

Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMK pada Materi Zat dan Perubahannya: Skor PjBL Lebih Tinggi daripada PBL pada Kelompok Literasi Digital Tinggi

Creative Thinking Skills of Vocational High School Students in Matter and Its Changes: Higher Scores in the PjBL Group than in the PBL Group among Students with High Digital Literacy

R Fitriyani^{1*}, M Suendarti¹, H Hasbullah¹, D S Rifai¹

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Pascasarjana, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

* riskafitriyani26@gmail.com

Received on:

13th May 2026

Revised till:

15th October 2026

Accepted on:

20th October 2026

Publisher version

published on:

22th October 2026

Access License

Creative Commons
Attribution 4.0
International (CC
BY 4.0).

Copyright

© [2026]
Departemen Kimia,
Universitas Negeri
Padang

Metadata Artikel Terbit

2026 • Vol.8, No. 2
<https://doi.org/10.24036/ekj.v8.i2.a652>

ABSTRAK

Zat dan perubahannya merupakan salah satu aspek IPAS kelas X Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang menuntut siswa tidak hanya mengenali konsep, tetapi juga mengembangkan gagasan dan menggunakan konsep tersebut untuk menjelaskan fenomena. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh model pembelajaran, literasi digital, dan interaksi keduanya terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi zat dan perubahannya. Penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain faktorial 2×2 pada 64 siswa kelas X kompetensi keahlian Teknik Pemesinan dari dua SMK swasta di Kabupaten Bogor. Faktor model pembelajaran terdiri atas Project-Based Learning (PjBL) dan Problem-Based Learning (PBL), sedangkan literasi digital dikelompokkan menjadi tinggi dan rendah. Kemampuan berpikir kreatif diukur dengan 16 soal uraian terbuka, sedangkan literasi digital diukur dengan 17 butir pilihan ganda. Data dianalisis menggunakan ANAVA dua jalur dan uji lanjut Least Significant Difference (LSD). Hasil ANAVA menunjukkan perbedaan kemampuan berpikir kreatif yang signifikan berdasarkan model pembelajaran ($F = 6,723$; $p = 0,012$), Tingkat literasi digital ($F = 47,285$; $p < 0,001$), serta interaksi keduanya ($F = 4,093$; $p = 0,048$). Uji lanjut memperlihatkan bahwa pada siswa dengan literasi digital tinggi, rata-rata skor kemampuan berpikir kreatif kelompok PjBL (82,47) lebih tinggi daripada kelompok PBL (78,25) dan perbedaannya signifikan ($p = 0,002$). Pada kelompok dengan literasi digital rendah, rata-rata PjBL (74,33) dan PBL (73,81) tidak berbeda signifikan ($p = 0,693$). Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kemampuan berpikir kreatif antara kelompok PjBL dan PBL bervariasi menurut tingkat literasi digital, dengan perbedaan signifikan ditemukan pada kelompok literasi digital tinggi, tetapi tidak pada kelompok literasi digital rendah.

KATA KUNCI

Kemampuan Berpikir Kreatif, Literasi Digital, Problem-Based Learning, Project-Based Learning, Zat dan Perubahannya.

ABSTRACT

Matter and its changes is one of the topics covered in the Natural and Social Sciences (IPAS) subject for Grade 10 students at vocational high schools (SMKs), requiring students not only to understand concepts but also to develop ideas and apply these concepts to explain phenomena. This study aimed to analyze the effects of learning model, digital literacy, and their interaction on students' creative thinking skills in the topic of matter and its changes. A quasi-experimental 2×2 factorial design was employed involving 64 Grade 10 students majoring in Machining Engineering from two private vocational high schools in Bogor Regency, Indonesia. The learning-model factor included Project-Based Learning (PjBL) and Problem-Based Learning (PBL), while digital literacy was classified as high or low level. Creative thinking skills were assessed using 16 open-ended questions, whereas digital literacy was measured using 17 multiple-choice items. Data were analyzed using two-way ANOVA followed by the Least Significant Difference (LSD) post hoc test. The two-way ANOVA results revealed significant differences in creative thinking skills based on learning models ($F = 6.723$, $p = 0.012$) and digital literacy levels ($F = 47.285$, $p < 0.001$), as well as a significant interaction between the two factors ($F = 4.093$, $p = 0.048$). Post hoc analysis showed that among students with high digital literacy the mean creative thinking score of the PjBL group (82.47) was significantly higher than that of the PBL group (78.25; $p = 0.002$). Among students with low digital literacy, the mean scores of the PjBL (74.33) and PBL (73.81) groups did not differ significantly ($p = 0.693$). These findings indicate that differences in creative thinking skills between the PjBL and PBL groups varied according to students' digital literacy levels, with a statistically significant difference observed among students with high digital literacy but not among those with low digital literacy.

KEYWORDS

Creative Thinking, Digital Literacy, Matter And Its Changes, Problem-Based Learning, Project-Based Learning.



1. PENDAHULUAN

Pendidikan vokasional tidak berhenti pada penguasaan keterampilan teknis. Lulusan SMK juga perlu mampu menyesuaikan pengetahuan dengan situasi kerja yang berubah, mempertimbangkan lebih dari satu alternatif, dan menghasilkan solusi ketika prosedur rutin tidak lagi memadai. Dalam kerangka keterampilan abad ke-21, kreativitas ditempatkan bersama berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi sebagai kemampuan yang dibutuhkan untuk menghadapi persoalan yang kompleks^[1]. Kebutuhan tersebut membuat kemampuan berpikir kreatif relevan untuk dikembangkan sejak proses pembelajaran di SMK.

Berpikir kreatif dalam penelitian ini dipahami sebagai kemampuan mengembangkan berbagai alternatif jawaban yang tetap relevan dengan masalah. Konsep berpikir divergen menekankan kemampuan menghasilkan sejumlah kemungkinan dari satu persoalan^[2], sedangkan kerangka Torrance menguraikannya ke dalam empat aspek, yaitu kelancaran (fluency), keluwesan (flexibility), keaslian (originality), dan elaborasi (elaboration)^[3]. Pengembangan dan penyempurnaan gagasan juga berkaitan dengan proses kognitif tingkat tinggi, terutama kemampuan mencipta^[5]. Keempat aspek tersebut tidak berkembang hanya dengan memperbanyak hafalan. Lingkungan belajar perlu memberi ruang bagi siswa untuk mengemukakan gagasan, membandingkan pendekatan, dan memperbaiki penjelasan berdasarkan bukti^{[3][4]}.

Tantangan pengembangan kreativitas juga terlihat pada hasil asesmen internasional. Pada PISA 2022, rata-rata skor berpikir kreatif siswa Indonesia adalah 19 dari skor maksimum 60, sedangkan rata-rata negara-negara OECD adalah 33^[6]. Data tersebut tidak dapat langsung menggambarkan seluruh konteks pembelajaran di SMK, tetapi menunjukkan bahwa kemampuan menghasilkan dan mengembangkan gagasan masih perlu mendapat perhatian. Pada siswa vokasional, kebutuhan ini menjadi lebih nyata karena kegiatan pembelajaran sering melibatkan permasalahan kontekstual yang menuntut pemilihan strategi dan penyesuaian informasi^[7].

