

Pengembangan, Validasi, Dan Uji Kelayakan Model *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC) Berbasis *Education For Sustainable Development* (ESD): Studi Kasus Pada Sintiya Smart Academy Dalam Mendukung Pencapaian SDGs 2030

Eka Sintiya Wati¹, Siti Nurul Hidayati², Laily Rosdiana³, Yoga Dwi Widya Candra⁴

^{1,2,3}Universitas Negeri Surabaya, ekasintiya09@gmail.com

⁴Institut Pemerintahan Dalam Negeri, ekasintiya09@gmail.com

Abstrak

Transformasi pendidikan abad ke-21 menuntut pengembangan model kurikulum yang mengintegrasikan literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital, keterampilan abad ke-21, dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*/SDGs) 2030. Namun, banyak institusi pendidikan masih menghadapi kesenjangan antara kurikulum yang diterapkan dengan kebutuhan kompetensi masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan, memvalidasi, dan mengevaluasi efektivitas *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC) berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD). Penelitian menggunakan pendekatan *Educational Design Research* (EDR) yang terdiri atas lima tahap, yaitu analisis kebutuhan, pengembangan model, validasi, uji kepraktisan, dan evaluasi efektivitas. Penelitian dilaksanakan di Sintiya Smart Academy dengan melibatkan 30 peserta didik, 10 guru, 3 pengelola program, dan 10 validator ahli. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, *focus group discussion* (FGD), angket, dan lembar validasi ahli. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif menggunakan indeks Aiken's V, analisis persentase, serta perbandingan skor *pre-test* dan *post-test*. Hasil penelitian mengidentifikasi lima kebutuhan utama kurikulum, yaitu integrasi SDGs, literasi sains, literasi digital dan kesiapan kecerdasan buatan (AI), keterampilan abad ke-21, serta kompetensi keberlanjutan. Berdasarkan temuan tersebut, dikembangkan model ISFC yang mencakup lima dimensi utama. Hasil validasi menunjukkan tingkat validitas yang tinggi (Aiken's V = 0,92; validitas konstruk = 95%), kepraktisan yang sangat baik (91,7%), serta efektivitas yang ditunjukkan oleh peningkatan kompetensi keberlanjutan peserta didik sebesar 24,0%. Temuan ini menunjukkan bahwa ISFC merupakan model kurikulum yang valid, praktis, dan efektif untuk mendukung pendidikan berkelanjutan serta pencapaian SDGs 2030.

Kata Kunci: *ISFC; ESD; kompetensi keberlanjutan; pengembangan kurikulum; SDGs 2030; EDR*

Abstract

The transformation of 21st-century education requires the development of curriculum models that integrate scientific literacy, sustainability competencies, digital literacy, 21st-century skills, and the Sustainable Development Goals (SDGs) 2030. However, many educational institutions still face a gap between existing curricula and the future competencies required by learners. This study aimed to develop, validate, and evaluate the effectiveness of the *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC) based on *Education for Sustainable Development* (ESD). The study employed an *Educational Design Research* (EDR) approach consisting of five stages: needs analysis, model development, validation, practicality testing, and effectiveness evaluation. The research was conducted at Sintiya Smart Academy involving 30 students, 10 teachers, 3 program managers, and 10 expert validators. Data were collected through interviews, observations, focus group discussions (FGDs), questionnaires, and expert validation sheets. Data were analyzed using qualitative and quantitative descriptive methods, including Aiken's V index, percentage analysis, and comparisons of pre-test and post-test scores. The findings identified five key curriculum needs: SDGs integration, scientific literacy, digital literacy and artificial intelligence (AI) readiness, 21st-century skills, and sustainability competencies. Based on these findings, the ISFC model was developed with five core dimensions. Validation results indicated a high level of validity (Aiken's V = 0.92; construct validity = 95%), excellent practicality (91.7%), and effectiveness, as demonstrated by a 24.0% improvement in students' sustainability competencies. These findings indicate that ISFC is a valid, practical, and effective curriculum model for promoting sustainable education and supporting the achievement of SDGs 2030.

Keywords: *ISFC, ESD, Sustainability Competencies, Curriculum Development, SDGs 2030, EDR*

Corresponding Author:

Eka Sintiya Wati

Universitas Negeri Surabaya, ekasintiya09@gmail.com

PENDAHULUAN

Transformasi global pada abad ke-21 telah mengubah secara fundamental cara manusia belajar, bekerja, dan berinteraksi dalam masyarakat. Perkembangan teknologi digital, kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), perubahan iklim, krisis lingkungan, ketimpangan sosial, serta percepatan globalisasi menuntut sistem pendidikan untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya memiliki penguasaan pengetahuan akademik, tetapi juga mampu berpikir kritis, berkolaborasi, beradaptasi, dan berkontribusi terhadap penyelesaian berbagai permasalahan global yang kompleks (OECD, 2023). Dalam konteks ini, pendidikan tidak lagi dipandang sekadar sebagai sarana transfer pengetahuan, melainkan sebagai instrumen strategis untuk membangun kapasitas individu dalam menciptakan masa depan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab.

Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) melalui Agenda 2030 telah menetapkan 17 *Sustainable Development Goals* (SDGs) sebagai kerangka pembangunan global yang menempatkan pendidikan sebagai salah satu pilar utama transformasi sosial dan keberlanjutan. Secara khusus, SDG 4 menekankan pentingnya pendidikan berkualitas yang inklusif, adil, dan berkelanjutan bagi seluruh masyarakat (UNESCO, 2020). Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa implementasi SDGs dalam kurikulum pendidikan masih menghadapi berbagai kendala, termasuk keterbatasan integrasi isu keberlanjutan dalam proses pembelajaran, dominasi pendekatan berbasis konten, serta kurangnya pengembangan kompetensi keberlanjutan yang dibutuhkan peserta didik untuk menghadapi tantangan masa depan (Zguir et al., 2021; Filho et al., 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, konsep *Education for Sustainable Development* (ESD) semakin mendapat perhatian sebagai pendekatan pendidikan yang mampu menghubungkan pembelajaran dengan kebutuhan pembangunan berkelanjutan. UNESCO (2020) mendefinisikan ESD sebagai proses pendidikan yang memberdayakan peserta didik untuk mengambil keputusan yang bertanggung jawab dan melakukan tindakan yang mendukung keberlanjutan lingkungan, ekonomi, dan sosial. ESD tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pengembangan nilai, sikap, keterampilan, dan tindakan yang memungkinkan individu menjadi agen perubahan dalam masyarakat. Oleh karena itu, ESD menuntut transformasi kurikulum agar lebih relevan dengan isu-isu global dan kebutuhan masa depan.

Sejalan dengan perkembangan tersebut, berbagai penelitian menegaskan bahwa pendidikan berkelanjutan memerlukan pengembangan kompetensi keberlanjutan (*sustainability competencies*) sebagai capaian utama pembelajaran. Kompetensi tersebut mencakup *systems thinking competency*, *anticipatory competency*, *normative competency*, *strategic competency*, dan *collaborative competency* yang memungkinkan peserta didik memahami kompleksitas masalah global dan mengembangkan solusi yang berorientasi pada keberlanjutan (Brundiers et al., 2021; Redman & Wiek, 2021). Kompetensi-kompetensi tersebut semakin penting dalam menghadapi berbagai tantangan global seperti perubahan iklim, krisis energi, degradasi lingkungan, dan ketidakpastian sosial-ekonomi yang memerlukan pendekatan lintas disiplin dan kemampuan berpikir jangka panjang.

Dalam konteks pendidikan sains, kebutuhan untuk mengintegrasikan kompetensi keberlanjutan menjadi semakin mendesak. Sains memiliki peran strategis dalam membantu peserta didik memahami fenomena alam, perkembangan teknologi, dan berbagai isu global yang berkaitan dengan keberlanjutan. Namun demikian, berbagai studi menunjukkan bahwa

pembelajaran sains di banyak institusi pendidikan masih berfokus pada penguasaan konsep dan keterampilan laboratorium, sehingga kurang memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir sistemik, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan yang bertanggung jawab terhadap isu-isu keberlanjutan (Boeve-de Pauw et al., 2019; Cebrián et al., 2020). Akibatnya, terdapat kesenjangan antara kompetensi yang dikembangkan melalui pembelajaran sains dengan kompetensi yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan abad ke-21.

