**Mengeksplorasi Tingkat Literasi Digital AI (*Artificial Intelligence*) dan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Siswa Sekolah Menengah Atas**

**1Nofamataro Zebua, 2Ibrohim, 3Sulisetijono**

1,2,3Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

*\*Corresponding Author e-mail:* [*nofamataro.zebua.2303418@students.um.ac.id*](mailto:nofamataro.zebua.2303418@students.um.ac.id)

*Received: Month Year; Revised: Month Year; Published: Month Year* ***(9pt normal italic)***

**Abstrak**: Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi tingkat literasi digital AI dan keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X SMA, serta hubungan antara keduanya. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi kasus, melibatkan siswa SMA Negeri 6 Malang. Hasil menunjukkan bahwa literasi digital AI siswa masih rendah, dengan rata-rata 56,94%, terutama dalam memahami cara kerja AI, implikasi etis, dan pemanfaatan AI untuk produktivitas. Keterampilan berpikir kreatif siswa juga rendah, dengan rata-rata 55,14%, khususnya dalam menghasilkan ide orisinal dan fleksibel. Studi ini menemukan bahwa literasi digital AI dan keterampilan berpikir kreatif saling terkait, di mana pemahaman AI dapat mendukung kreativitas, sementara keterampilan berpikir kreatif memungkinkan pemanfaatan AI secara inovatif. Integrasi kurikulum AI, penggunaan alat AI interaktif, dan model pembelajaran direkomendasikan untuk meningkatkan kedua keterampilan ini. Lingkungan belajar yang mendukung eksplorasi, umpan balik positif dari guru, dan motivasi intrinsik siswa juga berperan penting dalam menciptakan sinergi optimal. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi pengembangan pendidikan di era digital, khususnya dalam meningkatkan literasi digital AI dan keterampilan berpikir kreatif siswa.

**Kata Kunci:** literasi digital AI, keterampilan berpikir kreatif, pendidikan abad 21, pembelajaran digital

***Abstract****: This study explores the level of AI digital literacy and creative thinking skills of grade X high school students, as well as the relationship between the two. The research method used a qualitative approach with a case study, involving students of SMA Negeri 6 Malang. The results showed that students' AI digital literacy was low, with an average of 56.94%, especially in understanding how AI works, ethical implications, and utilizing AI for productivity. Students' creative thinking skills were also low, with an average of 55.14%, particularly in generating original and flexible ideas. This study found that AI digital literacy and creative thinking skills are interrelated, where understanding AI can support creativity, while creative thinking skills enable innovative utilization of AI. The integration of the AI curriculum, interactive AI tools, and learning models is recommended to enhance both of these skills. Learning environments that support exploration, positive feedback from teachers, and intrinsic motivation of students also play an important role in creating optimal synergy. This research provides important insights for the development of education in the digital era, particularly in improving students' AI digital literacy and creative thinking skills.*

***Keywords****: AI digital literacy, creative thinking skills, 21st century education, digital learning*

***How to Cite****:* First author., Second author., & amp; Third author. (20xx). The title. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, vol(no), xx-xx. doi:<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i1.xxxxx>

|  |  |
| --- | --- |
| https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i1.xxxxx | Copyright*©* xxxx, First Author et al  This is an open-access article under the [CC-BY-SA License](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).  Creative Commons License |

**PENDAHULUAN**

*Artificial Intelligence* (AI) telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir ini, khususnya dalam bidang pendidikan. AI banyak digunakan untuk meningkatkan efesiensi pembelajaran, memberikan pengalaman belajar secara personal, serta membantu guru dalam menyusun kurikulum yang lebih fleksibel (Chen et al., 2020; Maghsudi et al., 2021) Perkembangan teknologi AI dalam bidang pendidikan yang sering ditemukan meliputi; pembelajaran adaptif, *Asisten Virtual*, *Chatbot*, dan asesmen otomatis. Dampak positif AI terhadap pendidikan juga beragam, mulai dari personalia pembelajaran, hingga meningkatkan keterampilan digital siswa yang menjadi salah satu keterampilan penting di era *Society* 5.0 (Rane et al., 2023). Akan tetapi, penggunaan AI harus dilakukan secara seimbang agar tidak menghilangkan aspek pedagogis dan interaksi manusia yang tetap krusial khususnya dalam proses pembelajaran (Khosravi et al., 2022).

Literasi digital AI merujuk pada kemampuan suatu individu dalam memahami, menggunakan, mengevaluasi, dan memanfaatkan teknologi AI secara etis dan bertanggunggjawab (Ng et al., 2021a). Literasi digital AI tidak hanya mencakup pemahaman dasar tentang cara kerja AI, tetapi juga kesadaran akan dampaknya terhadap masyarakat, pendidikan, dan etika. Individu yang memiliki literasi digital AI, mampu memahami konsep dasar AI dan menggunakan teknologi berbasis AI secara efektif dalam kehidupan sehari-hari, menganalisis informasi yang dihasilkan oleh AI dengan kritis dan menilai secara etis dari luaran yang dihasilkan oleh AI itu sendiri (Celik, 2023; Long & Magerko, 2020). Di era *Society* 5.0, AI telah mengubah cara manusia bekerja, belajar, dan berikteraksi. Oleh karena itu, literasi digital AI menjadi keterampilan fundamental yang mendukung berbagai aspek kehidupan, seperti; kesiapan terhadap transformasi digital, peningkatan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, pemberdayaan dalam menggunakan AI secara bertanggungjawab dan mendukung inovasi dan kreativitas.

Literasi digital AI adalah kompetensi esensial abad ke-21 yang harus dimiliki oleh setiap individu untuk beradaptasi dengan perubahan teknologi yang cepat. Dengan pemahaman yang baik tentang AI, masyarakat dapat memanfaatkannya secara optimal, mengurangi risiko penyalahgunaan, serta meningkatkan inovasi dan daya saing di era digital. Oleh karena itu, pendidikan dan pelatihan AI harus diperluas agar setiap orang dapat berkontribusi dalam ekosistem digital yang semakin berkembang (Abulibdeh et al., 2024).