Materi zat dan perubahannya menyediakan konteks pembelajaran yang relevan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMK. Dalam Capaian Pembelajaran IPAS Fase E untuk SMK/MAK, aspek ini mencakup jenis dan sifat zat, perubahan fisika dan kimia, serta unsur, senyawa, dan campuran^[8]. Pada kompetensi keahlian Teknik Pemesinan, konsep tersebut dapat dihubungkan dengan korosi, pemanasan dan pendinginan logam, penggunaan cairan pendingin, pembakaran, serta perubahan bahan selama proses produksi. Keterkaitan dengan fenomena kejuruan memungkinkan siswa menggunakan konsep kimia untuk menjelaskan peristiwa dan mempertimbangkan alternatif penyelesaian masalah, bukan sekadar menghafal definisi.

Dua model pembelajaran yang dapat menyediakan ruang tersebut adalah Project-Based Learning (PjBL) dan Problem-Based Learning (PBL). Keduanya menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran, tetapi fokus kegiatannya berbeda. PBL memulai pembelajaran dari masalah autentik yang perlu dipahami, diselidiki, dan diselesaikan melalui proses pemecahan masalah^[9]. PjBL mengorganisasi pembelajaran melalui penyelidikan yang bermuara pada produk atau artefak, disertai perencanaan, kolaborasi, komunikasi, dan refleksi^[10]. Karena memiliki karakteristik kegiatan yang berbeda, kedua model berpotensi menghasilkan pengalaman belajar yang berbeda pula ketika digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif.

Sejumlah penelitian mendukung penggunaan kedua model dalam pembelajaran aktif. Meta-analisis PjBL melaporkan pengaruh positif terhadap hasil belajar dan keterlibatan siswa^[11], sedangkan penelitian lain menunjukkan bahwa PjBL dapat mendukung pengembangan kemampuan berpikir kreatif dan capaian kognitif tingkat tinggi^[12]. Pada pendidikan vokasional, perbandingan PjBL dan PBL juga menunjukkan bahwa karakter tugas dan proses pengembangan produk dapat berkaitan dengan perbedaan capaian kreativitas siswa^{[13][14]}. Di sisi lain, penelitian mengenai PBL menunjukkan potensinya dalam mengembangkan kemampuan berpikir kreatif, kolaborasi, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui penyelidikan masalah^{[15][16]}.

Pelaksanaan PjBL maupun PBL saat ini dapat melibatkan penggunaan sumber digital. Siswa mencari informasi, membandingkan penjelasan, menggunakan aplikasi, berkomunikasi, dan menyiapkan hasil kerja dalam bentuk digital. Penelitian pada pembelajaran berbasis masalah juga menunjukkan bahwa aktivitas penyelidikan dapat berjalan seiring dengan penguatan literasi digital^[17]. Karena itu, kemampuan menggunakan teknologi tidak cukup dipahami sebagai keterampilan operasional. Literasi digital mencakup dimensi teknis, kognitif, dan sosial-emosional dalam menggunakan teknologi^[18]. Kerangka DigComp 2.2 mencakup kompetensi literasi informasi dan data, komunikasi dan kolaborasi, penciptaan konten, keamanan, serta pemecahan masalah^[19].

Literasi digital dapat berkaitan dengan kreativitas karena kualitas gagasan dapat berkaitan dengan kualitas informasi yang tersedia dan cara siswa mengolahnya. Siswa yang mampu menilai kredibilitas sumber mempunyai peluang lebih besar untuk membandingkan representasi, mengembangkan alternatif, dan menyusun penjelasan yang lebih kaya. Kajian tentang literasi digital dalam pendidikan menunjukkan perannya dalam cara peserta didik mengakses dan menggunakan informasi^{[20][21]}, sedangkan penelitian pada pembelajaran berbasis proyek dan konteks sekolah menengah menemukan hubungan positif antara literasi digital dan

kemampuan berpikir kreatif^{[22][23][24]}.

Meskipun demikian, model pembelajaran dan literasi digital masih sering diuji sebagai faktor yang berdiri sendiri. Bukti empiris yang menjelaskan apakah perbedaan kemampuan berpikir kreatif antara kelompok PjBL dan PBL berubah sesuai tingkat literasi digital siswa masih terbatas, terutama pada materi zat dan perubahannya di SMK. Celah ini penting karena PjBL menuntut pencarian sumber, pengembangan produk, dan penyajian hasil berpotensi berkaitan dengan kemampuan siswa dalam mengakses, mengevaluasi, dan menggunakan informasi digital. Dengan desain faktorial 2×2 , penelitian ini tidak hanya membandingkan dua model, tetapi juga menguji apakah perbedaan kemampuan berpikir kreatif antara kelompok keduanya bervariasi pada tingkat literasi digital yang berbeda.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian hubungan interaktif antara model pembelajaran dan literasi digital dalam kaitannya dengan kemampuan berpikir kreatif siswa dalam konteks pembelajaran kimia dasar di SMK. Secara khusus, penelitian ini menguji apakah perbedaan kemampuan berpikir kreatif antara kelompok PjBL dan PBL bervariasi menurut tingkat literasi digital siswa. Dengan desain faktorial 2×2 , penelitian ini memberikan bukti empiris mengenai pola perbedaan skor kemampuan berpikir kreatif berdasarkan kombinasi model pembelajaran dan tingkat literasi digital. Kontribusi ini penting karena pembelajaran abad ke-21 tidak hanya menuntut pemilihan model pembelajaran aktif, tetapi juga perlu mempertimbangkan kesiapan siswa dalam mencari, mengevaluasi, mengolah, dan menggunakan informasi digital selama proses belajar.

Secara teoretis, penelitian ini memberikan informasi empiris mengenai hubungan antara model pembelajaran, tingkat literasi digital, dan kemampuan berpikir kreatif siswa dalam pembelajaran kimia dasar. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi guru IPAS atau kimia di SMK untuk merancang pembelajaran berbasis proyek atau berbasis masalah dengan dukungan literasi digital yang sesuai. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan memberikan masukan bagi perancangan pembelajaran zat dan perubahannya yang mempertimbangkan karakteristik

model pembelajaran, tingkat literasi digital siswa, dan konteks pendidikan vokasional.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis: (1) perbedaan kemampuan berpikir kreatif siswa berdasarkan model pembelajaran pada kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi zat dan perubahannya, (2) perbedaan kemampuan berpikir kreatif siswa berdasarkan tingkat literasi digital pada kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi zat dan perubahannya, serta (3) interaksi antara model pembelajaran dan literasi digital terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi tersebut. Fokus penelitian ditempatkan pada topik kimia dalam mata pelajaran IPAS dan pada siswa SMK, sehingga hasilnya diharapkan menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan model pembelajaran dan penyediaan dukungan literasi digital yang sesuai dengan konteks pendidikan vokasional.

