

Penerapan IQFT untuk Meningkatkan Kemampuan Merumuskan Pertanyaan Investigatif IPAS Kelas V Sekolah Dasar

Yoga Wibawa Mukti¹, Ika Santia², Handik Erwanto³

^{1,2}Universitas Nusantara PGRI Kediri, Indonesia

³SD Negeri Mojoroto 3, Indonesia

Article Info

Article history:

Received 30-08-2026

Accepted 20-09-2026

Published 25-09-2026

Keywords:

IQFT;

Investigable questions;

Elementary science;

Scaffolding;

Classroom action research.

ABSTRACT

Being able to ask questions does not necessarily mean being able to formulate questions that can be investigated using empirical evidence. This study describes the development of investigable questioning skills through the Investigable Questioning Formulation Technique (IQFT) in fifth-grade integrated natural and social studies lessons. A two-cycle classroom action research study involved 28 students at Elementary School of Mojoroto 3 during the first semester of the 2026/2027 academic year. Assessments were conducted at baseline, Cycle I, and Cycle II using an analytical rubric addressing relevance, clarity of focus, empirical testability, and feasibility. Students generated questions individually and selected their best question for assessment. The second cycle incorporated scaffolding through examples and non-examples of investigable questions. Data were analysed descriptively at class and individual levels. Mean scores increased from 59.23 to 75.89 and 88.69, while the proportion meeting the mastery threshold of 75 increased from 32.14% to 64.29% and 89.29%. All students obtained final scores above baseline, although three remained below the threshold. The target of at least 85% class mastery was achieved in Cycle II. IQFT implementation with refined instructional support was associated with positive classroom-level development. Interpretation is limited by the absence of a comparison group, different assessment stimuli, and assessment of only one student-selected question per stage.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



*Corresponding Author:

Yoga Wibawa Mukti

PPG PGSD, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Indonesia

Email: muktiwibawayoga@gmail.com

PENDAHULUAN

Kemampuan bertanya merupakan bagian penting pembelajaran sains karena membantu siswa mengenali hal yang belum dipahami dan menentukan arah penyelidikan. Namun, pertanyaan yang menarik belum tentu dapat dijawab melalui pengamatan atau percobaan di kelas. Pertanyaan investigatif membutuhkan fokus yang jelas, bukti empiris, dan prosedur yang memungkinkan penyelidikan. Vo dan Simmie (2025) menempatkan perumusan pertanyaan atau hipotesis sebagai komponen utama asesmen inkuiri, bersama

perancangan percobaan, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Karena itu, kemampuan tersebut perlu diajarkan dan dinilai secara khusus.

Pembelajaran bertanya secara eksplisit dapat membantu siswa mengembangkan pertanyaan yang lebih terarah. Causey dan Spencer (2024) melaporkan perkembangan pertanyaan melalui *Question Formulation Technique* (QFT) pada anak usia dini. Wu et al. (2023) menelaah pertanyaan buatan siswa dalam pembelajaran sains sekolah dasar berbantuan teknologi. Kedua penelitian menunjukkan pentingnya rancangan pedagogis, tetapi kualitas pertanyaan umum dan kemampuan merumuskan pertanyaan investigatif merupakan hasil belajar yang berbeda. Kenaikan jumlah pertanyaan tidak dengan sendirinya menunjukkan peningkatan keterujian pertanyaan.

Investigable Questioning Formulation Technique (IQFT) menghubungkan produksi pertanyaan, penggunaan kriteria, pemilihan pertanyaan, dan refleksi untuk memfasilitasi pertanyaan yang dapat diselidiki (Muhamad Dah et al., 2023). Pada siswa berusia 10–12 tahun, Tena dan Couso (2023) menunjukkan perkembangan pertanyaan investigatif ketika tersedia bantuan yang sesuai. Dukungan tersebut perlu disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Sasse et al. (2025) dan Leden dan Hansson (2026) menjelaskan kompleksitas hubungan antara pembimbingan terencana, bantuan situasional, dan otonomi siswa dalam inkuiri.

