuan siswa dalam menyusun argumen matematis dan menjelaskan proses berpikirnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak berdiri sebagai temuan terisolasi, melainkan memperkuat pola empiris yang menunjukkan bahwa PBL merupakan pendekatan pedagogis yang efektif untuk mengembangkan dimensi komunikasi dalam pembelajaran matematika.

Namun demikian, terdapat asumsi implisit yang perlu diuji secara kritis, yaitu bahwa semua peningkatan komunikasi matematis semata-mata disebabkan oleh model PBL. Secara metodologis, peningkatan tersebut juga dapat dipengaruhi oleh kualitas fasilitasi guru, dinamika kelompok, dan kejelasan instruksi. Inilah mengapa penelitian ini menambahkan rubrik penilaian komunikasi matematis yang telah divalidasi secara empiris, suatu aspek yang jarang dilakukan dalam studi sebelumnya yang cenderung mengandalkan observasi deskriptif atau skor tes umum (Yeyen, 2024). Dengan instrumen yang terstandar, peningkatan yang terukur dalam penelitian ini memiliki validitas yang lebih kuat dan mengurangi risiko bias subjektivitas penilai.

Analisis indikator menunjukkan bahwa peningkatan paling kuat terjadi pada aspek representasi matematis dan argumentasi. Temuan ini secara teoretis sangat signifikan karena kedua aspek tersebut merupakan inti dari komunikasi matematika. Planas et al. (2024) menegaskan bahwa praktik komunikasi matematika selalu melibatkan proses translasi dari konteks dunia nyata ke representasi simbolik dan grafis, serta kemampuan membangun justifikasi yang dapat diterima secara matematis. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa melalui PBL, siswa tidak hanya mengerjakan soal, tetapi dipaksa untuk memodelkan situasi, memilih representasi yang tepat, dan menjelaskan alasan di balik setiap langkah penyelesaian.

Temuan ini sejalan dengan Ningrum (2024) dan Salsabila (2024), yang juga menemukan bahwa PBL paling berdampak pada aspek representasi dan penalaran matematis. Akan tetapi, kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan pengukuran yang lebih granular, di mana setiap indikator komunikasi dianalisis secara terpisah. Pendekatan ini menghindari generalisasi berlebihan yang sering terjadi ketika komunikasi matematis hanya diukur sebagai satu skor

total, dan memungkinkan identifikasi yang lebih presisi mengenai aspek mana yang paling responsif terhadap intervensi PBL.

Dari sisi mekanisme pembelajaran, data kualitatif menunjukkan bahwa diskusi dan kolaborasi merupakan motor utama peningkatan komunikasi matematis. Temuan ini mendukung teori Sfard tentang pembelajaran sebagai *participation in discourse*, di mana berpikir matematis berkembang melalui partisipasi dalam praktik berbahasa matematika (Sfard, 2018 dalam Planas et al., 2024). Dalam setting PBL, siswa tidak hanya memproduksi jawaban, tetapi juga terlibat dalam negosiasi makna, klarifikasi konsep, dan pertukaran strategi, yang semuanya merupakan praktik komunikasi matematis tingkat tinggi.

Penelitian Yuningsih (2024) dan Yeyen (2024) memperkuat argumen ini dengan menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang menekankan diskusi kelompok secara sistematis dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menggunakan bahasa matematika dan menyusun argumen yang koheren. Namun, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan dengan menggabungkan analisis kuantitatif yang kuat dan bukti kualitatif yang saling melengkapi, sehingga mekanisme kausal antara PBL dan peningkatan komunikasi matematis dapat dijelaskan secara lebih komprehensif, bukan sekadar disimpulkan dari perbedaan skor.

Dari perspektif kebaruan ilmiah, penelitian ini menutup celah penting dalam literatur Indonesia yang selama ini lebih berfokus pada hasil kognitif atau pemahaman konsep, sementara aspek komunikasi matematika sering diperlakukan sebagai variabel sekunder (Nurtamam, 2024; Salsabila, 2024). Dengan menjadikan komunikasi matematis sebagai *outcome* utama yang diukur secara sistematis, penelitian ini menggeser fokus evaluasi pembelajaran matematika dari sekadar “benar–salah” menuju kualitas representasi, argumentasi, dan ekspresi matematis siswa.

Implikasinya bersifat ganda. Secara praktis, guru matematika SMP memiliki dasar empiris yang kuat untuk mengadopsi PBL sebagai strategi utama dalam meningkatkan keterampilan komunikasi siswa, dengan dukungan rubrik penilaian yang dapat digunakan secara formatif maupun sumatif. Secara teoretis, hasil ini memperkuat dan memperluas kerangka konstruktivisme sosial dalam pendidikan matematika, dengan menunjukkan bahwa belajar matematika pada hakikatnya adalah belajar berkomunikasi dalam bahasa matematika (Planas et al., 2024). Hal ini membuka ruang bagi penelitian lanjutan yang mengintegrasikan PBL dengan teknologi digital dan desain kolaboratif untuk memperkaya praktik komunikasi matematis di kelas.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengungkap bahwa penerapan model pembelajaran berbasis masalah secara signifikan meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP, khususnya dalam konteks materi peluang. Peningkatan tersebut tidak hanya mencakup aspek pemahaman konsep, tetapi juga keterampilan siswa dalam mengungkapkan ide, menyusun argumen matematis, serta menggunakan representasi simbolik dan visual secara efektif. Dengan demikian, model pembelajaran berbasis masalah memberikan ruang bagi siswa untuk berinteraksi secara aktif dan membangun pengetahuan secara kolaboratif, sehingga komunikasi matematis berkembang secara optimal.

Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada integrasi penerapan model pembelajaran berbasis masalah dengan instrumen pengukuran komunikasi matematis yang telah divalidasi secara empiris. Hal ini memberikan dasar yang kuat untuk mengukur secara objektif perkembangan keterampilan komunikasi matematis dalam proses pembelajaran matematika, yang selama ini seringkali hanya dinilai secara kualitatif. Selain itu, penelitian ini memperkaya kajian teori komunikasi matematika dengan menghadirkan bukti empiris di ranah pembelajaran SMP di Indonesia, yang relatif masih sedikit dieksplorasi secara mendalam dalam dekade terakhir.

Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, di antaranya adalah keterbatasan sampel yang hanya berasal dari dua kelas di satu sekolah sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati. Selain itu, durasi penerapan model pembelajaran yang relatif singkat dapat memengaruhi tingkat stabilitas dan keberlanjutan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan sampel dan memperpanjang waktu intervensi agar dapat menguji efek jangka panjang dari model pembelajaran ini. Selain itu, pengembangan instrumen penilaian komunikasi matematis yang lebih komprehensif dan adaptif terhadap berbagai konteks pembelajaran juga menjadi area yang layak untuk diteliti lebih lanjut.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran efektivitas model pembelajaran berbasis masalah dalam meningkatkan komunikasi matematis, tetapi juga membuka peluang pengembangan metode pembelajaran dan instrumen penilaian yang lebih baik guna mendukung pembelajaran matematika yang lebih komunikatif dan bermakna.

REFERENSI

- Akma, A. (2022). Ethnomathematics-based learning to improve students' conceptual understanding and engagement in mathematics. *Journal of Mathematics Education*, 13(2), 145–158. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i2.15432>
- Al-Mughni, R. A. (2024). Integrating cultural contexts into mathematics education: Effects on student engagement and conceptual understanding. *International Journal of Educational Research Open*, 5, 100290. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100290>
- Amir, W., & Habsyi, R. (2024). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Inquiri Untuk Meningkatkan Proses Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Operasi Hitung Bilangan Bulat Siswa Kelas VII SMP Negeri 47 Halmahera Selatan. *Jurnal Ilmiah Matematika (JIMAT)*, 5(1), 133 -145. <https://doi.org/10.63976/jimat.v5i1.729>
- Bazeley, P. (2021). *Integrating analyses in mixed methods research* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- de Vink, I., Van der Steen, S., & van den Heuvel-Panhuizen, M. (2022). Mathematical creativity in primary and secondary education: A systematic review. *Educational Research Review*, 36, 100445. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100445>

- Facione, P. A. (2020). *Critical thinking: What it is and why it counts* (2020 update). Insight Assessment.
- Fitriyah, I., Putro, S. C., & Apino, E. (2022). Effect of problem-based learning on students' critical thinking skills: A meta-analysis. *Journal of Mathematics Education*, 13(3), 397–412. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i3.16521>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2019). *How to design and evaluate research in education* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Habsyi, R. ., Sudiman, A. ., Ikram, M. ., Saleh, R. R. ., Triyono, A. ., & La Nani, K. . (2025). The Creative Thinking Process of Students with Adversity Quotient Personality and Metacognition Level in Solving Open-Ended Problems Reviewed from the Information Processing Theory. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama*, 17(2), 1043–1060. <https://doi.org/10.37680/qalamuna.v17i2.7678>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Joklitschke, J., Rott, B., & Schindler, M. (2022). Measuring mathematical creativity: A framework based on fluency, flexibility, originality, and elaboration. *ZDM – Mathematics Education*, 54, 1049–1063. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01377-8>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Kurikulum Merdeka: Kerangka dasar dan struktur kurikulum*. Kemendikbudristek.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2024). *Panduan pengembangan muatan lokal dan proyek penguatan profil pelajar Pancasila*. Kemendikbud.
- Khaerani, A. (2024). Ethnomathematics and contextual learning: Bridging culture and mathematical thinking. *Journal of Mathematics and Culture*, 18(1), 35–52.
- Loyens, S. M. M., Kirschner, P. A., & Paas, F. (2015). Problem-based learning. In J. D. Wright (Ed.), *International encyclopedia of the social & behavioral sciences* (2nd ed., pp. 862–868). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.92048-2>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Ningrum, R. S. (2024). The effect of problem-based learning on mathematical representation and reasoning skills. *Journal of Mathematics Education Research*, 6(1), 1–14. <https://doi.org/10.22146/jmer.2024.7012>
- Pratama, R., & Yelken, T. Y. (2024). Contextual and ethnomathematics-based learning in 21st-century mathematics education: A systematic review. *Journal of Mathematics Education*, 15(1), 45–66. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i1.19844>
- Salsabila, A. (2024). Problem-based learning on probability: Effects on students' mathematical communication and argumentation. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 18(2), 221–238. <https://doi.org/10.22342/jpm.18.2.2024>
- Schoonenboom, J., & Johnson, R. B. (2017). How to construct a mixed methods research design. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 69(2), 107–131. <https://doi.org/10.1007/s11577-017-0454-1>
- Simamora, R. E. (2024). Sociocultural perspectives on mathematical learning in culturally diverse classrooms. *International Journal of STEM Education*, 11(3), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00412-5>

-
- Widiastuti, A. (2023). Cultural mediation and mathematical meaning-making in ethnomathematics-based instruction. *Journal of Mathematics and Culture*, 17(2), 87–104.
- Yeyen, A. (2024). Development and validation of a mathematical communication rubric for secondary school students. *Journal of Educational Measurement and Evaluation*, 8(1), 55–72. <https://doi.org/10.21009/jeme.081.05>
- Yuningsih, N. (2024). Collaborative problem-based learning and students' mathematical communication. *Journal of Mathematics Education Research*, 7(1), 23–41. <https://doi.org/10.22342/jmer.v7i1.18290>