

Bab 5

Inovasi Pembelajaran Sains Terpadu untuk Anak Sekolah Dasar dan Menengah

Rizki Nurjehan, Ari Kusumawati, Sri Tika Wati, Muhammad Azhari Rangkuti, Muhammad Hamzah Solim

A. Fondasi Penting Pembelajaran Sains

Pendidikan merupakan fondasi yang penting dalam pembangunan suatu negara. Pada era digital saat ini, inovasi pembelajaran menjadi makin relevan untuk memenuhi tuntutan perubahan global dan kebutuhan siswa yang beragam. Pembelajaran sains terpadu menggabungkan berbagai disiplin ilmu sains dan menghubungkannya dengan dunia nyata, menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan bermakna bagi siswa. Dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan dan menghadapi tantangan masa depan, pada bab ini akan dijelaskan tentang tiga hal utama dalam inovasi pembelajaran sains terpadu yang perlu diperhatikan, yaitu kolaborasi lintas disiplin ilmu, pengalaman belajar yang relevan, dan penerapan teknologi (Asmar & Suryadarma, 2021; Fitria, 2018; Permanasari, 2016; Listyawati, 2012).

R. Nurjehan*, A. Kusumawati, S. T. Wati, M. A. Rangkuti, M. H. Solim

*SD Negeri 050763 Gebang, e-mail: rnrjehan@gmail.com

© 2023 Editor & Penulis

Nurjehan, R., Kusumawati, A., Wati, S. T., Rangkuti, M. A., Solim, M. H. (2023). Inovasi Pembelajaran Sains Terpadu untuk Anak Sekolah Dasar dan Menengah. Dalam A. C. Nur & F. N. Mahmudah (Ed.), Masa Depan Manajemen Pendidikan Indonesia: Era Society 5.0 (113–150). Penerbit BRIN. 10.55981/brin.1354.c1058 E-ISBN: 978-602-6303-57-8

Pembelajaran sains terpadu melibatkan kolaborasi lintas disiplin, di mana siswa tidak hanya belajar tentang satu bidang sains, tetapi juga mempelajari hubungan dan keterkaitan antara berbagai disiplin ilmu, seperti biologi, kimia, fisika, dan ilmu lingkungan yang saling terkait dan saling memengaruhi (Asmar & Suryadarma, 2021; Sugiyanto et al., 2012; Listyawati, 2012; Ikhwanuddin et al., 2010).

Para guru dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk menghubungkan konsep-konsep sains dengan konteks yang nyata dan signifikan bagi mereka. Selain itu, teknologi juga menjadi komponen yang sangat krusial dalam inovasi pembelajaran sains terpadu, seperti penggunaan perangkat lunak pembelajaran interaktif, simulasi virtual, atau eksperimen digital (Ramdani et al., 2020; Jayawardana & Gita, 2020) yang memberikan sarana terbaik untuk eksplorasi dan pemahaman konsep sains (Parmin & Khusniati, 2021; Asmar & Suryadarma, 2021).

Dengan memperhatikan ketiga hal tersebut, inovasi pembelajaran sains terpadu di tingkat sekolah dasar dan menengah ini diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif. Ditambah lagi, pengalaman belajar yang relevan memungkinkan siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan sains dalam situasi yang nyata dan bermakna bagi mereka dalam kehidupan sehari-hari (Asmar & Suryadarma, 2021; Fitria, 2018).

B. Inovasi Pembelajaran Sains Terpadu

Sebelum memasuki pembahasan tentang ketiga aspek penting dalam menciptakan inovasi pembelajaran sains terpadu, penting bagi siswa-siswi, guru, perangkat sekolah, dan civitas untuk mengenal dan memahami beberapa teori yang relevan untuk mendapatkan gambaran yang utuh untuk menerapkan inovasi pembelajaran yang sesuai. Berikut beberapa teori yang berkaitan dengan inovasi dalam pembelajaran sains.

- 1) **Konstruktivisme**
Teori ini mengemukakan bahwa siswa secara aktif membangun pemahaman mereka sendiri melalui interaksi dengan lingkungan dan pengalaman mereka. Dalam pembelajaran sains, pendekatan konstruktivis mengarahkan pada penyajian materi dalam konteks yang bermakna, eksperimen, dan penyelidikan yang memungkinkan siswa untuk secara aktif membangun konsep-konsep sains.
- 2) **Kognitivisme**
Teori ini menekankan pentingnya pemrosesan informasi dan pengembangan kognitif dalam pembelajaran. Dalam pembelajaran sains, pendekatan kognitivis mengarahkan pada penyajian informasi secara terstruktur dan mendalam, serta memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Bayir & Evmez, 2019; Syafii et al., 2022).
- 3) **Pembelajaran berbasis masalah**
Teori ini menekankan pentingnya mengajukan masalah nyata dan kompleks sebagai titik awal pembelajaran. Dalam konteks pembelajaran sains, ini dapat berarti memberikan siswa masalah atau tantangan yang mendorong mereka untuk menerapkan konsep-konsep sains dalam situasi dunia nyata (Parmin & Khusniati, 2021).
- 4) **Pembelajaran berbasis proyek**
Teori ini melibatkan siswa dalam proyek nyata dengan penerapan konsep-konsep sains untuk mencapai hasil tertentu. Siswa dapat bekerja dalam tim untuk merencanakan, melaksanakan, dan mengkomunikasikan proyek-proyek yang berfokus pada topik sains tertentu (Bayir & Evmez, 2019).
- 5) **Pembelajaran berbasis teknologi**
Teknologi dapat menjadi alat yang kuat untuk memvisualisasikan konsep-konsep sains yang abstrak sehingga dalam teori ini dapat memfasilitasi eksperimen virtual dan meningkatkan keterlibatan siswa dan guru (Parmin & Khusniati, 2021).

6) Pembelajaran berbasis konsep

Pada pemahaman konsep-konsep dasar dalam sains, diperlukan teori yang memfokuskan pada pemahaman pada konsep, bukan hanya sekedar menghafal fakta. Konsep-konsep ini dihubungkan dengan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, sehingga siswa dan guru dapat melihat relevansi dan manfaat konsep tersebut (Parmin & Khusniati, 2021).

7) Teori kecerdasan majemuk

Teori yang menyatakan bahwa siswa memiliki beragam jenis kecerdasan dan belajar dengan cara yang berbeda. Dalam pembelajaran sains, pendekatan ini mendorong penggunaan beragam metode dan materi pembelajaran yang memenuhi berbagai gaya belajar (Syafii et al., 2022).

Teori-teori yang disebutkan di atas sangat berkaitan dengan persiapan dalam menciptakan inovasi dalam pembelajaran sains dan hal ini sebenarnya sangat membutuhkan kombinasi dari berbagai teori dan pendekatan, tidak hanya fokus pada satu teori, yang memang benar-benar sesuai dengan kebutuhan siswa-siswi di sekolah, para pengajar (guru), fasilitas yang tersedia, dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Oleh karena itu, penting untuk mengakomodasi keberagaman siswa pada era Society 5.0 saat ini dan menjaga relevansi materi sains dengan dunia nyata agar pembelajaran menjadi lebih bermakna dan efektif.

1. Kolaborasi Lintas Disiplin Ilmu

Dalam era pendidikan modern, pembelajaran sains terpadu menjadi kunci untuk menciptakan pendekatan yang holistik dan relevan. Integrasi antara berbagai disiplin ilmu, seperti IPA, matematika, psikologi, dan sosiologi, memungkinkan siswa memahami konsep sains dengan dunia nyata secara lebih mendalam. Pendekatan ini tidak hanya memperkaya pengetahuan akademik, tetapi juga membangun keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan komunikasi yang efektif.

a. Pengertian dan Tujuan

Dalam pembelajaran sains terpadu, kolaborasi ini mengacu pada integrasi dua atau lebih disiplin ilmu yang berbeda dalam konteks pembelajaran sains. Hal ini melibatkan kerja sama antara guru dari berbagai disiplin ilmu, seperti IPA (fisika, biologi, kimia) dan matematika, untuk menyajikan materi sains secara holistik dan terintegrasi (Asmar & Suryadarma, 2021; Fitria, 2018; Ikhwanuddin et al., 2010). Dalam kolaborasi lintas disiplin, guru-guru bekerja bersama untuk merancang dan mengembangkan kurikulum yang mengintegrasikan konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu (Nurjehan, 2022; Novianto & Mustadi, 2015; Nurjehan & Muchtar, 2023).

Ilmu sains memiliki hubungan yang saling melengkapi dengan ilmu lainnya dalam konteks manajemen pendidikan secara umum. Selain IPA dan matematika, integrasi ilmu sains dengan ilmu pendidikan, psikologi, dan sosiologi memungkinkan terbentuknya pendekatan pendidikan yang holistik dan efektif (Sari & Amin, 2020). Ilmu sains memberikan konten dan konsep yang akan diajarkan, sedangkan ilmu pendidikan memberikan wawasan tentang metode pengajaran yang sesuai dengan tahap perkembangan siswa. Di sisi lain, ilmu psikologi membantu memahami aspek kognitif dan emosional siswa, yang esensial dalam mengadaptasi materi pembelajaran. Ilmu sosiologi juga memiliki peran dalam menciptakan lingkungan kelas yang inklusif dan mendukung. Integrasi ilmu-ilmu ini mendukung tujuan manajemen pendidikan dalam menciptakan lingkungan pembelajaran yang terstruktur, adaptif, dan berorientasi pada hasil pembelajaran yang optimal. Selain itu, pemahaman tentang konsep-konsep sains tidak hanya berkaitan dengan konten pembelajaran, tetapi juga melibatkan penerapan dalam konteks kehidupan nyata (Parmin & Khusniati, 2021). Bahkan, integrasi dengan ilmu ekonomi dan lingkungan dapat membantu siswa memahami implikasi sains dalam berbagai aspek kehidupan, seperti dampak lingkungan, ekonomi, dan sosial (Syafii et al., 2022). Tentu, hal ini mendorong siswa untuk mengaitkan pemahaman konsep sains dengan dunia

nyata, menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Secara keseluruhan, hubungan erat antara ilmu sains dengan ilmu lainnya memungkinkan pendidikan yang lebih holistik dan relevan, sesuai dengan tujuan manajemen pendidikan dalam menciptakan proses pembelajaran yang berdaya guna dan komprehensif.

