

Dari Inquiry Terstruktur ke Inquiry Terbimbing: Studi Komparatif Dua Model Pembelajaran IPA terhadap Keterampilan Proses Sains dan Penalaran Bukti

Muhamad Suhada¹

Suwaib Amiruddin Foundation

Korespondensi Email : muhamadsuhada27@gmail.com

Abstrak

This article analyses the different pedagogical effects of structured inquiry and guided inquiry on students' science process skills in lower secondary science. Using a comparative multi-case design, the study synthesizes classroom-based evidence from two implementation regimes in Indonesian junior secondary schools reported in peer-reviewed studies, lesson documents, and assessment tasks. The comparison targets how task openness, teacher scaffolding, experimental reasoning, and feedback routines shape observation, hypothesis generation, data interpretation, and evidence-based explanation. Findings show that structured inquiry improves procedural compliance and task completion, but guided inquiry more consistently promotes transferable process skills, especially when students must formulate questions, justify variables, and interpret anomalous results. Nevertheless, guided inquiry is not automatically superior; its effectiveness depends on epistemic scaffolding, time allocation, and teacher capacity to transform uncertainty into productive reasoning rather than confusion. The article argues that the key issue is not the presence of inquiry rhetoric, but the quality of pedagogical mediation that links laboratory activity to conceptual explanation. Its contribution lies in proposing an explanatory model connecting inquiry openness, scaffolding quality, and science process skills. The study is relevant for science education research because it moves beyond the binary debate of "inquiry versus direct teaching" and instead specifies the instructional mechanisms under which inquiry-based science learning becomes educationally powerful.

Keywords: *guided inquiry; structured inquiry; science process skills; laboratory learning; evidence-based reasoning*

Abstrak

Artikel ini menganalisis perbedaan efek pedagogis inquiry terstruktur dan inquiry terbimbing terhadap keterampilan proses sains dalam pembelajaran IPA SMP. Dengan desain multi-kasus komparatif, studi ini mensintesis bukti kelas dari dua rezim implementasi yang dilaporkan dalam artikel bereputasi, dokumen perangkat ajar, dan tugas asesmen. Perbandingan diarahkan pada bagaimana keterbukaan tugas, scaffolding guru, penalaran eksperimental, dan rutinitas umpan balik membentuk kemampuan observasi, perumusan hipotesis, interpretasi data, dan penjelasan berbasis bukti. Temuan menunjukkan bahwa inquiry terstruktur efektif meningkatkan kepatuhan prosedural dan penyelesaian tugas, tetapi inquiry terbimbing lebih konsisten mengembangkan keterampilan proses yang dapat ditransfer, terutama ketika siswa harus merumuskan

pertanyaan, membenarkan variabel, dan menafsirkan hasil yang tidak sesuai prediksi. Meskipun demikian, inquiry terbimbing tidak otomatis lebih unggul; efektivitasnya bergantung pada scaffolding epistemik, alokasi waktu, dan kemampuan guru mengubah ketidakpastian menjadi penalaran yang produktif, bukan kebingungan. Artikel ini berargumen bahwa isu utama bukan keberadaan retorika inquiry, melainkan kualitas mediasi pedagogis yang menghubungkan aktivitas laboratorium dengan penjelasan konseptual. Kontribusi artikel ini ialah model penjelasan yang mengaitkan tingkat keterbukaan inquiry, kualitas scaffolding, dan keterampilan proses sains. Studi ini relevan bagi science education research karena melampaui debat biner “inquiry versus pengajaran langsung” dan menjelaskan mekanisme instruksional ketika inquiry menjadi bermakna secara pendidikan.

Kata kunci: guided inquiry; structured inquiry; science process skills; laboratory learning; evidence-based reasoning

Pendahuluan

Di banyak negara, inquiry-based science learning dipromosikan sebagai pendekatan yang mampu mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus praktik ilmiah peserta didik (National Research Council, 2012; Bybee, 2013). Namun, istilah inquiry sering dipakai terlalu longgar. Dalam praktik sekolah, berbagai bentuk inquiry beredar mulai dari eksperimen resep-prosedural hingga investigasi terbimbing yang menuntut siswa mengajukan pertanyaan, memprediksi hubungan antarvariabel, dan membela interpretasi berbasis data. Perbedaan desain itu bukan perkara teknis kecil; ia menentukan jenis aktivitas kognitif yang benar-benar dialami siswa.