**Selain literasi digital AI, keterampilan berpikir kreatif juga sangat penting. Keterampilan berpikir kreatif** adalah kemampuan untuk menghasilkan ide baru, memecahkan masalah dengan pendekatan inovatif, dan melihat berbagai kemungkinan dalam suatu situasi (Muslihasari et al., 2024). Kreativitas sering dikaitkan dengan fleksibilitas berpikir, eksplorasi solusi yang tidak konvensional, serta kemampuan menghubungkan konsep-konsep yang tampaknya tidak terkait. Penguasaan literasi digital AI dapat memperkaya dan mendukung keterampilan berpikir kreatif dalam berbagai aspek, seperti: membantu guru dan siswa dalam menciptakan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan kreatif, misalnya dengan pembelajaran berbasis proyek (Suwistika et al., 2024).

Literasi digital AI menjadi kompetensi krusial di era *society* 5.0. Namun, penelitian tentang literasi digital AI di kalangan siswa SMA masih terbatas, terutama di negara berkembang. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ng et al., 2024), literasi digital AI masih belum menjadi fokus utama dalam kurikulum pendidikan menengah di banyak negara. Adel (2024), juga menyoroti negara-negara berkembang, termasuk di Asia Tenggara, masih tertinggal dalam mengadopsi literasi digital AI di tingkat sekolah menengah. Faktor seperti kurangnya infrastruktur, pelatihan guru, dan sumber daya menjadi penghambat utama.

Di Indonesia, minimnya penelitian tentang literasi digital AI di kalangan siswa SMA bahkan lebih terasa. Kurikulum pendidikan di Indonesia belum secara eksplisit memasukkan literasi digital AI sebagai kompetensi inti (Muawanah et al., 2024). Fokus masih pada literasi digital dasar, seperti penggunaan komputer dan internet, bukan AI. Sekolah menengah di Indonesia yang memiliki akses memadai ke teknologi AI, seperti perangkat lunak atau platform pembelajaran berbasis AI masih sedikit. Ketertinggalan layanan teknologi yang sangat jauh lebih terasa di daerah pedesaan. Guru di Indonesia masih belum memiliki pemahaman yang memadai tentang AI, sehingga sulit untuk mengajarkan literasi digital AI kepada siswa. Sebagian besar penelitian fokus pada literasi digital umum atau penggunaan teknologi informasi, bukan AI secara spesifik (Sari et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi tingkat literasi digital AI pada siswa kelas X SMA. Bagaimana keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X SMA, dan apakah terdapat hubungan antara literasi digital AI dan keterampilan berpikir kreatif? Pertanyaan ini diajukan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara pemahaman teknologi AI dan kemampuan siswa dalam berpikir kreatif, dengan harapan memberikan wawasan baru bagi pengembangan pendidikan khususnya dalam pembelajaran di kelas.

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Literasi Digital AI**

Literasi digital AI diperlukan untuk menjelaskan pentingnya pemahaman tentang cara kerja dari teknologi AI, namun juga bagaimana penggunaannya dapat digunakan secara bijak dan bertanggungjawab serta beretika. Menurut Hwang et al. (2023), literasi digital AI terdiri dari tiga komponen yaitu pengetahuan, sikap dan keterampilan. Pengetahuan dalam literasi digital AI mencakup pemahaman tentang teknologi AI, bagaimana AI bekerja, serta dampaknya terhadap kehidupan manusia dan masyarakat secara luas. Sikap dalam literasi digital AI mencerminkan bagaimana individu merespons teknologi AI, termasuk dalam hal etika dan tanggung jawab sosial. Keterampilan digital yang terkait dengan AI mencakup bagaimana seseorang dapat menggunakan dan memanfaatkan AI dalam kehidupan sehari-hari serta dalam lingkungan akademik dan profesional.

Literasi digital AI di kalangan pelajar telah menjadi fokus penelitian yang semakin penting seiring dengan perkembangan teknologi AI dan integrasinya dalam kegiatan pembelajaran. Reddy et al. (2020), menyoroti pentingnya literasi digital AI di kalangan pelajar sebagai bagian dari kurikulum pendidikan abad ke-21. Pemahaman tentang AI tidak hanya terbatas pada aspek teknis, tetapi juga mencakup etika, privasi, dan implikasi sosial dari penggunaan AI.

Siswa yang memiliki literasi digital AI yang baik cenderung lebih siap menghadapi tuntutan pasar kerja yang semakin dipengaruhi oleh teknologi AI (Junaedi et al., 2024). Pemahaman tentang AI dapat memicu pemikiran kreatif dan inovatif, terutama ketika pelajar diajarkan untuk menggunakan alat-alat AI dalam proyek-proyek kolaboratif. Fakta lain menunjukkan bahwa, meskipun ada minat yang besar terhadap AI, hambatan seperti kurangnya infrastruktur dan akses ke teknologi menjadi tantangan utama (Dwivedi et al., 2021).

**Keterampilan Berpikir Kreatif**

Keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking skills*) didefinisikan sebagai kemampuan individu untuk menghasilkan ide baru, orisinal, dan bernilai dalam konteks tertentu (Treffinger et al., 2021). Berpikir kreatif melibatkan proses kognitif yang kompleks, termasuk kemampuan untuk melihat masalah dari berbagai perspektif, menghubungkan ide yang tampaknya tidak terkait, dan mengembangkan solusi yang inovatif.

Berpikir kreatif dapat juga diartikan sebagai kemampuan untuk menghasilkan ide yang tidak hanya baru tetapi juga berguna dan relevan (Isaksen et al., 2023). Keterampilan berpikir kreatif merupakan kemampuan kognitif yang penting dalam menghadapi tantangan kompleks di era modern. Menurut Treffinger et al. (2021), empat indikator utama keterampilan berpikir kreatif adalah *fluency* (kelancaran), *flexibility* (fleksibilitas), *originality* (keaslian), *elaboration* (elaborasi) dan *metaphorical thinking* (berpikir metaforis). *Fluency* merujuk pada kemampuan untuk menghasilkan sejumlah besar ide atau solusi dalam waktu yang relatif singkat. Indikator ini mengukur seberapa banyak ide yang dapat dihasilkan oleh seseorang ketika dihadapkan pada suatu masalah atau tantangan. Semakin banyak ide yang dihasilkan, semakin tinggi tingkat kelancaran seseorang (Yuan et al., 2023).