Materi cahaya dan bunyi menyediakan fenomena yang dekat dengan pengalaman siswa kelas V. Maharani et al. (2024) mengembangkan E-LKPD berbasis inkuiri pada materi cahaya, sedangkan Bude et al. (2025) melaporkan perkembangan hasil belajar IPAS melalui inkuiri dengan pendekatan *Teaching at the Right Level*. Meskipun relevan secara kontekstual, kedua penelitian tersebut tidak secara khusus menilai kualitas pertanyaan individual. Kedekatan fenomena juga tidak menghilangkan kesulitan konsep: Métioui (2023) menemukan konsepsi alternatif tentang cahaya pada calon guru, sementara Veith (2023) menunjukkan keragaman pemahaman siswa sekolah dasar tentang bunyi.

Pada kelas V SD Negeri Mojoroto 3, dalam proses observasi yang dilaksanakan 14 Juli 2026 ditemukan permasalahan awal, pertanyaan siswa yang masih dominan faktual atau deskriptif dan belum banyak digunakan sebagai dasar investigasi. Tindakan diperlukan untuk membantu siswa memeriksa relevansi, fokus, keterujian, dan keterlaksanaan pertanyaannya. Rubrik dapat mendukung proses tersebut sebagai alat penilaian sekaligus panduan perbaikan. English et al. (2022) membahas peran rubrik dalam asesmen formatif pendidikan K–12, sedangkan Panadero et al. (2023) menemukan manfaat rubrik bagi kinerja akademik melalui meta-analisis. Penggunaannya tetap perlu diintegrasikan dengan kegiatan belajar yang sesuai.

Penelitian ini mengadaptasi IQFT untuk perumusan pertanyaan secara individual dan melacak nilai siswa pada pra-tindakan serta dua siklus. Kontribusinya adalah memberikan informasi perkembangan individual yang melengkapi kajian IQFT di jenjang menengah dan penelitian inkuiri yang berfokus pada penguasaan konsep. Tujuan penelitian adalah mendeskripsikan perkembangan kemampuan merumuskan pertanyaan investigatif dan menentukan ketercapaian ketuntasan klasikal sekurang-kurangnya 85%. Pada Siklus II, tindakan diperbaiki melalui penyajian contoh pertanyaan investigatif dan contoh pembandingan yang tidak memenuhi kriteria investigatif, sedangkan kesimpulan penelitian dibatasi pada perkembangan siswa di kelas yang diteliti.

METODE

Penelitian ini menggunakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK), yaitu penelitian reflektif yang dilakukan oleh guru untuk memperbaiki proses dan hasil pembelajaran melalui tindakan berulang. Desain penelitian mengacu pada Kemmis et al. (2014) dan terdiri atas tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan, dan refleksi. Penelitian dilaksanakan

di SD Negeri Mojoroto 3 pada semester pertama tahun ajaran 2026/2027. Subjek penelitian adalah 28 siswa kelas V ditentukan melalui Subjek *total sampling* (sampling jenuh), karena hanya terdapat satu kelas V dan seluruh anggota kelas dilibatkan dalam penelitian. Pra-tindakan pada 19 Agustus 2026, siklus I pada 24, 28 Agustus 2026, dan siklus II pada 31 Agustus, 4 September 2026.

Penelitian dilaksanakan dalam dua siklus. Setiap siklus terdiri atas dua pertemuan, masing-masing 70 menit. Pada pra-tindakan siswa merumuskan pertanyaan berdasarkan fenomena cahaya yang melewati bahan berbeda. Siklus I menggunakan stimulus perubahan ukuran bayangan dengan menerapkan delapan tahap IQFT, yang mengacu pada Muhamad Dah et al. (2023). Delapan tahap IQFT yang diterapkan meliputi: (1) menentukan fokus pertanyaan, (2) menjelaskan aturan penyusunan pertanyaan, (3) menghasilkan pertanyaan secara individual, (4) mencatat seluruh pertanyaan, (5) memperkenalkan rubrik pertanyaan investigatif, (6) menilai pertanyaan berdasarkan rubrik, (7) mengurutkan dan memilih pertanyaan investigatif, serta (8) melakukan refleksi dan merancang penyelidikan. Refleksi siklus I menunjukkan bahwa siswa masih kesulitan membedakan pertanyaan informasional dan pertanyaan investigatif. Oleh karena itu, siklus II menggunakan stimulus bunyi karet serta menambahkan dukungan pembelajaran bertahap berupa contoh pertanyaan investigatif dan contoh pembandingan yang tidak memenuhi kriteria investigatif dengan tetap menggunakan delapan tahap IQFT.