Selain tantangan keberlanjutan, perkembangan teknologi digital dan kecerdasan buatan juga menjadi faktor penting yang memengaruhi arah pengembangan kurikulum masa depan. OECD (2023) menegaskan bahwa peserta didik perlu dipersiapkan untuk hidup dan bekerja dalam lingkungan yang semakin terdigitalisasi melalui penguasaan literasi digital, kemampuan berpikir komputasional, kreativitas, dan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan teknologi yang cepat. Dalam konteks ini, kurikulum yang hanya berorientasi pada penguasaan materi tidak lagi memadai untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi kebutuhan masa depan. Sebaliknya, kurikulum harus mampu mengintegrasikan literasi digital dengan keterampilan abad ke-21 dan kompetensi keberlanjutan secara simultan.

Berbagai penelitian telah mencoba mengembangkan model kurikulum yang mengintegrasikan pendidikan sains dengan pendekatan keberlanjutan. Misalnya, Zguir et al. (2021) mengembangkan model integrasi ESD dalam kurikulum pendidikan tinggi untuk meningkatkan kesadaran keberlanjutan mahasiswa. Filho et al. (2021) menekankan pentingnya pendidikan sebagai instrumen utama dalam mendukung pencapaian SDGs. Sementara itu, Le et al. (2023) menunjukkan bahwa integrasi STEM dan pembelajaran kontekstual mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah peserta didik. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada integrasi aspek tertentu secara terpisah, seperti STEM, ESD, atau literasi digital. Penelitian yang mengintegrasikan literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital, keterampilan abad ke-21, dan orientasi SDGs dalam satu model kurikulum yang komprehensif masih relatif terbatas.

Keterbatasan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu diatasi. Pertama, sebagian besar model kurikulum keberlanjutan yang telah dikembangkan belum mengintegrasikan secara sistematis literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital, dan keterampilan abad ke-21 dalam satu kerangka kurikulum yang utuh (Brundiers et al., 2021; Redman & Wiek, 2021). Kedua, penelitian mengenai pengembangan kurikulum berbasis ESD masih didominasi oleh konteks pendidikan tinggi, sementara kajian pada institusi pendidikan inovatif dan berbasis masa depan masih terbatas (Zguir et al., 2021). Ketiga, masih sedikit penelitian yang mengembangkan model kurikulum dan mengujinya secara empiris melalui tahapan validitas, kepraktisan, dan efektivitas sebagaimana direkomendasikan dalam kerangka *Educational Design Research* (Nieveen et al., 2023).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan *Integrated Science Future Curriculum (ISFC)* sebagai model kurikulum yang dirancang untuk mengintegrasikan lima dimensi utama, yaitu *scientific literacy*, *sustainability competencies*, *digital literacy and AI readiness*, *21st-century skills*, dan *SDGs-oriented learning*. Model ini dikembangkan menggunakan pendekatan *Educational Design Research* (EDR) yang memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara sistematis melalui analisis kebutuhan, desain model, validasi, uji kepraktisan, dan evaluasi efektivitas (McKenney & Reeves, 2019; Nieveen et al., 2023).

Penelitian ini dilaksanakan di Sintiya Smart Academy sebagai institusi pendidikan yang memiliki orientasi kuat terhadap inovasi pembelajaran dan pengembangan kompetensi masa depan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menjadikan institusi hanya sebagai objek kajian, penelitian ini menempatkan Sintiya Smart Academy sebagai konteks implementasi untuk mengembangkan dan menguji model kurikulum yang dapat direplikasi pada lingkungan pendidikan lain yang memiliki karakteristik serupa. Dengan demikian, fokus

utama penelitian ini bukan pada institusi, melainkan pada pengembangan dan evaluasi model ISFC sebagai produk penelitian.

Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis kebutuhan pengembangan ISFC berbasis ESD; (2) mengembangkan model ISFC yang mengintegrasikan literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital, keterampilan abad ke-21, dan SDGs 2030; (3) mengevaluasi validitas isi dan validitas konstruk model; (4) menguji kepraktisan dan kelayakan implementasi model; serta (5) mengevaluasi efektivitas ISFC dalam meningkatkan kompetensi keberlanjutan peserta didik. Melalui tujuan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan literatur kurikulum berbasis ESD dan kontribusi praktis berupa model kurikulum yang relevan dengan kebutuhan pendidikan masa depan dan agenda pembangunan berkelanjutan.

Kajian Pustaka

Education for Sustainable Development (ESD) dalam Transformasi Pendidikan Abad ke-21

Perubahan sosial, ekonomi, lingkungan, dan teknologi yang terjadi secara global telah mendorong munculnya paradigma baru dalam pendidikan yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan kompetensi yang memungkinkan peserta didik menghadapi tantangan masa depan secara bertanggung jawab. Dalam konteks tersebut, *Education for Sustainable Development (ESD)* berkembang sebagai pendekatan pendidikan yang bertujuan membangun kapasitas individu untuk berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan, kesejahteraan sosial, dan pembangunan ekonomi secara seimbang (UNESCO, 2020).

ESD merupakan salah satu strategi utama untuk mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals (SDGs)* 2030, khususnya SDG 4 yang menekankan pentingnya pendidikan berkualitas yang inklusif dan berkelanjutan. UNESCO (2020) menjelaskan bahwa ESD tidak hanya berfokus pada transfer pengetahuan mengenai isu-isu keberlanjutan, tetapi juga pada pengembangan keterampilan, nilai, sikap, dan perilaku yang memungkinkan peserta didik menjadi agen perubahan dalam masyarakat. Oleh karena itu, ESD menuntut transformasi kurikulum, pedagogi, asesmen, dan budaya belajar agar lebih relevan dengan tantangan global yang kompleks.

Dalam satu dekade terakhir, penelitian mengenai ESD menunjukkan bahwa pendidikan berkelanjutan mampu meningkatkan kesadaran lingkungan, kemampuan berpikir kritis, serta partisipasi peserta didik dalam penyelesaian masalah sosial dan lingkungan (Cebrián et al., 2020; Waltner et al., 2019). Selain itu, ESD juga dipandang sebagai pendekatan yang mampu menghubungkan pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan transformatif (Wamsler, 2020). Dengan demikian, ESD tidak hanya berfungsi sebagai kerangka konseptual, tetapi juga sebagai landasan praktis dalam pengembangan kurikulum yang berorientasi pada masa depan.

Dalam konteks pendidikan sains, ESD memiliki peran penting karena berbagai isu keberlanjutan seperti perubahan iklim, energi, kesehatan, dan konservasi lingkungan memiliki keterkaitan yang erat dengan konsep-konsep ilmiah. Oleh sebab itu, integrasi ESD ke dalam kurikulum sains menjadi strategi yang relevan untuk membantu peserta didik memahami hubungan antara ilmu pengetahuan dan pembangunan berkelanjutan (Boeve-de Pauw et al., 2019).

Kompetensi Keberlanjutan sebagai Capaian Pembelajaran Masa Depan

Salah satu konsep utama dalam ESD adalah pengembangan *sustainability competencies* atau kompetensi keberlanjutan. Kompetensi ini mengacu pada kemampuan individu untuk memahami kompleksitas tantangan keberlanjutan dan mengambil tindakan yang bertanggung jawab dalam konteks sosial, ekonomi, dan lingkungan (Brundiers et al., 2021).

Rieckmann (2018) mengidentifikasi beberapa kompetensi utama yang diperlukan dalam pendidikan berkelanjutan, yaitu *systems thinking competency*, *anticipatory competency*,

normative competency, *strategic competency*, dan *collaborative competency*. Kompetensi berpikir sistemik (*systems thinking*) memungkinkan peserta didik memahami hubungan antar-komponen dalam suatu sistem yang kompleks. Kompetensi antisipatif (*anticipatory competency*) berkaitan dengan kemampuan memprediksi berbagai kemungkinan masa depan dan konsekuensi dari suatu tindakan. Kompetensi normatif (*normative competency*) berhubungan dengan kemampuan merefleksikan nilai dan prinsip keberlanjutan, sedangkan kompetensi strategis (*strategic competency*) memungkinkan individu merancang dan mengimplementasikan solusi yang mendukung keberlanjutan. Sementara itu, kompetensi kolaboratif (*collaborative competency*) menekankan kemampuan bekerja sama dengan berbagai pihak dalam menyelesaikan masalah yang bersifat multidimensional.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kompetensi keberlanjutan menjadi salah satu indikator penting keberhasilan pendidikan abad ke-21. Brundiers et al. (2021) mengembangkan kerangka kompetensi keberlanjutan yang banyak digunakan dalam penelitian pendidikan dan menegaskan bahwa pengembangan kompetensi tersebut memerlukan pengalaman belajar yang kontekstual, kolaboratif, dan berbasis pemecahan masalah. Senada dengan itu, Redman dan Wiek (2021) menyatakan bahwa kompetensi keberlanjutan tidak dapat berkembang secara optimal melalui pembelajaran yang hanya berorientasi pada penguasaan konten, melainkan memerlukan aktivitas yang memungkinkan peserta didik menghubungkan pengetahuan dengan tindakan nyata.