Oleh sebab itu, kolaborasi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh tentang sains, memperkuat keterampilan berpikir kritis, dan mengaitkan pengetahuan sains dengan situasi nyata (Novianto & Mustadi, 2015). Dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, siswa dapat melihat keterkaitan antarmateri dan memperoleh wawasan yang lebih komprehensif tentang sains sebagai sebuah kesatuan. Selain itu, hal ini juga mendorong siswa untuk berpikir kritis (Listyawati, 2012), memecahkan masalah, dan mengembangkan keterampilan berkomunikasi yang efektif sehingga siswa dapat melihat bagaimana sains berhubungan dengan bidang-bidang lain, seperti teknologi, lingkungan, kesehatan, dan sosial budaya (Nurjehan & Muchtar, 2023; Nurjehan, 2022; Asmar & Suryadarma, 2021; Fitria, 2018; Syafii et al., 2022).

b. Manfaat

Kolaborasi lintas disiplin dalam pembelajaran sains terpadu memiliki beberapa manfaat yang signifikan. Berikut ini adalah beberapa manfaatnya.

- 1) **Pemahaman yang komprehensif**
Dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, siswa dapat melihat hubungan dan keterkaitan antarmateri, yang membantu mereka membangun pemahaman yang lebih mendalam tentang sains secara holistik (Fitria, 2018; Asmar & Suryadarma, 2021).
- 2) **Relevansi dan keterkaitan dengan dunia nyata**
Para siswa dapat melihat bagaimana konsep-konsep sains diterapkan dalam situasi nyata, seperti masalah lingkungan, teknologi, kesehatan, dan kehidupan sehari-hari (Nurjehan, 2022; Sugiyanto et al., 2012; Ramdani et al., 2020).

- 3) Keterampilan berpikir kritis
Mereka diajak untuk menghubungkan konsep-konsep sains, memecahkan masalah, dan mengembangkan pemikiran yang kritis (Fitria, 2018; Listyawati, 2012).
- 4) Pengembangan keterampilan berkomunikasi:
Dalam proses pembelajaran yang melibatkan berbagai disiplin ilmu, siswa perlu berkomunikasi dengan baik, berbagi ide, dan bekerja sama dalam kelompok. Ini membantu mereka mengasah keterampilan berkomunikasi verbal, tulisan, dan kerja sama tim (Asmar & Suryadarma, 2021; Sugiyanto et al., 2012 Listyawati, 2012; Fitria, 2018).
- 5) Perspektif yang lebih luas
Dengan mempelajari sains dari berbagai disiplin ilmu, siswa dapat memperluas pemahaman mereka tentang sains dan melihat berbagai pendekatan dan sudut pandang yang berbeda (Fitria, 2018).

c. Contoh-Contoh Praktik Kolaborasi

Polusi air merupakan salah satu isu lingkungan yang kompleks dan membutuhkan pendekatan lintas disiplin ilmu untuk memahaminya secara menyeluruh. Melalui pembelajaran berbasis proyek, siswa dapat mengeksplorasi dampak polusi air dari berbagai perspektif, seperti biologi, kimia, dan ekologi. Pendekatan ini tidak hanya memperluas wawasan siswa tentang interaksi antara polusi air dan organisme hidup, tetapi juga mendorong mereka untuk menganalisis data ilmiah dan mengevaluasi dampaknya terhadap ekosistem. Dengan demikian, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga mengembangkan kesadaran lingkungan dan keterampilan kritis dalam mencari solusi untuk menjaga keberlanjutan ekosistem air.

1) Proyek Penelitian Terpadu

Guru dari berbagai disiplin ilmu bekerja sama untuk merancang proyek penelitian yang melibatkan konsep-konsep dari beberapa bidang sains. Misalnya, siswa dapat melakukan penelitian tentang polusi air yang melibatkan aspek kimia, biologi, dan lingkungan (Sugiyanto et al.,

2012; Rohwati, 2012), yang dapat dilihat pada Gambar 5.1A. Dalam proyek penelitian tentang polusi air yang melibatkan kolaborasi lintas disiplin, siswa akan memiliki kesempatan untuk belajar tentang berbagai aspek terkait polusi air dan bagaimana hal tersebut memengaruhi organisme hidup, menganalisis komposisi kimia air, serta mengevaluasi dampaknya terhadap ekosistem (Murdiyarso et al., 2010).

Jika berbicara tentang dampak polusi air terhadap organisme hidup, para siswa akan mempelajari bagaimana polusi tersebut dapat membahayakan organisme hidup dalam ekosistem. Misalnya, logam berat atau bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari habitat alami organisme hidup. Mereka juga akan belajar tentang konsep seperti bioakumulasi, biomagnifikasi, dan toksisitas yang terkait dengan polusi air. Mereka akan mempelajari bagaimana organisme hidup, mulai dari mikroorganisme hingga hewan air dapat terkena dampak negatif polusi air, seperti gangguan pada sistem reproduksi, perubahan perilaku, atau kematian. Selanjutnya, mereka juga dapat belajar tentang cara analisis komposisi kimia air untuk mengidentifikasi adanya kontaminan atau polutan dalam air, bagaimana menguji kualitas air, seperti pengukuran pH, kekeruhan, kandungan oksigen terlarut, dan konsentrasi zat kimia tertentu. Dengan demikian, siswa akan memahami bagaimana komposisi kimia air dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan tingkat polusi dan dampaknya pada organisme hidup. Terakhir, kegiatan ini dapat diakhiri dengan evaluasi dampak polusi air terhadap ekosistem. Mereka akan mampu menganalisis bagaimana polusi air dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam rantai makanan dan memengaruhi interaksi antarorganisme. Siswa juga akan mempelajari bagaimana perubahan dalam komposisi kimia air dapat memengaruhi keberlanjutan ekosistem air dan menyebabkan perubahan dalam populasi organisme. Bahkan, mereka akan mempertimbangkan implikasi jangka panjang dari polusi air terhadap keanekaragaman hayati, keberlanjutan sumber daya air, dan keseimbangan ekosistem secara umum (Murdiyarso et al., 2010).

Dengan mempelajari aspek-aspek tersebut, para siswa akan memiliki pemahaman yang lebih komprehensif tentang polusi air dan dampaknya terhadap organisme hidup, analisis komposisi kimia air, serta evaluasi dampaknya terhadap ekosistem. Pengetahuan ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan kesadaran lingkungan yang lebih baik, mengidentifikasi solusi untuk masalah tersebut, dan berpartisipasi dalam upaya pelestarian dan perlindungan lingkungan air (Campisano et al., 2017; Sugiyanto et al., 2012).

2) Proyek Desain dan Inovasi

Guru sains, matematika, dan teknologi bekerja sama untuk melibatkan siswa dalam proyek desain dan inovasi yang diperlihatkan pada Gambar 5.1B. Misalnya, siswa dapat diminta untuk merancang dan membangun perangkat atau sistem yang memecahkan masalah dunia nyata dengan menerapkan prinsip-prinsip sains (Permanasari, 2016; Listyawati, 2012), menggunakan keterampilan matematika (Purnomo, 2011; Ikhwanuddin et al., 2010), dan memanfaatkan teknologi (Rachmantika & Wardono, 2019; Ramdani et al., 2020). Ketika siswa dapat melakukan hal-hal tersebut, mereka akan terlibat dalam proses pembelajaran yang aktif dan terpadu (Fitria, 2018).

Dalam menerapkan prinsip-prinsip sains, mereka akan mengidentifikasi konsep-konsep sains yang relevan dengan masalah yang mereka hadapi, seperti hukum fisika, prinsip kimia, atau konsep biologi, kemudian menerapkan pengetahuan sains ini untuk memahami dasar-dasar teori yang diperlukan dalam merancang solusi yang efektif (Asmar & Suryadarma, 2021; Listyawati, 2012; Ikhwanuddin et al., 2010). Misalnya, siswa dapat menerapkan hukum gerak Newton dalam merancang mekanisme atau menggunakan prinsip kelistrikan dalam merancang rangkaian listrik (Mulyani & Hartono, 2018). Lalu, bagaimana mereka menggunakan keterampilan matematika untuk memecahkan masalah dan mengoptimalkan desain perangkat atau sistem. Para siswa akan mampu menerapkan konsep matematika, seperti perhitungan, pengukuran, analisis data, dan pemodelan matematika (Purnomo, 2011; Ikhwanuddin et al., 2010). Siswa akan menggunakan rumus, persamaan, grafik, atau perhitungan

matematika lainnya untuk mengukur, memprediksi, atau menganalisis berbagai parameter atau variabel yang relevan dengan perangkat atau sistem yang mereka rancang (Rachmantika & Wardono, 2019). Keterampilan matematika ini akan membantu siswa dalam membuat keputusan desain yang baik dan memastikan efektivitas solusi yang mereka tawarkan (Parmin & Khusniati, 2021). Selanjutnya, kegiatan yang tidak kalah pentingnya ialah dalam memanfaatkan teknologi saat ini. Mereka bisa menggunakan alat dan perangkat lunak yang sesuai untuk membantu mereka dalam proses desain, simulasi, atau prototipe. Teknologi, seperti perangkat lunak komputer, alat pemrograman, sensor, atau perangkat keras lainnya, dapat digunakan siswa untuk merancang, memodelkan, dan memvisualisasikan solusi mereka. Dengan memanfaatkan teknologi, siswa dapat menguji dan mengoptimalkan solusi mereka secara efisien (Permanasari, 2016; Ramdani et al., 2020).