Data dikumpulkan melalui penilaian produk pertanyaan siswa, observasi pelaksanaan pembelajaran, dan dokumentasi. Pada setiap tahap, siswa menghasilkan pertanyaan secara individual dan memilih satu pertanyaan terbaik untuk dinilai. Instrumen penelitian meliputi rubrik analitik dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *Investigable Question Formulation Technique* (IQFT). Indikator observasi mencakup penyajian fokus pertanyaan, penyusunan pertanyaan oleh siswa, pencatatan pertanyaan, pengubahan pertanyaan, penentuan pertanyaan investigatif prioritas, dan refleksi terhadap proses perumusan pertanyaan. Rubrik berskor 0–3 menilai relevansi, kejelasan fokus, keterujian empiris, dan keterlaksanaan. Tiga validator yang terdiri atas satu dosen ahli pendidikan dasar, satu guru kelas V, dan 1 guru bidang IPAS menilai kesesuaian isi rubrik. Produk pertanyaan siswa dinilai secara independen oleh dua penilai, yaitu peneliti dan guru kelas V. Apabila terdapat perbedaan skor, kedua penilai mendiskusikan hasil penilaian hingga mencapai konsensus.

Statistik yang digunakan meliputi rata-rata, median, simpangan baku, rentang, ketuntasan, dan perubahan individual. Batas ketuntasan individu ditetapkan sebesar 75, sedangkan tindakan dinyatakan berhasil apabila ketuntasan klasikal $\geq 85\%$ atau 24 siswa. Karena penelitian tidak menggunakan kelompok pembandingan dan stimulus berbeda antartahap, kesimpulan dibatasi pada perkembangan kelas yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

