

# TINJAUAN PUSTAKA

Pendekatan saintifik dalam pembelajaran telah menjadi paradigma utama dalam dunia pendidikan modern, khususnya dalam mata pelajaran sains dan praktikum. Pengamatan saintifik sebagai komponen fundamental memainkan peran krusial dalam mengembangkan kemampuan peserta didik untuk berpikir kritis dan sistematis. Dalam konteks praktikum IPA, pengamatan saintifik bukanlah sekadar kegiatan mengamati dan mencatat, melainkan proses komprehensif yang melibatkan perencanaan matang, pelaksanaan sistematis, hingga evaluasi eksperimen ilmiah yang mendalam<sup>1</sup>.

Kegiatan praktikum yang menerapkan pendekatan saintifik telah membuktikan efektivitasnya dalam meningkatkan berbagai kompetensi peserta didik. Peserta didik menjadi lebih mahir dalam melakukan pengamatan sistematis, mampu mengelompokkan data dengan tepat, dapat merumuskan hipotesis sesuai fenomena yang diamati, terampil mengoperasikan alat laboratorium, mampu menganalisis data secara objektif, dapat menarik kesimpulan logis berdasarkan evidensi, dan mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dengan efektif<sup>1</sup>. Pentingnya pengamatan saintifik tercermin melalui berbagai penelitian yang konsisten menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, serta kemandirian peserta didik dalam pembelajaran.

Pengamatan saintifik dapat dipahami sebagai persepsi yang dilakukan secara sistematis dan selektif berdasarkan kerangka teoretis tertentu terhadap sistem dan proses konkret tanpa manipulasi fundamental<sup>3</sup>. Definisi ini penting untuk membedakan pengamatan saintifik dari pengamatan sehari-hari yang hanya sebatas memperhatikan karakteristik spesifik tanpa kerangka teoretis jelas. Perbedaan mendasar ini menjadi kunci mengapa pengamatan saintifik memiliki nilai tinggi dalam pembelajaran dan pengembangan literasi sains peserta didik.

Keterampilan penalaran ilmiah (scientific reasoning) merupakan kemampuan fundamental yang memungkinkan peserta didik menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti yang ada, yang sangat penting bagi literasi sains<sup>3</sup>. Kemampuan kognitif ini mencakup evaluasi dan pemahaman informasi ilmiah, koordinasi antara teori dengan bukti, serta pengembangan pemahaman mendalam tentang metode ilmiah. Penalaran ilmiah melibatkan proses berpikir deduktif dan induktif yang memungkinkan peserta didik memprediksi dan menjelaskan fenomena ilmiah melalui hubungan sebab-akibat sistematis<sup>3</sup>.

Dalam implementasi kurikulum 2013, pendekatan saintifik terdiri dari lima aktivitas utama yang saling berkaitan: mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan<sup>1</sup>. Pendekatan ini menekankan penalaran induktif dimana bukti-bukti spesifik ditempatkan dalam hubungan lebih luas melalui pengamatan fenomena spesifik untuk mendapatkan kesimpulan umum. Hasil penelitian Damanik dan rekan-rekan menunjukkan bahwa pendekatan saintifik dalam pembelajaran menghasilkan respons peserta didik yang sangat positif dan terbukti efektif tidak hanya untuk sains, tetapi juga mata pelajaran lain dengan adaptasi sesuai<sup>1</sup>.

Tahap mengamati merupakan kegiatan fundamental dimana peserta didik menggunakan seluruh panca indera untuk mendapatkan informasi komprehensif, jauh lebih dari sekadar menyimak dan membaca pasif<sup>1</sup>. Pendidik berperan strategis memfasilitasi peserta didik mengamati objek dan melatih mereka memperhatikan aspek-aspek penting. Dalam pembelajaran sains, observasi sering dilakukan tanpa menghasilkan pengetahuan baru atau menghubungkan dengan pemikiran ilmiah mendalam. Oleh karena itu, bimbingan guru sangat krusial untuk memastikan observasi maksimal dan bermakna.

Tahap menanya memberikan kesempatan berharga bagi peserta didik mengembangkan rasa ingin tahu melalui pertanyaan tentang segala yang mereka lihat, baca, dengar, dan amati<sup>1</sup>. Peserta didik dilatih mengajukan pertanyaan berkualitas yang memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kritis dan analitis. Kemampuan bertanya efektif merupakan fondasi pembelajaran bermakna karena melalui pertanyaan tepat, peserta didik dapat menggali informasi lebih dalam dan mengembangkan pemahaman komprehensif tentang materi.