Dalam konteks pengembangan kurikulum, kompetensi keberlanjutan perlu diposisikan sebagai capaian pembelajaran utama karena kemampuan tersebut berkontribusi terhadap kesiapan peserta didik menghadapi tantangan global yang semakin kompleks. Oleh karena itu, kurikulum masa depan harus dirancang untuk mendukung pengembangan kompetensi keberlanjutan secara sistematis dan terintegrasi.

Literasi Sains dan Pembelajaran Berorientasi Keberlanjutan

Literasi sains merupakan salah satu kompetensi fundamental yang diperlukan dalam masyarakat modern. OECD mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan individu untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, serta menarik kesimpulan berbasis bukti dalam memahami dan membuat keputusan mengenai dunia alam dan perubahan yang terjadi akibat aktivitas manusia (OECD, 2023).

Meskipun literasi sains telah menjadi fokus utama dalam pendidikan, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran sains masih cenderung berorientasi pada penguasaan konsep dan keterampilan prosedural sehingga kurang memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan yang berkaitan dengan isu keberlanjutan (Boeve-de Pauw et al., 2019). Kondisi ini menyebabkan terjadinya kesenjangan antara tujuan pendidikan sains dan kebutuhan masyarakat global yang semakin kompleks. Pendekatan pembelajaran sains yang terintegrasi dengan ESD diyakini mampu mengatasi permasalahan tersebut. Menurut Mogren et al. (2019), integrasi keberlanjutan ke dalam pembelajaran sains dapat membantu peserta didik memahami hubungan antara konsep ilmiah dengan berbagai persoalan nyata yang dihadapi masyarakat. Selain itu, pembelajaran yang menghubungkan sains dengan isu keberlanjutan terbukti meningkatkan motivasi belajar, kesadaran lingkungan, dan kemampuan berpikir sistemik peserta didik (Waltner et al., 2019).

Oleh karena itu, literasi sains dalam kurikulum masa depan perlu diposisikan tidak hanya sebagai penguasaan konsep ilmiah, tetapi juga sebagai kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk memahami dan menyelesaikan berbagai permasalahan keberlanjutan.

Literasi Digital, Kecerdasan Buatan, dan Keterampilan Abad ke-21

Perkembangan teknologi digital dan kecerdasan buatan telah mengubah lanskap pendidikan secara signifikan. OECD (2023) menegaskan bahwa peserta didik masa depan

harus memiliki kemampuan untuk memanfaatkan teknologi digital secara efektif, berpikir kritis terhadap informasi yang diperoleh, dan beradaptasi terhadap perubahan teknologi yang cepat. Oleh karena itu, literasi digital menjadi salah satu kompetensi yang harus diintegrasikan ke dalam kurikulum abad ke-21.

Literasi digital tidak hanya mencakup kemampuan menggunakan perangkat teknologi, tetapi juga kemampuan mengevaluasi informasi, berkomunikasi secara digital, berkolaborasi dalam lingkungan virtual, serta memahami implikasi etis penggunaan teknologi (OECD, 2023). Seiring berkembangnya kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), peserta didik juga perlu memahami prinsip-prinsip dasar AI dan mampu memanfaatkan teknologi tersebut secara bertanggung jawab dalam kehidupan sehari-hari.

Selain literasi digital, berbagai organisasi internasional menekankan pentingnya pengembangan keterampilan abad ke-21 (*21st-century skills*), yang meliputi berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (*4Cs*) (Voogt & Roblin, 2019). Keterampilan tersebut dipandang sebagai faktor penting dalam meningkatkan kesiapan individu menghadapi perubahan sosial dan ekonomi yang cepat.

Penelitian menunjukkan bahwa integrasi literasi digital dan keterampilan abad ke-21 ke dalam kurikulum dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah, berinovasi, dan beradaptasi terhadap berbagai tantangan baru (Le et al., 2023). Oleh karena itu, kurikulum yang relevan dengan masa depan harus mampu mengintegrasikan literasi digital dan keterampilan abad ke-21 sebagai bagian dari proses pembelajaran.

Pengembangan Kurikulum Berbasis SDGs dan *Education for Sustainable Development*

Kurikulum merupakan instrumen utama yang menentukan arah, isi, dan kualitas pendidikan. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, kurikulum harus dirancang agar mampu mengintegrasikan prinsip-prinsip ESD dan tujuan SDGs ke dalam seluruh proses pembelajaran (UNESCO, 2020).

Filho et al. (2021) menegaskan bahwa pencapaian SDGs tidak dapat dilepaskan dari peran pendidikan karena pendidikan berfungsi sebagai katalisator perubahan sosial dan pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu, integrasi SDGs ke dalam kurikulum menjadi salah satu strategi yang direkomendasikan untuk meningkatkan relevansi pendidikan terhadap tantangan global.

Berbagai penelitian telah mengembangkan model kurikulum yang mengintegrasikan SDGs dan ESD dalam berbagai konteks pendidikan. Zguir et al. (2021) menunjukkan bahwa integrasi ESD ke dalam kurikulum mampu meningkatkan kesadaran keberlanjutan dan keterlibatan peserta didik dalam aktivitas sosial. Namun demikian, sebagian besar model yang dikembangkan masih berfokus pada salah satu aspek tertentu, seperti STEM, ESD, atau literasi digital secara terpisah.

Kesenjangan tersebut menunjukkan perlunya pengembangan model kurikulum yang mampu mengintegrasikan literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital, keterampilan abad ke-21, dan orientasi SDGs dalam satu kerangka yang komprehensif. Model semacam ini diharapkan mampu menghasilkan pengalaman belajar yang lebih holistik dan relevan dengan kebutuhan masa depan.

***Educational Design Research (EDR)* dalam Pengembangan Kurikulum**

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Educational Design Research* (EDR) sebagai landasan metodologis dalam pengembangan model kurikulum. EDR merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan menghasilkan solusi terhadap permasalahan pendidikan melalui proses desain, pengembangan, evaluasi, dan refleksi yang sistematis (McKenney & Reeves, 2019).

Menurut Nieveen et al. (2023), kualitas produk yang dihasilkan melalui penelitian pengembangan ditentukan oleh tiga kriteria utama, yaitu validitas (*validity*), kepraktisan (*practicality*), dan efektivitas (*effectiveness*). Validitas menunjukkan kesesuaian produk dengan teori dan kebutuhan pengguna. Kepraktisan mengacu pada kemudahan implementasi

dalam konteks nyata, sedangkan efektivitas berkaitan dengan kemampuan produk menghasilkan dampak yang diharapkan.

Pendekatan EDR dipilih karena memungkinkan pengembangan kurikulum dilakukan secara literatif dan berbasis bukti empiris. Melalui tahapan analisis kebutuhan, pengembangan model, validasi, uji kepraktisan, dan evaluasi efektivitas, penelitian ini berupaya menghasilkan model kurikulum yang tidak hanya kuat secara teoritis tetapi juga layak dan efektif untuk diterapkan dalam praktik pendidikan.

Kerangka Konseptual dan Kebaruan Penelitian

Berdasarkan kajian teoritis yang telah dipaparkan, penelitian ini mengembangkan *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC) sebagai model kurikulum yang mengintegrasikan lima dimensi utama:

1. *Scientific Literacy*
2. *Sustainability Competencies*
3. *Digital Literacy and AI Readiness*
4. *21st-Century Skills*
5. *SDGs-Oriented Learning*

Kelima dimensi tersebut diintegrasikan dalam satu kerangka kurikulum yang dirancang untuk menghasilkan peserta didik yang memiliki kemampuan ilmiah, kompetensi keberlanjutan, literasi digital, keterampilan abad ke-21, dan kesadaran terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan model kurikulum yang mengintegrasikan kelima dimensi tersebut secara simultan dan mengevaluasinya melalui tiga indikator kualitas produk pendidikan, yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas (Nieveen et al., 2023). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung mengembangkan STEM, ESD, atau literasi digital secara terpisah, penelitian ini menawarkan model kurikulum yang lebih holistik dan berorientasi pada kebutuhan pendidikan masa depan serta pencapaian SDGs 2030.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Educational Design Research* (EDR) untuk mengembangkan, memvalidasi, dan mengevaluasi efektivitas *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC) berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD). Pendekatan EDR dipilih karena memungkinkan peneliti mengembangkan solusi pendidikan yang berbasis kebutuhan nyata melalui proses desain, evaluasi, dan penyempurnaan produk secara sistematis (McKenney & Reeves, 2019; Nieveen et al., 2023).