Melalui penggabungan prinsip-prinsip sains, keterampilan matematika, dan teknologi, siswa akan terlibat dalam pembelajaran yang terpadu dan relevan dengan dunia nyata. Mereka akan mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep sains, meningkatkan keterampilan matematika, dan belajar memanfaatkan teknologi untuk merancang solusi yang inovatif (Purnomo, 2011; Rachmantika & Wardono, 2019; Ramdani et al., 2020; Ikhwanuddin et al., 2010). Pendekatan ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpikir kritis, berkolaborasi, dan mengintegrasikan pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu dalam persiapan menghadapi tantangan pada masa depan.

3) Studi Kasus Multidisiplin

Guru dari berbagai disiplin ilmu bekerja sama untuk menyajikan studi kasus multidisiplin yang menggabungkan konsep-konsep dari beberapa bidang sains. Saat siswa menganalisis situasi yang kompleks, seperti perubahan iklim (Murdiyarso et al., 2010; Li et al., 2022), dan mempelajari dampaknya melalui perspektif yang berbeda, mereka memiliki kesempatan untuk mengembangkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang masalah tersebut (Gambar 5.1C).

Dalam kasus perubahan iklim, setiap siswa akan mempelajari perubahan iklim sebagai fenomena yang kompleks dan multidimensional. Mereka akan memahami dasar-dasar ilmiah di balik perubahan iklim, termasuk faktor-faktor penyebab, seperti emisi gas rumah kaca, aktivitas manusia, dan efek rumah kaca (Li et al., 2022; Herawati, 2012). Siswa akan menganalisis data dan informasi tentang suhu global, tingkat polusi udara, tingkat deforestasi, dan faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap perubahan iklim (Murdiyarso et al., 2010). Dengan pemahaman ini, mereka dapat mengidentifikasi tren, pola, dan dampak jangka panjang perubahan iklim pada lingkungan dan kehidupan manusia. Kemudian, bagaimana mereka bisa melihat dari perspektif yang berbeda, misalnya dengan memanfaatkan pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu, seperti biologi, fisika, kimia, dan lingkungan. Mereka akan mempelajari dampak perubahan iklim pada ekosistem, kesehatan manusia, sistem cuaca, dan keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, para siswa akan dapat memperoleh wawasan yang lebih holistik tentang perubahan iklim dan konsekuensinya (Murdiyarso et al., 2010; Fitria, 2018; Listyawati, 2012). Bahkan, pada akhirnya mereka mampu memprediksi konsekuensi yang muncul. Murdiyarso et al. (2010) kemudian mempelajari model prediksi, simulasi, dan alat lain yang digunakan dalam studi perubahan iklim. Siswa akan memperoleh pemahaman tentang perubahan suhu global, peningkatan tingkat air laut, kekeringan, bencana alam, dan dampak lainnya yang dapat terjadi akibat perubahan iklim. Dengan memprediksi konsekuensi ini, mereka dapat mengantisipasi tantangan dan merencanakan tindakan mitigasi yang tepat.

Para siswa yang mengerti akan perubahan iklim dapat merancang solusi yang berkelanjutan. Mereka diharapkan mampu memahami tentang upaya mitigasi, adaptasi, dan keberlanjutan yang dapat dilakukan dalam berbagai sektor, termasuk energi, transportasi, pertanian, dan industri. Siswa akan menerapkan pengetahuan mereka dalam merancang solusi yang mempromosikan penggunaan energi terbarukan (Gallo et al., 2016), konservasi sumber daya, pengelolaan

limbah yang lebih baik, dan praktik berkelanjutan lainnya (Kokkinos et al., 2018). Dengan merancang solusi yang berkelanjutan, siswa dapat menjadi agen perubahan yang berkontribusi pada upaya mitigasi perubahan iklim dan menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan (Murdiyarso et al., 2010). Tidak hanya sampai di situ saja, mereka juga dapat berpikir secara kritis, logis, dan sistemis. Dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan logis (Permanasari, 2016) pada konteks perubahan iklim, mereka akan belajar untuk menganalisis argumen dan bukti ilmiah yang mendukung atau menentang tindakan terkait perubahan iklim. Siswa akan mempertimbangkan kepentingan berbagai pemangku kepentingan dan mempertimbangkan implikasi sosial, ekonomi, dan politik dari keputusan yang terkait dengan perubahan iklim (Murdiyarso et al., 2010). Kemudian, siswa akan melatih keterampilan berpikir sistemis (Rachmantika & Wardono, 2019) untuk mempelajari hubungan yang kompleks antara unsur-unsur dalam sistem ekologi, sosial, dan ekonomi. Para siswa diharapkan mampu memahami bahwa perubahan dalam satu aspek dapat memiliki dampak yang luas dan saling terkait dalam sistem yang lebih besar dan mampu mengidentifikasi solusi yang holistik dan memahami pentingnya pendekatan berkelanjutan dalam menangani perubahan iklim (Li et al., 2022; Murdiyarso et al., 2010).

4) Proyek Kolaboratif Antardisiplin

Dalam konteks inovasi pembelajaran, guru dari berbagai disiplin ilmu dapat mengorganisasi proyek kolaboratif antardisiplin, di mana siswa bekerja dalam kelompok yang terdiri dari anggota dengan latar belakang dan pengetahuan yang berbeda (Fitria, 2018; Nurjehan, 2022). Hal ini memungkinkan siswa untuk belajar satu sama lain dan mengintegrasikan konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu (Gambar 5.1D). Hal yang harus dilakukan pertama-tama adalah bagaimana pengorganisasian proyek kolaboratif dapat berjalan dengan optimal. Guru bertugas mengorganisasi proyek kolaboratif antardisiplin yang melibatkan siswa dari berbagai disiplin ilmu, yakni sains, matematika, bahasa, seni, dan sebagainya (Rachmantika & Wardono, 2019). Proyek

ini dirancang sedemikian rupa sehingga setiap anggota kelompok memiliki peran dan tanggung jawab yang jelas berdasarkan keahlian dan pengetahuannya (Fitria, 2018; Listyawati, 2012). Lalu, guru membentuk kelompok siswa dengan latar belakang dan pengetahuan yang berbeda. Setiap kelompok terdiri dari anggota dengan latar belakang dan pengetahuan yang berbeda. Misalnya, dalam sebuah proyek tentang lingkungan, kelompok dapat terdiri dari siswa dengan keahlian dalam sains, matematika, bahasa, seni, ekonomi, dan sosial. Dengan demikian, setiap anggota kelompok dapat memberikan kontribusi unik berdasarkan keahlian dan pengetahuannya (Purnomo, 2011; Fitria, 2018; Nurjehan, 2022).

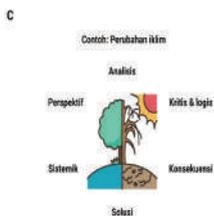
A



B



C



D



E



Keterangan: (A) Proyek penelitian terpadu; (B) Proyek desain dan inovasi; (C) Studi kasus multidisiplin; (D) Proyek kolaboratif antardisiplin; dan (E) Simulasi dan permainan berbasis sains terpadu

Gambar 5.1 Contoh-Contoh Praktik Kolaborasi

Melalui proyek kolaboratif ini, siswa memiliki kesempatan untuk belajar satu sama lain (Fitria, 2018). Mereka dapat saling berbagi pengetahuan, pengalaman, dan perspektif dari disiplin ilmu yang berbeda. Misalnya, siswa yang memiliki latar belakang sains dapat membagikan pemahaman mereka tentang prinsip-prinsip sains kepada siswa dengan latar belakang bahasa atau seni dan sebaliknya. Hal ini menciptakan lingkungan pembelajaran yang inklusif dan memfasilitasi pertukaran ide dan pengetahuan yang kaya. Di samping itu, mereka diharapkan mampu mengintegrasikan konsep dari berbagai disiplin ilmu. Sebagai contoh, dalam proyek tentang energi terbarukan (Gallo et al., 2016), siswa dapat menggabungkan pengetahuan mereka tentang sains untuk memahami bagaimana energi terbarukan dihasilkan, matematika untuk menghitung efisiensi energi, bahasa untuk menyusun laporan atau presentasi, dan seni untuk mengomunikasikan konsep secara kreatif (Asmar & Suryadarma, 2021; Fitria, 2018). Integrasi ini memungkinkan siswa untuk melihat hubungan yang kompleks antara disiplin ilmu dan memahami bagaimana konsep-konsep tersebut saling terkait dalam konteks dunia nyata.