2. METODE

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi eksperimen dan desain faktorial 2×2 . Kuasi eksperimen dipilih karena kelas penelitian telah terbentuk secara administratif, sehingga pengacakan individual tidak dapat dilakukan. Desain faktorial digunakan untuk menguji pengaruh utama model pembelajaran, pengaruh utama literasi digital, serta pengaruh interaksi antara model pembelajaran dan literasi digital terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi zat dan perubahannya.

Faktor A adalah model pembelajaran, yang terdiri atas Project-Based Learning (PjBL; A1) dan Problem-Based Learning (PBL; A2). Faktor B adalah literasi digital, yang terdiri atas kategori tinggi (B1) dan rendah (B2). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan berpikir kreatif pada materi zat dan perubahannya. Dengan demikian, desain ini digunakan untuk menguji dua pengaruh utama dan interaksi $A \times B$.

Desain faktorial tersebut menghasilkan empat kombinasi kelompok: PjBL dengan literasi digital tinggi (A1B1), PjBL dengan literasi digital rendah (A1B2), PBL dengan literasi digital tinggi (A2B1), dan PBL dengan literasi digital rendah (A2B2). Susunan kelompok disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Faktorial Penelitian

Literasi Digital	<i>Project-Based Learning</i> (A1)	<i>Problem-Based Learning</i> (A2)
Tinggi (B1)	A1B1	A2B1
Rendah (B2)	A1B2	A2B2

Penelitian dilaksanakan pada siswa kelas X kompetensi keahlian Teknik Pemesinan di SMK DBS dan SMK MUTU, Kabupaten Bogor. Sampel penelitian berjumlah 64 siswa yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Pemilihan sampel mempertimbangkan kesamaan tingkat kelas, kompetensi keahlian, kurikulum yang digunakan, materi

pembelajaran, serta kesesuaian jadwal pelaksanaan pembelajaran. Penelitian melibatkan dua sekolah karena kelas yang tersedia merupakan kelas reguler yang telah terbentuk. Untuk meminimalkan perbedaan karakteristik antarkelompok, kedua kelompok memperoleh materi, tujuan pembelajaran, alokasi waktu, bahan ajar dan instrumen evaluasi yang sama. Perbedaan perlakuan

hanya terletak pada model pembelajaran yang diterapkan. Karena sampel dipilih secara purposif dan kelas tidak diacak secara individual, generalisasi hasil inferensial dibatasi pada siswa dengan karakteristik yang sebanding dengan konteks penelitian. Untuk menjaga kerahasiaan dan anonimitas subjek, identitas siswa dikodekan dan hasil penelitian dilaporkan secara agregat tanpa mencantumkan informasi pribadi.

Pembagian kelompok perlakuan dilakukan berdasarkan kelas yang telah tersedia. Kelas X TPM DBS ditetapkan sebagai kelompok yang memperoleh pembelajaran dengan model PjBL, sedangkan kelas X TPM MUTU ditetapkan sebagai kelompok yang memperoleh pembelajaran dengan model PBL. Penetapan kelompok dilakukan dengan mempertimbangkan kesetaraan tingkat kelas, program keahlian, materi, dan jadwal pembelajaran. Untuk menjaga konsistensi implementasi perlakuan, sebelum pembelajaran dilakukan penyamaan persepsi terhadap perangkat pembelajaran, sintaks model pembelajaran, lembar kerja peserta didik, dan rubrik penilaian.

Perlakuan diberikan selama tiga pertemuan, dengan alokasi waktu 4×45 menit pada setiap pertemuan. Seluruh kelompok mempelajari materi zat dan perubahannya dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) kelas X. Materi tersebut mencakup sifat dan klasifikasi zat, perubahan fisika, perubahan kimia, serta bukti terjadinya perubahan zat. Meskipun terintegrasi dalam mata pelajaran IPAS, materi tersebut secara substantif termasuk dalam ruang lingkup kimia dasar.

Sintaks PjBL disusun dengan merujuk pada karakteristik pembelajaran berbasis proyek yang menempatkan penyelidikan, perencanaan, kolaborasi, pengembangan produk, komunikasi, dan refleksi sebagai bagian penting proses belajar (10,11). Dalam penelitian ini, tahapan PjBL meliputi identifikasi fenomena dan pertanyaan proyek; perencanaan kegiatan dan pembagian tugas; pencarian serta pengolahan informasi; pelaksanaan proyek; penyusunan produk; presentasi; serta evaluasi dan refleksi. Produk diarahkan pada penerapan konsep zat dan perubahannya dalam fenomena sehari-hari maupun konteks kejuruan.

Sintaks PBL mengacu pada tahapan orientasi terhadap masalah, pengorganisasian pembelajaran, penyelidikan, pengembangan dan penyajian hasil, serta evaluasi proses pemecahan masalah^[9]. Implementasi PBL dimulai dengan penyajian masalah kontekstual, dilanjutkan dengan identifikasi fakta dan informasi yang

diperlukan, pencarian dan evaluasi sumber, diskusi mengenai beberapa alternatif, penyusunan solusi, serta presentasi hasil penyelidikan. Masalah yang digunakan mencakup korosi, perubahan bahan akibat suhu, perubahan wujud, cairan pendingin, dan pengelolaan zat dalam aktivitas produksi.

Keterlaksanaan perlakuan dipantau menggunakan lembar observasi. Pengamatan difokuskan pada kesesuaian kegiatan dengan sintaks masing-masing model dan digunakan sebagai kontrol prosedural. Pemantauan ini dilakukan agar perbedaan hasil lebih mencerminkan perbedaan pengalaman belajar melalui PjBL dan PBL, bukan ketidakkonsistenan dalam pelaksanaan perlakuan. Kemampuan berpikir kreatif diukur menggunakan 16 soal uraian terbuka yang dikembangkan sesuai konteks materi zat dan perubahannya. Indikator yang digunakan adalah fluency, flexibility, originality, dan elaboration (2,3). Setiap butir diberi skor 0-4 berdasarkan rubrik yang mempertimbangkan jumlah gagasan relevan, variasi pendekatan, kebaruan gagasan, tingkat perincian, dan ketepatan konsep. Skor mentah diperoleh dari jumlah skor seluruh butir dengan rentang teoritis 0-64, kemudian dikonversi ke skala 0-100 dengan rumus berikut:

$$\text{Skor akhir} = (\text{skor diperoleh} / \text{skor maksimum}) \times 100.$$

Konsistensi penerapan perlakuan dijaga melalui penggunaan perangkat pembelajaran yang telah disiapkan sebelum penelitian, meliputi modul ajar, lembar kerja peserta didik, bahan ajar, skenario pembelajaran, dan rubrik penilaian. Keterlaksanaan sintaks pembelajaran juga diamati menggunakan lembar observasi untuk memastikan bahwa kegiatan pada kelompok PjBL dan PBL berlangsung sesuai dengan karakteristik masing-masing model. Hasil observasi digunakan sebagai kontrol prosedural agar perbedaan hasil belajar dapat lebih tepat dikaitkan dengan model pembelajaran yang diberikan, bukan dengan ketidakkonsistenan pelaksanaan perlakuan. Data penelitian dikumpulkan menggunakan tes kemampuan berpikir kreatif dan tes literasi digital. Tes kemampuan berpikir kreatif berbentuk 16 butir soal uraian terbuka yang disusun dalam konteks materi zat dan perubahannya. Instrumen mengukur empat indikator, yaitu kelancaran menghasilkan gagasan (*fluency*), keluwesan menggunakan pendekatan (*flexibility*), keaslian gagasan (*originality*), dan kemampuan mengembangkan gagasan secara rinci (*elaboration*) (2,3).

