

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian ini, disajikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, kontribusi penelitian, definisi operasional, dan sistematika penulisan disertasi. Bagian ini menggambarkan penjelasan tentang kondisi atau permasalahan yang menjadi latar belakang penelitian ini. Disamping itu, ditunjukkan posisi *state of the art* penelitian tentang kebaruan dan keaslian penelitian ini.

A. Latar Belakang

Pendidikan adalah salah satu faktor kunci dalam pembangunan sumber daya manusia. Pendidikan memberikan akses pada pengetahuan, keterampilan, dan nilai-nilai yang diperlukan untuk menghadapi tantangan dunia modern (Fadel, 2008; Binkley *et al.*, 2012; Care *et al.*, 2014). Pendidikan juga dapat meningkatkan daya saing bangsa di dunia global dengan menciptakan sumber daya manusia yang kompeten, serta dapat meningkatkan inovasi dan produktivitas. Memiliki pendidikan yang berkualitas dapat memberikan fondasi untuk menghadapi perubahan di berbagai sektor kehidupan.

Pendidikan tinggi sebagai bagian dari jenjang pendidikan memiliki peran yang sangat strategis bagi dunia pendidikan. Pendidikan tinggi membuka akses pada program-program pendidikan dan pelatihan untuk memasuki dunia kerja dengan keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan (Paulsen & Kolstø, 2022). Pendidikan tinggi juga merupakan pusat inovasi dan penelitian yang penting bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini karena pendidikan tinggi menjadi salah satu tempat mahasiswa dapat terlibat dalam lingkungan belajar yang inovatif, beragam, dan menantang. Salah satu upaya yang dapat ditempuh oleh pendidikan tinggi adalah menyelenggarakan pendidikan yang berorientasi pada keterampilan abad 21.

Keterampilan abad 21 menempatkan mahasiswa dengan potensinya untuk dikembangkan dalam proses pembelajaran. Keterampilan tersebut diistilahkan dengan “*The four C’s of 21st Century skills*” yang terdiri dari keterampilan berpikir

kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), kolaborasi (*colaboration*), dan komunikasi (*communication*) (Binkley et al., 2012; Care et al., 2014; Geisinger, 2016; OECD, 2019). Keterampilan ini berperan untuk mempersiapkan mahasiswa menghadapi tantangan dunia yang terus berkembang dan kompleks (Ananiadou & Claro, 2009; Bidarra & Rusman, 2017). Pada konteks ini mahasiswa tidak hanya dibekalkan keterampilan teori dan praktik, namun diarahkan pada pengembangan keterampilan berpikir (Gleason, 2018).

Keterampilan abad 21 menjadi sangat relevan dan penting bagi mahasiswa calon guru IPA. Dengan mengembangkan keterampilan abad 21 ini, mahasiswa memiliki dasar yang kuat untuk menjadi pendidik yang efektif dan berdaya saing dalam mempersiapkan generasi mendatang (Afandi *et al.*, 2019). Tantangan di lapangan menekankan calon guru IPA untuk menguasai keterampilan abad 21. Undang-undang No. 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mempersyaratkan bahwa guru IPA agar memiliki kompetensi yang dipersyaratkan dan juga menguasai keterampilan tersebut. Hal ini juga menjadi salah satu tuntutan utama dalam implementasi kurikulum merdeka. Oleh karena itu, proses untuk melatih mahasiswa harus selalu menggunakan standar berbasis keterampilan abad ke-21.

Mahasiswa dipersyaratkan untuk mampu menguasai hakikat IPA dalam satu kesatuan. IPA sebagai produk mengandung konsep, fakta, prinsip, dan teori. IPA sebagai proses merupakan cara kerja, cara berpikir dan cara memecahkan masalah sehingga meliputi kegiatan bagaimana mengumpulkan data, menghubungkan fakta satu dengan yang lain, menginterpretasi data dan menarik kesimpulan. IPA sebagai sikap berarti dapat menghasilkan produk yang dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya. Tujuannya yaitu untuk membekali mahasiswa dengan pemahaman yang komprehensif dan holistik tentang IPA, tidak hanya sebagai sekumpulan produk, tetapi juga sebagai sebuah proses dan sikap ilmiah. Hal ini mendukung mahasiswa untuk menjadi ilmuwan yang berpikiran kritis, kreatif, dan mampu menghubungkan berbagai aspek untuk diterapkan dalam situasi nyata.

Salah satu upaya dalam mempersiapkan calon guru IPA diwujudkan melalui perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu. Mata kuliah ini wajib ditempuh mahasiswa dalam program studi Pendidikan IPA. Mata kuliah Pembelajaran IPA Terpadu mendorong mahasiswa untuk memiliki pengetahuan dan keterampilan pada kajian

pendidikan IPA. Kajian IPA mencakup sub-disiplin yang terdiri dari ilmu fisika, biologi, kimia, dan IPBA yang saling terpadu. Berdasarkan data dari salah satu perguruan tinggi di kota Bandung-Jawa Barat, bahwa perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu dilaksanakan dengan persyaratan telah menempuh perkuliahan Fisika Dasar, Biologi Dasar, dan Kimia Dasar (Gunawan *et al.*, 2019). Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa memiliki pengetahuan yang memadai dalam mengintegrasikan berbagai konten dan pedagogi IPA secara terpadu.

Perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu dilaksanakan agar mahasiswa terampil baik secara konseptual maupun prosedural tentang teknik dalam mengintegrasikan pembelajaran IPA. Kompetensi ini berguna dalam merancang perangkat pembelajaran yang mengandung keterkaitan konten IPA. Kemampuan dalam merancang kegiatan pembelajaran, menggunakan media pembelajaran dan sumber belajar yang tepat, melakukan penilaian, serta mengatasi berbagai permasalahan yang timbul dalam pembelajaran dapat dilatihkan. Mahasiswa diberikan peluang yang luas untuk mengembangkan praktik pembelajaran pendidikan IPA. Pandangan secara kritis, inovatif, dan berkelanjutan untuk menciptakan pembelajaran IPA menjadi hal yang penting dimiliki mahasiswa.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan terhadap kurikulum dan RPS menunjukkan bahwa proses perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu dilaksanakan dengan mengkaji tema pembelajaran dari berbagai model pepaduan. Tema tersebut memiliki karakteristik kajian dari berbagai sudut pandang atau disiplin keilmuan yang mudah dipahami dan dikenal. Rujukan utamanya yaitu buku berjudul *How to Integrate the curricula* oleh Robin Fogarty (2009). Rujukan tersebut mencakup model: *connected, nested, sequenced, shared, webbed, threaded, integrated, immersed, dan networked* (Fogarty, 2009).

Pemenuhan terhadap capaian pembelajaran dalam mata kuliah Pembelajaran IPA Terpadu memiliki berbagai tantangan dan permasalahan. Pembelajaran inkuiri tidak diterapkan dalam perkuliahan karena dilaksanakan melalui proses presentasi tugas dengan pemetaan topik perkuliahan melalui teknik undian. Penggunaan media pembelajaran hanya terbatas pada penampilan materi *Power Point* dan ringkasan materi yang diulang setiap tahunnya. Kegiatan perkuliahan juga kurang memfasilitasi mahasiswa untuk berpikir dan membangun pengetahuan. Mahasiswa

juga menganggap bahwa pembelajaran IPA terpadu bersifat abstrak dan sulit untuk dipahami karena mencakup berbagai bidang ilmu. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa ketika dihadapkan dengan perkuliahan pembelajaran IPA Terpadu, karena memiliki berbagai miskonsepsi dalam mengintegrasikan pembelajaran dan menyusun perangkat pembelajaran IPA Terpadu (Gunawan *et al.*, 2019).

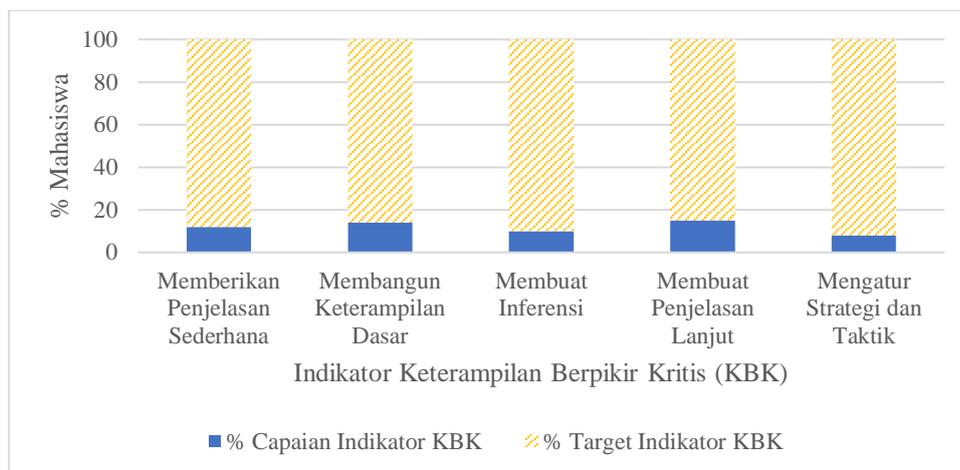
Pada perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu dalam memahami konten dan menyusun perangkat pembelajaran merupakan kekurangan yang umum dialami oleh mahasiswa. Hal ini terjadi karena kurangnya sumber belajar yang secara khusus menyediakan konten IPA Terpadu. Sumber belajar utama dalam perkuliahan tersebut, memang menyediakan berbagai model pemaduan kurikulum dari berbagai disiplin ilmu, namun tidak memberikan penekanan khusus pada konten IPA terpadu. Kurangnya penekanan pada konten IPA dalam sumber belajar tersebut menjadi salah satu penyebab terjadinya permasalahan dalam memahami dan menyusun perangkat pembelajaran IPA terpadu. Diperlukan sumber belajar yang secara khusus mengintegrasikan konten IPA dalam perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu agar mahasiswa dapat memahami dan mengembangkan perangkat pembelajaran yang sesuai dengan konteks IPA terpadu.

Keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif juga menjadi luaran keterampilan yang dipersyaratkan. Keterampilan berpikir kritis dan kreatif diperlukan agar mampu menganalisis dan menyintesis konten dan pedagogi IPA. Keterampilan tersebut sangat memungkinkan untuk dicapai melalui perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu karena mengintegrasikan konsep-konsep dari berbagai disiplin IPA (Wei, 2009; Wilujeng *et al.*, 2010; Winarno *et al.*, 2019). Adanya penekanan terhadap landasan ilmu yang luas dalam memahami suatu kasus, mendorong mahasiswa menggunakan keterampilan berpikirnya untuk mengkaji permasalahan yang menuntut solusi lintas bidang ilmu (Lee & Wan, 2022).