Siswa akan belajar bekerja dalam tim. Mereka seharusnya dapat berkomunikasi secara efektif (Asmar & Suryadarma, 2021), mendengarkan, dan menghargai ide-ide dari anggota kelompok lain, dan memecahkan masalah secara bersama-sama (Fitria, 2018). Mereka akan belajar bagaimana berkolaborasi dengan orang-orang yang memiliki latar belakang dan pengetahuan yang berbeda, menghormati perbedaan, dan menciptakan sinergi dalam mencapai tujuan proyek. Dengan demikian, para siswa akan mampu menerapkan konsep-konsep yang dipelajari dalam konteks nyata. Mereka akan belajar bagaimana menerapkan prinsip-prinsip sains, keterampilan matematika (Purnomo, 2011; Rachmantika & Wardono, 2019), dan teknologi dalam merancang dan membangun solusi untuk masalah dunia nyata (Ramdani et al., 2020). Contohnya, dalam proyek tentang lingkungan, siswa dapat merancang dan membangun sistem daur ulang, memanfaatkan energi terbarukan (Gallo et al., 2016), atau mengembangkan strategi pengelolaan limbah yang berkelanjutan (Kokkinos et al., 2018) sehingga siswa dapat melihat relevansi dan aplikasi praktis dari konsep-konsep yang dipelajari dalam pembelajaran sains terpadu (Listyawati, 2012).

Jika kita melihat lebih jauh tentang proyek kolaboratif antardisiplin ini, hal tersebut tidak terlepas dari peran dari berbagai disiplin ilmu, seperti ilmu ekonomi dan sosial (Syafii et al., 2022), apalagi dalam menghadapi perkembangan zaman saat ini. Oleh sebab itu, inovasi pembelajaran ternyata juga memiliki kaitan yang erat dengan kedua ilmu tersebut karena mampu membentuk pola pikir dan keterampilan yang relevan dengan tuntutan dunia modern. Misalnya saja dalam ilmu ekonomi, inovasi pembelajaran dapat menghasilkan tenaga kerja yang lebih kompeten dan siap beradaptasi dengan dinamika pasar global. Keterampilan seperti berpikir kritis, kreativitas, dan kemampuan memecahkan masalah yang diperoleh melalui inovasi pembelajaran mempersiapkan individu untuk menjadi kontributor yang berharga dalam sektor ekonomi, merangsang pertumbuhan bisnis, dan menciptakan inovasi yang lebih baik.

Dalam ilmu sosial, inovasi pembelajaran mendukung perkembangan kognitif dan sosial siswa, mempersiapkan mereka

untuk berinteraksi dalam masyarakat yang makin kompleks. Kemampuan untuk bekerja dalam tim, berkomunikasi dengan efektif, dan memiliki pemahaman yang mendalam tentang isu-isu sosial memungkinkan para siswa untuk terlibat dalam perubahan sosial yang positif. Inovasi pembelajaran juga dapat memberikan kesempatan untuk memahami perbedaan budaya, menghargai keragaman, dan membangun toleransi dalam masyarakat yang makin multicultural (Syafii et al., 2022; Sari & Amin, 2020). Oleh karena itu, inovasi pembelajaran harus terus beradaptasi dengan perkembangan teknologi dan dinamika sosial. Proses pembelajaran perlu melibatkan metode yang memungkinkan siswa mengembangkan keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan masa depan, seperti literasi digital, kemampuan berpikir lateral, dan fleksibilitas (Parmin & Khusniati, 2021; Sari & Amin, 2020). Sistem pembelajaran juga harus responsif terhadap perubahan sosial, memasukkan pemahaman tentang isu-isu global, seperti lingkungan dan keberlanjutan, sehingga siswa dapat menjadi agen perubahan yang berkontribusi pada solusi yang berkelanjutan.

5) Simulasi dan Permainan Berbasis Sains Terpadu

Penggunaan simulasi komputer atau permainan berbasis sains terpadu dapat melibatkan siswa dalam pengalaman belajar yang terintegrasi (Pratama et al., 2019; Bayir & Evmez, 2019). Misalnya, penggunaan perangkat lunak simulasi dalam pembelajaran sains memberikan kesempatan kepada siswa untuk menjelajahi interaksi antara organisme hidup dalam ekosistem, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi populasi, dan mengukur dampak perubahan lingkungan (Rohwati, 2012).

Para siswa sebenarnya diharapkan mampu eksplorasi interaksi antarorganisme dalam ekosistem dalam simulasi dan permainan berbasis sains (Gambar 5.1E). Perangkat lunak simulasi memungkinkan siswa untuk menjelajahi interaksi kompleks antara organisme hidup dalam ekosistem. Dengan menggunakan simulasi ini, siswa dapat mengamati dan mempelajari bagaimana organisme saling bergantung satu sama lain dalam rantai makanan, siklus energi,

dan siklus materi dalam ekosistem (Gallo et al., 2016; Boehlert & Gill, 2010). Mereka dapat memahami konsep-konsep, seperti produsen, konsumen, dekomposer, kompetisi, dan simbiosis, melalui pengalaman interaktif. Kemudian, para siswa dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi populasi organisme dalam suatu ekosistem. Mereka dapat mengamati bagaimana perubahan suhu, ketersediaan sumber daya, *predator-prey* (Boehlert & Gill, 2010), dan faktor lingkungan lainnya dapat memengaruhi pertumbuhan dan keberlanjutan populasi. Dengan melakukan eksperimen virtual di dalam simulasi, siswa dapat mengubah variabel-variabel tertentu dan mengamati bagaimana perubahan ini berdampak pada populasi organisme.

Simulasi juga memungkinkan siswa untuk mengukur dampak perubahan lingkungan pada ekosistem. Dengan menggunakan perangkat lunak simulasi, siswa dapat menyimulasikan perubahan lingkungan, seperti perubahan suhu, polusi, deforestasi, atau penambahan spesies baru. Mereka dapat mengamati bagaimana perubahan ini memengaruhi kelangsungan hidup organisme, keanekaragaman hayati, dan keseimbangan ekosistem secara keseluruhan (Li et al., 2022; Murdiyarso et al., 2010). Dengan demikian, siswa dapat mengembangkan pemahaman tentang dampak manusia terhadap lingkungan dan pentingnya konservasi. Selain itu, proses integrasi konsep dari berbagai bidang sains, seperti biologi, ekologi, dan kimia, sangatlah dibutuhkan untuk mempelajari keterkaitan antara tingkat oksigen, ketersediaan nutrisi, dan pertumbuhan populasi dalam simulasi yang menggabungkan konsep biologi dan kimia. Integrasi konsep-konsep ini membantu siswa memahami hubungan yang kompleks antara berbagai aspek ilmu pengetahuan alam (Fitria, 2018; Rohwati, 2012).

Dengan menggunakan perangkat lunak simulasi, siswa dapat menjelajahi interaksi antara organisme hidup dalam ekosistem, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi populasi, dan mengukur dampak perubahan lingkungan. Mereka dapat melakukannya melalui pengalaman praktis dan interaktif

di lingkungan virtual. Penggunaan perangkat lunak simulasi memungkinkan siswa untuk belajar dengan cara yang lebih menarik dan memperdalam pemahaman mereka tentang konsep-konsep sains yang terkait (Asmar & Suryadarma, 2021). Tidak hanya sampai di situ, para siswa juga dapat mengobservasi secara langsung interaksi antara organisme hidup, seperti predasi, persaingan, simbiosis, dan saling ketergantungan dalam rantai makanan (Boehlert & Gill, 2010). Mereka dapat melihat bagaimana perubahan dalam populasi satu spesies dapat memengaruhi populasi organisme lain dalam ekosistem. Melalui simulasi ini, siswa dapat melihat implikasi jangka panjang dari perubahan lingkungan terhadap keberlanjutan dan keseimbangan ekosistem. Selain itu, perangkat lunak simulasi juga memungkinkan siswa untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi populasi organisme dalam ekosistem. Mereka dapat mengubah variabel-variabel, seperti suhu, ketersediaan sumber daya, polusi, atau interaksi predator-mangsa dalam simulasi, dan mengamati dampaknya terhadap kelangsungan hidup populasi. Dengan demikian, siswa dapat melihat bagaimana perubahan lingkungan dapat memengaruhi dinamika populasi organisme (Boehlert & Gill, 2010; Kokkinos et al., 2020).

Penggunaan perangkat lunak simulasi dalam pembelajaran sains terpadu memberikan siswa pengalaman langsung dalam memahami kompleksitas ekosistem dan interaksi di dalamnya. Mereka dapat melihat bagaimana konsep-konsep dari berbagai bidang sains, seperti biologi, ekologi, dan kimia, saling terkait dan berinteraksi dalam konteks nyata. Simulasi juga memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan analitis, pemecahan masalah, dan pemodelan konseptual yang diperlukan dalam menghadapi tantangan lingkungan dan mengejar solusi berkelanjutan. Dengan demikian, penggunaan perangkat lunak simulasi dalam pembelajaran sains terpadu memperluas pemahaman siswa tentang hubungan kompleks antara organisme hidup, lingkungan, dan dampak perubahan. Menurut Rachmantika dan Wardono (2019), hal ini membantu siswa mengembangkan pemikiran sistemis, keterampilan berpikir kritis,

dan pemahaman tentang pentingnya konservasi dan keberlanjutan lingkungan (Asmar & Suryadarma, 2021; Sugiyanto et al., 2012). Melalui pemahaman yang mendalam tentang interaksi dalam ekosistem dan dampak perubahan lingkungan, siswa diharapkan dapat menjadi agen perubahan yang peduli terhadap lingkungan dan mampu merancang solusi yang berkelanjutan.