*Flexibility* adalah kemampuan untuk menghasilkan ide yang beragam dan melihat masalah dari berbagai perspektif. Indikator ini mengukur seberapa luas variasi ide yang dihasilkan oleh seseorang. Fleksibilitas memungkinkan individu untuk berpikir "di luar kotak" dan menghindari solusi yang konvensional (Capano & Toth, 2023). *Originality* mengacu pada kemampuan untuk menghasilkan ide unik, tidak biasa, dan berbeda dari ide yang sudah ada. Indikator ini mengukur keaslian ide yang dihasilkan oleh seseorang dan sering kali menjadi dasar untuk inovasi.

*Elaboration* adalah kemampuan untuk mengembangkan dan memperluas die yang telah dihasilkan. Elaborasi penting karena gagasan yang baik sering kali memerlukan pengembangan lebih lanjut agar dapat diterapkan secara efektif. *Metaphorical thinking*, melibatkan fleksibilitas konseptual, kemampuan membuat asosiasi kreatif, pengenalan pola, dan pemecahan masalah berbasis analogi. Berpikir metaforis sangat berperan dalam berbagai disiplin ilmu, terutama dalam pendidikan, ilmu kognitif, dan komunikasi. Penggunaan metafora tidak hanya memperkaya ekspresi bahasa tetapi juga memperluas cara berpikir kreatif dan inovatif.

Literasi digital AI dan berpikir kreatif merupakan dua konsep yang saling terkait dalam konteks perkembangan teknologi dan pendidikan di era digital. Literasi digital AI fokus pada pemahaman dan kemampuan dalam menggunakan AI secara efektif dan bertanggungjawab. Penguasaan literasi digital AI dapat membantu siswa dalam mengeksplorasi gagasan baru dan menciptakan solusi inovatif berbasis teknologi. Proses eksplorasi dan eksperimen dengan teknologi AI memungkinkan siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan baru (Khosravi et al., 2022).

Intregrasi AI dalam pembelajaran dapat membantu siswa untuk berpikir kreatif dalam merancang solusi. Di sisi lain, kreativitas merupakan hasil interaksi antara individu, domain pengetahuan, dan lingkungan sosial. Literasi digital AI dapat dianggap sebagai domain pengetahuan baru yang memungkinkan individu untuk mengeksplorasi ide kreatif dalam konteks teknologi. Penelitian Lin & Chen (2024), yang melibatkan 120 mahasiswa yang menggunakan *platform* AI untuk menyelesaikan proyek kreatif. Hasilnya menunjukkan bahwa siswa dengan tingkat literasi digital AI yang lebih tinggi cenderung menghasilkan solusi yang lebih inovatif dan kreatif. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan AI dapat mendorong kreativitas siswa dalam pembelajaran.

**METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode *case study* untuk memahami secara mendalam pengalaman dan persepsi siswa mengenai literasi digital AI dan keterampilan berpikir kreatif. Penelitian ini berfokus pada bagaimana siswa memaknai literasi digital AI dalam konteks pembelajaran dan bagaimana hal tersebut memengaruhi kemampuan berpikir kreatif mereka. Tujuan akhir dari studi ini adalah untuk mengungkap fakta tentang pengaruh teknologi AI dalam pembelajaran yang semakin terdigitalisasi. Partisipan dalam penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Negeri 6 Malang yang dipilih secara *purposive sampling*, yaitu siswa yang memiliki pengalaman menggunakan teknologi AI dalam pembelajaran dan menunjukkan minat terhadap aktivitas kreatif.

Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi wawancara mendalam semi-terstruktur, observasi partisipatif, dan tes berupa soal tes pengetahuan digital AI sebanyak 4 butir soal berdasarkan sub-dimensi literasi digital AI dan sikap literasi digital AI yang terdiri dari 20 pernyataan yang disebarkan kepada siswa (Hwang et al., 2023). Sementara pada keterampilan berpikir kreatif, peneliti menggunakan sebanyak 5 soal yang merujuk pada indikator keterampilan berpikir kreatif menurut Treffinger et al. (2021). Soal tes yang diujikan berfokus pada mata Pelajaran biologi khususnya materi fungi dan makhluk hidup dalam ekosistem.

Validitas data dilakukan dengan triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan data dari wawancara, observasi, hasil tes soal dan angket pada penelitian lain dengan topik yang sama. Hasil soal tes dan angket yang dikerjakan oleh siswa kemudian dianalisis secara mendalam oleh peneliti untuk mengungkap makna dalam bentuk deskripsi data.

**Tabel 1.** Kategori Soal Tes Kemampuan Literasi Digital AI

|  |  |
| --- | --- |
| **Nilai** | **Keterangan** |
| 81,25 < x ≤ 100 | Sangat tinggi |
| 62,50 < x ≤ 81,25 | Tinggi |
| 43,75 < x ≤ 62,50 | Rendah |
| 25 < x ≤ 43,75 | Sangat rendah |

Sumber: (Sugiyono, 2013)

**Tabel 2.** Kriteria Penilaian *Self-Asessment* Literasi Digital AI

|  |  |
| --- | --- |
| **Persentase (%)** | **Kriteria** |
| 85 < X ≤ 100 | Sangat Baik |
| 67 < X ≤ 84 | Baik |
| 53 < X ≤ 68 | Cukup Baik |
| 37 < X ≤ 52 | Rendah |
| 20 < X ≤ 36 | Sangat Rendah |

Sumber: (Arini, 2019)