Kedua keterampilan ini sangat berguna, namun kurang dilatihkan selama ini pada mata kuliah Pembelajaran IPA Terpadu. Hasil penelusuran tugas mahasiswa menunjukkan terjadi kemiripan rancangan materi dan perangkat pembelajaran antara kedua angkatan yang diobservasi. Hal ini mengindikasikan bahwa mahasiswa memiliki kreatifitas yang rendah dan tidak kritis menganalisis konten

dan pedagogi IPA. Kondisi ini juga menyebabkan hasil perkuliahan mahasiswa kurang memuaskan, dimana terdapat tingkat ketidaklulusan mahasiswa yang tinggi dalam mata kuliah ini (Gunawan *et al.*, 2019).

Disamping itu, berdasarkan hasil tes keterampilan berpikir kritis mahasiswa semester V, di salah satu perguruan tinggi di kota Malang memperoleh hasil yang kurang memuaskan. Mengacu pada *framework* indikator yang dikembangkan Ennis (1985), dimana hanya sedikit mahasiswa yang memperoleh hasil memuaskan. Hasil pengujian menggunakan tes uraian menunjukkan perolehan keterampilan berpikir kritis mahasiswa berada dibawah rata-rata. Adapun rincian hasil pengukuran keterampilan berpikir kritis mahasiswa pada perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu disajikan dalam Gambar 1.1.



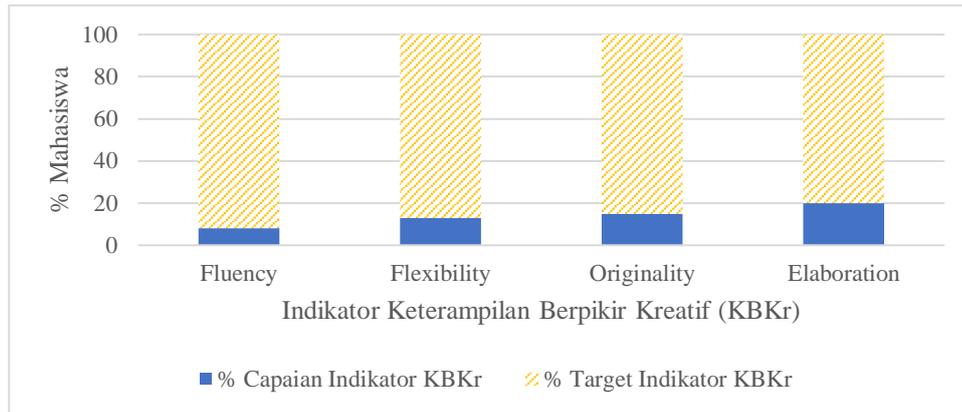
Gambar 1.1 Persentase keterampilan berpikir kritis mahasiswa dalam pembelajaran IPA Terpadu

Berdasarkan Gambar 1.1 diperoleh bahwa indikator tertinggi berada pada indikator membuat penjelasan lanjut, sedangkan yang terendah berada pada mengatur strategi dan taktik. Pada indikator memberikan penjelasan sederhana (12%), mahasiswa belum mampu dalam menganalisis pertanyaan sekaligus mengajukan dan menjawab pertanyaan klarifikasi. Wawasan tentang pembelajaran IPA Terpadu masih tergolong rendah, sehingga membuat mahasiswa menjawab pertanyaan kurang sesuai dengan yang diharapkan. Pada indikator membangun keterampilan dasar (14%), mahasiswa belum mampu dalam menilai kredibilitas sumber dan mempertimbangkan hasil evaluasi dari pengujian yang dilakukan. Pada indikator membuat inferensi (10%), mahasiswa kurang mampu dalam membuat dan

menentukan hasil yang dapat dipertimbangkan dengan mengacu pada latar belakang maupun penerapan fakta. Pada indikator membuat penjelasan lebih lanjut (15%), mahasiswa belum mampu dalam memahami dalam mengidentifikasi suatu asumsi dan menganalisis kerelevanan suatu bentuk definisi. Pada indikator mengatur strategi dan taktik (8%), mahasiswa belum mampu dalam menentukan suatu tindakan terhadap berbagai kriteria dan masalah yang diajukan, serta mempertimbangkan solusi yang sesuai. Kurangnya capaian keterampilan berpikir kritis merupakan kondisi yang kurang baik, mengingat keterampilan ini sangat berguna dalam perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu (Amin *et al.*, 2017; Dholo *et al.*, 2019; Hidayati & Sinaga, 2019; Maslakhathunni'mah *et al.*, 2019; Santos, 2017; Afdila, 2020; Suciati *et al.*, 2022; Wiyoko, 2019).