2. Pengalaman Belajar yang Relevan

Pengalaman ini akan memberikan kesempatan bagi siswa untuk memahami dan menerapkan konsep-konsep sains dalam konteks nyata. Dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, seperti biologi, fisika, dan kimia, siswa diajak mengeksplorasi tantangan kompleks yang membutuhkan pendekatan lintas disiplin. Proses ini tidak hanya memperkaya pemahaman teoretis mereka, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kerja sama tim. Lebih lanjut, melalui pengalaman ini, siswa dapat memperoleh pemahaman yang mendalam tentang kaitan sains dengan kehidupan sehari-hari serta dampaknya terhadap masyarakat dan lingkungan.

a. Pengertian dan Tujuan

Pengalaman belajar yang relevan dalam pembelajaran sains terpadu mengacu pada pengalaman yang menyeluruh, menyelaraskan, dan mengintegrasikan konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu sains dalam konteks yang bermakna (Fitria, 2018). Hal ini melibatkan eksplorasi aktif, kolaboratif, dan terpadu antara berbagai bidang sains, seperti biologi, fisika, kimia, dan lingkungan. Pengalaman belajar yang relevan dalam pembelajaran sains terpadu melibatkan pengintegrasian konsep-konsep sains dalam situasi dunia nyata (Listyawati, 2012). Siswa dihadapkan pada masalah atau tantangan kompleks yang membutuhkan pemahaman lintas disiplin untuk memecahkannya. Mereka didorong untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan dari berbagai bidang sains untuk menganalisis situasi, merumuskan pertanyaan, mengumpulkan dan menganalisis data, serta merancang solusi yang berkelanjutan.

Pengalaman belajar yang relevan dalam pembelajaran sains terpadu juga mencakup penggunaan metode, alat, dan teknologi yang mendukung eksplorasi dan pemecahan masalah lintas disiplin (Ramdani et al., 2020). Hal ini termasuk penggunaan perangkat lunak simulasi, perangkat keras laboratorium, sumber daya digital, dan alat pengukuran untuk memperkaya pengalaman belajar siswa. Selain itu, pengalaman belajar ini melibatkan kolaborasi aktif antara siswa, guru, dan mungkin juga ahli atau pakar di bidang terkait. Siswa diberikan kesempatan untuk bekerja dalam tim lintas disiplin, saling berbagi pengetahuan, berdiskusi, dan membangun pemahaman bersama. Kolaborasi ini memperkaya pengalaman belajar siswa dan mengembangkan keterampilan sosial, komunikasi, dan kerja tim (Fitria, 2018). Hal ini juga mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, logika, dan pemecahan masalah. Mereka diajak untuk menghubungkan konsep-konsep sains, mengidentifikasi pola, merumuskan pertanyaan, dan menyimpulkan berdasarkan bukti yang ada. Dalam prosesnya, siswa mengembangkan kemampuan analisis, penalaran ilmiah, dan pemikiran sistemis (Rachmantika & Wardono, 2019; Asmar & Suryadarma, 2021; Listyawati, 2012).

Oleh karena itu, tujuan dari pengalaman belajar yang relevan adalah memberikan siswa pengalaman pembelajaran yang dapat menghubungkan konsep-konsep abstrak dengan situasi nyata, mendorong pemahaman yang mendalam dan aplikasi konsep dalam konteks kehidupan sehari-hari. Melalui pengalaman belajar yang relevan, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan teoretis, tetapi juga keterampilan praktis, pemecahan masalah, dan kritis, serta pemahaman tentang implikasi sosial dan lingkungan dari konsep yang dipelajari.

b. Manfaat

Pengalaman belajar yang relevan dalam pembelajaran sains terpadu memiliki berbagai keuntungan dan manfaat yang signifikan bagi siswa (Gambar 5.2) sebagai berikut.

- 1) **Pemahaman yang mendalam dan holistik**
Para siswa dapat melihat keterkaitan dan hubungan antara berbagai disiplin ilmu sains, memahami kompleksitas sistem alam, dan mengenali dampak perubahan yang terjadi. Pemahaman yang holistik ini memungkinkan siswa untuk mengaitkan pengetahuan yang mereka peroleh dengan situasi nyata dan memberikan perspektif yang lebih luas (Asmar & Suryadarma, 2021; Fitria, 2018; Listyawati, 2012).
- 2) **Keterampilan berpikir lintas disiplin**
Mereka belajar mengintegrasikan konsep-konsep dari berbagai bidang sains, mengidentifikasi pola, menarik kesimpulan, dan membuat hubungan antara informasi yang berbeda. Keterampilan ini membantu siswa dalam pemecahan masalah, penalaran ilmiah, dan pemikiran yang sistemis (Asmar & Suryadarma, 2021; Rachmantika & Wardono, 2019).
- 3) **Kemampuan pemecahan masalah**
Mereka diajak untuk menganalisis situasi kompleks, mengidentifikasi tantangan, dan merancang solusi yang berkelanjutan. Proses ini melibatkan pemikiran kritis, eksplorasi, dan kolaborasi antara siswa (Fitria, 2018). Kemampuan pemecahan masalah yang dikembangkan dalam konteks pembelajaran sains terpadu dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan persiapan karir pada masa depan.
- 4) **Motivasi dan keterlibatan yang tinggi**
Melalui pendekatan yang menantang dan bermakna, siswa merasa terlibat secara aktif dalam eksplorasi, penelitian, dan pembuatan proyek (Listyawati, 2012). Mereka melihat relevansi dan aplikasi praktis dari apa yang mereka pelajari, yang dapat meningkatkan minat dan motivasi mereka dalam sains dan pemahaman terhadap dunia di sekitar mereka (Fitria, 2018).



Gambar 5.2 Beberapa Manfaat dari Pengalaman Belajar yang Relevan

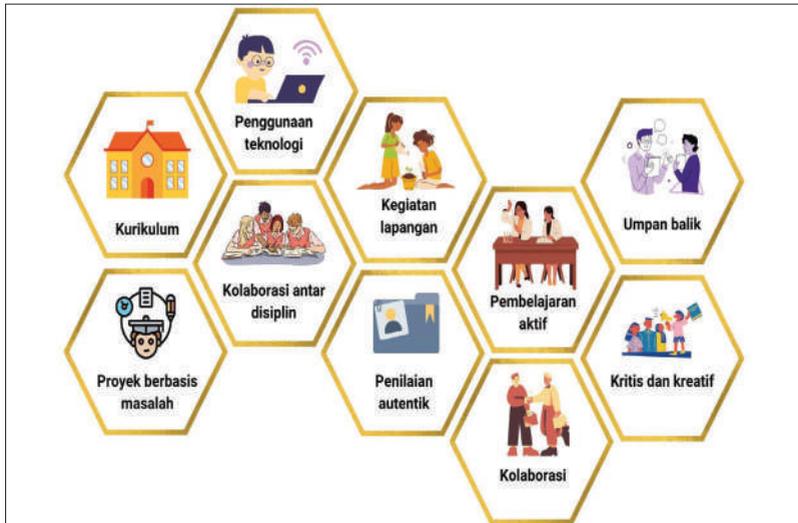
- 5) Keterampilan sosial dan kerja tim
Siswa belajar bekerja bersama anggota kelompok yang memiliki latar belakang dan keahlian yang berbeda, saling berbagi pengetahuan, dan mengintegrasikan kontribusi masing-masing (Fitria, 2018). Ini membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan sosial, komunikasi, dan kepemimpinan mereka kelak.
- 6) Pengembangan keterampilan teknologi
Siswa dapat memanfaatkan perangkat lunak simulasi, alat pengukuran digital, perangkat keras laboratorium, dan sumber daya digital lainnya untuk menjelajahi konsep-konsep sains secara interaktif (Jayawardana & Gita, 2020) sehingga mereka mampu mengembangkan keterampilan dalam penggunaan perangkat lunak, analisis data, pemodelan, dan pemecahan masalah berbasis teknologi, yang sangat relevan dengan dunia yang didorong oleh teknologi saat ini (Riskiono et al., 2020; Ramdani et al., 2020).
- 7) Pengembangan literasi sains yang kuat
Seperti kemampuan untuk membaca, memahami, dan menerapkan pengetahuan sains dalam berbagai konteks (Ramdani et

al., 2020), literasi sains yang kuat memberikan dasar yang kokoh bagi siswa untuk mengikuti perkembangan ilmiah, membuat keputusan berdasarkan bukti, dan berpartisipasi aktif dalam masyarakat yang berpusat pada sains (Permanasari, 2016).

- 8) Peningkatan pemahaman tentang isu-isu global
Mereka belajar mengenali dampak perubahan lingkungan, menganalisis konsekuensinya, dan merancang solusi yang berkelanjutan. Pemahaman tentang isu-isu global memberikan kesadaran sosial dan lingkungan yang penting dalam mempersiapkan siswa menjadi warga global yang bertanggung jawab (Murdiyarso et al., 2010).

c. Strategi dan Implementasi

Untuk menciptakan pengalaman belajar yang relevan pada siswa dalam pembelajaran sains terpadu, yang dapat dilihat pada Gambar 5.3, berikut ialah beberapa strategi dan implementasi yang dapat diterapkan oleh para guru (Nurjehan, 2022).