**Tabel 3.** Pemberian Skor Skala *Likert*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kategori** | **Kode** | **Skor pada Bentuk Pernyataan** | |
| **Positif (+)** | **Negatif (-)** |
| Sangat Setuju | SS | 5 | 1 |
| Setuju | S | 4 | 2 |
| Kurang Setuju | KS | 3 | 3 |
| Tidak Setuju | TS | 2 | 4 |
| Sangat Tidak Setuju | STS | 1 | 5 |

**Tabel 4.** Kategori Keterampilan Berpikir Kreatif

|  |  |
| --- | --- |
| **Nilai** | **Kategori** |
| 86 ≤ X ≤ 100 | Sangat baik |
| 76 ≤ X ≤ 85 | Baik |
| 60 ≤ X ≤ 75 | Cukup |
| 55 ≤ X ≤ 59 | Kurang |
| X ≤ 54 | Sangat Kurang |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

**Literasi Digital AI Siswa**

Pengukuran Tingkat kemampuan literasi digital AI dilakukan dengan menggunakan tes berupa soal yang dikembangkan berdasarkan deskriptor yang berpedoman pada sub-dimensi literasi digital AI. Soal dibagikan kepada siswa dengan me-*scan* *QR Code* yang mengarah pada soal tes. Alat AI yang digunakan berupa aplikasi gemini yang bisa diakses menggunakan *laptop, tablet* dan *handphone*. Aplikasi gemini merupakan salah satu AI penghasil teks generatif atau *chatbot*. Soal yang dikerjakan kemudian diolah dan dikategorikan berdarkan kategori soal tes kemampuan literasi digital AI siswa pada Tabel 1.

**Tabel 5.** Hasil Pengetahuan Literasi Digital AI Siswa

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sub-Dimensi** | **Deskriptor** | **Nilai (%)** | **Keterangan** |
| Kemampuan untuk mencerna informasi secara kritis (*Critical comprehension ability*) | Mampu menginterpretasi dan menganalisis kebenaran, objektivitas, dan daya informasi suatu konten yang disajikan oleh AI | 52,33 | Rendah |
| Kemampuan untuk mengenali dampak sosial AI (*The ability to recognize the social impact of artificial intelligence*) | Mampu menganalisis implikasi AI terhadap masyarakat dan peran AI dalam pembangunan manusia. | 54,55 | Rendah |
| Kemampuan untuk menggunakan teknologi AI (*The ability to use artificial intelligence technology*) | Mampu menggunakan dan mempelajari produk dan teknologi AI secara efektif | 58,52 | Rendah |
| Kemampuan berperilaku secara etis (*Ethical behaviour ability*) | Mampu menerima informasi yang dihasilkan oleh AI secara kritis dengan mempertimbangkan aspek etika dan moral | 62,38 | Rendah |
| **Total** | | 227,78 |  |
| **Rata-rata** | | **56,94** | **Rendah** |

Sumber:Data Penelitian, 2025

Berdasarkan hasil tes pengetahuan literasi digital AI siswa menunjukkan bahwa secara keseluruhan, tingkat literasi digital AI siswa masih berada dalam kategori rendah, dengan nilai rata-rata sebesar 56,94%. Pada sub-dimensi kemampuan untuk mencerna informasi secara kritis, siswa memperoleh presentase 52,33%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam mengevaluasi informasi yang diberikan oleh AI secara kritis. Sementara pada sub-dimensi kemampuan untuk mengenali dampak sosial AI, siswa memperoleh presentase sebesar 54,55%.

Pada sub-dimensi kemampuan untuk menggunakan teknologi AI, siswa mencapai presentase sebesar 58,52%. Meskipun nilai ini sedikit lebih tinggi dibandingkan sub-dimensi sebelumnya, tetap masih tergolong rendah, yang menunjukkan bahwa siswa masih kurang terampil dalam menggunakan dan mempelajari produk serta teknologi AI secara efektif. Sub-dimensi terakhir yaitu kemampuan berperilaku secara etis, siswa memperoleh presentase sebesar 62,38%. Sub-dimensi ini mencakup kemampuan untuk menerima informasi yang dihasilkan oleh AI secara kritis dengan mempertimbangkan aspek etika dan moral. Meskipun nilai ini merupakan yang tertinggi di antara sub-dimensi lainnya, namun masih berada dalam kategori rendah.

Selain mengukur dengan menggunakan tes, peneliti juga menggunakan angket untuk mengukur sikap literasi digital AI. Hasil tes sikap literasi digital AI disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 6.** Hasil Tes Sikap Literasi Digital AI Siswa

