

The Influence of the PBL-STEM Model on Improving Conceptual Understanding of Science Based on the SOLO Taxonomy on Nature Conservation Material in Elementary Schools

[Pengaruh Model PBL-STEM terhadap Peningkatan Pemahaman Konseptual IPA Berbasis Taksonomi SOLO pada Materi Pelestarian Alam di Sekolah Dasar]

Mitha Putri Dewi¹⁾, Fitria Wulandari²⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: fitriawulandari1@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze the effect of implementing Problem Based Learning (PBL) integrated with the STEM approach on the conceptual understanding of science among fourth-grade elementary school students on the topic of environmental conservation based on the SOLO Taxonomy indicators. The research employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a nonequivalent control group design. This study involved two groups: one experimental group and one control group, each consisting of 27 students. The instruments used for this study included a pretest and a posttest that had been validated and proven to be reliable. The data were examined using initial tests for normality and homogeneity, along with an independent sample t-test and N-Gain analysis. The results showed that the experimental group's mean score on the posttest (77.29) exceeded the control group's score (66.66). The N-Gain score for the experimental group was 0.50, which is in the moderate range, while the control group scored 0.26, which is categorized as low. The independent sample t-test yielded a significance level of 0.003.*

Keywords - author guidelines; ; Problem Based Learning, STEM, conceptual understanding, science learning, elementary school

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan pembelajaran Problem Based Learning (PBL) yang terintegrasi dengan pendekatan STEM terhadap pemahaman konseptual IPA siswa kelas IV sekolah dasar pada materi pelestarian alam, berdasarkan indikator Taksonomi SOLO. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode quasi eksperimen dan desain nonequivalent control group design. Subjek penelitian terdiri dari dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, masing-masing terdiri dari 27 siswa. Instrumen pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes awal dan tes akhir yang validitas dan reliabilitasnya telah diuji. Analisis data dilakukan melalui pengujian prasyarat (normalitas dan homogenitas), pengujian hipotesis dengan uji T sampel independen, dan penentuan N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata skor tes akhir kelompok eksperimen (77,29) lebih tinggi daripada kelompok kontrol (66,66). N-Gain kelompok eksperimen mencapai 0,50 (kategori sedang), sedangkan kelompok kontrol hanya 0,26 (kategori rendah). Hasil uji t sampel independen menunjukkan nilai signifikansi 0,003 ($p < 0,05$).*

Kata Kunci - petunjuk penulis; Problem Based Learning, STEM, pemahaman konseptual, IPA, sekolah dasar

I. PENDAHULUAN

Pemahaman konseptual merupakan salah satu kemampuan yang esensial untuk mengaitkan pengetahuan yang dimiliki dengan konsep-konsep ilmiah secara mendalam. Hal ini tidak hanya mencakup kemampuan untuk mengingat, tetapi juga untuk menjelaskan, menerapkan, dan menghubungkan berbagai konsep dalam konteks kehidupan nyata[1]. Di tingkat global, pemahaman konseptual menjadi fokus penting dalam pendidikan abad ke-21 karena berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. UNESCO menekankan pentingnya pendidikan untuk meningkatkan pemahaman konsep agar siswa dapat mengatasi beragam tantangan global, seperti perubahan iklim dan kemajuan teknologi[2][3]. Ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep bukan hanya sekedar sasaran dalam pendidikan, tetapi juga merupakan kebutuhan global untuk membentuk generasi yang mampu bersaing dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan[4].

Di Indonesia, peningkatan pemahaman tentang konsep-konsep IPA juga menjadi fokus utama dalam kebijakan pendidikan yang diajukan melalui Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini menekankan bahwa pembelajaran IPA di sekolah dasar tidak hanya berfokus pada penguasaan fakta, tetapi juga pada pemahaman konsep secara mendalam dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Kebijakan (Kemendikbudristek, 2025), menegaskan bahwa pembelajaran

IPA perlu dilaksanakan secara bermakna dan berbasis inkuiri untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa. Dengan demikian, penguatan pemahaman konseptual IPA sejak sekolah dasar menjadi penting sebagai dasar dalam mempersiapkan siswa menghadapi tantangan global dan permasalahan lingkungan[5].

Dalam proses pembelajaran sains di sekolah dasar, diharapkan pemahaman konsep akan merangsang rasa ingin tahu, kemampuan berpikir ilmiah, dan kesadaran akan hubungan antara sains dan kehidupan sehari-hari. Sains bertujuan tidak hanya untuk menyampaikan pengetahuan faktual tetapi juga sebagai alat bagi siswa untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan. Harapan ini sejalan dengan konsep pembelajaran yang menekankan pentingnya siswa memahami fenomena alam, mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah, dan secara aktif berkontribusi pada pelestarian lingkungan. Menurut penelitian Widiastuti, dalam pembelajaran IPA yang berorientasi pada pemahaman konseptual akan membekali siswa dengan landasan yang kuat untuk menghadapi isu-isu di masa depan, sehingga mereka dapat berkembang menjadi individu yang adaptif, inovatif, dan bertanggung jawab[6].

Pada tingkat SD, pemahaman konseptual artinya kemampuan siswa untuk menggabungkan ide-ide ilmiah dalam situasi yang relevan sering kali hanya melibatkan menghafal informasi secara langsung tanpa pemahaman yang mendalam[7]. Dalam banyak kasus, siswa terjebak dalam keyakinan yang salah dan merasa sulit untuk mengubahnya, karena pengalaman sehari-hari mereka tidak terhubung dengan penjelasan ilmiah resmi[8]. Penelitian terkini menunjukkan bahwa skor rata-rata pemahaman siswa kelas IV terhadap pemahaman konsep masih rendah, terlihat dari skor rata-rata sekitar 49,14 pada skala 0 s.d 100[9]. Selain itu, pendekatan pengajaran yang hanya mengandalkan buku teks dan kurang terhubung dengan dunia nyata juga memperlebar kesenjangan antara apa yang diajarkan di sekolah dan realitas dunia nyata, seperti isu lingkungan dan perubahan iklim. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan metode pengajaran yang menghubungkan teori dengan pengalaman dunia nyata guna membantu siswa memahami isu-isu global dan mengatasi kesulitan belajar konseptual awal [10].

Secara umum, masih banyak siswa yang memiliki pemahaman yang salah terhadap konsep-konsep, termasuk pelestarian lingkungan, karena metode pembelajaran lebih banyak mengandalkan teks dan kurang mendekatkan siswa dengan lingkungan sekitar. Sebagai contoh, penelitian di SDN Bendogerit 1 menunjukkan adanya kesalahpahaman yang signifikan terkait materi tentang upaya konservasi dan keseimbangan alam, yang menandakan siswa belum memahami konsep utama secara utuh[11]. Selain itu, penelitian di SDN Majalaya menunjukkan bahwa hanya sekitar 21% siswa yang benar-benar memahami konsep sains, sementara 37% salah memahaminya, dan 42% sama sekali tidak memahami konsep tersebut. Situasi pembelajaran ini diperparah oleh kurangnya pendekatan kontekstual atau berbasis masalah dalam metode pengajaran, sehingga menyulitkan siswa untuk menghubungkan pengetahuan yang mereka pelajari dengan lingkungan sekitar. Permasalahan pemahaman ini menyoroti perlunya pendekatan pembelajaran inovatif, seperti PBL yang terintegrasi dalam konteks STEM, untuk memungkinkan siswa memahami konsep secara mendalam dan bermakna sejak dini[12].