Gambar 5.3 Strategi dan Implementasi dalam Menciptakan Pengalaman Belajar yang Relevan pada Siswa dalam Pembelajaran Sains Terpadu

- 1) Perencanaan dan desain kurikulum yang terintegrasi
Guru dapat merancang dan membuat desain kurikulum yang terintegrasi, dengan mengidentifikasi konsep-konsep sains utama yang akan diajarkan dan mengaitkannya dengan situasi dunia nyata. Kurikulum harus mencakup berbagai disiplin ilmu sains dan mempromosikan keterkaitan antara mereka (Fitria, 2018; Listyawati, 2012; Nurjehan & Muchtar, 2023; Novianto & Mustadi, 2015).
- 2) Proyek berbasis masalah
Dengan menggunakan pendekatan proyek berbasis masalah, siswa dapat dihadapkan pada masalah dunia nyata yang kompleks yang dapat dipecahkan dengan menerapkan konsep-konsep sains dari berbagai disiplin. Guru dapat menyusun proyek-proyek yang menarik, menantang, dan relevan, yang melibatkan siswa dalam eksplorasi, penelitian, dan pemecahan masalah (Fitria, 2018; Rahayu et al., 2012; Listyawati, 2012; Ikhwanuddin et al., 2010).
- 3) Kolaborasi antardisiplin
Guru dapat mengorganisasi kolaborasi antardisiplin di mana siswa bekerja dalam kelompok dengan anggota yang memiliki latar belakang dan pengetahuan yang berbeda (Nurjehan, 2022; Listyawati, 2012). Setiap anggota kelompok dapat memberikan kontribusi berdasarkan keahlian dan pengetahuannya, memungkinkan siswa untuk belajar satu sama lain, dan mengintegrasikan konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu (Fitria, 2018).
- 4) Penggunaan teknologi dan perangkat lunak interaktif
Guru dapat memanfaatkan teknologi dan perangkat lunak interaktif untuk memberikan pengalaman belajar yang mendalam dan menarik. Simulasi, perangkat lunak interaktif, alat pengukuran digital, dan sumber daya digital lainnya dapat digunakan untuk menjelajahi konsep-konsep sains dalam konteks yang relevan dan memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan materi pelajaran (Jayawardana & Gita, 2020; Ramdani et al., 2020).

- 5) Kegiatan lapangan dan kunjungan ke luar kelas
Guru dapat menyelenggarakan kegiatan lapangan dan kunjungan ke luar kelas yang terkait dengan topik sains terpadu. Melalui pengalaman langsung, siswa dapat melihat dan mengalami konsep-konsep sains dalam konteks nyata, memperkuat pemahaman mereka, dan melihat relevansi materi pelajaran dalam kehidupan sehari-hari (Fitria, 2018; Listyawati, 2012).
- 6) Penilaian autentik
Guru dapat menggunakan penilaian autentik untuk mengukur pemahaman siswa dan kemampuan mereka dalam menerapkan konsep-konsep sains dalam situasi nyata. Penilaian dapat melibatkan proyek, presentasi, penulisan reflektif, dan evaluasi berkelanjutan yang mencerminkan tuntutan dunia nyata dan mencakup berbagai aspek pembelajaran sains terpadu (Fitria, 2018; Listyawati, 2012).
- 7) Kolaborasi dengan instansi pendidikan dan penelitian
Guru dapat menjalin kerja sama dengan pemangku kepentingan luar, seperti ahli sains, peneliti, lembaga lingkungan, dan industri terkait, untuk memberikan pengalaman belajar yang relevan dan memperkaya. Kolaborasi dengan pemangku kepentingan luar dapat melibatkan kunjungan tamu, pelatihan, atau kerja sama proyek. Ini membuka peluang bagi siswa untuk belajar langsung dari para ahli dan mendapatkan pemahaman tentang bagaimana konsep-konsep sains diterapkan dalam konteks nyata.
- 8) Menggunakan pendekatan pembelajaran aktif
Guru dapat menerapkan pendekatan pembelajaran aktif yang melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran. Ini termasuk diskusi kelompok, eksperimen laboratorium, pembelajaran berbasis proyek, dan permainan peran. Dengan berpartisipasi secara aktif, siswa memiliki kesempatan untuk menerapkan pengetahuan mereka dalam situasi yang relevan dan meningkatkan pemahaman mereka secara menyeluruh (Fitria, 2018; Listyawati, 2012).

- 9) Mendukung keterampilan berpikir kritis dan kreatif
Pembelajaran sains terpadu dapat mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Guru dapat memberikan tantangan pemecahan masalah yang kompleks, mendorong siswa untuk berpikir secara kritis tentang informasi yang mereka temui, dan mendorong mereka untuk mengembangkan solusi kreatif (Fitria, 2018; Listyawati, 2012).
- 10) Memberikan umpan balik yang efektif
Guru harus memberikan umpan balik yang konstruktif dan efektif kepada siswa tentang kemajuan mereka dalam pembelajaran sains terpadu. Umpan balik yang baik dapat membantu siswa memahami kekuatan dan kelemahan mereka, memperbaiki pemahaman mereka, dan meningkatkan keterampilan mereka dalam menerapkan konsep-konsep sains dalam konteks yang relevan (Fitria, 2018).

3. Penerapan Teknologi

Penerapan teknologi saat ini merupakan langkah strategis untuk meningkatkan kualitas dan relevansi pendidikan. Teknologi digunakan sebagai alat untuk memfasilitasi pemahaman konsep, mendorong eksplorasi dunia nyata, dan memperkuat keterlibatan siswa secara aktif. Dengan perangkat lunak interaktif, perangkat keras ilmiah, aplikasi seluler, dan platform pembelajaran daring, siswa dapat mengakses materi secara praktis, melakukan simulasi, serta berkolaborasi dengan guru dan teman sekelas. Pendekatan ini tidak hanya akan memperkaya proses pembelajaran, tetapi juga mempersiapkan siswa menghadapi tantangan era digital dengan keterampilan yang lebih adaptif dan inovatif.

a. Pengertian dan Tujuan

Definisi dari penerapan teknologi adalah mengacu pada penggunaan berbagai alat dan aplikasi teknologi yang mendukung proses pembelajaran yang melibatkan integrasi konsep-konsep sains dari berbagai disiplin ilmu. Teknologi dapat digunakan sebagai sarana untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep

sains, memfasilitasi eksplorasi dalam konteks dunia nyata, dan mempromosikan keterlibatan aktif dalam pembelajaran (Ramdani et al., 2020). Penerapan teknologi dalam pembelajaran sains terpadu melibatkan penggunaan perangkat lunak, perangkat keras, aplikasi, sumber daya digital, dan platform pembelajaran daring (Jayawardana & Gita, 2020; Permanasari, 2016). Contoh teknologi yang umum digunakan dalam pembelajaran sains terpadu meliputi perangkat lunak interaktif melalui simulasi, visualisasi, dan eksperimen virtual; perangkat keras ilmiah, yakni mikroskop digital, sensor suhu, pH meter, dan alat pengukur lainnya; aplikasi seluler yang memberikan akses cepat dan praktis ke informasi, simulasi, video pembelajaran, dan aktivitas interaktif; serta platform pembelajaran daring agar siswa dan guru dapat mengakses materi pembelajaran, tugas, dan sumber daya pendukung secara *online* (Ramdani et al., 2020; Jayawardana & Gita, 2020; Pratama et al., 2019). Mereka juga dapat memberikan interaksi dan kolaborasi antara siswa, guru, dan rekan sekelas dalam diskusi, proyek kelompok, dan penilaian.

Adapun tujuan dari penerapan teknologi ini adalah untuk meningkatkan efektivitas dan kualitas proses pembelajaran melalui integrasi alat-alat digital yang relevan. Dengan memanfaatkan teknologi, tujuan ini mencakup pemberian akses yang lebih luas terhadap sumber daya pembelajaran, pembuatan lingkungan pembelajaran yang interaktif dan menarik, serta fasilitasi kolaborasi dan keterlibatan siswa yang lebih aktif. Penerapan teknologi juga bertujuan untuk mempersiapkan siswa dalam menghadapi perkembangan zaman yang cepat dan memanfaatkan alat-alat digital sebagai sarana untuk memperdalam pemahaman, mempraktikkan konsep-konsep, serta mengembangkan keterampilan yang diperlukan dalam dunia modern yang makin digital.

b. Peran Teknologi

Peran teknologi dalam meningkatkan pembelajaran sains terpadu sangat penting dan beragam. Berikut adalah beberapa peran teknologi yang dapat meningkatkan pembelajaran sains terpadu.