Pengembangan keterampilan kritis juga dapat mengembangkan penguasaan IPA Terpadu. Keterampilan berpikir kritis berperan untuk mampu memprediksi masalah dan pemecahannya, menganalisis argumen dan memunculkan wawasan, menggunakan berbagai sumber, merangkum dan mengevaluasi temuannya, menulis laporan observasi, dan menjelaskan pengetahuan baru (Arsy *et al.*, 2020; Irawati & Idrus, 2020). Penguasaan terhadap IPA terpadu dapat dilatihkan melalui proses tersebut. Disamping itu, melatih keterampilan berpikir kritis berarti menjadi prihal yang esensial bagi setiap individu karena mampu memperkuat perlindungan terhadap diri sendiri dan orang lain dalam membuat keputusan-keputusan yang bijaksana dalam aktivitas sehari-hari (Liliasari, 2009). Hal ini menekankan pentingnya keberadaan berpikir kritis yang tidak hanya diperlukan dalam pembelajaran.

Penelitian pendahuluan juga dilakukan dengan mengukur keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Kerangka acuan yang digunakan mengacu pada indikator yang dikembangkan oleh Guilford (1975) juga memperoleh hasil kurang memuaskan. Hasil pengujian menggunakan tes uraian menunjukkan perolehan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa juga berada dibawah rata-rata. Adapun rincian hasil pengukuran keterampilan berpikir kreatif mahasiswa pada perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu disajikan dalam Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Persentase keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dalam pembelajaran IPA Terpadu

Berdasarkan Gambar 1.2 diperoleh bahwa indikator tertinggi berada pada indikator *elaboration*, sedangkan yang terendah berada pada indikator *fluency*. Pada indikator *fluency* (8%), mahasiswa menunjukkan memiliki keterbatasan dalam menghasilkan alternatif atau gagasan baru. Kurangnya *fluency* bisa mengindikasikan kesulitan dalam membangkitkan ide-ide baru atau dalam menyampaikan pikiran dengan lancar. Pada indikator *flexibility* (13%), mahasiswa cenderung terpaku pada satu cara berpikir atau pendekatan tunggal dalam memecahkan masalah. Mahasiswa kesulitan dalam melihat dari sudut pandang yang berbeda atau mencoba pendekatan yang inovatif. Pada indikator *originality* (15%), mahasiswa lebih cenderung menghasilkan ide-ide yang klise atau konvensional, tanpa banyak kreasi atau kebaruan. Pada indikator *elaboration* (20%), mahasiswa kurang memiliki kemampuan untuk memberikan penjelasan mendalam atau menguraikan gagasan dengan baik. Hasil ini sejalan dengan temuan yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif dalam pembelajaran IPA masih tergolong rendah dan penting untuk dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkannya melalui pembelajaran (Newton & Newton, 2009; Newton & Newton, 2010; Nurdiana *et al.*, 2020; Alfitriyani *et al.*, 2021; Aryanti *et al.*, 2021).

Keterampilan berpikir kreatif berperan untuk mengembangkan ide dan wawasan untuk mendapatkan pengetahuan baru dan bermakna (Dilekçi & Karatay, 2023). Melatihkan keterampilan berpikir kreatif berarti melatihkan untuk dapat menemukan ide atau hasil yang asli, mendorong kesimpulan berbasis bukti ilmiah, memfasilitasi pemikiran asosiatif, saling berbagi ide yang mengesankan, serta

mendorong prespektif asli yang mendorong orisinalitas dari hasil pemikiran (Yang *et al.*, 2016; Şener & Taş, 2017). Kesempatan untuk terus berlatih dan mengembangkan kreativitas dapat dilakukan melalui berbagai tugas dan tantangan pembelajaran IPA Terpadu.

Pemahaman mahasiswa dalam menganalisis dan menyitensis menjadi salah satu upaya yang efektif untuk dilakukan dalam melatih keterampilan berpikir kritis (Utriainen *et al.*, 2017; Bezanilla *et al.*, 2019; Muskita *et al.*, 2020). Begitu juga dengan keterampilan berpikir kreatif, dimana aktivitas yang memancing minat untuk melakukan aktivitas kreatif seperti menghasilkan banyak ide, mengembangkan perspektif yang berbeda terhadap peristiwa dan situasi, dan menghasilkan ide orisinal sangat diperlukan dalam kegiatan perkuliahan (Kopcha *et al.*, 2016; Şener & Taş, 2017; Lucchiari *et al.*, 2019; Dilekçi & Karatay, 2023). Kedua keterampilan berpikir tersebut saling berkorelasi dan menguatkan untuk menghasilkan lulusan mahasiswa yang mampu memanfaatkan keterampilan berpikirnya untuk menciptakan Pembelajaran IPA Terpadu (Siburian *et al.*, 2019; Muskita *et al.*, 2020).

Proses pengintegrasian pembelajaran IPA di China memerlukan pola integrasi yang lebih luas pada berbagai cabang ilmu IPA lainnya, termasuk pada mata pelajaran lain dan tidak hanya terpusat pada kurikulum IPA secara umum (Wei, 2009). Terkait dengan proses pengintegrasian topik dalam pembelajaran IPA juga menjadi kesulitan tersendiri dalam mencapai koherensi yang sesuai terjadi di Korea dan Taiwan (Wan & Lee, 2022). Penguasaan kompetensi pada berbagai cabang ilmu mutlak menjadi perhatian khusus ketika ingin mencapai koherensi dari suatu topik antar berbagai cabang ilmu dalam mengajarkan IPA secara terpadu (Fortus & Krajcik, 2012). Terkait dengan permasalahan penyusunan perangkat pembelajaran, hal ini juga diungkapkan dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa guru kurang kompeten dalam menyiapkan pembelajaran IPA Terpadu, termasuk dalam menyampaikan konten dan pedagoginya dalam proses pengintegrasian disiplin ilmu dengan baik (Sun *et al.*, 2014). Permasalahan yang serupa juga ditemukan di Indonesia, bahwa implementasi pembelajaran IPA terpadu oleh guru IPA sangat dipengaruhi oleh bidang spesialisasi, dimana

perbedaan latar belakang keilmuan sangat menyulitkan untuk mengajarkan pembelajaran IPA Terpadu (Rubini *et al.*, 2019; Wei, 2020).