Di Sekolah Dasar sebagian siswa masih kesulitan memahami materi secara mendalam, sering hanya menghafal tanpa benar-benar mengerti artinya. Contohnya, dalam pelajaran tentang kesalahan pemahaman tentang konsep mengenai gaya dan gerak, hanya sekitar 28% siswa kelas IV yang benar-benar paham, sedangkan lebih dari 54% masih salah paham, dan beberapa sama sekali tidak mengerti[12]. Kondisi serupa juga terjadi pada materi air, fotosintesis, dan gravitasi, di mana sebagian besar siswa masih kurang memahami atau salah dalam konsep tersebut. Hal ini menjadi kendala nyata dalam proses belajar mengajar di kelas dan menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih kontekstual serta aktif agar siswa bisa memahami dan menguasai konsep secara bermakna[13].

Salah satu cara untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa adalah dengan menggunakan model Problem Based Learning (PBL), yang berfokus pada pemecahan masalah kehidupan nyata. Dengan PBL, siswa diberi kesempatan untuk belajar secara aktif dengan mengidentifikasi masalah, mencari informasi, dan menemukan solusi berdasarkan konsep ilmiah yang relevan. Dengan pendekatan ini, siswa tidak hanya menghafal materi tetapi juga memperoleh pemahaman konsep yang lebih mendalam melalui pengalaman langsung. Menurut penelitian Simanjuntak, penerapan PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konseptual siswa sekolah dasar karena mereka belajar dalam situasi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari[14].

Selain menerapkan pendekatan PBL, pendekatan Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) juga merupakan metode penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains. Dengan mengintegrasikan STEM ke dalam proses pengajaran dan pembelajaran, siswa dapat lebih memahami konsep sains secara holistik, karena sains berkaitan erat dengan teknologi, teknik, dan matematika. Metode ini sangat cocok untuk pembelajaran tentang konservasi alam, di mana siswa tidak hanya belajar tentang ekosistem atau konsep lingkungan tetapi juga diberi kesempatan untuk merancang solusi sederhana berdasarkan prinsip-prinsip STEM. Menurut penelitian Budiyo, metode pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan pemecahan masalah siswa, karena mereka dilatih untuk berpikir lintas disiplin ilmu guna menemukan solusi inovatif untuk berbagai permasalahan lingkungan[15][16].

Dengan menggabungkan PBL dan STEM dalam pembelajaran IPA di tingkat sekolah dasar, siswa akan lebih mudah memahami konsep pelestarian alam secara mendalam dan praktis. PBL menawarkan pengalaman pembelajaran

yang berfokus pada masalah nyata, sedangkan STEM menyediakan pendekatan berfikir yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk menemukan solusi yang berkelanjutan. Gabungan kedua metode ini diperkirakan dapat memperdalam pemahaman siswa terhadap konsep, meningkatkan kesadaran mereka akan isu lingkungan, serta memberikan keterampilan yang diperlukan di tengah era globalisasi yang semakin maju. Setyorini menyatakan bahwa penggabungan PBL-STEM tidak hanya memperkuat pemahaman konsep siswa, tetapi juga mendorong mereka untuk aktif berpartisipasi dalam mencari solusi bagi berbagai permasalahan lingkungan. Dengan demikian, penerapan PBL berbasis STEM merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains, khususnya pelestarian alam di tingkat sekolah dasar[17].

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi PBL dengan pendekatan STEM memiliki dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir ilmiah siswa SD. Peneliti Martaningsih Membuktikan bahwa PBL berbasis STEM mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa secara signifikan melalui kegiatan yang kontekstual dan menantang[18]. Penelitian Adiwiguna. Menemukan bahwa penerapan PBL berbasis STEM berkontribusi pada peningkatan literasi sains dan kemampuan berpikir kritis siswa kelas V SD[19]. Sementara itu, Simanjuntak dan Purwaningsih. Menegaskan bahwa implementasi PBL terintegrasi STEM dalam pembelajaran sains dapat meningkatkan keterlibatan siswa sekaligus memperkuat pemahaman konsep[20]. Kajian sistematis oleh Ayuni, juga mengidentifikasi bahwa efektivitas PBL di pembelajaran IPA SD sangat dipengaruhi oleh keterkaitan masalah dengan kehidupan nyata dan peran aktif siswa dalam proses penyelidikan. Temuan-temuan ini menguatkan bahwa integrasi PBL-STEM merupakan strategi pembelajaran yang relevan dan potensial untuk membangun pemahaman konseptual IPA, termasuk materi pelestarian alam, secara mendalam dan aplikatif[21].

Meskipun sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa penerapan PBL berbasis STEM mampu meningkatkan literasi sains, keterampilan berpikir kritis, dan pemahaman konsep pada siswa sekolah dasar, sebagian besar masih berfokus pada topik umum IPA seperti energi, gaya, atau materi, bukan pada konteks pelestarian alam secara spesifik. Selain itu, penelitian terdahulu cenderung menyoroti aspek keterampilan Abad 21 atau hasil belajar kognitif secara umum, sementara kajian yang secara mendalam menguji pengaruh PBL-STEM terhadap pemahaman konseptual lingkungan dan sikap pro-lingkungan siswa SD masih terbatas. Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian yang penting untuk diisi, yaitu mengkaji efektivitas PBL berbasis STEM dalam memperkuat pemahaman konseptual siswa SD pada materi pelestarian alam[22].

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dampak penerapan PBL yang berbasis STEM terhadap pemahaman konsep siswa sekolah dasar mengenai materi pelestarian lingkungan. Tujuan spesifiknya adalah: (1) Menilai perkembangan pemahaman siswa tentang konsep pelestarian alam sebelum dan setelah diterapkannya model PBL-STEM (2) Menguraikan bagaimana proses pembelajaran yang berorientasi pada masalah dan metode lintas disiplin dapat memperdalam serta mengontekstualisasikan pemahaman konseptual, serta (3) Memberikan saran strategis untuk guru dalam merancang pembelajaran IPA yang relevan, aplikatif, dan sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka serta kompetensi di Abad ke-21. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengkaji penerapan PBL-STEM pada tema pelestarian sumber daya alam lingkungan seperti perubahan iklim atau pengelolaan sampah, serta menambahkan variabel seperti kreativitas dan kerja sama siswa. Selain itu, penggunaan metode campuran juga dapat memberikan gambaran lebih lengkap tentang pengaruh model ini terhadap kemampuan dan sikap peduli lingkungan siswa[23].