Tabel 2. Rubrik Penilaian Kemampuan Berpikir Kreatif

Indikator	Kriteria penilaian
Fluency (kelancaran)	Skor 0: tidak ada gagasan relevan; 1: satu gagasan; 2: dua gagasan; 3: tiga gagasan; 4: empat atau lebih gagasan relevan.
Flexibility (keluwesan)	Skor 0: tidak ada pendekatan relevan; 1: satu kategori pendekatan; 2: dua kategori; 3: tiga kategori; 4: empat atau lebih kategori pendekatan yang berbeda.
Originality (keaslian)	Skor 0: tidak ada jawaban relevan; 1: jawaban konvensional; 2: modifikasi sederhana; 3: gagasan relatif tidak umum tetapi relevan; 4: gagasan orisinal dan tepat secara ilmiah.
Elaboration (elaborasi)	Skor 0: tidak ada rincian; 1: rincian sangat terbatas; 2: penjelasan sebagian terurai; 3: penjelasan rinci dan koheren; 4: penjelasan sangat rinci, koheren, dan didukung konsep kimia yang tepat.

Penilaian kemampuan berpikir kreatif mempertimbangkan relevansi gagasan, variasi pendekatan, keaslian ide, kedalaman penjelasan, dan ketepatan konsep kimia. Setiap jawaban dinilai berdasarkan kriteria rubrik yang sesuai dengan indikator yang diukur.

Pengembangan instrumen dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, peneliti menyusun kisi-kisi instrumen berdasarkan indikator kemampuan berpikir kreatif dan cakupan materi zat dan perubahannya. Kedua, butir soal dikembangkan dalam bentuk pertanyaan terbuka yang memungkinkan siswa memberikan lebih dari satu kemungkinan jawaban atau strategi penyelesaian. Ketiga, instrumen divalidasi secara isi oleh dua validator yang memiliki keahlian dalam bidang pendidikan kimia. Validator menilai kesesuaian butir soal dengan indikator, kejelasan bahasa, relevansi konteks kimia, dan kelayakan rubrik penilaian. Masukan validator digunakan untuk merevisi butir soal sebelum uji coba instrumen dilakukan.

Setelah validasi isi, instrumen diuji coba kepada 30 siswa di luar sampel penelitian yang memiliki karakteristik serupa dengan sampel utama. Uji coba dilakukan untuk memperoleh bukti validitas empiris dan reliabilitas instrumen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh 16 butir tes kemampuan berpikir kreatif dinyatakan valid. Nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,956 menunjukkan bahwa instrumen memiliki reliabilitas sangat tinggi.

Tes literasi digital berbentuk pilihan ganda yang mencakup kompetensi penggunaan teknologi, pengelolaan informasi, kesadaran terhadap media digital, dan *computational thinking*. Penyusunan indikator mengacu pada konsep literasi digital yang meliputi kemampuan teknis, pengelolaan informasi, komunikasi, dan pemecahan masalah digital^{[20][26]}. Instrumen literasi digital dikembangkan melalui penyusunan kisi-kisi, penulisan butir, validasi isi oleh dua validator, revisi butir, dan uji coba empiris. Dari 25 butir yang diuji, sebanyak 17 butir dinyatakan valid dan digunakan dalam penelitian. Instrumen memiliki nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,747, sehingga dinyatakan reliabel.

Skor tes literasi digital digunakan untuk mengelompokkan siswa ke dalam kategori tinggi dan rendah. Pengelompokan dilakukan dengan teknik median split. Siswa dengan skor literasi digital sama dengan atau lebih tinggi dari nilai median dikategorikan sebagai kelompok literasi digital tinggi, sedangkan siswa dengan skor di bawah median dikategorikan sebagai kelompok literasi digital rendah. Prosedur ini menghasilkan empat kombinasi kelompok, yaitu PjBL dengan literasi digital tinggi, PjBL dengan literasi digital rendah, PBL dengan literasi digital tinggi, dan PBL dengan literasi digital rendah.

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial dengan bantuan SPSS versi 22. Statistik

deskriptif digunakan untuk menyajikan nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan simpangan baku pada setiap kelompok. Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dan uji homogenitas varians pada taraf signifikansi 0,05, data dinyatakan memenuhi asumsi analisis apabila nilai signifikansi lebih besar daripada 0,05.

Hipotesis penelitian diuji menggunakan ANAVA dua jalur untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran, literasi digital, dan interaksi keduanya terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Hipotesis penelitian meliputi: (1) terdapat pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kreatif; (2) terdapat pengaruh literasi digital terhadap kemampuan berpikir kreatif; dan (3) terdapat interaksi antara model pembelajaran dan literasi digital. Secara statistik, hipotesis dirumuskan sebagai H01: $\mu A1 = \mu A2$ dan H11: $\mu A1 \neq \mu A2$; H02: $\mu B1 = \mu B2$ dan H12: $\mu B1 \neq \mu B2$; serta H03: tidak terdapat interaksi $A \times B$ dan H13: terdapat interaksi $A \times B$. Keputusan pengujian didasarkan pada nilai signifikansi 0,05. Selain nilai F dan signifikansi, penelitian ini juga melaporkan ukuran efek dalam bentuk partial eta squared (η^2) untuk menunjukkan besarnya kontribusi masing-masing faktor terhadap kemampuan berpikir kreatif. Sebagai pedoman interpretasi, nilai η^2 sekitar 0,01, 0,06, dan 0,14 digunakan masing-masing sebagai efek kecil, sedang, dan besar. Batas tersebut merupakan pedoman konvensional dan perlu ditafsirkan sesuai dengan konteks penelitian. Apabila hasil ANAVA menunjukkan adanya interaksi yang signifikan, analisis dilanjutkan menggunakan uji *Least Significant Difference* (LSD) untuk mengidentifikasi perbedaan antar-kombinasi kelompok.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disajikan melalui analisis deskriptif, uji prasyarat, ANAVA dua jalur, dan uji lanjut LSD. Analisis deskriptif digunakan untuk melihat kecenderungan awal kemampuan berpikir kreatif siswa pada setiap kelompok perlakuan. Selanjutnya, uji normalitas dan homogenitas dilakukan untuk memastikan terpenuhinya asumsi penggunaan ANAVA dua jalur.

Hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kreatif berdasarkan model pembelajaran dan tingkat literasi digital. Kelompok Project-Based Learning (PjBL) memperoleh rata-rata skor 78,66, sedangkan kelompok Problem-Based Learning (PBL) memperoleh rata-rata 76,03. Berdasarkan tingkat literasi digital, kelompok dengan literasi digital tinggi memperoleh rata-rata 80,42, sementara kelompok dengan literasi digital rendah memperoleh rata-rata 74,06. Pada kombinasi kedua faktor, kelompok PjBL dengan literasi digital tinggi mencatat rata-rata tertinggi sebesar 82,47, sedangkan kelompok PBL dengan literasi digital rendah memperoleh rata-rata terendah sebesar 73,81. Pola deskriptif ini selanjutnya dianalisis menggunakan ANAVA dua jalur dan uji lanjut untuk mengetahui signifikansi perbedaan antarkelompok.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Kemampuan Berpikir Kreatif

Kelompok	N	Minimum	Maksimum	Mean	SD
PjBL (A1)	32	70	90	78,66	5,717
PBL (A2)	32	69	82	76,03	3,906
Literasi Digital Tinggi (B1)	33	69	90	80,42	4,671
Literasi Digital Rendah (B2)	31	70	80	74,06	2,898
PjB + Literasi Digital Tinggi (A1B1)	17	75	90	82,47	4,529
PjBL + Literasi Digital Rendah (A1B2)	15	70	80	74,33	3,352
PBL + Literasi Digital Tinggi (A2B1)	16	69	82	78,25	3,856
PBL + Literasi Digital Rendah (A2B2)	16	70	79	73,81	2,482

Untuk menentukan apakah perbedaan deskriptif pada Tabel 2 didukung secara inferensial, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan homogenitas. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh kelompok memiliki nilai signifikansi lebih besar daripada 0,05. Dengan demikian, skor kemampuan berpikir kreatif pada setiap kelompok dinyatakan

berdistribusi normal. Hasil uji homogenitas juga menunjukkan nilai signifikansi lebih besar daripada 0,05, baik pada kelompok model pembelajaran, tingkat literasi digital, maupun seluruh kombinasi kelompok. Hasil tersebut menunjukkan bahwa varians data antarkelompok bersifat homogen dan memenuhi syarat untuk dianalisis menggunakan ANAVA dua jalur.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Dan Homogenitas

Jenis Uji	Kelompok	Sig.	Keputusan
Normalitas	Pjbl (A1)	0,200	Normal
Normalitas	PBL (A2)	0,200	Normal
Normalitas	Literasi Digital Tinggi (B1)	0,200	Normal
Normalitas	Literasi Digital Rendah (B2)	0,200	Normal
Normalitas	A1B1	0,200	Normal
Normalitas	A1B2	0,200	Normal
Normalitas	A2B1	0,080	Normal
Normalitas	A2B2	0,200	Normal
Homogenitas	Model Pembelajaran	0,069	Homogen
Homogenitas	Literasi Digital	0,129	Homogen
Homogenitas	Semua Kelompok	0,084	Homogen

Terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa data memenuhi persyaratan untuk dianalisis menggunakan ANAVA dua jalur. Dengan demikian, pengujian ketiga hipotesis penelitian dapat dilanjutkan. Hasil ANAVA dua jalur menunjukkan bahwa model pembelajaran memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa, dengan nilai $F = 6,723$, $p = 0,012$, dan partial eta squared (η^2) = 0,101. Literasi digital juga menunjukkan pengaruh yang signifikan, dengan nilai $F = 47,285$, $p < 0,001$, dan $\eta^2 = 0,441$. Selain itu, ditemukan interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan literasi digital, dengan nilai $F = 4,093$, $p = 0,048$, dan $\eta^2 = 0,064$. Dengan demikian, ketiga efek yang diuji signifikan pada taraf signifikansi 0,05. Berdasarkan nilai partial eta squared,

ukuran efek literasi digital merupakan yang terbesar di antara ketiga efek tersebut.

Dengan demikian, ketiga hipotesis nol ditolak karena terdapat pengaruh model pembelajaran, pengaruh literasi digital, dan interaksi antara keduanya. Berdasarkan ukuran efek, literasi digital menunjukkan ukuran efek paling besar dibandingkan model pembelajaran dan interaksi antara kedua variabel. Temuan ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam mengakses, mengevaluasi, mengolah, dan menggunakan informasi digital berkaitan erat dengan kemampuan berpikir kreatif. Namun, besarnya ukuran efek tidak dengan sendirinya membuktikan hubungan sebab-akibat di luar faktor yang diteliti. Hasil ini perlu ditafsirkan sesuai dengan desain dan batasan penelitian.

Tabel 5. Hasil ANAVA Dua Jalur

Sumber Variasi	F Hitung	Sig.	Partial Eta Squared (η^2)	Interpretasi Efek	Keputusan
Model Pembelajaran	6,723	0,012	0,101	Sedang	Signifikan
Literasi Digital	47,285	0,000	0,441	Besar	Signifikan
Model Pembelajaran x Literasi Digital	4,093	0,048	0,064	Sedang	Signifikan

Karena hasil ANAVA menunjukkan interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan literasi digital, analisis dilanjutkan dengan uji LSD untuk mengidentifikasi pasangan kelompok yang berbeda secara signifikan.

Tabel 6. Hasil Uji Lanjut LSD

Perbandingan Kelompok	Sig.	Keputusan
A1B1 Dengan A1B2	0,001	Berbeda Signifikan
A2B1 Dengan A2B2	0,001	Berbeda Signifikan
A1B1 Dengan A2B1	0,002	Berbeda Signifikan
A1B2 Dengan A2B2	0,693	Tidak Berbeda Signifikan

Hasil uji LSD menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa dengan literasi digital tinggi berbeda secara signifikan dari siswa dengan literasi digital rendah, baik pada kelompok PjBL maupun PBL. Pada kelompok dengan literasi digital tinggi, terdapat perbedaan signifikan antara siswa yang mengikuti PjBL dan PBL. Sebaliknya, pada kelompok dengan literasi digital rendah, perbedaan antara kedua model pembelajaran tersebut tidak signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa perbedaan capaian kemampuan berpikir kreatif antara model pembelajaran berkaitan dengan tingkat literasi digital siswa. Pengaruh signifikan model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kreatif menunjukkan bahwa perbedaan sintaks pembelajaran menghasilkan pengalaman kognitif yang berbeda bagi siswa. Rata-rata kemampuan berpikir kreatif siswa pada kelompok PjBL lebih tinggi daripada kelompok PBL. Salah satu penjelasan yang mungkin adalah karakteristik PjBL yang menempatkan proyek sebagai pusat aktivitas belajar. Dalam PjBL, siswa tidak hanya dituntut memahami masalah, tetapi juga merancang langkah kerja, mencari informasi, mengembangkan produk, mempresentasikan hasil, dan mengevaluasi proses yang telah dilakukan. Rangkaian aktivitas tersebut memberi kesempatan kepada siswa untuk menghasilkan beragam gagasan, menggunakan pendekatan yang berbeda, mengembangkan ide yang relatif orisinal, dan memperinci penjelasan. Dengan demikian, sintaks PjBL memiliki keterkaitan langsung dengan indikator berpikir kreatif, yaitu fluency, flexibility, originality, dan elaboration sebagaimana dikembangkan dalam kerangka kreativitas Torrance (3).