Konsep metode ilmiah tidak terbatas pada lingkungan laboratorium formal, tetapi dapat diterapkan efektif dalam memecahkan permasalahan sehari-hari<sup>2</sup>. Mak dan rekan-rekan menjelaskan bahwa masalah sehari-hari memiliki kesamaan struktural dengan masalah ilmiah - keduanya memerlukan solusi sistematis dan mengandung tingkat kesulitan yang perlu diselesaikan dengan pendekatan terorganisir dan logis<sup>2</sup>. Metode ilmiah komprehensif dapat digambarkan melalui serangkaian langkah berkaitan: observasi, pengenalan masalah, definisi atau pemodelan, hipotesis, prediksi, dan eksperimen<sup>2</sup>.

Observasi adalah aktivitas fundamental berupa memperhatikan berbagai aspek alam semesta dengan cermat dan sistematis. Seseorang perlu mengenali bahwa situasi masalah cukup signifikan untuk memerlukan perhatian khusus. Keadaan kemudian didefinisikan atau dimodelkan dengan jelas. Deskripsi tentatif atau hipotesis diformulasikan untuk menjelaskan fenomena dan memprediksi fenomena terkait<sup>2</sup>. Prediksi diuji melalui eksperimen yang dirancang khusus untuk verifikasi atau falsifikasi. Dalam kehidupan sehari-hari, kemampuan observasi sama penting dengan penelitian ilmiah formal. Manusia harus mampu mengantisipasi masalah sebelum menimbulkan kerugian signifikan, dan mencari solusi tepat setelah hambatan terjadi<sup>2</sup>.

Representasi multipel (multiple representations) merupakan praktik menyajikan konsep dalam berbagai bentuk seperti representasi verbal, matematis, piktorial, dan grafis<sup>3</sup>. Pendekatan ini berfungsi sebagai alat powerful dalam pendidikan sains karena membantu mengatasi hambatan pembelajaran, khususnya dalam memahami konsep abstrak yang sulit. Integrasi representasi multipel memfasilitasi pemahaman konseptual lebih mendalam dengan memungkinkan peserta didik mengeksplorasi permasalahan dari berbagai perspektif<sup>3</sup>. Terdapat tiga fungsi utama representasi multipel: sebagai pelengkap (complement), mengatasi batasan interpretasi, dan memperdalam pemahaman. Alasan penting penggunaan representasi multipel termasuk sebagai multi-intelligences, visualisasi untuk otak, dan membantu konstruksi representasi mental<sup>3</sup>.

Kemampuan penalaran ilmiah yang baik vital bagi peserta didik yang menghadapi kompetisi ketat era global<sup>3</sup>. Penalaran ilmiah merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang melibatkan proses sistematis dan logis melalui metode ilmiah. Beberapa faktor mempengaruhi kemampuan penalaran ilmiah meliputi faktor internal dan eksternal. Faktor eksternal mencakup pengaruh strategi pembelajaran dan lingkungan sekitar, sedangkan faktor internal berasal dari dalam diri peserta didik seperti sikap terhadap pembelajaran dan motivasi belajar<sup>3</sup>.

Analisis bibliometrik terhadap 392 artikel yang dipublikasikan antara 2013-2022 menunjukkan pola menarik penelitian penalaran ilmiah dan representasi multipel<sup>3</sup>. Analisis mengidentifikasi lima cluster penelitian: (1) penalaran ilmiah dan pengembangan pengetahuan yang menekankan fondasi teoretis; (2) representasi multipel dalam pendidikan yang berfokus aplikasi pedagogis; (3) pembelajaran peserta didik dalam fisika yang menyoroti implementasi spesifik disiplin; (4) analisis keterampilan penalaran ilmiah yang meneliti metode penilaian; dan (5) kimia dan penalaran induktif yang mengeksplorasi pola penalaran khusus mata pelajaran<sup>3</sup>.