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Pernyataan** | **Bentuk Pernyataan** | **Nilai (%)** | **Kriteria** |
| 1 | Jika saya ragu dengan apa yang disajikan oleh AI, saya akan mencari informasi yang lebih relevan untuk mempelajari informasi tersebut lebih lanjut. | + | 62,61 | Baik |
| 2 | Saya tidak yakin informasi yang disajikan oleh AI selalu benar. | + | 54,76 | Cukup Baik |
| 3 | Ketika ragu dengan informasi yang diberikan oleh AI, saya akan memeriksa kebenarannya melalui sumber lain. | + | 54,01 | Cukup Baik |
| 4 | Saya bisa mengevaluasi apakah konten yang disarankan AI menampilkan sudut pandang yang seimbang/tidak berat sebelah. | + | 62,99 | Cukup Baik |
| 5 | Saya paham betul bagaimana cara untuk memeriksa ketepatan konten yang disampaikan oleh AI. | + | 49,90 | Rendah |
| 6 | Saya pikir, teknologi AI sangat penting dalam hidup saya. | + | 47,47 | Rendah |
| 7 | Saya tahu seberapa cepat AI bisa menyelesaikan suatu tugas. | + | 52,89 | Rendah |
| 8 | Meskipun AI terus berkembang, saya percaya AI tidak bisa menggantikan manusia. | + | 51,40 | Rendah |
| 9 | Saya pikir setiap orang membutuhkan keterampilan AI. | + | 45,23 | Rendah |
| 10 | Saya memikirkan tentang dampak baik dan buruk yang dapat ditimbulkan oleh AI. | + | 54,01 | Cukup Baik |
| 11 | Saya dapat mengolah informasi atau konten yang saya cari untuk menghasilkan sesuatu yang baru. | + | 45,23 | Rendah |
| 12 | Saya bisa menggunakan layanan AI secara mandiri. | + | 43,73 | Rendah |
| 13 | Saya bisa memilih layanan AI (*platform*) yang cocok untuk saya, tergantung situasinya. | + | 46,72 | Rendah |
| 14 | Saya bisa menggunakan teknologi AI untuk memecahkan masalah pembelajaran dan kehidupan sehari-hari. | + | 42,99 | Rendah |
| 15 | Saya bisa menggunakan teknologi AI untuk menemukan informasi atau konten yang saya butuhkan. | + | 44,48 | Rendah |
| 16 | Ketika menggunakan *big data* berbasis AI, saya akan memastikan legalitas (keabsahan) dan reliabilitas (keandalan) informasi yang dihasilkan. | + | 41,68 | Rendah |
| 17 | Terlepas dari saya mengikuti rekomendasi AI atau tidak, saya dapat mempertimbangkan siapa yang bertanggung jawab atas konsekuensi dari pilihan saya. | + | 49,90 | Rendah |
| 18 | Baik menerima rekomendasi AI atau tidak, saya mengambil tanggung jawab atas dampak dari pilihan saya. | + | 50,46 | Rendah |
| 19 | Saya mempertimbangkan sepenuhnya sudut pandang orang lain ketika membagikan informasi yang telah saya kumpulkan. | + | 42,61 | Rendah |
| 20 | Saya memiliki standar untuk membedakan antara konten yang bagus untuk dibagikan dan konten yang normal/biasa. | + | 42,24 | Rendah |
|  | **Total** | | **985,31** |  |
|  | **Rata-rata** | | **49,26** | **Rendah** |

Sumber:Data Penelitian, 2025

Angket yang telah dibagikan kepada siswa, kemudian dianalisis dengan mangacu pada rubrik yang telah dikembangkan. Hasil tes sikap literasi digital AI siswa menunjukkan bahwa secara umum, sikap siswa terhadap literasi digital AI masih berada dalam kategori rendah, dengan nilai rata-rata sebesar 49,26%. Namun, ada beberapa aspek yang menunjukkan sikap positif, diantaranya adalah kemampuan siswa untuk mencari informasi lebih lanjut ketika ragu dengan apa yang disajikan oleh AI sebesar 62,61% dan kemampuan mengevaluasi apakah konten yang disarankan AI menampilkan sudut pandang yang seimbang dengan presentase sebesar 62,99%. Namun, pernyataan lain seperti pemahaman tentang cara memeriksa ketepatan konten AI (49,90%), keyakinan akan pentingnya AI dalam hidup (47,47%), dan kemampuan menggunakan teknologi AI untuk memecahkan masalah (42,99%), masih berada dalam kategori rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa masih kurang percaya diri dan kurang terampil dalam memanfaatkan teknologi AI.

Di sisi lain, sikap siswa terhadap dampak dan tanggung jawab penggunaan AI juga perlu ditingkatkan. Meskipun beberapa siswa memikirkan dampak baik dan buruk AI (54,01%) dan mengambil tanggung jawab atas konsekuensi pilihan mereka (50,46%), sebagian besar masih kurang dalam memastikan legalitas dan reliabilitas informasi yang dihasilkan AI (41,68%) serta mempertimbangkan sudut pandang orang lain saat membagikan informasi (42,61%). Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa siswa masih membutuhkan peningkatan pemahaman, keterampilan, dan kesadaran etis dalam berinteraksi dengan teknologi AI.

**Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa**

Sebagai salah satu keterampilan abad ke-21 yang penting dimiliki oleh siswa, peneliti ingin mengetahui sejauh mana tingkat keterampilan berpikir siswa dengan menggunakan soal tes kemampuan berpikir kreatif. Soal tes terdiri dari 5 butir yang masing-masing mengukur indikator yang ada dengan merujuk pada indikator keterampilan berpikir kreatif.

**Tabel 7.** Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Indikator Keterampilan Bepikir Kreatif** | **Indikator Soal** | **Nilai (%)** | **Kategori** |
| Kelancaran (*Fluency*) | Mampu membuat ide/gagasan untuk memecahkan masalah. | 60,93 | **Cukup** |
| Keluwesan (*Flexibility*) | Mampu membuat dan menerapkan beberapa alternatif gagasan yang bervariasi dari berbagai sudut pandang untuk memecahkan masalah. | 54,01 | **Kurang** |
| Keaslian (*Originality*) | Mampu berpikir secara orisinil dalam membuat ide/gagasan baru yang unik. | 46,54 | **Sangat Kurang** |
| Merinci (*elaboration)* | Mampu menjelaskan ide/gagasan secara rinci dan spesifik. | 57,75 | **Kurang** |
| Berpikir metafora (*metaphoral thinking*) | Mampu untuk menggunakan perbandingan atau analogi untuk membuat keterkaitan baru. | 56,44 | **Kurang** |
| **Total** | | **275,70** |  |
| **Rata-rata** | | **55,14** | **Kurang** |

Sumber:Data Penelitian, 2025

Hasil data pada Tabel 3, menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan siswa dalam berpikir kreatif masih berada dalam kategori kurang, dengan presentase sebesar 55,14%. Berdasarkan indikator yang diukur, kelancaran (*fluency*) mencapai 60,93% dengan kategori cukup sekaligus menjadi indikator tertinggi diantara indikator lainnya. Sementara pada indikator orisinil dan unik (keaslian/originality) memperoleh presentase sebesar 46,54% dan menjadi presentase terendah pada indikator keterampilan yang dimiliki oleh siswa.