Berbeda dengan penelitian eksperimen yang berorientasi pada pengujian hubungan antarvariabel, EDR berfokus pada pengembangan produk pendidikan yang memenuhi tiga kriteria kualitas utama, yaitu validitas (*validity*), kepraktisan (*practicality*), dan efektivitas (*effectiveness*) (Nieveen et al., 2023). Dalam penelitian ini, produk yang dikembangkan berupa model kurikulum yang mengintegrasikan literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital, keterampilan abad ke-21, dan orientasi SDGs 2030.

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu mulai April hingga Juni 2026, di Sintiya Smart Academy, Indonesia. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada karakteristik lembaga yang menerapkan pembelajaran inovatif berbasis teknologi dan memiliki komitmen terhadap pengembangan kompetensi masa depan. Sintiya Smart Academy dalam penelitian ini berfungsi sebagai konteks implementasi model, sedangkan fokus utama penelitian adalah pengembangan dan evaluasi kualitas model ISFC.

Mengacu pada kerangka EDR yang dikemukakan oleh McKenney dan Reeves (2019), penelitian ini dilaksanakan melalui lima tahapan utama, yaitu: (1) analisis kebutuhan (*needs analysis*),

(2) desain dan pengembangan model (*design and development*), (3) validasi model

(*validation*), (4) uji kepraktisan dan kelayakan implementasi (*practicality and feasibility testing*), dan (5) evaluasi efektivitas (*effectiveness evaluation*).

Tabel 1. Tahapan dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Tahap Penelitian	Kegiatan Utama	Waktu
Analisis Kebutuhan	Wawancara, observasi, FGD, survei	Minggu 1–2
Pengembangan Model ISFC	Penyusunan model dan perangkat kurikulum	Minggu 3–4
Validasi Ahli	Validasi isi dan konstruk	Minggu 5–6
Uji Kelayakan	Implementasi terbatas dan pengumpulan data kepraktisan	Minggu 7–10
Evaluasi Efektivitas	Pre-test, post-test, analisis data	Minggu 11–12

Partisipan Penelitian

Partisipan penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian (Campbell et al., 2020). Teknik ini digunakan karena penelitian pengembangan memerlukan partisipan yang memiliki pengalaman dan kompetensi yang relevan dengan pengembangan kurikulum dan implementasi pembelajaran.

Partisipan penelitian terdiri atas beberapa kelompok yang terlibat dalam setiap tahapan pengembangan model.

1) Tahap Analisis Kebutuhan

Tahap ini melibatkan 1 Direktur Akademik Sintiya Smart Academy; 3 Pengelola Program Pendidikan; 10 Guru Pendidikan Sains; dan 30 Peserta Didik. Partisipan pada tahap ini berperan dalam mengidentifikasi kebutuhan kurikulum, tantangan pembelajaran, kompetensi masa depan yang diperlukan peserta didik, serta peluang integrasi SDGs dalam pembelajaran sains.

2) Tahap Validasi Model

Tahap validasi melibatkan 10 validator yang terdiri atas: 3 Ahli Kurikulum; 3 Ahli Pendidikan Sains; 2 Ahli *Education for Sustainable Development* (ESD); dan 2 Praktisi Pendidikan. Jumlah validator tersebut sesuai dengan rekomendasi penelitian pengembangan yang menyatakan bahwa 6–10 validator sudah memadai untuk mengevaluasi validitas isi suatu produk menggunakan indeks Aiken's V (Retnawati, 2016).

3) Tahap Implementasi

Tahap implementasi melibatkan: 10 Guru; dan 30 Peserta Didik. Partisipan ini berperan dalam memberikan penilaian terhadap kepraktisan model serta menjadi subjek evaluasi efektivitas ISFC.

Prosedur Pengembangan Model

Pengembangan ISFC dilakukan melalui lima tahapan yang saling berkaitan.

1) Tahap Analisis Kebutuhan (*Needs Analysis*)

Tahap pertama bertujuan mengidentifikasi kebutuhan pengembangan kurikulum berbasis ESD di Sintiya Smart Academy. Data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur, observasi pembelajaran, *Focus Group Discussion* (FGD), dan survei kebutuhan. Analisis kebutuhan difokuskan pada lima aspek utama: Integrasi SDGs dalam pembelajaran; Literasi sains; Literasi digital dan kecerdasan buatan; Keterampilan abad ke-21; dan Kompetensi keberlanjutan. Hasil tahap ini digunakan sebagai dasar dalam penyusunan model ISFC.

2) Tahap Desain dan Pengembangan Model

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dikembangkan model *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC) yang terdiri atas lima dimensi utama: Integrasi SDGs dalam pembelajaran; Literasi sains; Literasi digital dan kecerdasan buatan; Keterampilan abad ke-21; dan Kompetensi keberlanjutan. Setiap dimensi diterjemahkan ke dalam capaian pembelajaran, modul pembelajaran, strategi pembelajaran berbasis proyek, dan asesmen autentik.

3) Tahap Validasi Model

Validasi dilakukan untuk memastikan kualitas konseptual model sebelum diterapkan pada lingkungan pembelajaran.

a. Validitas Isi (Content Validity)

Validitas isi dilakukan oleh panel ahli untuk menilai: relevansi kurikulum; kesesuaian dengan prinsip ESD; integrasi SDGs; struktur kurikulum; strategi pembelajaran; sistem asesmen; kelayakan implementasi.

b. Validitas Konstruk (Construct Validity)

Validitas konstruk dilakukan untuk mengevaluasi keterkaitan antar-komponen utama model ISFC, yaitu: literasi sains; kompetensi keberlanjutan; literasi digital dan AI; keterampilan abad ke-21; dan pembelajaran berorientasi SDGs.

2) Tahap Uji Kepraktisan dan Kelayakan

Model yang telah divalidasi kemudian diimplementasikan secara terbatas selama empat minggu. Pada tahap ini dikumpulkan data mengenai: kemudahan implementasi; kejelasan struktur kurikulum; keterterimaan guru; keterterimaan peserta didik; relevansi pembelajaran; dan dukungan terhadap SDGs.

4) Tahap Evaluasi Efektivitas

Efektivitas model dievaluasi melalui pengukuran kompetensi keberlanjutan peserta didik sebelum dan sesudah implementasi menggunakan desain one-group pretest-posttest. Kompetensi yang diukur meliputi: systems thinking competency; anticipatory competency; strategic competency; collaborative competency; problem-solving competency.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi:

1. Pedoman wawancara semi-terstruktur;
2. Lembar observasi pembelajaran;
3. Panduan *Focus Group Discussion* (FGD);
4. Angket analisis kebutuhan;
5. Lembar validasi ahli;
6. Angket kepraktisan model;
7. Instrumen kompetensi keberlanjutan.

Instrumen kompetensi keberlanjutan dikembangkan berdasarkan kerangka kompetensi keberlanjutan yang dikemukakan oleh Rieckmann (2018) dan Brundiers et al. (2021).

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods*, yaitu mengintegrasikan analisis data kualitatif dan kuantitatif untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap proses dan hasil pengembangan model.

1) Analisis Data Kualitatif

Data hasil wawancara, observasi, dan FGD dianalisis menggunakan teknik *thematic analysis* yang dikembangkan oleh Braun dan Clarke (2022). Tahapan analisis meliputi reduksi data, pengkodean, identifikasi tema, interpretasi, dan penarikan kesimpulan.

Instrumen analisis kebutuhan terdiri atas 25 butir pernyataan yang disusun berdasarkan lima dimensi utama pengembangan ISFC. Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,89 yang termasuk kategori sangat tinggi, sehingga instrumen dinyatakan reliabel untuk digunakan dalam pengumpulan data kebutuhan. Persentase kebutuhan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = (\text{Skor diperoleh} / \text{Skor maksimum}) \times 100\%$$

2) Analisis Validitas Isi

Validitas isi dianalisis menggunakan indeks Aiken's V (Aiken, 1985).

Kriteria interpretasi:

Nilai Aiken's V	Kategori
> 0.80	Sangat Valid
0.60–0.80	Valid
< 0.60	Kurang Valid

Validitas isi dihitung menggunakan indeks Aiken's V berdasarkan penilaian 10 validator pada skala 1–5.

3) Analisis Validitas Konstruk

Validitas konstruk dianalisis menggunakan persentase kesesuaian ahli terhadap hubungan antar-komponen model.