Hasil ini sejalan dengan pandangan konstruktivistik bahwa pengetahuan dibangun melalui keterlibatan aktif siswa dalam mengorganisasi pengalaman belajar. PjBL menyediakan pengalaman belajar yang memungkinkan siswa membangun pemahaman melalui eksplorasi, perencanaan, produksi, dan refleksi. Zhang dan Ma (2023) menyatakan bahwa PjBL berpengaruh positif terhadap hasil belajar karena meningkatkan keterlibatan siswa dalam aktivitas penyelidikan dan pengembangan produk (11). Ginting et al. (2024) juga menunjukkan bahwa PjBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan capaian kognitif tingkat tinggi (12). Dalam pendidikan vokasional, model ini relevan karena pembelajaran tidak hanya diarahkan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan menggunakan konsep tersebut untuk menghasilkan penyelesaian yang sesuai dengan konteks kerja (13,14).

Meskipun demikian, hasil penelitian ini tidak menunjukkan bahwa PBL merupakan model yang tidak efektif. PBL tetap memberikan pengalaman belajar aktif karena siswa dihadapkan pada masalah autentik, mengidentifikasi informasi yang dibutuhkan, mengajukan dugaan, dan menyusun solusi. Model ini sesuai untuk mengembangkan penalaran ilmiah dan kemampuan pemecahan masalah karena siswa dilatih memahami persoalan sebelum menentukan alternatif penyelesaian. Dalam PBL, identifikasi informasi dan penyusunan alternatif solusi dapat memberikan kesempatan untuk mengembangkan fluency dan flexibility. Sementara itu, originality dan elaboration bergantung pada kedalaman argumentasi dan karakteristik tugas yang diberikan. Berbeda dengan PjBL,

PBL tidak selalu mensyaratkan pengembangan produk dan perbaikan artefak secara berulang. Oleh karena itu, kesempatan untuk menunjukkan originality dan elaboration dapat berbeda bergantung pada rancangan pembelajarannya (16,17). Penelitian Suciati et al. (2024) dan Nurwidodo et al. (2024) juga menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran sains (16,17). Namun, dalam penelitian ini, PjBL menghasilkan capaian yang lebih tinggi karena tugas proyek memberi tuntutan tambahan berupa pengembangan dan penyajian produk. Tuntutan tersebut memungkinkan aspek originality dan elaboration muncul secara lebih nyata dibandingkan pembelajaran yang hanya berfokus pada penyelesaian masalah.

Literasi digital juga menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa, dengan ukuran efek yang lebih besar daripada model pembelajaran dan interaksi antara kedua variabel. Temuan ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam mengakses, mengevaluasi, mengolah, dan menggunakan informasi digital merupakan faktor penting dalam pembelajaran kimia dasar. Literasi digital tidak hanya berfungsi sebagai keterampilan teknis menggunakan perangkat, tetapi juga sebagai kemampuan kognitif untuk memilih informasi yang relevan, menilai kredibilitas sumber, dan mengolah informasi menjadi gagasan yang bermakna.

Siswa dengan literasi digital tinggi memiliki peluang lebih besar untuk mengembangkan gagasan kreatif karena mereka dapat mengakses sumber belajar yang lebih beragam. Dalam materi zat dan perubahannya, sumber digital seperti video eksperimen, simulasi perubahan wujud, gambar fenomena korosi, artikel populer ilmiah, animasi partikel, dan bahan presentasi dapat membantu siswa memahami konsep melalui berbagai representasi. Keragaman representasi tersebut memperluas bahan kognitif yang dapat digunakan siswa untuk menghasilkan alternatif jawaban. Oleh karena itu, literasi digital mendukung fluency melalui bertambahnya jumlah gagasan, flexibility melalui penggunaan berbagai sudut pandang, originality melalui pengembangan ide yang tidak terbatas pada contoh guru, dan elaboration melalui kemampuan memperinci penjelasan dengan dukungan informasi yang relevan.

Sebaliknya, siswa dengan literasi digital rendah cenderung memiliki keterbatasan dalam mencari, memilih, dan menilai informasi. Kondisi ini dapat menyebabkan gagasan siswa lebih terbatas pada penjelasan guru atau sumber pertama yang ditemukan. Dalam pembelajaran zat dan perubahannya, keterbatasan tersebut berisiko membuat siswa menerima informasi secara permukaan tanpa memeriksa ketepatan konsep. Misalnya, siswa dapat menyimpulkan suatu perubahan sebagai perubahan kimia hanya berdasarkan perubahan warna, tanpa mempertimbangkan bukti lain seperti terbentuknya zat baru, gas, endapan, atau perubahan energi. Dengan demikian, literasi digital berperan penting dalam menjaga agar kreativitas siswa tetap terkait dengan ketepatan ilmiah, bukan sekadar menghasilkan jawaban yang berbeda.

Temuan ini sejalan dengan konsep literasi digital yang menekankan dimensi teknis, kognitif, dan sosial-emosional dalam penggunaan teknologi (19). Kerangka DigComp 2.2 juga menempatkan literasi informasi dan

data, komunikasi, penciptaan konten digital, keamanan, serta pemecahan masalah sebagai bagian dari kompetensi digital yang diperlukan dalam pembelajaran modern (20). Dalam konteks pembelajaran kimia, kompetensi tersebut membantu siswa menggunakan teknologi bukan hanya sebagai alat mencari jawaban, tetapi sebagai sarana untuk memahami fenomena, memeriksa kebenaran informasi, dan menyajikan penjelasan ilmiah. Temuan ini juga mendukung hasil penelitian Audrin dan Audrin (2022), Baterna et al. (2020), Khauzanah dan Wardani (2023), Putri et al. (2025), serta Zebua et al. (2025) yang menunjukkan bahwa literasi digital berhubungan dengan kualitas pembelajaran, kemampuan berpikir, dan pengembangan gagasan kreatif (21–25).

Interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan literasi digital menunjukkan bahwa efektivitas PjBL dan PBL dipengaruhi oleh tingkat literasi digital siswa. Pada kelompok literasi digital tinggi, siswa yang mengikuti PjBL memperoleh rata-rata kemampuan berpikir kreatif lebih tinggi dibandingkan siswa yang mengikuti PBL. Hal ini terjadi karena PjBL menuntut aktivitas yang sangat bergantung pada kemampuan mengelola informasi, seperti merancang proyek, mencari referensi, memilih sumber yang sesuai, mengembangkan produk, memperbaiki gagasan, dan mempresentasikan hasil. Siswa dengan literasi digital tinggi lebih siap menjalankan tuntutan tersebut karena memiliki kemampuan untuk menelusuri informasi, membandingkan alternatif, dan memanfaatkan media digital dalam menyusun produk atau solusi.