Ketiga indikator lain, yaitu indikator keluwesan (*flexibility*) sebesar 54,01%, merinci (*elaboration*) mencapai 57,75%, dan kemampuan berpikir metafora (*metaphorical thinking*), sebesar 56,44%. Ketiga kategori ini masuk kedalam kategori kurang. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa siswa masih menghadapi tantangan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, terutama dalam hal menghasilkan ide yang orisinil, fleksibel, dan mampu menjelaskan gagasan secara rinci, sehinggga perlu adanya upaya lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa, terutama pada aspek-aspek yang masih lemah.

**Pembahasan**

Rendahnya nilai siswa dalam literasi digital, menjadi perhatian serius untuk segera mengambil solusi bijak. Terlebih lagi, pembelajaran yang serba digital juga menuntut guru dan siswa harus siap. Salah satunya adalah keterampilan bagi siswa dalam menggunakan alat AI. Tingkat Literasi Digital AI pada siswa mengacu pada keterampilan mereka dalam memahami, memanfaatkan, serta menilai teknologi AIdengan efektif dan penuh pemikiran kritis. Studi oleh (Perrotta & Selwyn, 2020) menemukan bahwa sebagian besar siswa memiliki pemahaman dasar tentang apa itu AI, tetapi pemahaman mendalam tentang bagaimana AI bekerja masih terbatas. Siswa cenderung mengasosiasikan AI dengan robot dan otomatisasi, tetapi kurang memahami peran AI dalam analisis data, pengenalan pola, dan pengambilan Keputusan (Luckin & Holmes, 2016).

Penelitian oleh Ng et al. (2024) menunjukkan bahwa siswa memiliki keterampilan dasar dalam menggunakan aplikasi berbasis AI, seperti mesin pencari atau rekomendasi konten di platform media sosial. Namun, kemampuan untuk memanfaatkan alat AI untuk tujuan pembelajaran atau produktivitas masih rendah. Siswa memiliki kesadaran terbatas tentang implikasi etis AI, seperti privasi data, bias algoritmik, dan dampak AI pada pekerjaan. Meskipun mereka menyadari potensi risiko, pemahaman mendalam tentang bagaimana masalah ini muncul dan cara mengatasinya masih kurang (Sayed et al., 2023).

Siswa cenderung percaya bahwa AI adalah teknologi yang netral, tanpa menyadari bahwa AI dapat menghasilkan bias dan perlu adanya verifikasi pada sumber kredibel oleh penggunanya (Cukurova et al., 2020). Menekankan pentingnya integrasi kurikulum AI dalam pendidikan formal untuk meningkatkan literasi digital AI siswa perlu diperhatikan oleh sekolah dan pemangku kepentingan. Program pendidikan yang dirancang dengan baik dapat membantu siswa memahami konsep AI, mengembangkan keterampilan praktis, dan meningkatkan kesadaran etis. Pembelajaran berbasis proyek dan penggunaan alat AI interaktif, seperti *Chatbot* bagi siswa, terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa.

**Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa**

Berpikir kreatif merupakan kemampuan kognitif siswa untuk menghasilkan ide baru, orisinal, dan bermanfaat dalam menyelesaikan masalah atau menciptakan sesuatu yang inovatif. Keterampilan ini melibatkan proses berpikir divergen (menghasilkan berbagai solusi atau ide) dan konvergen (memilih solusi terbaik). Berpikir kreatif tidak hanya terbatas pada bidang seni, tetapi juga sangat penting dalam sains, teknologi, dan bidang lainnya.

Dari hasil soal tes dan didukung dengan wawancara mendalam menunjukkan bahwa tingkat keterampilan berpikir kreatif siswa masih berada pada kategori “kurang”. Keterampilan berpikir kreatif yang rendah disebabkan oleh beberapa faktor, seperti lingkungan yang kurang mendukung eksplorasi dan sedikitnya ruang bagi siswa dalam mengembangkan kreativitas mereka. Lingkungan belajar yang terbuka dan tidak menekan siswa cenderung mendorong munculnya ide kreatif. Selain itu, penerapan model pembelajaran yang menekankan pada *problem-based learning* (PBL) atau *project-based learning* (PjBL) atau kombinasi model seperti *problem-oriented project-based learning* (POPBL), dapat merangsang siswa untuk berpikir kreatif (Francisco et al., 2024; Komalasari et al., 2024).

Peran guru dalam memberikan umpan balik positif dan mendorong siswa untuk berpikir leluasa sangatlah penting. Siswa yang memiliki motivasi intrinsik cenderung lebih kreatif karena mereka lebih termotivasi untuk mengeksplorasi ide. Kemampuan seperti perhatian, dan pemecahan masalah juga memengaruhi kreativitas.

**Hubungan Literasi Digital AI dan Keterampilan Berpikir Kreatif**

Literasi digital AI merujuk pada kemampuan individu untuk memahami, menggunakan, dan mengevaluasi teknologi AI secara efektif dan kritis. Keterampilan ini mencakup pemahaman tentang cara kerja AI, etika penggunaannya, serta kemampuan untuk memanfaatkan teknologi berbasis AI dalam berbagai konteks (Hwang et al., 2023). Di sisi lain, keterampilan berpikir kreatif melibatkan kemampuan untuk menghasilkan ide baru, orisinal, dan bermanfaat. Kedua variabel ini saling terkait karena literasi digital AI dapat menjadi alat pendukung untuk meningkatkan kreativitas, sementara keterampilan berpikir kreatif dapat membantu individu memanfaatkan AI secara lebih inovatif.

Kemahiran terhadap literasi digital AI dapat memperluas kapasitas berpikir kreatif dengan menyediakan alat dan platform yang memungkinkan eksplorasi ide baru. Misalnya, alat AI seperti *ChatGPT, Gemini, QuickChat* dan *Microsoft Copilot* dapat digunakan untuk menghasilkan konten kreatif, merancang solusi inovatif, atau bahkan memecahkan masalah kompleks dalam bentuk teks generative. Pemahaman tentang AI memungkinkan individu untuk berpikir kritis tentang batasan dan potensi teknologi ini, yang pada gilirannya mendorong inovasi (Markauskaite et al., 2022).