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena tujuannya adalah untuk mengukur pengaruh penerapan model pembelajaran PBL berbasis STEM terhadap pemahaman konseptual siswa, maka pendekatan kuantitatif sangat tepat. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menguji hipotesis secara objektif melalui data numerik.

Model PBL-STEM dalam penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa langkah utama, yaitu mengorientasikan siswa pada masalah nyata terkait pelestarian alam, kemudian membimbing mereka merumuskan pertanyaan dan kebutuhan belajar. Selanjutnya, siswa melakukan penyelidikan berbasis STEM yang mencakup kegiatan sains, pemanfaatan teknologi, perancangan solusi secara engineering, serta analisis data sederhana menggunakan matematika. Setelah itu, siswa mengembangkan dan menerapkan solusi melalui percobaan atau proyek sederhana, menganalisis hasil temuan, lalu mempresentasikan solusi yang dibuat. Pada tahap akhir, siswa melakukan refleksi untuk menyimpulkan pemahaman konseptual yang diperoleh selama proses pembelajaran[24].

Jenis penelitian yang di gunakan adalah Penelitian *quasi-Eksperiment* dengan desain *Nonequivalent Control Group Design*. karena peneliti tidak melakukan pengacakan (randomisasi) terhadap subjek penelitian. Tidak dilakukannya randomisasi disebabkan oleh kondisi dan kebijakan sekolah yang tidak memungkinkan peneliti untuk mengubah atau mengacak pembagian kelas yang sudah ada. Siswa telah terorganisasi dalam kelas masing-masing. secara tetap berdasarkan administrasi sekolah, sehingga peneliti tidak dapat memindahkan siswa secara acak ke dalam kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol. Penelitian ini melibatkan dua kelas yang masing-masing dijadikan

sebagai kelas eksperimen yang diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis eksperimen, dan satu kelas lagi sebagai kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Untuk mengukur peningkatan hasil konseptual siswa dengan menggunakan data pretest dan posttest.

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	PBL-Based STEM	O ₂
Kontrol	O ₁	Pembelajaran Konvensional	O ₂

Populasi yang di teliti dalam studi ini adalah seluruh murid kelas IV SD Muhammadiyah 1 Candi, yang terdiri dari dua kelas paralel yakni kelas IV A dengan jumlah 27 siswa dan IV B dengan jumlah 27 siswa. Berdasarkan jenis penelitian quasi eksperimen dengan desain Nonequivalent Control Group Design, dan konteks pelaksanaannya di lingkungan Sekolah Dasar, maka teknik sampling yang paling cocok adalah Purposive Sampling (sampel bertujuan). Dengan Purposive Sampling, peneliti bisa memastikan bahwa kelas eksperimen dan kontrol memiliki kondisi awal yang relatif setara sehingga perbandingan lebih valid, kelas IVA sebagai kelas eksperimen, dan kelas IV B sebagai kelas kontrol[25]. Perhitungan nilai pemahaman konseptual IPA siswa dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Validasi Instrumen Jenis validasi yang cocok untuk penelitian ini adalah validitas isi content validity, karena instrumen berupa soal pretest dan posttest yang mengukur pemahaman konseptual dalam pembelajaran IPA materi pelestarian alam Instrumen tes terlebih dahulu divalidasi dengan cara meminta penilaian dari para ahli (expert judgment). Uji validitas digunakan untuk menyatakan instrumen telah valid dengan diujikan oleh dua ahli, yaitu dosen IPA dan dosen PGSD. Validator memberi penilaian kesesuaian soal dengan indikator menggunakan skala Likert (misalnya 1–5). Kemudian hasil penilaian dihitung menggunakan Aiken's V dengan interpretasi nilai $V \leq 0.40$ kurang valid, $0.40-0.80$ cukup valid, dan > 0.80 sangat valid[26]. Berdasarkan hasil uji validitas terhadap modul ajar, bahan ajar, LKPD, serta soal pretest dan posttest, dapat disimpulkan bahwa seluruh perangkat pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan valid dan layak digunakan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien validitas pada setiap aspek penilaian yang memenuhi kriteria kelayakan, baik dari segi kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran, kejelasan penyajian, ketepatan bahasa, maupun keterpaduan aktivitas pembelajaran. Modul ajar dan bahan ajar dinilai telah sesuai dengan karakteristik peserta didik dan capaian pembelajaran, LKPD dinyatakan mampu memfasilitasi aktivitas belajar secara sistematis dan bermakna, serta soal pretest dan posttest dinilai telah mewakili indikator yang diukur dan mampu mengukur kemampuan siswa secara tepat. Dengan demikian, seluruh perangkat pembelajaran tersebut dapat digunakan dalam proses pembelajaran dan penelitian tanpa perlu revisi besar.

Validitas isi menilai sejauh mana butir soal mewakili seluruh aspek materi yang diuji pelestarian alam. Setelah itu, dilakukan juga validitas isi diuji melalui uji coba instrumen di luar sampel penelitian untuk memastikan bahwa soal mencerminkan tujuan pembelajaran dan hasilnya akan dilakukan perhitungan korelasi skor butir soal dengan skor total menggunakan korelasi *Product Moment Pearson*. Jika nilai hitung $> r$ tabel (pada taraf signifikansi 5%), maka soal valid[27]. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen yang sudah saya uji di kelas V yang berjumlah 27 siswa, diketahui bahwa seluruh butir pernyataan dari item 1 sampai dengan item 15 dinyatakan valid. Hal ini dibuktikan dengan nilai r hitung pada masing-masing item yang berada di atas nilai r tabel sebesar 0,381. Nilai r hitung terendah terdapat pada item 6 yaitu sebesar 0,392, sedangkan nilai r hitung tertinggi terdapat pada item 4 yaitu sebesar 0,838. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh item dalam instrumen mampu mengukur apa yang seharusnya diukur dan layak digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam penelitian.

Validitas isi instrumen tes pemahaman konseptual dianalisis menggunakan indeks Aiken's V untuk menilai kesesuaian butir soal dengan indikator pembelajaran. Penilaian dilakukan oleh [jumlah validator, misalnya tiga] ahli, yang terdiri atas dosen pendidikan IPA dan guru berpengalaman. Setiap validator memberikan penilaian terhadap kejelasan konstruk, relevansi materi, dan kesesuaian tingkat kognitif butir soal menggunakan skala penilaian yang telah ditetapkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai Aiken's V untuk setiap butir soal berada pada rentang $V = [misalnya 0,78-0,92]$, dengan nilai rata-rata sebesar $V = [misalnya 0,85]$, yang termasuk dalam kategori valid. Dengan demikian, seluruh butir soal dinyatakan layak digunakan untuk mengukur pemahaman konseptual siswa.