Literatur menunjukkan hasil yang beragam. Furtak et al. (2012) dan Lazonder dan Harmsen (2016) menunjukkan bahwa inquiry dapat meningkatkan pembelajaran sains apabila disertai scaffolding yang tepat. Namun, studi lain memperingatkan bahwa inquiry yang terlalu terbuka justru dapat meningkatkan beban kognitif dan menurunkan penguasaan konsep, terutama bagi siswa dengan pengetahuan awal rendah (Kirschner et al., 2006; Alfieri et al., 2011). Di sisi lain, pembelajaran laboratorium yang sangat terstruktur memang efisien untuk memastikan keselamatan dan penyelesaian tugas, tetapi kerap menjadikan siswa sekadar mengikuti langkah tanpa memahami alasan epistemiknya (Abrahams & Millar, 2008).

Dalam pendidikan sains Indonesia, problem ini sangat relevan. Kurikulum terbaru mendorong pembelajaran aktif, penalaran, dan asesmen autentik, tetapi implementasi di kelas masih sering berwujud eksperimen verifikatif yang menekankan prosedur, bukan penalaran bukti (Kementerian Pendidikan, 2024). Akibatnya, keterampilan proses sains - seperti merumuskan masalah, mengidentifikasi variabel, menyusun inferensi, dan menilai validitas data - berkembang tidak merata. Padahal keterampilan tersebut adalah fondasi literasi sains dan kesiapan siswa menghadapi problem dunia nyata (OECD, 2023).

Studi terdahulu di Indonesia banyak membandingkan inquiry dengan pembelajaran konvensional dan hampir selalu menemukan keunggulan inquiry.

Namun, desain semacam itu kurang memadai untuk kebutuhan teoritis saat ini karena tidak menjelaskan bentuk inquiry apa yang paling produktif dan melalui mekanisme apa pengaruh tersebut muncul. Penelitian yang lebih tajam perlu membandingkan inquiry terstruktur dan inquiry terbimbing, dua pendekatan yang sama-sama inquiry namun berbeda pada tingkat keterbukaan tugas dan peran guru. Di sinilah research gap artikel ini: literatur masih kurang menjelaskan bagaimana perbedaan desain inquiry memengaruhi keterampilan proses sains, terutama dalam konteks laboratorium IPA SMP yang sumber dayanya terbatas.

Artikel ini menawarkan kontribusi pada tiga level. Pertama, secara teoretis, studi ini menggabungkan perspektif scaffolding, epistemic practices, dan cognitive demand. Kedua, secara empiris, studi ini menyusun bukti komparatif dari dua model inquiry dengan fokus pada indikator proses sains, bukan sekadar nilai akhir. Ketiga, secara praktis, artikel ini memberikan panduan desain pembelajaran laboratorium yang lebih realistis bagi guru IPA. Tujuan penelitian adalah menganalisis perbedaan mekanisme pembelajaran antara inquiry terstruktur dan inquiry terbimbing dalam membentuk keterampilan proses sains dan penalaran berbasis bukti.

Metode

1. Inquiry terstruktur: kuat pada ketertiban prosedural, lemah pada agensi epistemik

Temuan menunjukkan bahwa inquiry terstruktur efektif memastikan siswa menyelesaikan praktikum, mengenal alat, dan mengikuti urutan eksperimen dengan akurat. Dalam berbagai studi, model ini menaikkan skor observasi dan pencatatan data dasar karena siswa tidak dibebani keputusan desain yang kompleks (Lazonder & Harmsen, 2016). Pada konteks kelas besar, kelebihan ini penting. Guru dapat mengontrol keamanan, waktu, dan keseragaman hasil kerja.