Cerminan kondisi pembelajaran IPA Terpadu dapat menjadi refleksi untuk lebih melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kritis dan kreatif. Hal lain dalam perkuliahan, untuk membangun pengetahuan berbasis pembelajaran konstruktivisme belum dilakukan. Dalam hal ini, inkuiri mahasiswa perlu dikembangkan sehingga dapat menjadi salah satu solusi lain untuk memperkaya perkuliahan tersebut. Dengan keduanya, mahasiswa dapat aktif terlibat dalam membangun pemahaman yang lebih mendalam dan menyeluruh tentang materi IPA Terpadu.

Pembelajaran inkuiri dapat dijadikan upaya yang dapat membantu mahasiswa dalam perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu. Metode pembelajaran inkuiri dapat dilaksanakan dengan bantuan *scaffolding*. *Scaffolding* didasari oleh gagasan *Zone of Proximal Development* (ZPD) oleh Vygotsky, sebagai upaya yang dapat ditunjukkan melalui intervensi untuk mendukung kegiatan pembelajaran (Mamun *et al.*, 2022). *Scaffolding* tersebut diberikan dengan tujuan untuk membantu mahasiswa menguasai keterkaitan sub-disiplin IPA sekaligus meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, sekaligus memenuhi capaian pembelajaran mata kuliah. Penggunaan *scaffolding* dengan prinsip desain konstruktivis dapat membantu mahasiswa memahami dan mengembangkan sikap terhadap pembelajaran IPA (Su, 2008; Rubini *et al.*, 2018; Marisda *et al.*, 2020), untuk membantu aktivitas kolaborasi yang aktif satu sama lain (Loll *et al.*, 2009; Lee, 2015), pembelajaran yang memicu *self-directed* dalam lingkungan inkuiri (Azevedo, 2002; Mamun *et al.*, 2020), dan berbagai manfaat lain yang tentunya mendukung kegiatan pembelajaran.

Scaffolding pedagogi dapat dilaksanakan melalui model pembelajaran *Predict, Observe, dan Explain* (POE). Model pembelajaran POE merupakan aktivitas *scientific inquiry* yang dirancang agar mahasiswa memiliki kesempatan untuk mengembangkan pengetahuan melalui kegiatan-kegiatan ilmiah. POE didasarkan pada aktivitas untuk menghasilkan hipotesis dan alasan tentang apa yang mungkin benar, mengumpulkan data yang sesuai, dan mendiskusikan hasilnya.

Pengaruh model pembelajaran POE menunjukkan hasil yang memuaskan dari berbagai sumber hasil penelitian. Model pembelajaran POE ketika diimplementasikan dalam pembelajaran mampu untuk memfasilitasi untuk proses berpikir hingga terbentuk pemahaman yang mendalam sekaligus membangkitkan sikap ilmiah (Treagust *et al.*, 2014). Pemahaman tersebut timbul dari aktivitas untuk memprediksi ide dan melakukan pengamatan langsung, serta diskusi kelompok yang mendorong konstruksi pengetahuan dan prosesnya menantang untuk melatih keterampilan berpikir. Penelitian ini menekankan proses prediksi dan mengkonfirmasi prediksi tersebut melalui kegiatan ilmiah, hingga mampu untuk mengekspresikan hasil prediksi tersebut melalui kegiatan diskusi yang menyenangkan.

Kegiatan pembelajaran dengan melibatkan POE dalam lingkup pembelajaran inkuiri juga berdampak pada proses belajar, membantu mahasiswa belajar, sehingga kualitas pembelajaran dan kegiatan aktifnya semakin meningkat. Penerapan strategi POE juga dapat meningkatkan keterampilan inkuiri, kreativitas, dan kepercayaan diri pada mahasiswa calon guru IPA serta membuat mereka berpikir seperti ilmuwan (Bariş, 2022). Dalam konteks ini, strategi POE membantu calon guru dalam merefleksikan pengalaman mereka dengan melakukan observasi terlebih dahulu untuk kemudian membuat penjelasan ilmiah setelah memahami suatu peristiwa, sebelum diskusi prediksi dilakukan (James *et al.*, 2022).

Pembelajaran POE dapat secara alami dan berkelanjutan melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui metode pembelajaran inkuiri. Keterampilan berpikir tingkat tinggi tersebut dibutuhkan pada setiap tahapan pembelajaran POE. Hal ini terjadi karena pembelajaran POE dapat melatih keterampilan berpikir kritis (Alfiyanti *et al.*, 2020; Arsy *et al.*, 2020; Hermita *et al.*, 2019; Hong *et al.*, 2021). Disamping itu, keterampilan berpikir kreatif juga berkembang melalui pembelajaran POE (Larasati *et al.*, 2018; Neolaka & Corebima, 2018; Rosidah & Kurino, 2021).