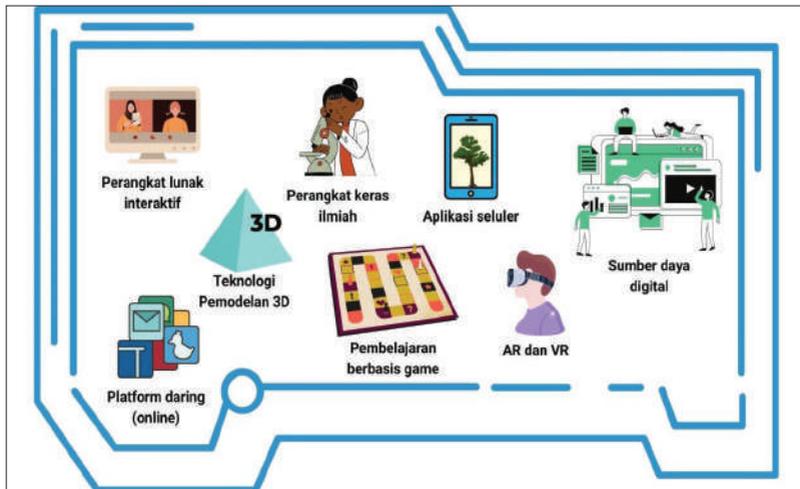
- 1) Meningkatkan aksesibilitas dan sumber daya
Teknologi memungkinkan siswa dapat mengakses informasi dan materi sains dari berbagai sumber, termasuk sumber daya digital yang terkini dan berkualitas tinggi, seperti bahan bacaan, video, simulasi, dan eksperimen virtual (Ramdani et al., 2020; Jayawardana & Gita, 2020).
- 2) Memfasilitasi eksplorasi dan eksperimen
Teknologi seperti perangkat lunak interaktif, simulasi, dan aplikasi seluler memungkinkan siswa untuk menjelajahi konsep-konsep sains melalui simulasi virtual dan eksperimen interaktif (Jayawardana & Gita, 2020; Ramdani et al., 2020). Mereka dapat mengamati dan mengeksplorasi fenomena sains, menguji hipotesis, dan melihat hasilnya secara *real-time*.
- 3) Mendorong keterlibatan dan partisipasi aktif
Dengan menggunakan perangkat lunak, aplikasi, dan alat interaktif, siswa dapat terlibat secara aktif dalam pembelajaran sains terpadu. Mereka dapat berpartisipasi dalam diskusi online, menjawab pertanyaan interaktif, dan melakukan tugas-tugas kreatif yang melibatkan penggunaan teknologi (Pratama et al., 2019; Ramdani et al., 2020).
- 4) Mendukung pembelajaran berbasis proyek
Siswa dapat menggunakan perangkat lunak desain, pemodelan 3-D, atau aplikasi kreatif lainnya untuk merancang dan membangun solusi untuk masalah dunia nyata (Riskiono et al., 2020). Teknologi juga memfasilitasi kolaborasi antarsiswa dalam proyek-proyek kelompok yang melibatkan berbagai disiplin ilmu.
- 5) Meningkatkan keterampilan digital
Penggunaan teknologi dalam pembelajaran sains terpadu memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan digital, seperti literasi digital (Parmin & Khusniati, 2021; Pratama et al., 2019), penggunaan perangkat lunak, analisis data, dan komunikasi *online*. Hal ini mempersiapkan mereka untuk menghadapi tuntutan dunia yang makin terhubung secara teknologi (Ramdani et al., 2020).

6) Memfasilitasi pembelajaran adaptif

Dengan menggunakan platform pembelajaran daring atau perangkat lunak pembelajaran adaptif, siswa dapat mengakses materi pembelajaran yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman mereka, mendapatkan umpan balik instan, dan mengikuti langkah-langkah pembelajaran yang disesuaikan.

c. Jenis-Jenis Teknologi

Berikut adalah beberapa jenis teknologi yang dapat digunakan oleh guru dan siswa dalam pembelajaran sains terpadu (Gambar 5.4).



Gambar 5.4 Beberapa Jenis Teknologi yang Dapat Digunakan oleh Guru dan Siswa dalam Pembelajaran Sains Terpadu

1) Perangkat lunak interaktif (*website* dan aplikasi)

Perangkat ini dirancang khusus untuk mengajarkan konsep-konsep sains melalui simulasi, visualisasi, dan eksperimen virtual. Contohnya adalah perangkat lunak simulasi fisika, biologi, atau kimia yang memungkinkan siswa untuk menjelajahi fenomena sains secara interaktif (Jayawardana & Gita, 2020; Asmar & Suryadarma, 2021; Ramdani et al., 2020).

- 2) Perangkat keras ilmiah
Beberapa di antaranya adalah mikroskop digital, sensor suhu, pH meter, atau alat pengukur lainnya digunakan untuk mengumpulkan data dan melakukan pengamatan langsung terhadap fenomena sains. Siswa dapat melakukan eksperimen dan pengukuran yang akurat dengan perangkat ini.
- 3) Aplikasi seluler (Android, *smartphone*)
Aplikasi ini dapat memberikan akses mudah dan praktis ke informasi, simulasi, video pembelajaran, dan aktivitas interaktif (Ramdani et al., 2020; Jayawardana & Gita, 2020). Siswa dapat menggunakan aplikasi ini di luar kelas, melakukan eksperimen lapangan, atau mengamati fenomena alam secara *real-time*.
- 4) *Augmented reality* (AR) dan *virtual reality* (VR)
Teknologi ini dapat menciptakan pengalaman belajar yang *immersive* dan mendalam dalam pembelajaran sains terpadu. Siswa dapat “merasakan” fenomena sains secara virtual, menjelajahi lingkungan simulasi, dan berinteraksi dengan objek digital dalam konteks nyata (Riskiono et al., 2020; Jayawardana & Gita, 2020).
- 5) Platform pembelajaran daring (*zoom meeting* dan media sosial)
Platform ini memungkinkan siswa dan guru untuk mengakses materi pembelajaran, tugas, dan sumber daya pendukung secara *online*. Siswa dapat belajar secara mandiri, berpartisipasi dalam diskusi online, dan mengakses sumber daya tambahan yang relevan (Pratama et al., 2019).
- 6) Pembelajaran berbasis gim
Khusus hal ini, dapat menggunakan teknologi *game-based learning* yang memanfaatkan elemen permainan dalam pembelajaran sains terpadu. Melalui permainan interaktif, siswa dapat mempelajari konsep-konsep sains, memecahkan teka-teki, dan menguji pemahaman mereka dengan cara yang menyenangkan dan menarik (Bayir & Evmez, 2019; Rohwati, 2012).
- 7) Teknologi pemodelan dan cetak 3-D
Teknologi yang memungkinkan siswa untuk merancang dan membuat model tiga dimensi dari objek atau fenomena sains.

Hal ini membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep sains secara lebih nyata dan memperdalam pemahaman mereka (Riskiono et al., 2020).

8) Sumber daya digital

Beberapa di antaranya, yaitu video pembelajaran, simulasi interaktif (Jayawardana & Gita, 2020), artikel ilmiah, dan *e-book*, dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam pembelajaran sains terpadu. Siswa dapat mengakses sumber daya ini untuk memperluas pengetahuan mereka tentang topik tertentu. Pemanfaatan berbagai jenis teknologi ini dalam pembelajaran sains terpadu memberikan kesempatan yang lebih kaya, interaktif, dan mendalam bagi siswa untuk memahami konsep-konsep sains, mengembangkan keterampilan, dan mengaitkan konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran sains terpadu juga dapat meningkatkan motivasi siswa, memfasilitasi kolaborasi antarsiswa, dan memberikan pengalaman belajar yang lebih terhubung dengan dunia nyata. Pentingnya penerapan teknologi dalam pembelajaran sains terpadu juga tecermin dalam perkembangan zaman yang makin digital (Jayawardana & Gita, 2020). Siswa saat ini tumbuh dan berkembang dalam era teknologi yang maju. Oleh karena itu, penggunaan teknologi dalam pembelajaran sains terpadu tidak hanya relevan, tetapi juga esensial untuk mempersiapkan siswa menghadapi tuntutan masa depan (Asmar & Suryadarma, 2021).

d. Strategi Integrasi Teknologi

Berikut adalah beberapa strategi dan saran untuk efektif mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran sains terpadu (Jayawardana & Gita, 2020; Asmar & Suryadarma, 2021; Sugiyanto et al., 2012; Pratama et al., 2019; Novianto & Mustadi, 2015; Nurjehan & Muchtar, 2023).

1) Perencanaan yang terarah

Rencanakan penggunaan teknologi dengan matang dalam pembelajaran sains terpadu. Identifikasi tujuan pembelajaran,

kompetensi yang ingin dicapai, dan pilih teknologi yang paling sesuai untuk mencapai tujuan tersebut.

- 2) Integrasi yang menyeluruh
Teknologi harus diintegrasikan secara menyeluruh dalam pembelajaran sains terpadu, bukan hanya sebagai tambahan atau hiburan. Gunakan teknologi sebagai alat untuk mendukung eksplorasi, analisis, pemecahan masalah, dan pembelajaran kolaboratif.
- 3) Pemilihan sumber daya yang sesuai
Pilih sumber daya teknologi yang relevan dan berkualitas tinggi, seperti perangkat lunak interaktif, simulasi, video pembelajaran, atau aplikasi, yang mendukung pembelajaran sains terpadu. Pastikan sumber daya tersebut sesuai dengan kurikulum dan mengandung konten yang tepat.
- 4) Pelatihan dan dukungan untuk guru
Sediakan pelatihan yang memadai kepada guru tentang penggunaan teknologi dalam pembelajaran sains terpadu. Dukungan kontinu juga penting untuk memastikan guru merasa nyaman dan mampu mengintegrasikan teknologi secara efektif dalam pengajaran mereka.
- 5) Kreativitas, inovasi, dan kolaborasi
Dorong kreativitas, inovasi, dan kolaborasi dalam pemanfaatan teknologi. Ajak siswa dan guru untuk menciptakan konten atau proyek yang melibatkan teknologi, seperti membuat video pembelajaran, blog, atau presentasi multimedia, yang memperkuat konsep-konsep sains terpadu.
- 6) Evaluasi dan umpan balik
Gunakan teknologi untuk evaluasi formatif dan umpan balik yang segera. Manfaatkan alat pembelajaran berbasis komputer atau perangkat lunak yang dapat memberikan umpan balik langsung kepada siswa sehingga mereka dapat memantau dan meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep-konsep sains terpadu.

7) **Fleksibilitas dan adaptabilitas**

Jadilah fleksibel dan adaptif terhadap kemajuan teknologi yang terus berkembang. Terus ikuti perkembangan teknologi terbaru yang relevan dengan pembelajaran sains terpadu dan terapkan perubahan yang diperlukan untuk memperbaiki efektivitas penggunaan teknologi dalam pembelajaran.