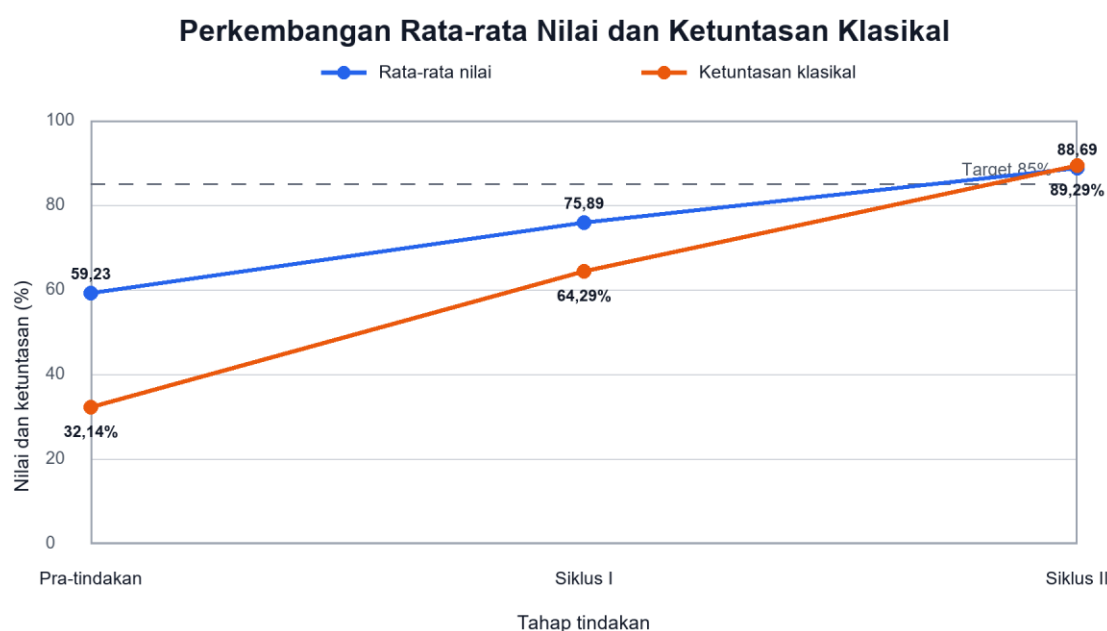
Perkembangan nilai dan ketuntasan kelas

Tindakan pembelajaran dilaksanakan melalui penerapan delapan tahap IQFT. Pada Siklus I, siswa merumuskan dan menilai pertanyaan investigatif berdasarkan stimulus perubahan ukuran bayangan. Hasil refleksi menunjukkan bahwa sebagian siswa masih kesulitan membedakan pertanyaan informasional dan pertanyaan investigatif. Oleh karena itu, tindakan pada Siklus II diperbaiki dengan menggunakan stimulus bunyi karet serta memberikan contoh pertanyaan investigatif dan contoh pembandingan yang tidak memenuhi kriteria investigatif. Perbaikan tersebut diberikan untuk membantu siswa mengenali relevansi, kejelasan fokus, keterujian empiris, dan keterlaksanaan pertanyaan sebelum memilih pertanyaan terbaik.

Data lengkap untuk 28 siswa pada setiap tahap disajikan pada Tabel 1. Rata-rata meningkat dari 59,23 pada pra-tindakan menjadi 75,89 pada Siklus I dan 88,69 pada Siklus II. Median juga bergerak dari 58,33 menjadi 83,33 dan 91,67. Peningkatan median menunjukkan bahwa perubahan tidak hanya terlihat pada rata-rata kelas. Simpangan baku turun dari 21,56 menjadi 17,47 dan 12,05, yang menggambarkan penyempitan sebaran nilai secara deskriptif.

Tabel 1. Statistik deskriptif nilai kemampuan merumuskan pertanyaan investigatif

Ukuran	Pra-tindakan	Siklus I	Siklus II
Jumlah siswa	28	28	28
Rata-rata	59,23	75,89	88,69
Median	58,33	83,33	91,67
Simpangan baku sampel	21,56	17,47	12,05
Nilai minimum	25,00	41,67	50,00
Nilai maksimum	91,67	100,00	100,00
Siswa tuntas	9	18	25
Siswa belum tuntas	19	10	3
Ketuntasan	32,14%	64,29%	89,29%



Gambar 1. Perkembangan rata-rata nilai dan ketuntasan klasikal

Pola peningkatan rata-rata nilai dan ketuntasan klasikal disajikan pada Gambar 1. Pada Siklus I, rata-rata kelas telah berada di atas 75, tetapi ketuntasan baru mencapai 64,29%. Artinya, rata-rata yang melampaui batas individual belum menunjukkan keberhasilan klasikal. Sebanyak 10 siswa masih memerlukan pembimbingan lanjutan. Hasil ini menjadi dasar perbaikan tindakan pada siklus berikutnya.

Perubahan antartahap dirangkum pada Tabel 2. Pada Siklus II, 25 siswa mencapai ketuntasan dan tiga siswa belum tuntas. Persentase 89,29% melampaui target 85% sebesar 4,29 poin persentase. Jumlah siswa tuntas juga lebih banyak satu siswa daripada kebutuhan minimum 24 siswa. Dengan demikian, indikator keberhasilan klasikal tercapai pada akhir Siklus II, meskipun kebutuhan tindak lanjut individual tetap ada.

Tabel 2. Perubahan capaian antartahap

Perbandingan	Kenaikan rata-rata	Tambahan siswa tuntas	Kenaikan ketuntasan
Pra-tindakan ke Siklus I	16,67	9 siswa	32,14%
Siklus I ke Siklus II	12,80	7 siswa	25,00%
Pra-tindakan ke Siklus II	29,47	16 siswa	57,14%