Penyusunan instrumen tes didasarkan pada blueprint soal yang disusun secara sistematis untuk memastikan keterwakilan indikator pemahaman konseptual. Indikator pemahaman konseptual yang diukur dalam penelitian ini meliputi kemampuan siswa untuk menjelaskan konsep ilmiah dengan kata-kata sendiri, mengklasifikasikan fenomena berdasarkan karakteristik konsep, memberikan contoh dan noncontoh, serta menerapkan konsep dalam situasi kontekstual. Blueprint instrumen memuat keterkaitan antara kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, materi pokok, indikator pemahaman konseptual, level kognitif (C1–C4), dan jumlah butir soal. Dengan adanya

blueprint tersebut, setiap butir tes dirancang secara proporsional untuk mengukur aspek pemahaman konseptual secara terarah dan sesuai dengan tujuan penelitian.

Reliabilitas Instrumen Jenis reliabilitas yang cocok adalah reliabilitas internal consistency karena instrumen penelitian mengukur satu konstruk utama yaitu pemahaman konseptual IPA dengan berdasarkan indikator menurut Taksonomi Solo[1]. Reliabilitas internal menilai konsistensi antarbutir soal dalam satu kali pengukuran, sehingga cocok untuk penelitian yang dilakukan pada satu periode pembelajaran tanpa pengulangan tes (retest). Dapat diuji menggunakan Alpha Cronbach jika soal berbentuk angket atau KR-20/KR-21 jika berbentuk soal pilihan ganda karena Alpha Cronbach digunakan jika instrumen berbentuk angket skala Likert karena dapat menghitung konsistensi antarbutir yang memiliki skor rentang (misalnya 1–4 atau 1–5). Dan KR-20/KR-21 digunakan jika instrumen berbentuk soal pilihan ganda dengan skor dikotomi (benar = 1, salah = 0). KR-20 lebih akurat jika tingkat kesulitan soal bervariasi, sedangkan KR-21 digunakan jika tingkat kesulitan relatif sama[25].

Menurut Sugiyono, reliabilitas adalah sejauh mana instrumen dapat memberikan hasil yang konsisten jika digunakan berkali-kali. Uji reliabilitas dilakukan setelah uji coba instrumen pada siswa yang setara dengan sampel penelitian, biasanya dianalisis dengan bantuan SPSS 25. Berdasarkan hasil uji reliabilitas yang ditunjukkan pada tabel *Reliability Statistics* yang sudah saya uji di SPSS, diperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,747 dengan jumlah item sebanyak 15 butir. Nilai Cronbach's Alpha tersebut berada di atas batas minimal reliabilitas yaitu 0,70, sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen penelitian memiliki tingkat reliabilitas yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh butir pernyataan dalam instrumen memiliki konsistensi internal yang memadai dan mampu memberikan hasil pengukuran yang stabil serta dapat dipercaya apabila digunakan berulang kali dalam kondisi yang sama. Dengan demikian, instrumen layak digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam penelitian.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan *pretest* dan *posttest*. Tes ini bersifat objektif seperti pilihan ganda, atau sebab-akibat yang mengukur pemahaman konseptual siswa IPA, khususnya materi pelestarian alam. Diberikan dua kali, *pretest* sebelum perlakuan (untuk mengetahui pemahaman awal), *posttest* setelah perlakuan (untuk mengukur perubahan akibat perlakuan).

Teknik Analisis Data. Meliputi *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan uji statistika, seperti independent sample t-test untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep adapun uji prasyarat yang harus dilakukan yakni: Data berasal dari responden yang sama pada dua pengukuran (pre-post). Selain uji signifikansi statistik, penelitian ini juga menghitung ukuran efek (*effect size*) menggunakan Cohen's d untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan secara praktis. Perhitungan Cohen's d dilakukan dengan membedakan selisih rata-rata skor *posttest* dan *pretest* yang dibagi oleh simpangan baku gabungan (*pooled standard deviation*). Interpretasi nilai Cohen's d mengacu pada kriteria ukuran efek kecil (0,2), sedang (0,5), dan besar ($\geq 0,8$) sebagaimana direkomendasikan dalam kajian metodologis statistik moder (Lakens, 2017). Penggunaan ukuran efek dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kekuatan pengaruh model pembelajaran yang diterapkan, tidak hanya berdasarkan signifikansi statistik tetapi juga signifikansi praktis hasil penelitian.[25]. Tes yang dilakukan jika menggunakan independent sample t-test, Untuk mengetahui besarnya peningkatan pemahaman konseptual IPA siswa setelah diberikan perlakuan pembelajaran, peneliti menggunakan perhitungan N-Gain. Perhitungan N-Gain bertujuan untuk mengukur tingkat peningkatan hasil belajar siswa antara sebelum pembelajaran (*pretest*) dan setelah pembelajaran (*posttest*) pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Dalam menghitung data pada penelitian ini, peneliti menggunakan bantuan aplikasi IBM SPSS 25 dan perhitungan manual menggunakan rumus N-Gain untuk memperoleh hasil yang akurat.

Tabel 1. Indikator Pemahaman Konseptual[1][29].

No	Level Solo	Indikator Pemahaman Konseptual	Penjelasan
1.	Uni-structural	(Memahami) menyebutkan beberapa jenis SDA	a) Siswa dapat menyebutkan jenis-jenis sumber daya alam. b) Siswa mampu menyebutkan satu contoh sumber daya alam hayati atau non-hayati.
2.	Multi-structural	(Memahami) menyebutkan beberapa cara melestarikan SDA	a) Siswa dapat menjelaskan permasalahan dalam pelestarian sumber daya alam hayati tumbuhan. b) Siswa mampu menjelaskan lebih dari satu faktor yang menyebabkan kerusakan tumbuhan.
3.	Relational	(Menghubungkan) menjelaskan hubungan sebab-akibat	a) Siswa mampu menganalisis hubungan antara kegiatan manusia dengan upaya pelestarian alam hayati tumbuhan serta dampaknya terhadap keseimbangan lingkungan. b) Siswa mampu menjelaskan dampak dari ketidakseimbangan lingkungan akibat kurangnya pelestarian.