Persentase	Kategori
81–100%	Sangat Valid
61–80%	Valid
41–60%	Cukup Valid
≤40%	Kurang Valid

Validitas konstruk dianalisis menggunakan persentase kesesuaian ahli terhadap hubungan antar-komponen model.

4) Analisis Kepraktisan

Kepraktisan model dianalisis menggunakan persentase skor yang diperoleh dibandingkan skor maksimum.

Persentase	Kategori
81–100%	Sangat Layak
61–80%	Layak
41–60%	Cukup Layak
≤40%	Kurang Layak

5) Analisis Efektivitas

Efektivitas model dianalisis melalui perbandingan skor *pre-test* dan *post-test* kompetensi keberlanjutan peserta didik menggunakan analisis *N-Gain* dan statistik deskriptif. Kategori *N-Gain*:

Nilai Gain	Kategori
> 0.70	Tinggi
0.30–0.70	Sedang
< 0.30	Rendah

Keabsahan Data dan Etika Penelitian

Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber, triangulasi metode, dan *member checking* untuk meningkatkan kredibilitas hasil penelitian (Creswell & Creswell, 2023). Data yang diperoleh dari wawancara, observasi, FGD, dan angket dibandingkan untuk memastikan konsistensi temuan.

Seluruh partisipan diberikan informasi mengenai tujuan penelitian dan menyatakan kesediaannya untuk berpartisipasi secara sukarela melalui prosedur *informed consent*. Kerahasiaan identitas partisipan dijaga dengan menggunakan kode anonim pada seluruh proses analisis dan pelaporan data penelitian. Dengan demikian, penelitian ini memenuhi prinsip etika penelitian pendidikan yang meliputi penghormatan terhadap partisipan, kerahasiaan data, dan integritas akademik (Creswell & Creswell, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan Pengembangan *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC)

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kurikulum yang diterapkan di Sintiya Smart Academy dengan tuntutan pendidikan masa depan, pendidikan berkelanjutan, serta kompetensi yang diperlukan untuk mendukung

pencapaian SDGs 2030. Data diperoleh melalui wawancara semi-terstruktur, observasi pembelajaran, *Focus Group Discussion* (FGD), dan survei terhadap guru, peserta didik, serta pengelola program.

Tabel 2. Hasil Analisis Kebutuhan Pengembangan ISFC (n=44)

Tema Kebutuhan	Mean	SD	Persentase (%)	Ranking
Literasi Digital dan AI	4,83	0,32	96,7	1
Integrasi SDGs dalam Pembelajaran	4,67	0,41	93,3	2
Keterampilan Abad ke-21	4,67	0,44	93,3	2
Penguatan Literasi Sains	4,50	0,52	90,0	4
Kompetensi Keberlanjutan	4,50	0,49	90,0	4

Tabel 2 menunjukkan bahwa kebutuhan tertinggi terletak pada penguatan literasi digital dan kesiapan kecerdasan buatan (*AI readiness*) dengan persentase 96,7%. Temuan ini menunjukkan bahwa peserta didik dan guru menyadari pentingnya kemampuan memanfaatkan teknologi digital dalam proses pembelajaran dan kehidupan masa depan. Selain itu, kebutuhan terhadap integrasi SDGs (93,3%) dan pengembangan keterampilan abad ke-21 (93,3%) juga memperoleh respons yang sangat tinggi.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar guru menilai kurikulum yang digunakan masih berorientasi pada penguasaan materi dan belum secara eksplisit mengintegrasikan isu-isu keberlanjutan global. Salah satu guru menyatakan:

“Materi sains yang diajarkan sudah cukup baik, tetapi belum banyak menghubungkan konsep-konsep tersebut dengan isu lingkungan, perubahan iklim, atau tujuan pembangunan berkelanjutan yang saat ini menjadi perhatian dunia.” (G4)

Peserta didik juga mengungkapkan bahwa mereka lebih tertarik pada pembelajaran yang menghubungkan konsep sains dengan masalah nyata yang terjadi di lingkungan sekitar.

“Kami lebih mudah memahami pelajaran ketika dikaitkan dengan masalah yang benar-benar terjadi, misalnya sampah, polusi, atau perubahan iklim.” (P12)

Temuan ini menunjukkan adanya kebutuhan yang kuat terhadap transformasi kurikulum dari pendekatan berbasis konten menuju pendekatan berbasis kompetensi dan keberlanjutan. Tingginya kebutuhan terhadap integrasi SDGs mengindikasikan bahwa peserta didik dan guru menginginkan pembelajaran yang lebih relevan dengan tantangan global. Hasil ini sejalan dengan UNESCO (2020) yang menegaskan bahwa pendidikan harus membantu peserta didik memahami keterkaitan antara aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan dalam mencapai pembangunan berkelanjutan.

Tingginya kebutuhan terhadap literasi digital juga menunjukkan bahwa kurikulum masa depan harus mampu mengintegrasikan teknologi sebagai bagian dari proses pembelajaran. OECD (2023) menyatakan bahwa pendidikan abad ke-21 harus membangun kapasitas peserta didik untuk menciptakan nilai baru, menyelesaikan dilema kompleks, dan memanfaatkan teknologi secara bertanggung jawab.

Selain itu, kebutuhan terhadap kompetensi keberlanjutan mendukung argumentasi Brundiers et al. (2021) dan Redman dan Wiek (2021) bahwa pendidikan masa depan perlu mengembangkan kemampuan berpikir sistemik, berpikir antisipatif, kolaborasi, dan pemecahan masalah sebagai fondasi untuk menghadapi tantangan global yang semakin kompleks.

Pengembangan Model *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC)

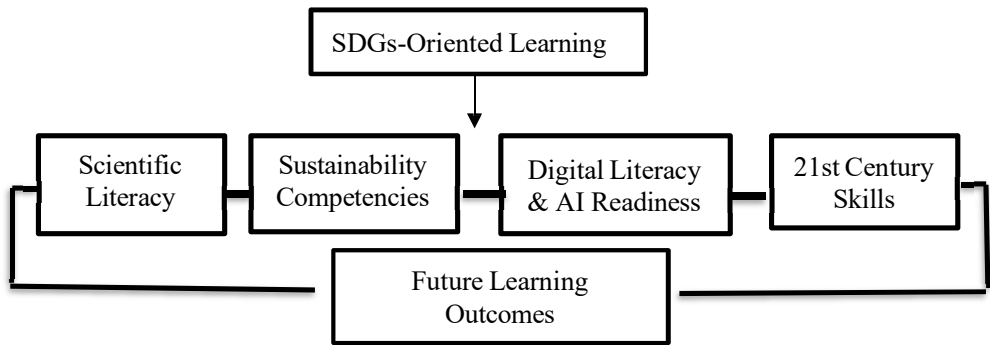
Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang melibatkan 44 responden yang terdiri atas peserta didik, guru, pengelola program, dan direktur akademik, dikembangkan model *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC) sebagai kerangka kurikulum yang mengintegrasikan literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital dan kesiapan kecerdasan buatan (*AI readiness*), keterampilan abad ke-21, serta orientasi *Sustainable*

Development Goals (SDGs) 2030. Pengembangan model dilakukan melalui tahapan *Educational Design Research* (EDR) yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan model, validasi ahli, revisi model, dan uji implementasi.

Model ISFC dirancang berdasarkan prinsip *Education for Sustainable Development* (ESD) yang menempatkan keberlanjutan sebagai orientasi utama pembelajaran. Model ini dikembangkan sebagai respons terhadap kebutuhan pendidikan masa depan yang tidak hanya menekankan penguasaan pengetahuan, tetapi juga pengembangan kompetensi yang memungkinkan peserta didik menghadapi berbagai tantangan global secara adaptif, inovatif, dan bertanggung jawab.

Secara konseptual, ISFC terdiri atas lima komponen inti yang saling berinteraksi dan mendukung pencapaian capaian pembelajaran masa depan (*future learning outcomes*).

Gambar 1. Model Konseptual *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC)



Model tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berorientasi SDGs menjadi konteks utama yang menghubungkan seluruh komponen kurikulum untuk menghasilkan kompetensi peserta didik yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21 dan agenda pembangunan berkelanjutan.