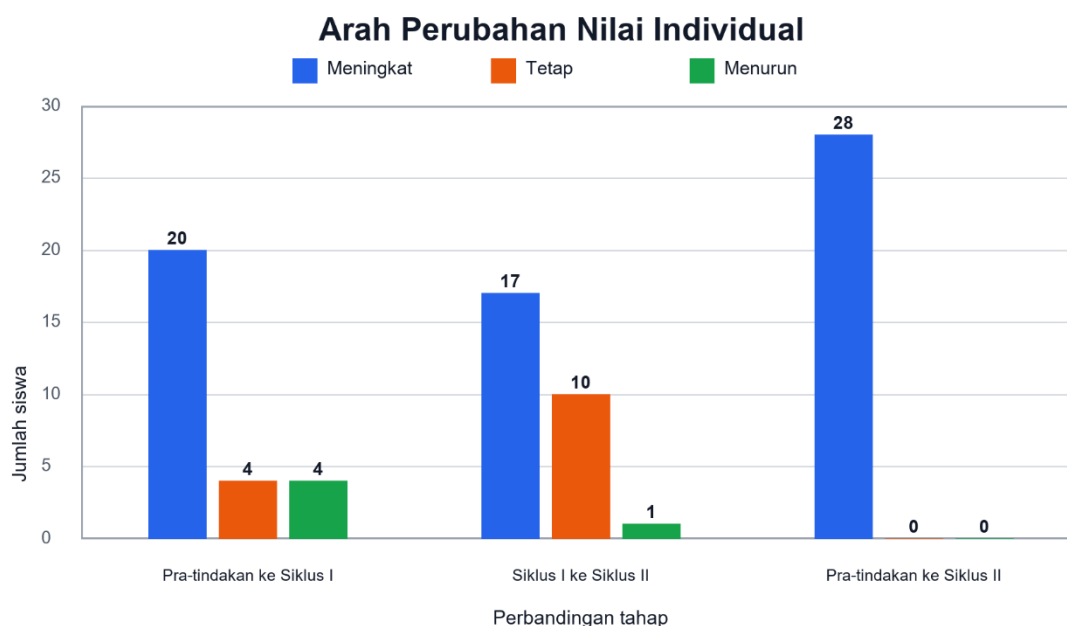
Catatan: selisih dihitung sebelum pembulatan statistik; tambahan siswa tuntas merupakan perubahan bersih.

Perkembangan individual

Sebagaimana diringkas pada Tabel 3 dan divisualisasikan pada Gambar 2, perubahan individual tidak seluruhnya mengikuti pola kenaikan yang sama pada setiap siklus. Dari pra-tindakan ke Siklus I, 20 siswa mengalami kenaikan, empat tetap, dan empat menurun. Dari Siklus I ke Siklus II, 17 siswa meningkat, 10 tetap, dan satu menurun. Namun, ketika nilai akhir dibandingkan dengan nilai awal, seluruh 28 siswa memperoleh kenaikan. Temuan ini memperlihatkan pentingnya membaca perkembangan individual di samping statistik kelas.

Tabel 3. Arah perubahan nilai individual

Perbandingan	Meningkat	Tetap	Menurun
Pra-tindakan ke Siklus I	20	4	4
Siklus I ke Siklus II	17	10	1
Pra-tindakan ke Siklus II	28	0	0



Gambar 2. Arah perubahan nilai individu antartahap

Dari pra-tindakan ke Siklus I, sebanyak 10 siswa mencapai ketuntasan, sedangkan satu siswa S-26 tidak lagi memenuhi batas ketuntasan. Dengan demikian, jumlah siswa tuntas bertambah secara bersih sembilan siswa. Dari Siklus I ke Siklus II, tujuh siswa mencapai ketuntasan dan tidak ada siswa yang kehilangan status tuntas. S-25 mengalami penurunan dari 100,00 menjadi 91,67, tetapi tetap memenuhi batas ketuntasan.