Hubungan literasi digital AI dan keterampilan berpikir kreatif juga dapat bersifat dinamis. Literasi digital AI yang tinggi tidak selalu menjamin peningkatan kreativitas jika individu tidak memiliki keterampilan berpikir divergen atau fleksibilitas kognitif. Sebaliknya, individu dengan keterampilan berpikir kreatif yang kuat tetapi kurang literasi digital AI mungkin kesulitan memanfaatkan potensi teknologi ini secara maksimal (Junaedi et al., 2024). Oleh karena itu, integrasi antara kedua keterampilan ini penting untuk menciptakan sinergi yang optimal.

Literasi digital AI juga dapat menjadi katalis untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Misalnya, dalam sebuah studi yang dilakukan oleh (Ng et al., 2021b) siswa yang menggunakan alat AI untuk merancang proyek sains menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan mereka untuk menghasilkan ide orisinal dan mengembangkan solusi inovatif. Siswa-siswa ini melaporkan bahwa alat AI membantu mereka melihat masalah dari perspektif yang berbeda dan mengeksplorasi kemungkinan yang sebelumnya tidak terpikirkan.

Magni et al. (2024) dalam temuannya mengungkapkan bahwa kurangnya pemahaman tentang etika dan batasan AI dapat menghambat kreativitas individu. Misalnya, beberapa peserta mengaku merasa khawatir menggunakan alat AI karena takut menghasilkan karya yang tidak orisinal atau melanggar hak cipta. Hal ini menunjukkan bahwa literasi digital AI yang komprehensif, termasuk pemahaman tentang aspek etis, sangat penting untuk mendukung kreativitas.

Penelitian oleh Marrone et al. (2022), menemukan bahwa sebagian besar siswa melaporkan bahwa, meskipun AI tidak akan pernah dapat menyamai kreativitas manusia, AI tentu dapat membantu mereka mengembangkan kreativitas mereka. Lingkungan pembelajaran yang mendukung eksperimen dengan AI dapat meningkatkan kreativitas. Siswa yang memiliki literasi digital AI yang lebih baik cenderung lebih kreatif dalam menyelesaikan tugas dan memungkinkan untuk mengeksplorasi ide baru dan meningkatkan efisiensi dalam proses kreatif.

**Implikasi**

Rendahnya nilai siswa dalam literasi digital, terutama literasi digital AI, menjadi perhatian serius yang menuntut solusi bijak, mengingat pembelajaran yang serba digital memerlukan kesiapan guru dan siswa. Studi menunjukkan bahwa meskipun siswa memiliki pemahaman dasar tentang AI, pemahaman mendalam tentang cara kerja AI, implikasi etis, dan pemanfaatannya untuk produktivitas masih terbatas. Literasi digital AI yang rendah ini berdampak pada keterampilan berpikir kreatif siswa, yang juga masih berada pada kategori "kurang". Kedua keterampilan ini saling terkait, di mana literasi digital AI dapat menjadi alat pendukung untuk meningkatkan kreativitas, sementara keterampilan berpikir kreatif memungkinkan pemanfaatan AI secara inovatif. Integrasi kurikulum AI yang dirancang dengan baik, penggunaan alat AI interaktif, dan penerapan model pembelajaran berbasis proyek dapat menjadi solusi untuk meningkatkan literasi digital AI dan keterampilan berpikir kreatif siswa. Lingkungan belajar yang mendukung eksplorasi, umpan balik positif dari guru, dan motivasi intrinsik siswa juga berperan penting dalam menciptakan sinergi optimal antara kedua keterampilan ini.

**KESIMPULAN**

Rendahnya literasi digital AI dan keterampilan berpikir kreatif siswa SMA menjadi tantangan serius dalam era pembelajaran digital. Studi ini menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman dasar tentang AI, tetapi pemahaman mendalam tentang cara kerja, implikasi etis, dan pemanfaatan AI untuk produktivitas masih terbatas. Keterampilan berpikir kreatif siswa juga masih rendah, terutama dalam menghasilkan ide orisinal dan fleksibel. Kedua keterampilan ini saling terkait, di mana literasi digital AI dapat mendukung kreativitas, sementara keterampilan berpikir kreatif memungkinkan pemanfaatan AI secara inovatif. Integrasi kurikulum AI, penggunaan alat AI interaktif, dan model pembelajaran berbasis proyek dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kedua keterampilan ini. Lingkungan belajar yang mendukung eksplorasi dan umpan balik positif dari guru juga penting untuk menciptakan sinergi optimal.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abulibdeh, A., Zaidan, E., & Abulibdeh, R. (2024). Navigating the confluence of artificial intelligence and education for sustainable development in the era of industry 4.0: Challenges, opportunities, and ethical dimensions. *Journal of Cleaner Production*, *437*, 140527. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140527

Adel, N. (2024). The impact of digital literacy and technology adoption on financial inclusion in Africa, Asia, and Latin America. *Heliyon*, *10*(24), e40951. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40951

Arini, M. D. (2019). Analysis Pattern of Student Communication Skills in Science Process in Inquiry Learning: Study of Case Study Learning in Regional Schools Jember Coffee Plantation. *Journal of Physics: Conference Series*.