Pada perkembangannya, model pembelajaran POE disempurnakan sebagai dasar untuk strategi pedagogis yang direvisi dengan menambahkan berbagai aktivitas pendukung. Sintaks evaluasi ditambahkan sebagai bentuk dari adaptasi penelitian yang telah dilakukan untuk membantu proses mahasiswa melakukan

kegiatan inkuiri (Mamun *et al.*, 2020). Adaptasi POE dikembangkan menjadi *predict, observe, explain, dan evaluate* (POEE). Hal ini terjadi karena proses pembangunan pengetahuan sangat penting untuk dievaluasi (Lee & Hannafin, 2016). Maksud memperkenalkan fase evaluasi adalah untuk memberikan umpan balik dalam mengevaluasi pemahaman mahasiswa dalam pembelajaran IPA Terpadu. Tahapan ini menyempurnakan lingkungan POE tradisional dimana siswa biasanya menerima umpan balik langsung karena interaksi dengan guru atau teman sebaya pada tahap *explain*.

Peran *scaffolding* juga dapat berbentuk ICT dalam pembelajaran. Hal ini merujuk pada pemanfaatan ICT untuk memberikan bantuan kepada mahasiswa dalam kegiatan perkuliahan. Peran ICT ini bagi mahasiswa yaitu dapat memperoleh bantuan yang tepat sesuai dengan kebutuhan, meningkatkan keterlibatan dan motivasi dalam pembelajaran, serta memperluas pemahaman mereka melalui pengalaman belajar ketika menggunakannya. Pemanfaatan ICT tersebut mempertimbangkan bagaimana teknologi dapat mendukung proses pembelajaran, bagaimana pedagogi dapat diintegrasikan dengan teknologi, dan bagaimana konten pembelajaran dapat disajikan secara efektif.

Peneliti terus mengembangkan peranan ICT dalam pembelajaran. Perkembangan ICT saat ini difokuskan pada kombinasi dengan *Artificial Intelligence* (AI) dalam membantu pendidik dalam memfasilitasi pengembangan pembelajaran menggunakan berbagai *AI tools* (Kim *et al.*, 2021, 2022; Celik, 2023; Sun *et al.*, 2023). Hal ini terjadi karena *machine learning* yang dapat membantu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran (Popenici & Kerr, 2017; Perrotta & Selwyn, 2020; Riza *et al.*, 2021), juga memberikan interaktivitas dalam pembelajaran, misalnya dengan menggunakan *chatbot* atau asisten virtual yang dapat membantu siswa menjawab pertanyaan atau memberikan umpan balik secara instan melalui sistem rekomendasi (Clarizia *et al.*, 2018; Sreelakshmi *et al.*, 2019; Desouza *et al.*, 2020; Tsai *et al.*, 2023).

Penggunaan sistem rekomendasi dalam AI masih belum diteliti untuk membantu mahasiswa dalam mengintegrasikan pembelajaran IPA. Klaim ini dihasilkan dari meta-analisis bibliometrik bahwa belum ada yang mengaitkan penelitian pada pembelajaran IPA terpadu (*integrated science*), pembelajaran

inkuiri, *scaffolding* POEE, dan sistem rekomendasi dengan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif. Penelitian ini memberikan gambaran pentingnya peran ICT untuk membantu kegiatan pembelajaran terutama pada upaya untuk mengeksplorasi keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif. Pembelajaran IPA terpadu yang dilaksanakan melalui sistem rekomendasi berbasis AI terhadap keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif pada penelitian ini memberikan kontribusi baru terkait dengan peran ICT.

Kebaruan penelitian ini didasarkan pada hasil meta-analisis bibliometrik menggunakan *software VosViewers* dan *software Publish or Perish 8* pada jurnal bereputasi terindeks Scopus. Penelusuran kata kunci menampilkan jaringan peta penelitian seperti pada Gambar 1.3. Penelusuran dilakukan pada artikel dari tahun 2015 hingga 2023 ditemukan bahwa selama ini peran teknologi berhubungan dengan pembelajaran IPA terpadu. Kajian lebih mendalam terhadap artikel tersebut selama ini hanya melalui penggunaan berbagai *tools* seperti alat pemetaan konsep, peta pikiran, *brainstorming*, gambar kolaboratif, animasi, lab virtual, dan pembelajaran berbasis *web* untuk membantu memahami keterkaitan bidang ilmu dan merencanakan pembelajaran (Lee & Lee, 2014; Janssen *et al.*, 2019; Astuti *et al.*, 2020; Kapici & Akcay, 2023; Winarno, 2021). Padahal, untuk menciptakan pembelajaran IPA terpadu memerlukan basis data yang besar untuk memfasilitasi setiap hubungan konten pada masing-masing bidang ilmu. Dalam konteks ini, peneliti menyatakan bahwa penggunaan sistem rekomendasi berbasis AI dapat membantu proses tersebut.