Model ISFC terdiri atas lima komponen utama yang saling terintegrasi sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen Utama Model ISFC

Komponen	Fungsi Utama	Implementasi Pembelajaran
<i>Scientific Literacy</i>	Mengembangkan pemahaman konsep dan proses sains	<i>Inquiry Learning, Scientific Investigation</i>
<i>Sustainability Competencies</i>	Mengembangkan kemampuan berpikir sistemik, antisipatif, strategis, dan kolaboratif	<i>Problem-Based Learning, Sustainability Project</i>
<i>Digital Literacy and AI Readiness</i>	Mengembangkan kemampuan memanfaatkan teknologi digital dan AI secara etis dan produktif	<i>Digital Learning dan AI-Assisted Learning</i>
<i>21st Century Skills</i>	Mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi	<i>Collaborative Learning dan Project-Based Learning</i>
<i>SDGs-Oriented Learning</i>	Menghubungkan pembelajaran dengan isu pembangunan berkelanjutan	<i>Contextual Learning dan SDGs Project</i>

Scientific Literacy berfungsi sebagai fondasi penguasaan pengetahuan ilmiah yang memungkinkan peserta didik memahami fenomena alam dan sosial secara berbasis bukti. *Sustainability Competencies* berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir sistemik, berpikir antisipatif, kompetensi strategis, kompetensi kolaboratif, dan pemecahan masalah keberlanjutan.

Selanjutnya, *Digital Literacy and AI Readiness* dirancang untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi transformasi digital melalui kemampuan memanfaatkan teknologi dan kecerdasan buatan secara bertanggung jawab. Komponen *21st Century Skills* mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi yang menjadi kompetensi esensial abad ke-21. Seluruh komponen tersebut diintegrasikan melalui *SDGs-Oriented Learning* yang menjadikan isu pembangunan berkelanjutan sebagai konteks pembelajaran.

Selain menghasilkan model konseptual, penelitian ini juga menghasilkan seperangkat perangkat kurikulum yang mendukung implementasi ISFC sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Produk Pengembangan Model ISFC

Produk	Deskripsi
<i>Learning Outcomes</i>	Capaian pembelajaran berbasis kompetensi masa depan dan SDGs
<i>Learning Modules</i>	Modul pembelajaran yang mengintegrasikan sains dan keberlanjutan
<i>Project-Based Learning Guide</i>	Panduan pelaksanaan proyek berbasis ESD
<i>Digital and AI Learning Resources</i>	Sumber belajar digital dan pemanfaatan AI
<i>Authentic Assessment Rubrics</i>	Rubrik penilaian kompetensi keberlanjutan
<i>Sustainability Competency Instrument</i>	Instrumen pengukuran kompetensi keberlanjutan

Keenam produk tersebut dikembangkan untuk memastikan bahwa implementasi model ISFC tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga operasional dan dapat diterapkan dalam praktik pembelajaran.

Kebaruan utama penelitian ini terletak pada pengembangan model kurikulum yang mengintegrasikan secara simultan lima dimensi utama, yaitu *scientific literacy*, *sustainability competencies*, *digital literacy and AI readiness*, *21st-century skills*, dan *SDGs-oriented learning* dalam satu kerangka kurikulum yang komprehensif. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung mengembangkan pendekatan STEM, *Education for Sustainable Development* (ESD), atau literasi digital secara terpisah, model ISFC menghubungkan seluruh dimensi tersebut dalam satu sistem kurikulum yang terintegrasi.

Selain itu, model ISFC tidak hanya dikembangkan secara konseptual, tetapi juga diuji melalui tahapan validitas, kepraktisan, dan efektivitas sesuai dengan prinsip *Educational Design Research* (EDR). Oleh karena itu, model ini memiliki kontribusi teoretis terhadap pengembangan literatur kurikulum berbasis ESD serta kontribusi praktis sebagai alternatif model kurikulum yang relevan untuk mendukung pencapaian SDGs 2030 dan kebutuhan pendidikan masa depan.

Validitas Model *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC)

1) Validitas Isi (*Content Validity*)

Tabel 5. Hasil Validitas Isi Model ISFC oleh Validator Ahli (n = 10)

Aspek yang Dinilai	Aiken's V	Kategori
Relevansi Kurikulum	0,92	Sangat Valid
Kesesuaian dengan ESD	0,95	Sangat Valid
Integrasi SDGs	0,94	Sangat Valid
Struktur Kurikulum	0,91	Sangat Valid
Strategi Pembelajaran	0,90	Sangat Valid
Sistem Asesmen	0,89	Sangat Valid

Kelayakan Implementasi	0,90	Sangat Valid
Rata-rata	0,92	Sangat Valid

Berdasarkan hasil penilaian 10 validator yang terdiri atas ahli kurikulum, ahli pendidikan sains, ahli *Education for Sustainable Development* (ESD), dan praktisi pendidikan, diperoleh nilai rata-rata Aiken's V sebesar 0,92 menunjukkan bahwa seluruh komponen ISFC berada pada kategori sangat valid. Aspek dengan skor tertinggi adalah kesesuaian dengan ESD (0,95), sedangkan sistem asesmen memperoleh skor terendah (0,89).

Tingginya validitas isi menunjukkan bahwa komponen-komponen ISFC telah sesuai dengan teori kurikulum dan pendidikan berkelanjutan. Menurut Aiken (1985), nilai di atas 0,80 menunjukkan tingkat kesepakatan ahli yang sangat tinggi. Temuan ini juga mendukung pandangan Nieveen et al. (2023) bahwa validitas merupakan indikator utama kualitas produk dalam penelitian pengembangan.

2) Validitas Konstruk (*Construct Validity*)

Tabel 6. Hasil Validitas Konstruk ISFC

Konstruk	Persentase (%)	Kategori
<i>Scientific Literacy</i>	94	Sangat Valid
<i>Sustainability Competencies</i>	96	Sangat Valid
<i>Digital Literacy & AI Readiness</i>	95	Sangat Valid
<i>21st Century Skills</i>	93	Sangat Valid
<i>SDGs-Oriented Learning</i>	97	Sangat Valid
Rata-rata	95	Sangat Valid

Validitas konstruk bertujuan untuk mengevaluasi keterkaitan konseptual antar-komponen model ISFC. Hasil penilaian menunjukkan bahwa seluruh konstruk memperoleh tingkat kesesuaian di atas 90%, dengan rata-rata sebesar 95%. Temuan ini menunjukkan bahwa hubungan antara literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital dan AI, keterampilan abad ke-21, serta pembelajaran berorientasi SDGs dipandang sangat kuat oleh para validator.

Konstruk *SDGs-Oriented Learning* memperoleh skor tertinggi (97%), menunjukkan bahwa validator menilai komponen tersebut berhasil menjadi penghubung utama antar dimensi model. Sebaliknya, konstruk *21st Century Skills* memperoleh skor terendah (93%), namun masih berada pada kategori sangat valid.

Temuan ini mengindikasikan bahwa model ISFC memiliki konsistensi konseptual yang kuat dan mampu mengintegrasikan berbagai kompetensi masa depan ke dalam satu kerangka kurikulum yang utuh. Hasil tersebut sejalan dengan kerangka *sustainability competencies* yang dikembangkan oleh Brundiers et al. (2021) dan mendukung pandangan bahwa pendidikan berkelanjutan memerlukan integrasi berbagai kompetensi lintas disiplin secara sistematis.

Kepraktisan dan Kelayakan Implementasi *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC)

Sebelum digunakan pada tahap implementasi, instrumen kepraktisan diuji reliabilitasnya menggunakan koefisien Cronbach's Alpha. Hasil analisis menunjukkan nilai $\alpha = 0,91$ yang berada pada kategori sangat tinggi. Dengan demikian, instrumen dinyatakan reliabel untuk mengukur tingkat kepraktisan dan kelayakan implementasi model ISFC.

Tabel 7. Hasil Uji Kepraktisan dan Kelayakan

Aspek	Mean	SD	Persentase (%)	Kategori
Kemudahan Implementasi	4.42	0.51	88.4	Sangat Layak
Kejelasan Struktur	4.56	0.48	91.2	Sangat Layak

Keterterimaan Guru	4.63	0.44	92.6	Sangat Layak
Keterterimaan Peserta Didik	4.53	0.49	90.5	Sangat Layak
Relevansi Pembelajaran	4.66	0.41	93.1	Sangat Layak
Dukungan terhadap SDGs	4.71	0.38	94.2	Sangat Layak
Rata-rata	4.58	0.45	91.7	Sangat Layak

Hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa seluruh aspek memperoleh kategori sangat layak dengan rata-rata persentase sebesar 91,7% ($M = 4,58$; $SD = 0,45$). Aspek dengan skor tertinggi adalah dukungan terhadap pencapaian SDGs (94,2%), sedangkan skor terendah terdapat pada aspek kemudahan implementasi (88,4%). Meskipun demikian, seluruh aspek berada pada rentang sangat layak ($>81\%$), yang menunjukkan bahwa model ISFC mudah dipahami, dapat diterapkan oleh guru, diterima oleh peserta didik, serta relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Nilai standar deviasi yang relatif rendah ($SD < 0,60$) mengindikasikan bahwa penilaian responden cenderung homogen dan menunjukkan tingkat kesepakatan yang tinggi terhadap kualitas model yang dikembangkan.