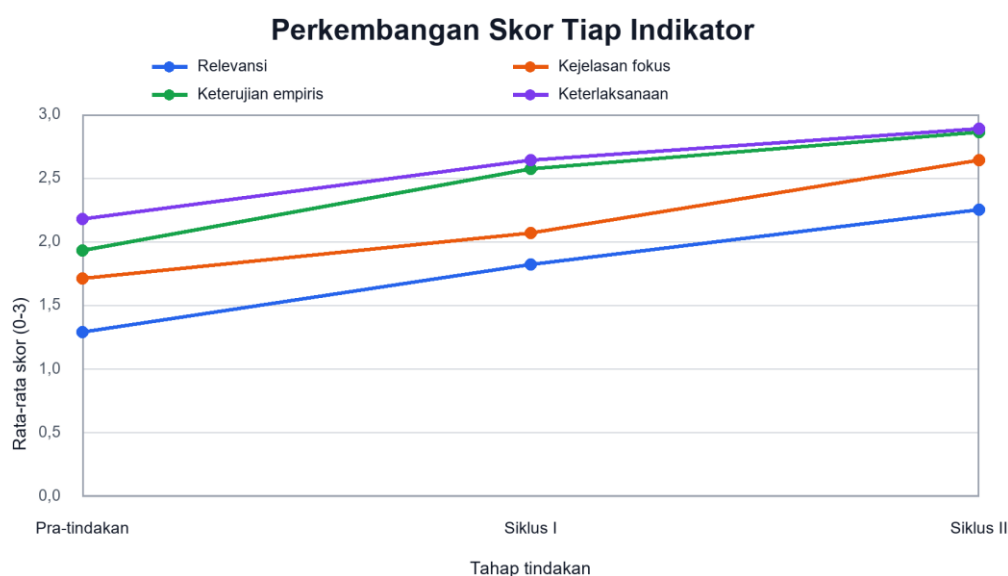
Tiga siswa yang belum tuntas pada akhir tindakan adalah S-05, S-19, dan S-22. Nilai S-05 bergerak dari 50,00 menjadi 50,00 dan 66,67; S-19 dari 41,67 menjadi 50,00 dan 50,00; serta S-22 dari 25,00 menjadi 66,67 dan 66,67. Ketiganya menunjukkan kenaikan dibandingkan kondisi awal, tetapi belum mencapai kriteria keberhasilan individual. Pada Siklus II, skor relevansi dan kejelasan fokus ketiganya belum melebihi 2; S-19 bahkan masih memperoleh skor 1 pada kedua indikator tersebut. Pola ini mengarahkan tindak lanjut pada ketepatan hubungan pertanyaan dengan fenomena dan perumusan fokus yang lebih khusus.

Perkembangan tiap indikator

Keempat indikator meningkat pada setiap tahap sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 3. Relevansi bergerak dari 1,29 menjadi 1,82 dan 2,25; kejelasan fokus dari 1,71 menjadi 2,07 dan 2,64; keterujian empiris dari 1,93 menjadi 2,57 dan 2,86; serta keterlaksanaan dari 2,18 menjadi 2,64 dan 2,89. Kenaikan terbesar dari pra-tindakan ke Siklus II terjadi pada indikator relevansi, yaitu 0,96 poin pada skala 0–3. Meskipun mengalami kenaikan terbesar, relevansi tetap menjadi indikator dengan rata-rata terendah pada Siklus II, sehingga kesesuaian pertanyaan dengan fenomena dan arah penyelidikan masih memerlukan perhatian.

Tabel 4. Rata-rata skor tiap indikator

Indikator	Pra-tindakan	Siklus I	Siklus II	Kenaikan pra–II
Relevansi	1,29	1,82	2,25	0,96
Kejelasan fokus	1,71	2,07	2,64	0,93
Keterujian empiris	1,93	2,57	2,86	0,93
Keterlaksanaan	2,18	2,64	2,89	0,71



Gambar 3. Perkembangan rata-rata skor tiap indikator

Perubahan teks pertanyaan memperjelas makna skor tersebut. Pertanyaan S-22 pada pra-tindakan, “Apa yang dimaksud dengan cahaya?”, bersifat informasional dan memperoleh nilai 25,00. Pada Siklus I siswa menulis “Apakah jarak benda dari lampu memengaruhi besar bayangan yang terbentuk?” dan nilainya meningkat menjadi 66,67, tetapi pertanyaan Siklus II masih umum, “Apakah perbedaan panjang karet menghasilkan perbedaan bunyi?”, sehingga nilainya tetap 66,67. Sebaliknya, S-12 berubah dari “Bagaimana bayangan dapat terbentuk?” dengan nilai 41,67 pada Siklus I menjadi “Bagaimana perbedaan panjang karet memengaruhi frekuensi dan tinggi rendah bunyi yang dihasilkan?” dengan nilai 100,00 pada Siklus II. Contoh ini menunjukkan pergeseran dari permintaan penjelasan umum menuju hubungan variabel dan hasil yang dapat diamati.