Sistem rekomendasi berbasis AI adalah teknologi yang mengandalkan kecerdasan tiruan untuk memberikan rekomendasi atau rekomendasi berdasarkan analisis data (Kulkarni *et al.*, 2022; Lee *et al.*, 2022; Wang & Ge, 2023). Dalam konteks pembelajaran IPA terpadu, sistem rekomendasi dapat membantu mengklasifikasikan banyaknya jenis data, mengidentifikasi pola, dan memahami hubungan antarbidang ilmu yang kompleks. Sifatnya yang menghubungkan konten dan pedagogi berbagai disiplin ilmu membutuhkan aktivitas berpikir kritis dan inovatif agar mampu menciptakan pembelajaran IPA yang berkualitas (Su, 2008; Wilujeng *et al.*, 2010; Rubini *et al.*, 2018, 2019; Gunawan *et al.*, 2020; Indrawati & Nurpatri, 2022). Penelitian yang mengaitkan sistem rekomendasi dengan

dalam penelitian ini, sekaligus menunjukkan *originality* dari penelitian ini yang sangat tinggi

Menjembatani peluang dan tantangan dari AI maka dirancang sistem yang sesuai pada perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu, yang khusus disusun untuk penelitian ini. Sistem rekomendasi yang dirancang yaitu SAINS-Edu (*Semi-Autonomous: Integrating Natural Science Education*). Sistem ini memiliki ciri khas yang bersifat semi otomatis. Sistem ini memfasilitasi mahasiswa untuk berpikir melalui rekomendasi tema pembelajaran IPA dan pola integrasinya dalam berbagai konten-pedagogi dan keterampilan berpikir tingkat tinggi, rekomendasi aktivitas untuk merancang rambu-rambu kegiatan pembelajaran dan LKPD, serta asesmennya secara bertahap. Perancangan sistem rekomendasi ini menggunakan metode klasifikasi dengan model AI berupa *Logistic Regression*, *Naïve Bayes*, dan *K-Nearest Neighbor*.

Solusi terhadap permasalahan yang muncul memerlukan upaya agar mahasiswa memiliki kemampuan dalam mengintegrasikan konten IPA, mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, serta pembelajaran inkuiri menggunakan *scaffolding*. *Scaffolding* dan pengintegrasian konten IPA yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan upaya untuk menunjukkan keaslian dan kebaruannya. Sistem AI dapat merekomendasikan keterkaitan antar sub-disiplin IPA melalui SAINS-Edu. Pemanfaatan SAINS-Edu menjadi solusi penting untuk diterapkan dalam pengembangan program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu. SAINS-Edu mengajak mahasiswa menggunakan kemampuan berpikirnya secara kompleks untuk mengintegrasikan konten dan pedagogi IPA. Pengembangan program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu ini menjadikannya tidak hanya memfasilitasi mahasiswa untuk dapat mengintegrasikan pembelajaran IPA, namun dirancang untuk turut mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

Pengembangan program perkuliahan ini memiliki nilai kebaruan dan keaslian melalui penelusuran penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Belum ada yang meneliti tentang pengembangan program perkuliahan ini, sehingga diharapkan mampu menjadi *state of the art* terhadap penelitian yang dilakukan.

B. Rumusan Masalah

Uraian dari latar belakang penelitian ini diarahkan untuk memecahkan permasalahan berupa “Bagaimana program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa?”

Pertanyaan penelitian yang dapat diuraikan berdasarkan rumusan masalah tersebut yaitu:

1. Bagaimana karakteristik program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa?
2. Bagaimana peningkatan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa melalui program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu?
3. Bagaimana dampak program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu dalam meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa?
4. Bagaimana keunggulan dan keterbatasan program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu yang diterapkan dalam meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa?

Pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu menggunakan model *integrated* sebagai sebagai kajian aktivitas perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu. Model tersebut digunakan karena proses pengintegrasian sub-disiplin IPA tampak dari pola yang saling tumpang tindih. Sistem rekomendasi berbasis AI yaitu SAINS-Edu juga dirancang menggunakan model *integrated*.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu sebagai upaya untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa.

Kadek Dwi Hendratma Gunawan, 2023

PENGEMBANGAN PROGRAM PERKULIAHAN PEMBELAJARAN IPA TERPADU BERBASIS SAINS-EDU UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF MAHASISWA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

D. Kontribusi Penelitian

1. Menyediakan program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis sistem rekomendasi AI melalui SAINS-Edu sebagai masukan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa.
2. Program perkuliahan ini dapat menyediakan terobosan sistem rekomendasi yaitu SAINS-Edu sebagai langkah awal penerapan AI dalam memfasilitasi proses perancangan pembelajaran IPA dalam skala yang lebih besar untuk dimanfaatkan tidak hanya bagi mahasiswa, namun bagi seluruh guru IPA. Pengembangan sistem rekomendasi ini secara berkelanjutan dapat dikomersilkan karena potensi hasil paten yang dimiliki.
3. Program perkuliahan ini dapat memfasilitasi guru IPA dalam menumbuhkan kesadaran untuk pentingnya memahami sub-disiplin IPA untuk diterapkan dalam pembelajaran.