4. Extended Abstract	(Menggeneralisasi) mengembangkan solusi baru berdasarkan konsep	a) Siswa dapat merancang solusi atau inovasi sederhana untuk menjaga pelestarian sumber daya alam hayati tumbuhan di lingkungan sekolah atau rumah. b) Siswa mampu menggeneralisasi konsep pelestarian ke konteks baru dalam kehidupan sehari-hari. c) Siswa mampu mengusulkan perbaikan jangka panjang untuk menjaga keberlanjutan lingkungan.
----------------------	---	---

Penggunaan indikator Taksonomi SOLO dalam metode tersebut memiliki dasar yang kuat karena taksonomi ini secara khusus dirancang untuk mengukur tingkat perkembangan pemahaman konseptual siswa secara bertahap dan terstruktur. Tujuan utamanya adalah menilai pemahaman konseptual IPA, sehingga SOLO sangat relevan. SOLO membedakan pemahaman mulai dari kemampuan mengenali informasi sederhana hingga mampu merancang solusi inovatif (*Extended Abstract*), sehingga cocok dengan karakter pembelajaran PBL-STEM yang menuntut siswa berpikir dari level rendah ke tinggi. Selain itu, SOLO memberikan indikator yang tepat dan terukur, seperti *uni-structural*, *multi-structural*, *relational*, dan *extended abstract*, yang sejalan dengan langkah-langkah PBL-STEM dari mengidentifikasi masalah sampai merancang solusi[1].

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan memperhatikan aspek etika penelitian pendidikan. Peneliti telah memperoleh izin resmi dari pihak sekolah tempat penelitian dilaksanakan. Selain itu, persetujuan orang tua/wali siswa diperoleh sebelum pelaksanaan penelitian sebagai bentuk perlindungan terhadap hak dan kepentingan peserta didik. Seluruh data yang diperoleh dijaga kerahasiaannya dan digunakan semata-mata untuk kepentingan penelitian akademik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa waktu di bulan Desember 2025 dan bertempat di SD Muhammadiyah 1 Candi Sidoarjo. Pelaksanaan penelitian melibatkan pengumpulan data secara sistematis melalui penggunaan instrumen pretest dan posttest untuk memperoleh gambaran kemampuan peserta didik sebelum dan setelah perlakuan diberikan dan penelitian ini juga sudah mendapat izin sekolah dan persetujuan orang tua. Penelitian terhadap siswa kelas IV di SD Muhammadiyah 1 Candi, Sidoarjo, menunjukkan bahwa penggunaan metode Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) yang dikombinasikan dengan STEM meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang konservasi alam. Dua kelompok berpartisipasi dalam penelitian ini: kelompok kontrol yang diajarkan menggunakan teknik pengajaran tradisional, dan kelompok eksperimen yang diajarkan menggunakan pendekatan PBL yang dikombinasikan dengan STEM. Ujian pra-tes dan pasca-tes digunakan untuk menilai pengetahuan konseptual guna menentukan tingkat keterampilan awal dan akhir siswa setelah proses pembelajaran.

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa skor pra-tes rata-rata untuk kelompok eksperimen dan kelompok kontrol masing-masing adalah 54,55 dan 55,22, menunjukkan bahwa kinerja awal kedua kelompok relatif sama. Sesuai prosedur, skor rata-rata tes akhir untuk kelas eksperimen meningkat menjadi 77,29, sementara skor untuk kelas kontrol meningkat menjadi 66,66. Selain itu, perhitungan N-Gain menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh skor 0,50, yang ditandai dengan laju peningkatan yang lambat, sementara kelas kontrol memperoleh skor 0,26, yang juga ditandai dengan laju peningkatan yang lambat. Uji t independen menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok, dengan tingkat signifikansi 0,003 ($p < 0,05$). Dalam hal meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang sains, PBL yang terintegrasi dengan STEM memiliki dampak yang lebih kuat dibandingkan dengan metode pengajaran tradisional.

Teori konstruktivisme Piaget dapat menjelaskan peningkatan pemahaman konseptual yang terjadi dalam pembelajaran berbasis pengalaman. Teori ini menyatakan bahwa siswa secara aktif mengembangkan pengetahuan mereka melalui interaksi dengan lingkungan sekitar dan pelajaran yang diperoleh selama proses pendidikan. Dalam pendidikan PBL yang mengintegrasikan STEM, siswa tidak sekadar menjadi penerima pasif informasi; melainkan, mereka secara aktif berpartisipasi dalam menganalisis masalah yang disebabkan oleh penggunaan pupuk kimia dan mencari solusi dengan menciptakan pupuk organik. Proses ini membantu siswa mengembangkan pemahaman konseptual secara mandiri melalui pengalaman belajar yang menantang.

Selain itu, hasil penelitian ini sejalan dengan teori konstruktivisme sosial Vygotsky, yang menekankan pentingnya interaksi sosial dalam proses pembelajaran. Dalam PBL yang mengintegrasikan STEM, siswa bekerja sama dalam kelompok untuk mendiskusikan masalah, mengembangkan solusi, dan mempresentasikan hasil kerja mereka. Interaksi sosial ini membantu siswa mengembangkan pemahaman yang lebih baik dengan berbagi ide dan pengalaman belajar.

Dari perspektif pembelajaran pengalaman, pemahaman konseptual siswa meningkat karena mereka belajar langsung melalui aktivitas dan proyek berbasis masalah. Dengan menggunakan video instruksional dan aktivitas yang menganalisis cara membuat pupuk organik, siswa dapat menghubungkan materi sains dengan situasi dunia nyata. Berbeda dengan metode pengajaran tradisional yang hanya mengandalkan penjelasan verbal, metode ini membantu siswa memahami konsep dengan lebih jelas dan ringkas.

Selain itu, integrasi pendidikan STEM ke dalam pendekatan PBL sangat penting untuk membantu siswa memahami konsep yang lebih kompleks. Pendidikan STEM memungkinkan siswa mempelajari berbagai mata pelajaran akademik, seperti sains untuk memahami cara melindungi lingkungan, teknologi melalui video instruksional, teknik untuk mengendalikan organisme, dan matematika untuk menganalisis hasil. Integrasi ini membantu siswa memahami konsep secara holistik dan dalam konteks, sehingga meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep tersebut.

Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa baik pendidikan STEM maupun metode Pembelajaran Berbasis Masalah dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah memungkinkan siswa untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses belajar dan membantu mereka memahami konsep-konsep tersebut secara lebih mendalam. Selain itu, integrasi STEM ke dalam kurikulum membantu siswa menjadi pemikir kritis yang lebih baik, pemecah masalah, dan pemikir konseptual. Peningkatan ini terjadi karena siswa secara aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran, sehingga pembelajaran menjadi lebih relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka.

Dari perspektif pendidikan, peningkatan pemahaman konseptual siswa dalam kelas pembelajaran berbasis pengalaman disebabkan oleh model PBL yang terintegrasi dengan STEM, yang memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar secara aktif dengan memecahkan masalah dunia nyata, melakukan penelitian, dan menerapkan konsep ke situasi dunia nyata. Hal ini berbeda dengan metode pengajaran tradisional, yang memprioritaskan peran guru dan mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif di kelas. Sebagai akibatnya, pemahaman konseptual siswa dalam pendidikan tradisional umumnya lebih rendah dibandingkan dengan pendidikan STEM dan pembelajaran berbasis masalah.