Capano, G., & Toth, F. (2023). Thinking outside the box, improvisation, and fast learning: Designing policy robustness to deal with what cannot be foreseen. *Public Administration*, *101*(1), 90–105. https://doi.org/10.1111/padm.12861

Celik, I. (2023). Exploring the Determinants of Artificial Intelligence (AI) Literacy: Digital Divide, Computational Thinking, Cognitive Absorption. *Telematics and Informatics*, *83*, 102026. https://doi.org/10.1016/j.tele.2023.102026

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, *8*, 75264–75278. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510

Cukurova, M., Luckin, R., & Kent, C. (2020). Impact of an Artificial Intelligence Research Frame on the Perceived Credibility of Educational Research Evidence. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *30*(2), 205–235. https://doi.org/10.1007/s40593-019-00188-w

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P. V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A. K., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., … Williams, M. D. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, *57*, 101994. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002

Francisco, R., Ibrohim, I., & Susilo, H. (2024). The Influence of Problem-Oriented Project-Based Learning (POPBL) on Students’ Creative Thinking Skills. *BIOEDUKASI*, *22*(1), 146–151. https://doi.org/10.19184/bioedu.v22i1.44648

Hwang, H. S., Zhu, L. C., & Cui, Q. (2023). Development and Validation of a Digital Literacy Scale in the Artificial Intelligence Era for College Students. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, *17*(8). https://doi.org/10.3837/tiis.2023.08.016

Isaksen, S. G., Stead-Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (2023). *Creative Problem Solving*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003419327

Junaedi, A. T., Panjaitan, H. P., Yovita, I., Veronica, K., Renaldo, N., & Jahrizal, J. (2024). Advancing Digital and Technology Literacy through Qualitative Studies to Bridging the Skills Gap in the Digital Age. *Journal of Applied Business and Technology*, *5*(2), 123–133. https://doi.org/10.35145/jabt.v5i2.170

Khosravi, H., Shum, S. B., Chen, G., Conati, C., Tsai, Y.-S., Kay, J., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Sadiq, S., & Gašević, D. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *3*, 100074. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074

Komalasari, R. N. A., Ibrohim, I., & Listyorini, D. (2024). Creativity in Biology: The Impact of Problem-Oriented Project Based Learning on High School Students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, *10*(2), 555–562. https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i2.32497

Lin, H., & Chen, Q. (2024). Artificial intelligence (AI) -integrated educational applications and college students’ creativity and academic emotions: students and teachers’ perceptions and attitudes. *BMC Psychology*, *12*(1), 487. https://doi.org/10.1186/s40359-024-01979-0

Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. https://doi.org/10.1145/3313831.3376727

Luckin, R., & Holmes, W. (2016). Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. In *UCL Knowledge Lab: London, UK*. UCL Knowledge Lab. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1475756

Maghsudi, S., Lan, A., Xu, J., & van der Schaar, M. (2021). Personalized Education in the Artificial Intelligence Era: What to Expect Next. *IEEE Signal Processing Magazine*, *38*(3), 37–50. https://doi.org/10.1109/MSP.2021.3055032

Magni, F., Park, J., & Chao, M. M. (2024). Humans as Creativity Gatekeepers: Are We Biased Against AI Creativity? *Journal of Business and Psychology*, *39*(3), 643–656. https://doi.org/10.1007/s10869-023-09910-x

Markauskaite, L., Marrone, R., Poquet, O., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Howard, S., Tondeur, J., De Laat, M., Buckingham Shum, S., Gašević, D., & Siemens, G. (2022). Rethinking The Entwinement Between Artificial Intelligence and Human Learning: What Capabilities Do Learners Need for A World With AI? *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *3*, 100056. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100056

Marrone, R., Taddeo, V., & Hill, G. (2022). Creativity and Artificial Intelligence—A Student Perspective. *Journal of Intelligence*, *10*(3), 65. https://doi.org/10.3390/jintelligence10030065

Muawanah, U., Marini, A., & Sarifah, I. (2024). The interconnection between digital literacy, artificial intelligence, and the use of E-learning applications in enhancing the sustainability of Regional Languages: Evidence from Indonesia. *Social Sciences & Humanities Open*, *10*, 101169. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101169

Muslihasari, A., Susilo, H., & Ibrohim, I. (2024). The Creative Thinking Skills Profile of Primary Education’s Perspective Teacher. *Sekolah Dasar: Kajian Teori Dan Praktik Pendidikan*, *33*(1), 82–89. https://doi.org/10.17977/um009v33i12024p82-89

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, K. W. S., & Qiao, M. S. (2021a). Literacy: Definition, Teaching, Evaluation and Ethical Issues. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, *58*(1), 504–509. https://doi.org/10.1002/pra2.487

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021b). Conceptualizing AI literacy: An Exploratory Review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100041. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041

Ng, D. T. K., Su, J., Leung, J. K. L., & Chu, S. K. W. (2024). Artificial intelligence (AI) literacy education in secondary schools: a review. *Interactive Learning Environments*, *32*(10), 6204–6224. https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2255228

Perrotta, C., & Selwyn, N. (2020). Deep learning goes to school: toward a relational understanding of AI in education. *Learning, Media and Technology*, *45*(3), 251–269. https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1686017

Rane, N., Choudhary, S., & Rane, J. (2023). Education 4.0 and 5.0: Integrating Artificial Intelligence (AI) for Personalized and Adaptive Learning. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4638365

Reddy, P., Chaudhary, K., Sharma, B., & Chand, R. (2020). Digital Literacy: A Catalyst for the 21st Century Education. *2020 IEEE Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering (CSDE)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/CSDE50874.2020.9411548

Sari, G. I., Winasis, S., Pratiwi, I., Wildan Nuryanto, U., & Basrowi. (2024). Strengthening digital literacy in Indonesia: Collaboration, innovation, and sustainability education. *Social Sciences & Humanities Open*, *10*, 101100. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101100

Sayed, W. S., Noeman, A. M., Abdellatif, A., Abdelrazek, M., Badawy, M. G., Hamed, A., & El-Tantawy, S. (2023). AI-based adaptive personalized content presentation and exercises navigation for an effective and engaging E-learning platform. *Multimedia Tools and Applications*, *82*(3), 3303–3333. https://doi.org/10.1007/s11042-022-13076-8

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

Suwistika, R., Ibrohim, I., & Susanto, H. (2024). Improving Critical Thinking and Creative Thinking Skills Through POPBL Learning in High School Student. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, *10*(1), 115–122. https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i1.30172

Treffinger, D. J., Schoonover, P. F., & Selby, E. C. (2021). *Educating for Creativity & Innovation*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003234784

Yuan, H., Liu, M., Lu, K., Yang, C., & Hao, N. (2023). The effect of example abstraction on creativity from the perspectives of example modality and generality. *Thinking Skills and Creativity*, *47*, 101234. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101234