E. Definisi Operasional

1. Program Perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu merupakan program perkuliahan menggunakan sintaks pembelajaran POEE berbasis inkuiri berbasis SAINS-Edu untuk merekomendasikan tema pembelajaran IPA dari topik-topik perkuliahan agar dapat merancang perangkat pembelajaran. Ketercapaiannya diukur dari hasil tugas mahasiswa dalam menyusun tema pembelajaran dan merancang perangkat pembelajaran IPA berbasis HOTS menggunakan rubrik penilaian tugas mahasiswa.
2. Penguasaan konsep merupakan kemampuan dalam menguasai konsep-konsep pembelajaran IPA terpadu pada level kognitif C4, C5 dan C6. Penguasaan konsep mengacu pada indikator pembelajaran IPA terpadu terkait dengan: 1) karakteristik model *integrated*, 2) keterampilan berpikir kritis dan kreatif yang dapat dikembangkan dalam rancangan pembelajaran, 3) perumusan ide-ide utama pembelajaran dan LKPD, dan 4) perancangan rambu-rambu kegiatan pembelajaran. Penguasaan konsep dikembangkan dalam proses perkuliahan dan diukur dengan tes esai sebelum dan sesudah perkuliahan.
3. Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir mahasiswa dalam menganalisis dan mensintesis konten dan pedagogi sehingga mampu

Kadek Dwi Hendratma Gunawan, 2023

PENGEMBANGAN PROGRAM PERKULIAHAN PEMBELAJARAN IPA TERPADU BERBASIS SAINS-EDU UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF MAHASISWA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dalam mengintegrasikan pembelajaran IPA terpadu. Keterampilan berpikir kritis mengacu pada indikator berupa memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, membuat inferensi, memberikan penjelasan lebih lanjut, dan mengatur strategi dan taktik. Keterampilan tersebut dikembangkan dalam proses perkuliahan dan diukur dengan tes esai yang terintegrasi pada konten IPA terpadu sebelum dan sesudah perkuliahan.

4. Keterampilan berpikir kreatif merupakan keterampilan dalam menghasilkan ide-ide baru, orisinal, dan bermakna serta mampu melihat situasi dari berbagai perspektif yang inovatif dalam pembelajaran IPA terpadu. Keterampilan berpikir kreatif mengacu pada indikator berupa *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Keterampilan tersebut dikembangkan dalam proses perkuliahan dan diukur dengan tes esai yang terintegrasi pada konten IPA terpadu sebelum dan sesudah perkuliahan.

F. Sistematika Penulisan Disertasi

Sistematika penulisan disertasi terkomposisi dalam lima bagian utama yaitu: Bab I yang berfungsi sebagai pendahuluan. Latar belakang penelitian dalam Bab I menggambarkan penjelasan tentang kondisi atau permasalahan dikembangkannya program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Pada bagian ini juga menggambarkan posisi *state of the art* penelitian yang menunjukkan kebaruan dan keaslian.

Pada Bab II berisi tentang tinjauan pustaka yang membahas studi literatur terkait keterampilan abad 21, keterampilan berpikir tingkat tinggi yang terdiri dari keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif, pembelajaran inkuri, POE sebagai *scaffolding* pedagogi pembelajaran IPA Terpadu, AI sebagai *scaffolding* berbasis teknologi pembelajaran IPA Terpadu, serta pembelajaran IPA terpadu.

Pada Bab III berisi tentang metodologi penelitian yang membahas tentang kerangka berpikir penelitian, metode dan desain penelitian, prosedur penelitian, lokasi dan sampel penelitian, perangkat program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu, teknik analisis data, dan pengujian hipotesis.

Kadek Dwi Hendratma Gunawan, 2023

PENGEMBANGAN PROGRAM PERKULIAHAN PEMBELAJARAN IPA TERPADU BERBASIS SAINS-EDU UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF MAHASISWA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Disajikan pula hasil pengujian instrumen penelitian berupa uji coba yang divalidasi oleh ahli, butir soal, dan kelayakan program. Bab ini juga berisi tentang langkah-langkah analisis data yang dijabarkan secara sistematis.

Penjelasan mengenai langkah-langkah analisis data dijabarkan secara sistematis. Bab IV berisi tentang hasil-hasil penelitian beserta interpretasinya. Hasil yang diperoleh dari data sebelum intervensi berupa hasil penelitian pendahuluan, hasil pengembangan program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu dalam upaya untuk meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Hasil yang diperoleh dari data selama intervensi mendeskripsikan temuan ketika implementasi seperti hasil pekerjaan mahasiswa dari LKM, perhitungan statistik penelitian peningkatan dan dampak penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif, serta karakteristik keunggulan dan keterbatasan program perkuliahan yang dikembangkan. Hasil yang diperoleh dari data setelah intervensi berupa persepsi mahasiswa tentang keterlaksanaan program perkuliahan Pembelajaran IPA Terpadu berbasis SAINS-Edu. Pada Bab ini juga disajikan pembahasan sebagai bahan diskusi dari hasil-hasil penelitian.

Pada Bab V berisi tentang simpulan berdasarkan analisis hasil dari penelitian yang dihasilkan dari temuan utama penelitian dan analisis data yang relevan dan sebagai jawaban terhadap pertanyaan penelitian. Bab ini juga menguraikan implikasi dan rekomendasi sebagai tindak lanjut keberlanjutan hasil penelitian. Pada bagian akhir dari disertasi ini mengandung daftar pustaka dan lampiran. Lampiran dalam penelitian ini berisi informasi tambahan yang relevan namun tidak dimasukkan ke dalam bagian utama atau tubuh penelitian.