Meskipun hasil penelitian ini positif, beberapa hal masih perlu dipertimbangkan. Pertama, ukuran sampel relatif kecil dan hanya mencakup dua kelas, sehingga hasilnya tidak dapat diterapkan pada setiap situasi. Namun, penelitian ini relatif singkat dan hanya berlangsung dua sesi, sehingga tidak mungkin untuk menilai dampak model PBL yang mengintegrasikan STEM terhadap pemahaman konseptual siswa. Ketiga, penelitian ini hanya berfokus pada pemahaman konseptual setelah pembelajaran dan tidak membahas retensi jangka panjang atau memori siswa. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut sedang dilakukan untuk menentukan ukuran sampel yang lebih besar, periode studi yang lebih mendalam, dan meningkatkan pemahaman konseptual siswa guna menghasilkan hasil yang lebih komprehensif.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan model Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEM efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual IPA siswa sekolah dasar, karena memberikan pengalaman belajar yang aktif, bermakna, dan kontekstual sesuai dengan prinsip konstruktivisme dan pembelajaran abad ke-21.

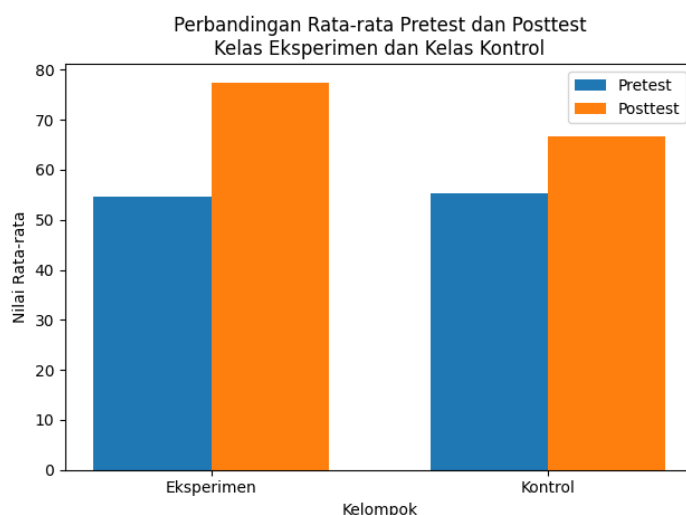
Tabel 2. Analisis Statistik Deskripsi Pemahaman Konsep

	Jumlah Siswa	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rata-Rata
Pretest Eksperimen	27	20	87	54,55
Posttest Eksperimen	27	60	93	77,29
Pretest Kontrol	27	13	87	55,22
Posttest Kontrol	27	40	87	66,66

Berdasarkan data pada tabel, pada kelas 4A sebagai kelas eksperimen yang berjumlah 27 siswa memiliki nilai rata-rata pretest sebesar 54,55. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep IPA siswa sebelum pembelajaran masih tergolong cukup. Setelah pembelajaran diberikan dengan menggunakan model PBL terintegrasi STEM memiliki nilai rata-rata posttest kelas eksperimen meningkat menjadi 77,29 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Sementara itu, kelas 4B sebagai kelas kontrol juga berjumlah 27 siswa dengan nilai rata-rata pretest sebesar 55,22. Setelah pembelajaran berlangsung, nilai rata-rata posttest kelas kontrol meningkat menjadi 66,66 dengan kategori baik. Meskipun kedua kelas mengalami peningkatan, hasil belajar siswa pada kelas eksperimen meningkat lebih besar

dibandingkan kelas kontrol. Dengan demikian, pembelajaran pada kelas eksperimen dinilai lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual IPA siswa, Sehingga berdasarkan nilai di atas, terdapat perbedaan sebelum dan sesudah diberikannya perlakuan.

Tabel 3 . Tabel grafik perbandingan rata-rata



Berdasarkan grafik perbandingan rata-rata pretest dan posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol, diketahui bahwa nilai rata-rata pretest kelas eksperimen sebesar 54,55 dan kelas kontrol sebesar 55,22. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelas relatif setara. Setelah diberikan perlakuan, nilai rata-rata posttest kelas eksperimen meningkat menjadi 77,29, sedangkan kelas kontrol meningkat menjadi 66,66. Peningkatan pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEM lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual IPA siswa dibandingkan pembelajaran konvensional.

Setelah instrumen dinyatakan valid dan reliabel, langkah selanjutnya dalam analisis data adalah melakukan uji normalitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak, sebagai salah satu prasyarat dalam penggunaan uji statistik parametrik. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas, analisis data dapat dilanjutkan ke tahap pengujian hipotesis secara lebih tepat dan akurat. Berikut hasil Uji Normalitas.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PretestKontrol	.163	27	.063	.932	27	.077
PosttestKontrol	.164	27	.060	.934	27	.089
PretestEksperimen	.156	27	.089	.932	27	.077
NewPosttestEksperimen	.124	27	.200 [*]	.969	27	.576

Berdasarkan hasil uji normalitas yang disajikan pada tabel di atas, diketahui bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada uji *Kolmogorov-Smirnov* maupun *Shapiro-Wilk* untuk seluruh data, baik pretest maupun posttest pada kelas kontrol (A) dan kelas eksperimen (B), menunjukkan nilai lebih besar dari 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa data hasil belajar siswa pada masing-masing kelompok berdistribusi normal. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas tersebut, data penelitian memenuhi syarat untuk dilakukan analisis statistik parametrik, sehingga analisis dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu uji homogenitas varians. Berikut hasil Uji Homogenitas.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
NILAI	Based on Mean	1.905	1	52	.173
	Based on Median	2.041	1	52	.159
	Based on Median and with adjusted df	2.041	1	51.744	.159
	Based on trimmed mean	1.894	1	52	.175

Berdasarkan hasil uji homogenitas varians yang disajikan pada tabel di atas, diperoleh nilai signifikansi (Sig.) pada uji Levene baik berdasarkan mean, median, median dengan penyesuaian derajat kebebasan, maupun trimmed mean yang seluruhnya menunjukkan nilai lebih besar dari 0,05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa varians data antara kelompok kelas kontrol dan kelas eksperimen bersifat homogen. Dengan demikian, asumsi homogenitas varians telah terpenuhi, sehingga data layak untuk dilanjutkan ke tahap analisis selanjutnya, yaitu uji hipotesis menggunakan uji statistik parametrik.