Namun, keuntungan tersebut dibayar mahal pada dimensi epistemik. Ketika pertanyaan, hipotesis, dan langkah kerja sepenuhnya telah disediakan, siswa jarang berlatih memutuskan mengapa variabel tertentu perlu dikendalikan atau bagaimana data yang tidak rapi harus ditafsirkan. Abrahams dan Millar (2008) telah menunjukkan bahwa praktikum yang berhasil secara prosedural belum tentu berhasil secara konseptual. Temuan sintesis ini mendukung argumen tersebut: inquiry terstruktur cenderung menghasilkan kepatuhan prosedural, bukan penalaran ilmiah yang dapat ditransfer ke situasi baru.

2. Inquiry terbimbing: memperluas penalaran, tetapi sangat tergantung kualitas scaffolding

Pada kasus inquiry terbimbing, siswa diberi ruang untuk mengajukan pertanyaan atau memilih representasi data, sementara guru tetap menyediakan batasan masalah, alat, dan bantuan konseptual. Pola bukti menunjukkan bahwa desain ini lebih kuat dalam meningkatkan identifikasi variabel, formulasi hipotesis, interpretasi data, dan

penjelasan berbasis bukti (Furtak et al., 2012; Pedaste et al., 2015). Siswa tidak sekadar “melakukan eksperimen”, tetapi harus memikirkan alasan mengapa suatu prosedur dipilih dan apa arti data bagi klaim ilmiah.

Meski demikian, inquiry terbimbing hanya efektif bila guru memberi scaffolding epistemik yang tepat waktu. Ketika guru sekadar memberi kebebasan tanpa kerangka, siswa sering terjebak pada aktivitas fisik eksperimen dan gagal menautkannya dengan konsep. Di sinilah letak perbedaan penting antara “aktivitas yang sibuk” dan “investigasi yang bermakna”. Temuan ini menegaskan argumen Hmelo-Silver et al. (2007) bahwa inquiry tidak boleh dipahami sebagai minimnya bantuan, melainkan sebagai bantuan yang dirancang untuk memampukan penalaran mandiri.

3. Mekanisme pembeda: dari desain tugas ke keterampilan proses sains

Analisis komparatif menunjukkan tiga mekanisme kunci. Pertama, tingkat keterbukaan tugas menentukan siapa yang mengerjakan pekerjaan intelektual utama. Pada inquiry terstruktur, pekerjaan intelektual telah dipindahkan ke lembar kerja atau guru. Pada inquiry terbimbing, sebagian pekerjaan itu kembali kepada siswa. Kedua, kualitas pertanyaan guru menentukan apakah ketidakpastian berubah menjadi penalaran atau kebingungan. Pertanyaan seperti “mengapa data ini berbeda dari prediksi?” atau “variabel mana yang mungkin memengaruhi hasil?” lebih produktif daripada sekadar “sudah selesai?”. Ketiga, asesmen berperan sebagai sinyal nilai. Jika guru hanya menilai tabel data yang rapi, siswa akan memprioritaskan kerapian; jika guru menilai justifikasi dan inferensi, siswa terdorong bernalar.

Temuan ini mendukung penelitian yang menyatakan bahwa efektivitas inquiry ditentukan oleh kualitas desain, bukan label model (Pedaste et al., 2015). Namun, hasil ini juga menambah literatur dengan menunjukkan bahwa dalam konteks sumber daya terbatas, inquiry terbimbing lebih realistis dibanding inquiry terbuka penuh. Studi ini berargumen bahwa laboratorium sains yang efektif bukan yang paling bebas, melainkan yang paling berhasil mengatur distribusi tanggung jawab intelektual antara guru dan siswa.

Implikasi teoretisnya adalah perlunya memaknai keterampilan proses sains sebagai hasil praktik epistemik yang dimediasi. Implikasi pedagogisnya, guru IPA perlu merancang lembar kerja yang tidak hanya memberi langkah, tetapi memaksa siswa membuat keputusan ilmiah kecil yang bermakna. Implikasi kebijakannya, pelatihan guru tidak boleh berhenti pada slogan inquiry, melainkan perlu memasukkan desain pertanyaan, rubrik bukti, dan strategi scaffolding laboratorium.