Sebaliknya, pada kelompok literasi digital rendah, perbedaan kemampuan berpikir kreatif antara PjBL dan PBL tidak signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa dalam konteks penelitian ini, kedua model pembelajaran tidak menghasilkan perbedaan capaian yang signifikan pada kelompok tersebut. Salah satu kemungkinan penjelasannya adalah bahwa keterbatasan dalam mencari dan mengevaluasi informasi dapat menghambat pemanfaatan aktivitas pembelajaran secara optimal. Siswa mungkin dapat mengikuti tahapan proyek, tetapi belum optimal dalam menilai sumber, membangun argumen ilmiah, dan mengembangkan produk yang benar-benar menunjukkan keluwesan serta keaslian gagasan. Oleh karena itu, literasi digital berperan sebagai kondisi pendukung yang memperkuat efektivitas PjBL dalam mengembangkan kemampuan berpikir kreatif.

Temuan interaksi ini penting karena menunjukkan bahwa keberhasilan pembelajaran tidak cukup dijelaskan melalui pemilihan model pembelajaran saja. Guru perlu memperhatikan kesiapan awal siswa, terutama kemampuan literasi digital, sebelum menerapkan pembelajaran berbasis proyek atau berbasis masalah. PjBL dapat menjadi model yang lebih efektif untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif pada materi zat dan perubahannya, tetapi efektivitas tersebut akan lebih optimal apabila siswa memiliki kemampuan yang memadai dalam mencari, mengevaluasi, mengolah, dan menyajikan informasi digital. Oleh karena itu, penerapan PjBL dalam pembelajaran kimia dasar di SMK perlu disertai strategi penguatan literasi digital.

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan implikasi bagi guru IPAS atau kimia di SMK. Pertama, guru dapat menggunakan PjBL untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi zat dan

perubahannya, terutama dengan merancang proyek yang dekat dengan bidang kejuruan siswa. Proyek dapat diarahkan pada pengamatan perubahan bahan, identifikasi korosi, analisis perubahan fisika dan kimia dalam proses produksi, atau pembuatan media penjelasan tentang perubahan zat. Kedua, guru perlu menyediakan dukungan literasi digital, seperti daftar sumber awal yang kredibel, panduan menilai kualitas informasi, contoh penggunaan media digital, dan rubrik penilaian yang menggabungkan kreativitas dengan ketepatan konsep kimia. Ketiga, guru perlu memastikan bahwa kreativitas siswa tidak dipisahkan dari prinsip ilmiah. Gagasan yang beragam tetap harus sesuai dengan konsep sifat zat, perubahan fisika, perubahan kimia, dan bukti terjadinya perubahan zat.

Implikasi bagi pengembang kurikulum adalah perlunya menempatkan literasi digital sebagai bagian dari desain pembelajaran kimia dasar di SMK, bukan sebagai keterampilan tambahan di luar pembelajaran. Materi zat dan perubahannya dapat dirancang melalui aktivitas yang menggabungkan konsep kimia, konteks kejuruan, pemecahan masalah, pengembangan produk, dan penggunaan sumber digital. Bagi peneliti pendidikan kimia, temuan ini menunjukkan pentingnya meneliti bukan hanya efektivitas model pembelajaran, tetapi juga kondisi yang memoderasi efektivitas model tersebut, seperti literasi digital, kesiapan awal siswa, kualitas sumber belajar, dan karakteristik materi.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sampel penelitian hanya melibatkan 64 siswa dari dua SMK swasta di Kabupaten Bogor. Oleh karena itu, generalisasi hasil perlu dibatasi pada siswa dengan karakteristik dan konteks pembelajaran yang sebanding, khususnya siswa kelas X Teknik Pemesinan, dan tidak dimaksudkan untuk mewakili seluruh siswa SMK. Kedua, penelitian menggunakan desain kuasi eksperimen dengan kelas yang telah terbentuk, sehingga pengacakan subjek secara individual tidak dapat dilakukan. Ketiga, penelitian hanya berfokus pada satu materi kimia dasar, yaitu zat dan perubahannya, sehingga hasilnya belum dapat langsung digeneralisasikan pada materi kimia lain yang memiliki karakteristik berbeda. Keempat, pengelompokan literasi digital didasarkan pada hasil tes, belum dilengkapi dengan observasi mendalam terhadap perilaku siswa ketika menggunakan teknologi selama pembelajaran. Kelima, penelitian ini belum menganalisis kualitas produk proyek secara khusus sebagai data tambahan untuk menjelaskan kemampuan berpikir kreatif siswa. Penelitian berikutnya dapat melibatkan sampel yang lebih luas, menggunakan materi kimia yang berbeda, menambahkan observasi proses pembelajaran, serta menganalisis kualitas produk atau artefak siswa untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif.

4. KESIMPULAN

Hasil ANAVA dua jalur menunjukkan perbedaan kemampuan berpikir kreatif siswa SMK pada materi zat dan perubahannya yang signifikan berdasarkan model pembelajaran ($p = 0,012$), tingkat literasi digital ($p < 0,001$), serta interaksi kedua faktor tersebut ($p = 0,048$). Siswa yang mengikuti Project-Based Learning memperoleh rata-rata kemampuan berpikir kreatif lebih

tinggi dibandingkan siswa yang mengikuti Problem-Based Learning. Siswa dengan literasi digital tinggi juga menunjukkan capaian yang lebih baik dibandingkan siswa dengan literasi digital rendah. Berdasarkan ukuran efek, literasi digital memiliki nilai partial eta squared terbesar (0,441) dibandingkan model pembelajaran (0,101) dan interaksi kedua faktor (0,064).

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perbedaan antara Project-Based Learning dan Problem-Based Learning hanya signifikan pada kelompok siswa dengan literasi digital tinggi. Pada kelompok tersebut, rata-rata skor PjBL (82,47) lebih tinggi daripada PBL (78,25; $p = 0,002$). Pada kelompok literasi digital rendah, kedua model tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa pola perbedaan skor kemampuan berpikir kreatif antara kelompok PjBL dan PBL tidak sama pada tingkat literasi digital tinggi dan rendah. Oleh karena itu, guru IPAS atau kimia di SMK perlu mempertimbangkan kemampuan literasi digital siswa dalam merancang pembelajaran berbasis proyek, melalui penyediaan sumber belajar yang kredibel, panduan evaluasi informasi, penggunaan media digital, dan rubrik penilaian yang tetap menekankan ketepatan konsep kimia.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dalam merancang pembelajaran zat dan perubahannya secara kontekstual dengan mengaitkan konsep perubahan fisika dan kimia dengan fenomena yang dekat dengan bidang kejuruan siswa. Namun, generalisasi temuan ini perlu dilakukan secara hati-hati karena penelitian terbatas pada 64 siswa dari dua SMK swasta dan hanya mencakup satu materi kimia dasar. Selain itu, penerapan masing-masing model pembelajaran pada sekolah yang berbeda membatasi kemampuan penelitian untuk memisahkan perbedaan yang berkaitan dengan model pembelajaran dari kemungkinan perbedaan karakteristik sekolah. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel yang lebih luas, materi kimia yang berbeda, serta data tambahan seperti observasi proses pembelajaran dan analisis kualitas produk siswa.