Uji Hipotesis

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis

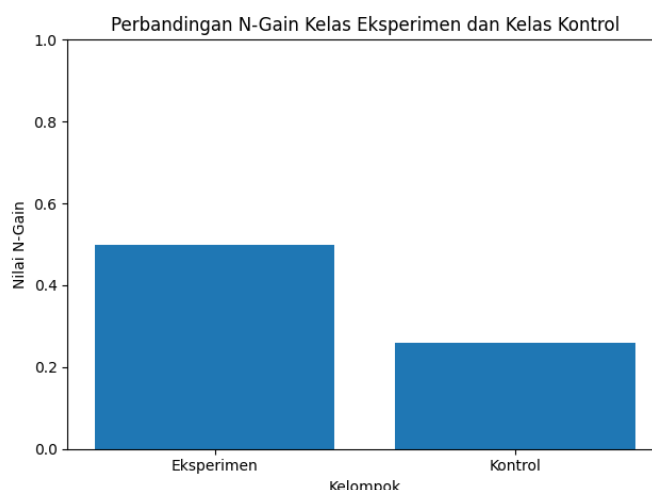
➡

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
hasil_belajar	Equal variances assumed	1.905	.173	3.081	52	.003	10.630	3.450	3.706	17.553
	Equal variances not assumed			3.081	49.479	.003	10.630	3.450	3.697	17.562

Berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan Independent Samples t-test, diperoleh informasi bahwa terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen setelah diberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda. Sebelum dilakukan uji t, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas varians menggunakan *Levene's Test*. Hasil uji menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,173, yang lebih besar dari taraf signifikansi 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data kedua kelompok bersifat homogen. Oleh karena itu, pengujian perbedaan rata-rata hasil belajar menggunakan asumsi equal variances assumed.

Hasil uji Independent Samples t-test menunjukkan nilai t hitung sebesar 3,081 dengan derajat kebebasan (df) sebesar 52, serta nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,003. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05, dengan demikian bisa disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima.

Selisih rata-rata hasil belajar *mean difference* antara kedua kelompok sebesar 10,630, yang menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Selain itu, rentang confidence interval 95% berada pada nilai 3,706 hingga 17,553, yang seluruhnya bernilai positif dan tidak melewati angka nol. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan hasil belajar yang terjadi bersifat konsisten dan meyakinkan secara statistik. Uji Independent Samples t-test digunakan dalam penelitian ini karena penelitian melibatkan dua kelompok yang saling independen, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen, yang masing-masing diberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda. Kelas kontrol memperoleh pembelajaran konvensional, sedangkan kelas eksperimen memperoleh pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEM, sehingga data hasil belajar yang dibandingkan berasal dari subjek yang berbeda dan tidak saling berpasangan. Selain itu, tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil belajar antara kedua kelompok setelah perlakuan, bukan untuk membandingkan nilai dalam satu kelompok yang sama. Hasil uji prasyarat juga menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi uji Independent Samples t-test, ditandai dengan varians yang homogen berdasarkan uji Levene. Oleh karena itu, penggunaan uji Independent Samples t-test dinilai tepat untuk menguji pengaruh model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap hasil belajar IPA siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Tabel 7. Grafik perbandingan N-Gain kelas eksperimen dan kelas kontrol

Uji N-Gain dilakukan untuk mengetahui tingkat peningkatan pemahaman konseptual IPA siswa setelah diberikan perlakuan pembelajaran. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,50 yang termasuk dalam kategori sedang, sedangkan nilai N-Gain kelas kontrol sebesar 0,26 yang termasuk dalam kategori rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konseptual IPA siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini diperkuat oleh grafik perbandingan N-Gain yang menunjukkan bahwa batang N-Gain kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEM lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual IPA siswa. Melalui pembelajaran ini, siswa terlibat secara aktif dalam proses pemecahan masalah, melakukan kegiatan penyelidikan, serta mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam pembelajaran, sehingga pemahaman konsep menjadi lebih bermakna. Dengan demikian, berdasarkan hasil uji N-Gain dapat disimpulkan bahwa pembelajaran PBL terintegrasi STEM memberikan peningkatan pemahaman konseptual IPA yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa hipotesis alternatif (H_1) diterima dan hipotesis nol (H_0) ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEM berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pemahaman konseptual IPA siswa kelas IV sekolah dasar pada materi pelestarian alam dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Pembelajaran PBL terintegrasi STEM terbukti lebih efektif karena memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat secara aktif dalam pemecahan masalah kontekstual, melakukan penyelidikan, serta mengaitkan konsep IPA dengan situasi nyata, sehingga pemahaman konseptual siswa berkembang secara lebih bermakna.

Secara teoritis, penelitian ini membantu memperkuat konstruktivisme dan konstruktivisme sosial, yang berpendapat bahwa orang memahami suatu konsep melalui studi mandiri, kolaborasi dengan orang lain, dan partisipasi aktif dalam proses pendidikan. Integrasi pendidikan STEM ke dalam model PBL membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik dan memungkinkan siswa memahami konsep secara holistik dan kontekstual serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari mereka. Oleh karena itu, penelitian ini membantu kita memahami efektivitas pembelajaran berbasis masalah (PBL) yang terintegrasi dengan STEM dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa di sekolah dasar.

Secara khusus, hasil penelitian ini dapat membantu guru dan sekolah memilih model pengajaran baru dan efektif untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains. Penerapan PBL yang diintegrasikan dengan STEM dapat membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih aktif, relevan, dan fleksibel, memungkinkan siswa untuk memahami dan menerapkan konsep dalam situasi dunia nyata, terutama dalam upaya konservasi lingkungan.

Mengingat keterbatasan dan celah yang ada, penelitian lebih lanjut sebaiknya bertujuan untuk menggunakan sampel yang lebih besar dan beragam guna memastikan hasil jangka panjang. Selain itu, diperlukan penelitian yang lebih mendalam selama periode waktu yang lebih lama untuk menilai bagaimana pemahaman konseptual siswa terhadap PBL yang terintegrasi dengan STEM terpengaruh. Penelitian di masa depan juga dapat mencakup variabel lain, seperti keterampilan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, motivasi belajar, atau kesadaran

lingkungan, untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang efektivitas PBL yang terintegrasi dengan STEM dalam konteks pendidikan dasar.