Refleksi tindakan dan variasi individual

Catatan observasi menunjukkan bahwa perbaikan pada Siklus II berupa penyajian contoh pertanyaan investigatif dan contoh perbandingan yang tidak memenuhi kriteria investigatif membantu sebagian besar siswa membedakan pertanyaan informasional dari pertanyaan investigatif. S-26, misalnya, turun dari 75,00 menjadi 50,00 karena masih ragu menentukan pertanyaan yang benar-benar dapat diselidiki, kemudian meningkat menjadi 83,33 setelah memperoleh pembimbingan yang lebih konkret. S-12 menunjukkan pola serupa, dari 58,33 menjadi 41,67 lalu 100,00. Pola tersebut mendukung keputusan reflektif untuk memperjelas kriteria melalui perbandingan contoh, tetapi tidak membuktikan bahwa dukungan tersebut merupakan satu-satunya penyebab perubahan.

Perkembangan juga tidak seragam. S-05 baru meningkat pada Siklus II dari 50,00 menjadi 66,67. S-19 meningkat dari 41,67 menjadi 50,00 lalu tetap, sedangkan S-22 meningkat tajam pada Siklus I tetapi stagnan pada Siklus II. Ketiganya belum mencapai batas 75. Catatan observasi memperlihatkan kebutuhan bantuan untuk menentukan objek yang dibandingkan, bukti yang diperlukan, dan cara memperoleh data. Pada siswa dengan capaian tinggi, fluktuasi kecil tetap terjadi: S-03 dan S-16 turun dari 91,67 menjadi 83,33 lalu mencapai 100,00, sedangkan S-25 turun dari 100,00 menjadi 91,67 pada Siklus II tetapi tetap tuntas. Perbedaan fenomena pada setiap tahap membuat penurunan sesaat tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai kemunduran kemampuan yang menetap.

IQFT dan pembelajaran merumuskan pertanyaan

Perkembangan nilai menunjukkan bahwa pembelajaran yang secara khusus memberi ruang produksi, penilaian, dan pemilihan pertanyaan dapat digunakan sebagai tindakan perbaikan kemampuan bertanya. Dalam IQFT, siswa tidak berhenti pada menghasilkan kalimat tanya; mereka diarahkan untuk meninjau apakah pertanyaan tersebut dapat menjadi dasar penyelidikan. Temuan ini searah dengan penelitian Muhamad Dah et al. (2023) mengenai fasilitasi pertanyaan investigatif. Namun, perbedaan jenjang, stimulus, dan cara penilaian tidak memungkinkan perbandingan langsung besaran hasil antarpencapaian.

Penggunaan kerja individual merupakan unsur penting pada penelitian ini. Setiap nilai dapat dihubungkan dengan produk siswa yang sama sehingga kenaikan kelas tidak semata-mata mencerminkan kinerja kelompok. Summers et al. (2024) meneliti QFT melalui kerja kolaboratif mahasiswa dan memperlihatkan manfaat proses menghasilkan serta merefleksikan pertanyaan. Penelitian tersebut mendukung relevansi proses bertanya terstruktur lintas jenjang, tetapi konteks mahasiswa dan kerja kelompoknya berbeda dari penelitian ini. Pada kelas V, hasil individual memberi informasi praktis tentang siswa yang sudah tuntas dan siswa yang masih membutuhkan bantuan.

Pemilihan satu pertanyaan terbaik tetap membatasi makna skor. Nilai yang lebih tinggi dapat menggambarkan kemampuan menyusun pertanyaan yang lebih baik, kemampuan memilih pertanyaan yang paling sesuai dengan rubrik, atau gabungan keduanya. Oleh sebab

itu, penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai perkembangan kualitas pertanyaan terpilih. Untuk memeriksa kemampuan bertanya yang lebih luas, penelitian lanjutan perlu menilai seluruh pertanyaan, jumlah pertanyaan investigatif, dan kemampuan mempertahankan kualitas tanpa bantuan.