Tingginya tingkat kepraktisan menunjukkan bahwa model ISFC tidak hanya valid secara konseptual, tetapi juga dapat diimplementasikan secara efektif dalam konteks pembelajaran nyata. Menurut Nieveen et al. (2023), kepraktisan merupakan indikator penting dalam penelitian pengembangan karena menunjukkan sejauh mana suatu produk dapat digunakan oleh pengguna sasaran tanpa memerlukan modifikasi yang signifikan.

Tingginya skor pada aspek dukungan terhadap SDGs menunjukkan bahwa guru dan peserta didik memandang ISFC sebagai kurikulum yang relevan dengan tantangan global masa kini. Selain itu, tingginya keterterimaan guru mengindikasikan bahwa struktur kurikulum, perangkat pembelajaran, dan strategi implementasi yang dikembangkan relatif mudah diadaptasi ke dalam praktik pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan penelitian Zguir et al. (2021) yang menegaskan bahwa keberhasilan implementasi kurikulum berbasis ESD sangat dipengaruhi oleh persepsi positif pengguna terhadap relevansi dan kemudahan penerapan kurikulum tersebut.

Efektivitas *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC) terhadap Kompetensi Keberlanjutan Peserta Didik

Tabel 8. Hasil Uji Efektivitas ISFC terhadap Kompetensi Keberlanjutan ($n = 30$)

Variabel	Pretest (Mean $\pm$ SD)	Posttest (Mean $\pm$ SD)	N-Gain	t	p	Cohen's d
<i>Systems Thinking</i>	61.3 $\pm$ 8.2	84.5 $\pm$ 6.1	0.60	-11.42	<0.001	1.87
<i>Anticipatory Thinking</i>	58.7 $\pm$ 7.5	82.4 $\pm$ 5.8	0.57	-12.05	<0.001	1.92
<i>Strategic Competency</i>	60.2 $\pm$ 7.9	86.1 $\pm$ 5.9	0.65	-13.21	<0.001	2.11
<i>Collaborative Competency</i>	67.1 $\pm$ 6.8	89.3 $\pm$ 4.7	0.67	-10.87	<0.001	1.76
<i>Problem Solving</i>	63.4 $\pm$ 7.2	88.2 $\pm$ 5.4	0.68	-12.94	<0.001	2.04
Rata-rata	62.1$\pm$7.5	86.1$\pm$5.6	0.63	-12.10	<0.001	1.94

Sebelum dilakukan pengujian efektivitas model ISFC, data pretest dan posttest diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro–Wilk karena jumlah sampel kurang dari 50 responden ($n = 30$). Hasil analisis menunjukkan bahwa data pretest memiliki nilai signifikansi sebesar 0,124 dan data posttest sebesar 0,087. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), sehingga data berdistribusi normal dan memenuhi asumsi untuk dilakukan uji parametrik.

Untuk mengetahui perbedaan kompetensi keberlanjutan peserta didik sebelum dan sesudah implementasi ISFC dilakukan uji Paired Sample t-Test. Hasil analisis menunjukkan

terdapat peningkatan yang signifikan antara skor pretest ($M = 62,10$; $SD = 7,50$) dan posttest ($M = 86,10$; $SD = 5,60$), dengan nilai $t(29) = -12,10$ dan $p < 0,001$. Temuan ini menunjukkan bahwa implementasi *Integrated Science Future Curriculum (ISFC)* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kompetensi keberlanjutan peserta didik.

Hasil analisis *N-Gain* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,63 yang termasuk kategori sedang menuju tinggi. Selain itu, nilai Cohen's d sebesar 1,94 menunjukkan ukuran efek yang sangat besar (*large effect size*). Dengan demikian, peningkatan kompetensi keberlanjutan peserta didik tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki makna praktis yang kuat. Temuan penelitian menunjukkan bahwa implementasi *ISFC* menghasilkan peningkatan kompetensi keberlanjutan yang signifikan secara statistik ($p < 0,001$) dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,63 dan effect size sebesar 1,94. Hasil ini mengindikasikan bahwa model *ISFC* tidak hanya mampu meningkatkan capaian belajar peserta didik, tetapi juga memberikan dampak pendidikan yang kuat dalam pengembangan kompetensi keberlanjutan.

Nilai *effect size* yang sangat besar menunjukkan bahwa integrasi literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital, keterampilan abad ke-21, dan orientasi *SDGs* dalam satu kerangka pembelajaran memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan pendekatan kurikulum konvensional. Temuan ini mendukung penelitian Brundiars et al. (2021) yang menyatakan bahwa pengembangan *sustainability competencies* memerlukan pembelajaran kontekstual, kolaboratif, dan berbasis proyek.

Selain itu, nilai *N-Gain* kategori sedang menuju tinggi menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi peserta didik terjadi secara substansial selama implementasi model. Hasil ini memperkuat argumentasi UNESCO (2020) bahwa pendekatan *Education for Sustainable Development* mampu meningkatkan kapasitas peserta didik dalam memahami dan menyelesaikan berbagai permasalahan keberlanjutan secara sistematis.

Peningkatan yang terjadi menunjukkan bahwa *ISFC* tidak hanya valid dan praktis, tetapi juga efektif dalam meningkatkan kompetensi keberlanjutan peserta didik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Brundiars et al. (2021) dan Redman dan Wiek (2021) yang menegaskan bahwa kompetensi keberlanjutan berkembang lebih optimal melalui pembelajaran kontekstual, kolaboratif, dan berbasis proyek.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa *ISFC* memenuhi tiga indikator kualitas produk pendidikan yang dikemukakan oleh Nieveen et al. (2023), yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Temuan ini mengindikasikan bahwa *ISFC* memiliki potensi untuk menjadi model kurikulum yang relevan dalam mendukung implementasi *ESD* dan pencapaian *SDGs 2030* pada berbagai konteks pendidikan.

SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan, memvalidasi, dan mengevaluasi efektivitas *Integrated Science Future Curriculum (ISFC)* berbasis *Education for Sustainable Development (ESD)* dalam mendukung pengembangan kompetensi keberlanjutan peserta didik dan pencapaian *Sustainable Development Goals (SDGs) 2030*. Penelitian dilaksanakan menggunakan pendekatan *Educational Design Research (EDR)* yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, pengembangan model, validasi, uji kepraktisan, dan evaluasi efektivitas.

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa terdapat tuntutan yang kuat terhadap transformasi kurikulum yang mampu mengintegrasikan literasi sains, kompetensi keberlanjutan, literasi digital, kesiapan kecerdasan buatan (*AI readiness*), keterampilan abad ke-21, dan orientasi *SDGs 2030*. Tingginya kebutuhan terhadap literasi digital, integrasi *SDGs*, dan pengembangan kompetensi keberlanjutan mengindikasikan bahwa kurikulum yang berorientasi pada penguasaan konten belum sepenuhnya mampu menjawab kebutuhan pendidikan masa depan. Temuan ini menegaskan pentingnya pengembangan kurikulum yang lebih kontekstual, transformatif, dan berorientasi pada tantangan global.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan tersebut, penelitian ini berhasil mengembangkan model *Integrated Science Future Curriculum (ISFC)* yang terdiri atas lima dimensi utama, yaitu *scientific literacy*, *sustainability competencies*, *digital literacy and AI readiness*, *21st-century skills*, dan *SDGs-oriented learning*. Integrasi kelima dimensi tersebut menghasilkan suatu model kurikulum yang dirancang untuk membangun keterkaitan antara pembelajaran

sains, pengembangan kompetensi masa depan, dan pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan secara sistematis. Kebaruan utama model ini terletak pada pengintegrasian literasi sains, kompetensi keberlanjutan, transformasi digital, dan SDGs dalam satu kerangka kurikulum yang komprehensif dan terukur.

Hasil validasi menunjukkan bahwa model ISFC memiliki kualitas konseptual yang sangat baik. Validitas isi memperoleh nilai rata-rata Aiken's V sebesar 0,92, sedangkan validitas konstruk memperoleh tingkat kesesuaian sebesar 95%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa model yang dikembangkan telah memenuhi prinsip-prinsip pengembangan kurikulum modern, pendidikan sains, pendidikan berkelanjutan, serta kompetensi masa depan. Dengan demikian, ISFC dapat dinyatakan memenuhi kriteria validitas yang dipersyaratkan dalam penelitian pengembangan pendidikan.