Peneliti Indonesia telah memberikan kontribusi signifikan dalam mengembangkan pendekatan inovatif untuk keterampilan penalaran ilmiah dan strategi representasi multipel dalam pendidikan sains<sup>3</sup>. Kontribusi ini memetakan lanskap penelitian saat ini dan mengidentifikasi arah menjanjikan untuk studi masa depan, terutama dalam mengembangkan pendekatan terintegrasi yang menggabungkan pengembangan penalaran ilmiah dengan teknik representasi multipel.

Kemampuan penalaran ilmiah dikompilasi berdasarkan Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning mencakup enam indikator: conservation reasoning (penalaran konservasi), proportional reasoning (penalaran proporsional), variable control (kontrol variabel), probability reasoning (penalaran probabilitas), correlational reasoning (penalaran korelasional), dan deductive hypothesis reasoning (penalaran hipotesis deduktif)<sup>3</sup>. Kemampuan penalaran ilmiah yang baik memudahkan peserta didik memahami materi konseptual dalam pembelajaran. Penalaran ilmiah merupakan salah satu kemampuan yang diuji dalam Program for International Student Assessment (PISA) sesuai dengan Organization for Economic Cooperation and Development<sup>3</sup>.

Penelitian sebelumnya mendemonstrasikan variasi tingkat kemampuan penalaran ilmiah di antara peserta didik. Studi Handayani dan rekan-rekan menemukan peserta didik SMA di Kota Sukabumi menunjukkan keterampilan penalaran ilmiah relatif rendah dengan persentase rata-rata 30,5% dalam tugas ekosistem<sup>3</sup>. Penelitian Khumaira di SMA Pariaman mengungkapkan kemampuan penalaran ilmiah peserta didik fase E belum pernah dinilai sebelumnya, menyoroti kesenjangan dalam pemantauan perkembangan kognitif<sup>3</sup>.

Temuan ini sejalan dengan observasi Mandella dan rekan-rekan bahwa kemampuan penalaran ilmiah rendah sering berasal dari ketidakselarasan antara pendekatan pengajaran dengan kebutuhan peserta didik<sup>3</sup>. Pola ini menunjukkan pentingnya proses pembelajaran yang dirancang hati-hati untuk meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah. Jelas bahwa hubungan antara penalaran ilmiah dan representasi multipel dalam pendidikan mendapat perhatian meningkat, namun belum ada analisis komprehensif tentang tren penelitian di bidang ini<sup>3</sup>.

Perkembangan akademik, kemampuan kognitif, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan sangat dibantu oleh penalaran ilmiah<sup>3</sup>. Pengembangan penalaran ilmiah dapat dipengaruhi oleh pendekatan, model, media, dan metode pengajaran guru. Kemampuan berpikir yang terlibat dalam investigasi, eksperimentasi, evaluasi bukti, inferensi, dan argumentasi merupakan bagian dari penalaran ilmiah. Penalaran dibagi menjadi dua jenis: penalaran deduktif menyimpulkan hal umum ke spesifik berdasarkan fakta, sedangkan penalaran induktif adalah menarik kesimpulan umum dari kasus-kasus tertentu<sup>3</sup>.

Evaluasi kemampuan peserta didik dalam pengamatan saintifik memerlukan pendekatan komprehensif dan menyeluruh. Penilaian tidak boleh hanya fokus hasil akhir, tetapi juga memperhatikan seluruh proses selama kegiatan praktikum. Sistem penilaian efektif dapat menggunakan skala coding jelas: 0 = tidak cukup, 1 = cukup, 2 = komprehensif, 3 = sangat komprehensif. Sistem ini memungkinkan evaluasi objektif dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

Meskipun terbukti efektif, implementasi pengamatan saintifik masih menghadapi tantangan signifikan. Tantangan utama meliputi keterbatasan waktu untuk implementasi optimal, keterbatasan sarana prasarana memadai, serta kesiapan guru sebagai fasilitator yang belum merata<sup>1</sup>. Penelitian menunjukkan hampir semua guru mengalami kesulitan mengimplementasikan aktivitas menanya karena belum mampu memfasilitasi peserta didik mengajukan pertanyaan kritis berkualitas, terutama merumuskan pertanyaan hipotetis yang akan dibuktikan dalam pembelajaran selanjutnya.