REFERENSI

- [1] D. A. Utami, P. Suriyah, and N. Mayasari, *Level Pemahaman Konsep Komposisi Fungsi Berdasarkan Taksonomi Solo (Structrue Of Observed Learning Outcomes)*. 2020.
- [2] R. Curren, *Education for sustainable development: A philosophical assessment*, vol. 2009, no. 18. 2009. doi: 10.1111/j.2048-416x.2009.tb00140.x.
- [3] U. Country and L. Strategy, “Transforming Education for a More Inclusive Society by Building a Culture of Resilience to Climate Change,” 2025.
- [4] A. H. Hendranti, B. Aldenia, L. T. Indiani, and S. Iskandar, “Efektivitas Model Pembelajaran Stem Dan Project-Based Learning dalam Meningkatkan Pemahaman Ipa Di Sd,” *J. Ilm. Pendidik. Dasar*, vol. 10, no. 2, pp. 209–219, 2025.
- [5] Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025, “jdih.kemendikdasmen.go.id.”
- [6] N. L. G. K. Widiastuti, “Pengembangan Bahan Ajar Ipa Berbasis Kontekstual Dengan Konsep Tri Hita Karena Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa,” *J. Ilm. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 3, pp. 479–490, 2020.
- [7] C. H. Geveke, H. W. Steenbeek, J. M. Doornenbal, and P. C. L. van Geert, “Improving Pupils’ Conceptual Understanding by a Connected In-school and Out-of-school Science Program: A Multiple Case Study,” *Am. J. Educ. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 115–125, 2018, doi: 10.12691/education-4-1-18.
- [8] C. Vasconcelos and M. Paz, “Inquiring children and elementary school teachers to diagnose their conceptions about islands,” *Front. Educ.*, vol. 8, no. February, pp. 1–11, 2023, doi: 10.3389/educ.2023.1115984.
- [9] Y. Gehan, A. Suhandi, D. Mardiah, and ..., “Elementary Students’ Conceptual Understanding Ability in Science: Insights and Implications,” ... *Elem. ...*, vol. 7, no. 1, pp. 1091–1104, 2025, [Online]. Available: <http://proceedings.upi.edu/index.php/icee/article/view/4033%0Ahttp://proceedings.upi.edu/index.php/icee/article/download/4033/3607>
- [10] F. Guerra-Reyes, E. Guerra-Dávila, M. Naranjo-Toro, A. Basantes-Andrade, and S. Guevara-Betancourt, “Misconceptions in the Learning of Natural Sciences: A Systematic Review,” *Educ. Sci.*, vol. 14, no. 5, 2024, doi: 10.3390/educsci14050497.
- [11] S. P. Permadani, J. D. N. Aini, and M. A. Thohir, “Identifikasi Miskonsepsi Materi Upaya Pelestarian dan Keseimbangan Alam Kelas V SDN Bendogerit 1,” *J. Pembelajaran, Bimbingan, dan Pengelolaan Pendidik.*, vol. 2, no. 10, pp. 916–924, 2022, doi: 10.17977/um065v2i102022p916-924.
- [12] F. Fakhriyah*, A. Syukur, S. K. Aminah, Y. Ratnasari, and R. Roslan, “Analysis of Misconceptions in the 2023 Revised Edition of 4th Grade Elementary School Science Textbook,” *J. IPA Pembelajaran IPA*, vol. 9, no. 1, pp. 276–292, 2025, doi: 10.24815/jipi.v9i1.44661.
- [13] Amelia Fariza *et al.*, “Miskonsepsi Siswa Sekolah Dasar tentang Konsep IPA : Studi Kasus di kelas VI SDN 024755,” *J. Bintang Pendidik. Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 207–217, 2025, doi: 10.55606/jubpi.v3i2.3825.
- [14] M. P. Simanjuntak, N. Marpaung, L. Sinaga, and N. Siregar, “The Effect of Problem Based Learning Based on Multiple Representations to the Students’ Science Conceptual Understanding,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1819, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1819/1/012029.
- [15] A. W. Agus Budiyo, Hotimatul Husna, “Pengaruh Penerapan Model PBL Terintegrasi STEAM,” vol. 12, no. 2, pp. 166–176, 2020, [Online]. Available: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains>
- [16] U. R. Jannah *et al.*, “STEM: Project based learning to enhance conceptual understanding of two-dimensional shapes and and develop the pancasila student profile,” *Prem. Educ. J. Pendidik. Dasar dan Pembelajaran*, vol. 14, no. 2, pp. 138–154, 2025, doi: 10.25273/pe.v14i2.21314.
- [17] D. A. Rr. Arum Setyorini 1*, Anna Permanasari2, “Problem-Based Learning with Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) Approach to Improve Critical Thinking Skills and Conceptual Understanding of Junior High School Students,” vol. 5, no. 2020, pp. 3–28, 2021.
- [18] S. T. Martaningsih *et al.*, “Stem Problem-Based Learning Module: A Solution to Overcome Elementary Students’ Poor Problem-Solving Skills,” *Pegem Egit. ve Ogr. Derg.*, vol. 12, no. 4, pp. 340–348, 2022, doi: 10.47750/pegog.12.04.35.
- [19] P. S. Adiwiguna, N. Dantes, and I. M. Gunamantha, “Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl)

- Berorientasi Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Literasi Sains Siswa Kelas V Sd Di Gugus I Gusti Ketut Pudja,” *Indones. J. Basic Educ.*, vol. 3, no. 2, pp. 94–103, 2019.
- [20] Y. Irma Waty Simanjuntak and D. Purwaningsih, “STEM Integrated Problem Based Learning: The Implementation and Roles in Science Learning,” *J. Pendidik. MIPA*, vol. 25, no. 2, pp. 686–700, 2024, doi: 10.23960/jpmipa/v25i2.pp686-700.
- [21] Ayuni, “Problem Based Learning Model in Natural Science Learning in Elementary Schools: Systematic Literature Review & Bibliometric Analysis,” *Widyagogik J. ...*, pp. 138–153, 2024, [Online]. Available: <https://journal.trunojoyo.ac.id/widyagogik/article/view/28430> <https://journal.trunojoyo.ac.id/widyagogik/article/download/28430/10368>
- [22] Hernan, *Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Science Technology Engineering And Mathematic (STEM) Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik*, vol. 4, no. 1. 2019.
- [23] D. Oktaviana, “Penerapan problem based learning untuk meningkatkan kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah dalam literasi sains,” *J. Pendidik. dan Pembelajaran Sains*, vol. 4(1), pp. 12–20, 2021.
- [24] Richard I. Arends, *learning to teach*, vol. 3, no. 1. 2015. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2015.06.056> <https://academic.oup.com/bioinformatics/article-abstract/34/13/2201/4852827> <https://semisupervised-3254828305/semisupervised.ppt> <http://dx.doi.org/10.1016/j.str.2013.02.005> <http://dx.doi.org/10.1016/j.str.2013.02.005>
- [25] P. G. Subhaktiyasa, “Evaluasi Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif: Sebuah Studi Pustaka,” *J. Educ. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 5599–5609, 2024, doi: 10.37985/jer.v5i4.1747.
- [26] & G. I. Batista, P., Mouraz, A., Viana, I., “Construction of the Character Assessment Instrument for 21st Century Students in High Schools,” vol. 11, no. 2, pp. 935–947, 2022.
- [27] I. Marthiani, “Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Pemahaman Konsep Biologi,” vol. 2, no. 2, 2024.
- [28] D. Lakens, “Equivalence Tests : A Practical Primer for t Tests , Correlations , and Meta-Analyses,” *Soc. Psychol. Personal. Sci.*, vol. 8, no. 4, pp. 355–362, 2017, doi: 10.1177/1948550617697177.
- [29] E. Riyani, M. Naifio, M. Marthaulina, and L. Siahaan, “KELAS VII BERDASARKAN TAKSONOMI SOLO (STRUCTURE OF OBSERVED LEARNING OUTCOMES) (ANALYSIS OF MATHEMATICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING,” vol. 06, no. 01, pp. 67–78, 2023.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.