Dengan menerapkan strategi-strategi ini, penggunaan teknologi dalam pembelajaran sains terpadu dapat menjadi lebih efektif dan memberikan pengalaman belajar yang lebih baik bagi siswa. Penting untuk tetap mempertimbangkan tujuan pembelajaran dan kebutuhan siswa, serta memastikan integrasi teknologi yang relevan, terarah, dan menyeluruh.

C. Penutup

Inovasi pembelajaran sains terpadu untuk anak sekolah dasar dan menengah melibatkan kolaborasi lintas disiplin, pengalaman belajar yang relevan, dan penerapan teknologi. Di Indonesia, terdapat tantangan dalam mewujudkan inovasi ini, tetapi juga terdapat langkah-langkah yang telah diambil untuk meningkatkan akses, pelatihan, dan kerja sama antara pemangku kepentingan. Dengan tekad dan kerja sama yang kuat, kita dapat menciptakan pengalaman pembelajaran yang bermakna dan menginspirasi bagi guru, staf pengajar, dan siswa-siswi, serta membangun pemahaman yang mendalam tentang sains dan mengembangkan keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan pada masa depan. Melalui inovasi pembelajaran sains terpadu, kita dapat mengubah cara siswa belajar sains menjadi pengalaman yang lebih interaktif, relevan, dan bermakna.

Dalam topik ini, penting bagi kita semua untuk terus mengembangkan dan menerapkan inovasi dalam pembelajaran sains terpadu. Hal ini akan membutuhkan kolaborasi antara pemerintah, lembaga pendidikan, guru, orang tua, dan masyarakat untuk menciptakan lingkungan yang mendukung perkembangan inovasi

ini. Investasi dalam pelatihan guru, pengembangan kurikulum yang berorientasi pada inovasi, dan akses yang merata terhadap teknologi pembelajaran akan menjadi kunci keberhasilan. Oleh sebab itu, kita bisa melihat betapa pentingnya membangun minat dan semangat siswa terhadap sains. Melalui inovasi pembelajaran sains terpadu yang menarik dan interaktif, kita dapat menginspirasi generasi muda untuk mengembangkan rasa ingin tahu, pemikiran kritis, dan kreativitas mereka. Dalam dunia yang terus berubah dan berkembang pesat, siswa dengan pemahaman dan keterampilan sains yang kuat akan memiliki peluang yang lebih baik untuk sukses pada masa depan. Oleh karena itu, mari kita bersama-sama mendorong dan mendukung inovasi pembelajaran sains terpadu dalam pendidikan anak-anak di Indonesia. Dengan menjembatani kesenjangan, mengintegrasikan disiplin ilmu sains, dan memanfaatkan teknologi dengan bijak, kita dapat menciptakan generasi yang terampil, kreatif, dan siap menghadapi tantangan global. Mari kita memberikan anak-anak kita peluang terbaik untuk tumbuh dan berkembang melalui inovasi pembelajaran sains terpadu yang inspiratif dan membangun masa depan yang lebih baik.

Referensi

- Asmar, A., & Suryadarma, I. G. P. (2021). Pengembangan perangkat pembelajaran IPA terpadu model nested berbasis perahu pinisi untuk meningkatkan keterampilan komunikasi dan pengetahuan konseptual. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(4), 565–578. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i4.20994>
- Bayir, E., & Evmez, S. (2019). The effects of inquiry-based experiment-integrated science games among secondary school students. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(3), 434–439. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i3.20244>
- Boehlert, G. W., & Gill, A. B. (2010). Environmental and ecological effects of ocean renewable energy development: a current synthesis. *Oceanography*, 23(2), 68–81. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2010.46>
- Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L. N., Ghisi, E., Rahman, A., Furumai, H., & Han, M. (2017). Urban rainwater harvesting systems: Research , implementation and future perspectives. *Water Research*, 115, 195–209. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.02.056>
- Fitria, Y. (2018). *Landasan pembelajaran sains terintegrasi (terpadu) untuk level dasar*. SUKABINA Press.
- Gallo, A. B., Simões-Moreira, J. R., Costa, H. K. M., Santos, M. M., & dos Santos, E. M. (2016). Energy storage in the energy transition context: A technology review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 800–822. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.028>
- Herawati, T. (2012). Refleksi sosial dari mitigasi emisi gas rumah kaca pada sektor peternakan di Indonesia. *Wartazoa*, 22(1), 35–46.
- Ikhwanuddin, Jaedun, A., & Purwantoro, D. (2010). Problem solving dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa berpikir analitis. *Jurnal Kependidikan*, 40(2), 215–230. <https://doi.org/10.21831/jk.v40i2.500>
- Jayawardana, H. B. A., & Gita, R. S. D. (2020). Inovasi pembelajaran biologi di era Revolusi Industri 4.0. Dalam *Prosiding seminar nasional biologi di era pandemi Covid-19 Vol. 6 No. 1* (58–66). <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>

- Kokkinos, K., Karayannis, V., & Moustakas, K. (2020). Circular bio-economy via energy transition supported by Fuzzy Cognitive Map modeling towards sustainable low-carbon environment. *Science of the Total Environment*, 721, Artikel 137754. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137754>
- Kokkinos, K., Lakioti, E., Papageorgiou, E., Moustakas, K., & Karayannis, V. (2018). Fuzzy cognitive map-based modeling of social acceptance to overcome uncertainties in establishing waste biorefinery facilities. *Frontiers in Energy Research*, 6, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2018.00112>
- Li, L., Lin, J., Wu, N., Xie, S., Meng, C., Zheng, Y., Wang, X., & Zhao, Y. (2022). Review and outlook on the international renewable energy development. *Energy and Built Environment*, 3(2), 139–157. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.12.002>
- Listyawati, M. (2012). Pengembangan perangkat pembelajaran IPA terpadu di SMP. *Journal of Innovative Science Education*, 1(1), 61–69. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise/article/view/46>
- Mulyani, D., & Hartono, D. (2018). Pengaruh efisiensi energi listrik pada sektor industri dan komersial terhadap permintaan listrik di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 11(1), 1–7. <https://doi.org/10.24843/jekt.2018.v11.i01.p01>
- Murdiyarto, D., Hergoualch, K., & Verchot, L. V. (2010). Opportunities for reducing greenhouse gas emissions in tropical peatlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(46), 19655–19660. <https://doi.org/10.1073/pnas.0911966107>
- Novianto, A., & Mustadi, A. (2015). Analisis buku teks muatan tematik integratif, scientific approach, dan authentic assessment sekolah dasar. *Jurnal Kependidikan: Penelitian Inovasi Pembelajaran*, 45(1), 1–15. <https://doi.org/10.21831/jk.v45i1.7181>
- Nurjehan, R. (2022). Pembelajaran tematik berbasis pendidikan karakter. *Journal of Islamic Education El Madani*, 2(1), 37–46. <https://doi.org/10.55438/jiee.v2i1.37>
- Nurjehan, R., & Muchtar, M. (2023). Module teaching local content of Langkat history based on the “BERJURDISAT” in the implementation of the Merdeka Curriculum. *International Journal of Organisation (IJO)*, 6(01), 19–25.

- Parmin, P., & Khusniati, M. (2021). The readiness of pre-service integrated science teachers toward the next generation science standards. *Cakrawala Pendidikan*, 40(3), 713–724. <https://doi.org/10.21831/cp.v40i3.37001>
- Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi dalam pembelajaran sains. Dalam *Prosiding seminar nasional pendidikan sains (SNPS)* (23–34).
- Pratama, W. A., Hartini, S., & Misbah. (2019). Analisis literasi digital siswa melalui penerapan e-learning berbasis schoology. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 6(1), 9–13.
- Purnomo, Y. W. (2011). Keefektifan Model Penemuan Terbimbing Dan Cooperative Learning Pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Kependidikan*, 41(1), 37–54.
- Rachmantika, A. R., & Wardono. (2019). Peran kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran matematika dengan pemecahan masalah. Dalam *Prosiding seminar nasional matematika* (439–443).
- Rahayu, P., Mulyani, S., & Miswadi, S. S. (2012). Pengembangan pembelajaran IPA terpadu dengan menggunakan model pembelajaran problem base melalui lesson study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 63–70. <https://doi.org/10.15294/jpii.v1i1.2015>
- Ramdani, A., Jufri, A. W., & Jamaluddin. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis Android pada masa pandemi Covid-19 untuk meningkatkan literasi sains peserta didik. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 6(3), 433–440. <https://doi.org/10.33394/jk.v6i3.2924>
- Riskiono, S. D., Susanto, T., & Kristianto. (2020). Augmented reality sebagai media pembelajaran hewan purbakala. *Krea-TIF: Jurnal Teknik Informatika*, 8(1), 8–18. <https://doi.org/10.32832/kreatif.v8i1.3369>
- Rohwati, M. (2012). Penggunaan education game untuk meningkatkan hasil belajar IPA biologi konsep klasifikasi makhluk hidup. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 75–81.
- Sari, R. M., & Amin, M. (2020). Implementasi integrasi ilmu interdisipliner dan multidisipliner: Studi kasus di pascasarjana UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam dan Sains*, 2, 245–252.

- Sugiyanto, Kartika, I., & Purwanto, J. (2012). Pengembangan modul IPA terpadu berbasis sains-lingkungan-teknologi-masyarakat dengan teman teknologi biogas. *Jurnal Kependidikan*, 42(1), 54–60.
- Syafii, A., Machali, I., Putro, N. H. P. S., Retnawati, H., & 'Aziz, H. (2022). The effects of multiple intelligences theory on learning success: A meta-analysis in social science. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(2), 736–743. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i2.22223>