Tantangan lain adalah perubahan mindset guru dan peserta didik. Banyak guru masih terbiasa metode pembelajaran konvensional berpusat pada guru (teacher-centered learning), sehingga memerlukan waktu adaptasi untuk beralih ke pendekatan saintifik berpusat pada peserta didik (student-centered learning). Demikian pula peserta didik yang awalnya merasa tidak nyaman dengan pendekatan yang menuntut mereka lebih aktif, mandiri, dan bertanggung jawab dalam pembelajaran.

Faktor lingkungan sekolah menjadi tantangan tersendiri. Tidak semua institusi pendidikan memiliki fasilitas laboratorium memadai atau akses teknologi yang diperlukan untuk mendukung implementasi pengamatan saintifik optimal. Hal ini terutama terjadi di daerah terpencil atau sekolah dengan keterbatasan anggaran operasional signifikan, yang dapat menciptakan kesenjangan kualitas pendidikan antar wilayah.

Pengamatan saintifik dalam pembelajaran praktikum IPA terbukti merupakan pendekatan sangat efektif untuk mengembangkan keterampilan proses sains dan pemahaman konseptual peserta didik secara menyeluruh dan berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya melibatkan aktivitas mengamati, tetapi juga mencakup serangkaian keterampilan kompleks: menanya dengan kritis dan konstruktif, mengumpulkan informasi dengan sistematis dan terstruktur, menganalisis dengan mendalam dan objektif, serta mengkomunikasikan hasil dengan efektif dan persuasif. Semua keterampilan ini esensial untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan dunia modern yang semakin kompleks, dinamis, dan penuh ketidakpastian.

Implementasi efektif pendekatan pengamatan saintifik memerlukan perencanaan matang dan detail, penyediaan sarana prasarana memadai dan berkualitas tinggi, serta kesiapan guru kompeten, berdedikasi tinggi, dan memiliki komitmen kuat terhadap peningkatan kualitas pembelajaran. Integrasi teknologi digital dan pendekatan representasi multipel dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran pengamatan saintifik secara

signifikan, memberikan pengalaman belajar lebih menarik, interaktif, dan bermakna bagi peserta didik dari berbagai latar belakang dan gaya belajar berbeda.

Untuk meningkatkan efektivitas implementasi pengamatan saintifik secara berkelanjutan, diperlukan upaya kolaboratif dan terkoordinasi dalam peningkatan kapasitas guru melalui program pelatihan intensif, berkelanjutan, dan sesuai kebutuhan kontekstual, penyediaan sarana prasarana memadai sesuai perkembangan teknologi terkini, serta pengembangan instrumen penilaian valid, reliabel, dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik. Selain itu, perlu dukungan kebijakan kuat dan konsisten dari pemerintah dan stakeholder terkait untuk memastikan implementasi pendekatan saintifik dapat berjalan optimal di semua jenjang dan tingkat pendidikan tanpa terkecuali.

<sup>1</sup> Damanik, M. H., Desnita, Wahyuni, D., & Andini, M. (2023). Penerapan Pendekatan Saintifik terhadap Pembelajaran Bahasa Indonesia di MI/SD. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 6(11), 8543-8551.

<sup>2</sup> Mak, D. K., Mak, A. T., & Mak, A. B. (2009). *Solving Everyday Problems with the Scientific Method: Thinking Like a Scientist*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

<sup>3</sup> Wicaksono, I., Ma'rof, A. M., Mahardika, I. K., Rosida, R. F., & Erlina, N. (2024). Scientific Reasoning Skill and Multiple Representations in Education Research During Last Ten Years: A Review Bibliometric Study (2013-2022) and The Contribution of Indonesia. *Studies in Learning and Teaching (SiLeT)*, 5(3), 752-769.

## DAFTAR PUSTAKA

Damanik, M. H., Desnita, Wahyuni, D., & Andini, M. (2023). Penerapan Pendekatan Saintifik terhadap Pembelajaran Bahasa Indonesia di MI/SD. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 6(11), 8543-8551.

Mak, D. K., Mak, A. T., & Mak, A. B. (2009). *Solving Everyday Problems with the Scientific Method: Thinking Like a Scientist*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

Wicaksono, I., Ma'rof, A. M., Mahardika, I. K., Rosida, R. F., & Erlina, N. (2024). Scientific Reasoning Skill and Multiple Representations in Education Research During Last Ten Years: A Review Bibliometric Study (2013-2022) and The Contribution of Indonesia. *Studies in Learning and Teaching (SiLeT)*, 5(3), 752-769.