Pada tahap implementasi, model ISFC memperoleh skor kepraktisan sebesar 91,7% dengan kategori sangat layak. Tingginya tingkat keterterimaan guru dan peserta didik menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mudah dipahami, relevan dengan kebutuhan pembelajaran, serta dapat diimplementasikan secara efektif dalam konteks pendidikan nyata. Temuan ini menunjukkan bahwa ISFC tidak hanya memiliki kekuatan secara teoritis, tetapi juga memiliki potensi implementasi yang tinggi dalam praktik pendidikan.

Hasil evaluasi efektivitas menunjukkan bahwa implementasi ISFC mampu meningkatkan kompetensi keberlanjutan peserta didik secara signifikan. Rata-rata kompetensi keberlanjutan meningkat dari 62,1% pada tahap *pre-test* menjadi 86,1% pada tahap *post-test*, dengan peningkatan rata-rata sebesar 24,0%. Peningkatan terjadi pada seluruh dimensi kompetensi keberlanjutan yang meliputi *systems thinking*, *anticipatory thinking*, *strategic competency*, *collaborative competency*, dan *problem-solving competency*. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang mengintegrasikan literasi sains, keberlanjutan, teknologi digital, dan pembelajaran berbasis proyek mampu menghasilkan pengalaman belajar yang lebih bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada penyelesaian masalah dunia nyata.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa Sintiya Smart Academy berperan sebagai konteks implementasi yang mendukung pengembangan dan pengujian model kurikulum masa depan berbasis keberlanjutan. Karakteristik lembaga yang menekankan inovasi pembelajaran, literasi digital, dan pengembangan kompetensi abad ke-21 memberikan lingkungan yang kondusif bagi implementasi ISFC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan dapat diterapkan secara efektif dalam konteks pendidikan yang berorientasi pada pengembangan kompetensi masa depan dan pencapaian SDGs 2030. Dengan demikian, Sintiya Smart Academy tidak hanya berfungsi sebagai lokasi penelitian, tetapi juga sebagai konteks empiris yang memberikan bukti implementasi model ISFC dalam praktik pendidikan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa *Integrated Science Future Curriculum* (ISFC) merupakan model kurikulum yang valid, praktis, dan efektif untuk mendukung implementasi *Education for Sustainable Development* serta pengembangan kompetensi keberlanjutan peserta didik. Temuan ini memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan literatur kurikulum berbasis ESD melalui integrasi kompetensi keberlanjutan, literasi sains, literasi digital, keterampilan abad ke-21, dan SDGs dalam satu kerangka kurikulum. Secara praktis, ISFC dapat dijadikan sebagai model alternatif bagi sekolah, lembaga pendidikan, maupun pengembang kurikulum yang ingin mengimplementasikan pendidikan berkelanjutan yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21 dan agenda pembangunan global.

Meskipun penelitian ini berhasil mengembangkan model ISFC yang valid, praktis, dan efektif, beberapa keterbatasan perlu diperhatikan. Pertama, penelitian dilaksanakan hanya pada satu institusi pendidikan, yaitu Sintiya Smart Academy, sehingga generalisasi hasil penelitian ke konteks pendidikan lain perlu dilakukan secara hati-hati. Kedua, jumlah partisipan implementasi masih relatif terbatas, yaitu 30 peserta didik dan 10 guru, sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar untuk memperoleh bukti empiris yang lebih kuat. Ketiga, durasi implementasi yang berlangsung selama tiga bulan hanya memungkinkan evaluasi dampak jangka pendek terhadap kompetensi

keberlanjutan peserta didik. Penelitian ini belum mengevaluasi dampak jangka panjang terhadap perubahan perilaku keberlanjutan, literasi digital, maupun capaian akademik peserta didik. Keempat, evaluasi efektivitas difokuskan pada kompetensi keberlanjutan sehingga pengaruh ISFC terhadap aspek lain seperti kreativitas, berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan literasi digital belum dianalisis secara mendalam. Selain itu, validitas konstruk model masih didasarkan pada penilaian ahli dan belum diuji menggunakan pendekatan statistik lanjutan seperti Confirmatory Factor Analysis (CFA) atau Structural Equation Modeling (SEM).

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengimplementasikan ISFC pada berbagai jenjang pendidikan dan konteks institusi yang berbeda, melibatkan jumlah partisipan yang lebih besar, melakukan studi longitudinal untuk mengevaluasi dampak jangka panjang, serta menggunakan analisis statistik yang lebih komprehensif guna memperkuat validitas empiris model. Dengan demikian, pengembangan ISFC dapat terus disempurnakan dan memberikan kontribusi yang lebih luas terhadap transformasi pendidikan berkelanjutan di tingkat nasional maupun internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Boeve-de Pauw, J., Gericke, N., Olsson, D., & Berglund, T. (2019). The effectiveness of education for sustainable development. *Sustainability*, 11(18), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11185057>
- Braun, V., & Clarke, V. (2022). *Thematic analysis: A practical guide*. Sage Publications.
- Brundiers, K., Barth, M., Cebrián, G., Cohen, M., Diaz, L., Doucette-Remington, S., Dripps, W., Habron, G., Harré, N., Jarchow, M., Losche, K., Michel, J., Mochizuki, Y., Rieckmann, M., Parnell, R., Walker, P., & Zint, M. (2021). Key competencies in sustainability in higher education—Toward an agreed-upon reference framework. *Sustainability Science*, 16(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., Bywaters, D., & Walker, K. (2020). Purposive sampling: Complex or simple? Research case examples. *Journal of Research in Nursing*, 25(8), 652–661. <https://doi.org/10.1177/1744987120927206>
- Cebrián, G., Junyent, M., & Mulà, I. (2020). Competencies in education for sustainable development: Emerging teaching and research developments. *Sustainability*, 12(2), 579. <https://doi.org/10.3390/su12020579>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). Sage Publications.
- Filho, W. L., Salvia, A. L., Paço, A., Anholon, R., Quelhas, O. L. G., Rampasso, I. S., Ng, A., Balogun, A. L., Kondev, B., & Brandli, L. L. (2021). The role of education in achieving the Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, 299, 126805. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126805>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2022). *Multivariate data analysis* (9th ed.). Cengage Learning.
- Le, H. T., Tran, T. Q., & Nguyen, T. H. (2023). Integrated STEM education and its impact on students' learning outcomes: A systematic review. *Education Sciences*, 13(3), 297. <https://doi.org/10.3390/educsci13030297>
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2019). *Conducting educational design research* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315105642>

- Mogren, A., Gericke, N., & Scherp, H. Å. (2019). Whole-school approaches to education for sustainable development: A model that links to school improvement. *Environmental Education Research*, 25(4), 508–531. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1455074>
- Nieveen, N., van den Akker, J., & Voogt, J. (2023). Curriculum design. In R. J. Tierney, F. Rizvi, & K. Ercikan (Eds.), *International encyclopedia of education* (4th ed., pp. 249–260). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.12030-4>
- OECD. (2023). *OECD learning compass 2030: Future of education and skills 2030*. OECD Publishing.
- Redman, A., & Wiek, A. (2021). Competencies for advancing transformations towards sustainability. *Frontiers in Education*, 6, Article 785163. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.785163>
- Retnawati, H. (2016). *Analisis kuantitatif instrumen penelitian*. Parama Publishing.
- Rieckmann, M. (2018). Learning to transform the world: Key competencies in education for sustainable development. In A. Leicht, J. Heiss, & W. J. Byun (Eds.), *Issues and trends in education for sustainable development* (pp. 39–59). UNESCO Publishing.
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO Publishing.
- Voogt, J., Pieters, J., & Handelzalts, A. (2021). Teacher collaboration in curriculum design teams: Effects, mechanisms, and conditions. *Educational Research and Evaluation*, 27(1–2), 1–21. <https://doi.org/10.1080/13803611.2021.1965418>
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2019). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for curriculum development. *Journal of Curriculum Studies*, 51(3), 299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2018.1562212>
- Waltner, E. M., Scharenberg, K., Hörsch, C., & Rieß, W. (2019). What teachers think and know about education for sustainable development and how they implement it in class. *Sustainability*, 11(6), 1717. <https://doi.org/10.3390/su11061717>
- Wamsler, C. (2020). Education for sustainability: Fostering a more conscious society and transformation towards sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(1), 112–130. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2019-0152>
- Zguir, M., Dubis, S., & Koç, M. (2021). Embedding education for sustainable development in higher education curricula: A transformative approach. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(7), 1439–1455. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-11-2020-0467>