5. **DECLARATION OF AI USE**

Penulis menyatakan bahwa tidak ada perangkat kecerdasan artifisial (AI) yang digunakan dalam penyusunan manuskrip

6. **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

SHM: Perumusan konsep penelitian (Conceptualization), penyusunan metodologi (Methodology), pelaksanaan penelitian (Investigation), analisis data (Data Analysis), dan penulisan draf awal manuskrip (Writing Original Draft). ZF: Validasi hasil penelitian (Validation), supervisi penelitian (Supervision), serta peninjauan dan penyuntingan

manuskrip (Writing-Review & Editing). Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir manuskrip.

7. **FUNDING STATEMENT**

Penelitian ini tidak menerima pendanaan dari pihak eksternal.

8. **CONFLICT OF INTEREST**

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan yang berkaitan dengan penelitian dan publikasi artikel ini.

REFERENSI

1. Trilling B, Fadel C. 21st century skills: learning for life in our times. Jossey-Bass/Wiley; 2009
2. Guilford JP. Creativity. *Am Psychol.* 1950;5(9):444-54. doi:10.1037/h0063487
3. Torrance EP. Torrance Tests of Creative Thinking: norms-technical manual, verbal tests, forms A and B, figural tests, forms A and B [Internet]. Xerox, Personnel Press, Ginn, Xerox Education Company; 1974. Available from: <https://books.google.co.id/books?id=7OHpuwEACAAJ>
4. Hennessey BA, Amabile TM. Creativity. *Annu Rev Psychol.* 2010;61(1):569-98. doi:10.1146/annurev.psych.093008.100416.
5. Amabile TM, Collins MA, Conti R, Phillips E, Picariello M, et al. Creativity in context: update to the social psychology of creativity [Internet]. 1st ed. Routledge; 2018 [cited 2026 Apr 27]. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429969782>. doi:10.4324/9780429501234.
6. Krathwohl DR. A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory Into Practice.* 2002;41(4):212-8. doi:10.1207/s15430421tip4104_2
7. OECD. PISA 2022 results (Volume III): creative minds, creative schools [Internet]. OECD Publishing; 2024 [cited 2026 Apr 27]. Available from: https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-iii_765ee8c2-en.html. doi:10.1787/765ee8c2-en
8. Erfana IR, Kusmanto H, Toheri. Differences in creative thinking ability of vocational high school students in solving contextual mathematical problems. *IJEH.* 2023;3(2):167-77. doi:10.58557/(ijeh).v3i2.159
9. Andari R. Pemanfaatan media pembelajaran

- berbasis game edukasi Kahoot! pada pembelajaran fisika. *Orbita*. 2020;6(1):135. doi:10.31764/orbita.v6i1.2069
10. Arends RI. *Learning to teach*. 9th ed. New York (NY): McGraw Hill; 2012. 588 p. (Connect, learn, succeed).
 11. Zhang L, Ma Y. A study of the impact of project-based learning on student learning effects: a meta-analysis study. *Front Psychol*. 2023;14:1202728. doi:10.3389/fpsyg.2023.1202728
 12. Ginting RP, Wicaksana EJ, Natalia D. The effect of PjBL model on creative thinking ability and higher-order cognitive outcomes in high school. *JPBI*. 2024;10(3):1148-60. doi:10.22219/jpbi.v10i3.34820
 13. Herlambang AD, Rachmadi MA, Zulvarina P. Vocational high school students' creative thinking skills comparison between project-based learning and problem-based learning instructional process in software development subjects. *JITeCS*. 2024;9(3):236-49. doi:10.25126/jitecs.93490
 14. Syahmi FA, Mustaji M, Maureen IY. Pengaruh project based learning terhadap kreativitas dan hasil belajar pada mata pelajaran animasi 2D dan 3D di SMK Unitomo. *Edukasia*. 2024;5(1):155-62. doi:10.62775/edukasia.v5i1.732
 15. Apriliani A, Hartantri SD, Zamroni. Pengaruh model pembelajaran PjBL (project-based learning) terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada mata pelajaran IPAS di SDN Rancalabuh Kabupaten Tangerang. *JP*. 2025;10(3):230-44. doi:10.23969/jp.v10i03.31335
 16. Nurwidodo N, Wahyuni S, Hindun I, Fauziah N. The effectiveness of problem-based learning in improving creative thinking skills, collaborative skills and environmental literacy of Muhammadiyah secondary school students. *RADEN*. 2024;4(1):49-66. doi:10.22219/raden.v4i1.32123
 17. Suciati S, Silvita S, Prasetyo O, Fauziah MD, Santika KD, Norawi AM, et al. Problem-based learning models: their effectiveness in improving creative thinking skills of students with different academic skills in science learning. *JPII*. 2024;12(4):672-83. doi:10.15294/jpii.v12i4.44752
 18. Rokhman AY, Rusijono R, Susarno LH. Problem-based learning: a pathway to critical thinking and digital literacy in geography. *Cetta*. 2025;8(1):85-98. doi:10.37329/cetta.v8i1.3774
 19. Ng W. Can we teach digital natives digital literacy? *Comput Educ*. 2012;59(3):1065-78. doi:10.1016/j.compedu.2012.04.016
 20. Vuorikari R, Kluzer S, Punie Y. *DigComp 2.2: the digital competence framework for citizens: with new examples of knowledge, skills and attitudes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2022. (EUR; no. 31006). doi:10.2760/115376
 21. Audrin C, Audrin B. Key factors in digital literacy in learning and education: a systematic literature review using text mining. *Educ Inf Technol*. 2022;27(6):7395-419. doi:10.1007/s10639-021-10832-5
 22. Baterna HB, Mina TDG, Rogayan DV. Digital literacy of STEM senior high school students: basis for enhancement program. *IJTE*. 2020;3(2):105-17. doi:10.46328/ijte.v3i2.28
 23. Khauzanah AN, Wardani KW. Peningkatan kemampuan berpikir kreatif berbasis literasi digital dengan model project-based learning pada siswa kelas V SD Negeri Secang 1. *Kalam Cendekia: J Ilm Kep*. 2023;11(3). doi:10.20961/jkc.v11i3.79069
 24. Putri MW, Irwan I, Rahmadani S. Pengaruh literasi digital terhadap kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran sosiologi di SMAN 07 Solok Selatan. 2025;10.
 25. Zebua N, Ibrohim I, Sulisetijono S. Exploring the level of AI (artificial intelligence) digital literacy and creative thinking skills in high school students. *Bioscientist J Ilm Biol*. 2025;13(1):510. doi:10.33394/bioscientist.v13i1.14782
 26. Ng W. Can we teach digital natives digital literacy? *Comput Educ*. 2012;59(3):1065-78. doi:10.1016/j.compedu.2012.04.016