Model konseptual artikel ini ialah:

Tingkat Keterbukaan Inquiry -> Distribusi Pekerjaan Intelektual -> Kualitas Scaffolding
Epistemik -> Penalaran Bukti -> Keterampilan Proses Sains

Model ini menegaskan bahwa inquiry baru produktif ketika ketidakpastian belajar dijaga pada level yang menantang namun tetap dapat dimediasi.

Tabel 1. Tabel bukti analitis

Variabel	Temuan Empiris	Bukti (Data/Kutipan)	Interpretasi Analitis
Desain tugas	Inquiry terstruktur memberi langkah dan hasil yang lebih dapat diprediksi	Lazonder & Harmsen (2016); perangkat praktikum SMP	Menguatkan kepatuhan prosedural, tetapi membatasi agensi epistemik siswa
Scaffolding	Inquiry terbimbing efektif bila guru memberi pertanyaan penuntun konseptual	Hmelo-Silver et al. (2007); Furtak et al. (2012)	Bantuan yang tepat waktu mengubah ketidakpastian menjadi penalaran produktif
Outcome proses sains	Kemampuan hipotesis, identifikasi variabel, dan inferensi lebih berkembang pada inquiry terbimbing	Pedaste et al. (2015); studi kuasi-eksperimen 2019-2025	Keterampilan proses tumbuh saat siswa melakukan pekerjaan intelektual investigasi
Asesmen	Rubrik yang menilai justifikasi bukti lebih kuat daripada rubrik yang hanya menilai hasil akhir	Black & Wiliam (2018); rubrik praktikum	Asesmen memberi sinyal tentang jenis kompetensi yang benar-benar dihargai

Sumber: diolah dari OECD (2023), UNESCO (2024/2025), Kementerian Pendidikan (2024), Pusat Asesmen Pendidikan (2024), dokumen kebijakan, dan sintesis studi empiris yang dirujuk pada artikel ini.

Kesimpulan

Artikel ini menunjukkan bahwa perbandingan inquiry terstruktur dan inquiry terbimbing tidak seharusnya dibingkai sebagai oposisi sederhana antara model yang “kurang aktif” dan “lebih aktif”. Inquiry terstruktur memiliki fungsi pedagogis tertentu, terutama untuk membangun disiplin prosedural, pengenalan alat, dan keamanan laboratorium. Namun, ketika tujuan pembelajaran IPA mencakup keterampilan proses sains dan penalaran berbasis bukti, inquiry terbimbing lebih menjanjikan karena memberi ruang bagi siswa untuk melakukan pekerjaan intelektual inti dari praktik ilmiah.

Meski demikian, keunggulan inquiry terbimbing tidak otomatis. Hasil sintesis memperlihatkan bahwa keberhasilannya sangat tergantung pada kualitas scaffolding guru, bentuk asesmen, dan desain tugas yang menyeimbangkan kebebasan dengan kejelasan masalah. Temuan ini penting bagi Journal of Science Education Research & Review karena menempatkan inquiry bukan sebagai slogan metodologis, melainkan sebagai mekanisme pedagogis yang dapat dipecah dan diuji.

Bagi praktik pembelajaran, guru IPA disarankan mengurangi dominasi praktikum verifikatif dan menambah komponen pengambilan keputusan ilmiah oleh siswa, misalnya pemilihan variabel, prediksi, interpretasi hasil anomali, dan justifikasi klaim. Bagi kebijakan, pengembangan profesional guru perlu fokus pada desain inquiry terbimbing yang realistis untuk kelas besar dan fasilitas laboratorium terbatas. Penelitian mendatang perlu menguji model ini melalui observasi kelas dan asesmen kinerja sains yang lebih rinci, terutama untuk membedakan efek pada siswa dengan tingkat pengetahuan awal yang berbeda.

Referensi

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18.
- Black, P., & Wiliam, D. (2018). Classroom assessment and pedagogy. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 25(6), 551-575.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning. *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Kementerian Pendidikan. (2024). *Peraturan Mendikbudristek Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada PAUD, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Menengah*.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education*. National Academies Press.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., et al. (2015). Phases of inquiry-based learning. *Educational Research Review*, 14, 47-61.

- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Wiliam, D. (2018). *Embedded formative assessment* (2nd ed.). Solution Tree.