Peran dukungan pembelajaran bertahap dan rubrik

Pada penelitian ini, contoh pembandingan adalah pertanyaan yang berkaitan dengan topik pembelajaran tetapi tidak memenuhi satu atau lebih kriteria pertanyaan investigatif, misalnya hanya meminta definisi, tidak menyebutkan faktor yang dibandingkan, atau tidak dapat dijawab melalui pengamatan maupun percobaan. Perbandingan antara contoh yang memenuhi dan tidak memenuhi kriteria secara pedagogis dapat membantu siswa mengenali batas antara pertanyaan informasional dan pertanyaan yang mengarahkan pengumpulan bukti. Penafsiran ini sesuai dengan temuan Tena dan Couso (2023) mengenai perkembangan pertanyaan investigatif ketika bantuan tersedia. Akan tetapi, proses mental tersebut tidak diukur secara langsung sehingga dukungan pembelajaran bertahap diperlakukan sebagai penjelasan yang masuk akal, bukan mekanisme yang telah dibuktikan secara terpisah.

Dukungan guru perlu disesuaikan dengan kesulitan yang muncul. Sasse et al. (2025) memperlihatkan bahwa jenis dukungan spontan dapat berhubungan berbeda dengan perkembangan pengetahuan prosedural. Leden dan Hansson (2026) menekankan hubungan dinamis antara bantuan terencana, bantuan situasional, dan otonomi siswa. Implikasinya, guru sebaiknya menggunakan contoh untuk memperjelas kriteria sambil tetap memberi kesempatan siswa menentukan isi pertanyaannya. Penilaian berikutnya perlu dilakukan dalam kondisi bantuan yang terdokumentasi agar kemampuan mandiri dapat dibedakan dari kinerja saat dibimbing.

Rubrik berfungsi sebagai alat penilaian sekaligus bahasa bersama tentang mutu pertanyaan. English et al. (2022) menyoroti potensi penggunaan rubrik dalam asesmen formatif, sedangkan meta-analisis Panadero et al. (2023) memberikan dukungan terhadap manfaat rubrik bagi kinerja akademik. Pada penelitian ini, pengenalan empat indikator dapat membantu mengarahkan perhatian siswa pada kesesuaian fenomena, fokus, bukti, dan keterlaksanaan. Namun, dampak rubrik tidak dapat dipisahkan dari tahapan IQFT lainnya karena seluruh komponen diterapkan sebagai satu paket tindakan.

Krebs et al. (2022) menemukan bahwa rubrik dapat meningkatkan akurasi penilaian diri dan mengurangi beban kognitif dalam tugas penulisan abstrak ilmiah pada siswa sekolah menengah. Pada konteks sains sekolah dasar, Tanaka dan Yamaguchi (2023) mengembangkan pembelajaran penilaian diri argumen dengan rubrik. Kedua penelitian memberi alasan untuk melatih penggunaan kriteria sebelum meminta siswa memilih pertanyaan terbaik. Meski demikian, penelitian ini belum mengukur akurasi penilaian diri; keputusan memilih pertanyaan tidak boleh langsung ditafsirkan sebagai bukti peningkatan metakognisi.

Makna konteks cahaya dan bunyi

Fenomena cahaya dan bunyi memungkinkan siswa menghubungkan pertanyaan dengan objek yang dapat diamati. Penelitian Maharani et al. (2024) dan Bude et al. (2025) memberikan konteks lokal mengenai pemanfaatan inkuiri dalam pembelajaran cahaya di kelas V. Liu et al. (2022), yang meneliti urutan kegiatan inkuiri pada materi pemantulan cahaya, menunjukkan bahwa rancangan aktivitas juga perlu diperhatikan ketika menafsirkan hasil belajar. Dengan demikian, kualitas pembelajaran tidak cukup dijelaskan hanya oleh nama model yang digunakan.

Dalam penelitian ini, fokus fenomena berubah dari intensitas cahaya, ukuran bayangan, hingga tinggi nada bunyi. Perubahan tersebut memberi kesempatan menerapkan kemampuan bertanya pada lebih dari satu konteks, tetapi sekaligus menimbulkan kemungkinan perbedaan tingkat kesulitan. Nilai yang lebih tinggi pada topik bunyi belum membuktikan transfer kemampuan secara mandiri karena topik, pengalaman sebelumnya, dan bantuan guru turut berubah. Pengujian transfer memerlukan tugas baru dengan tingkat kesulitan dan kondisi bantuan yang lebih terkontrol.

Kajian Métioui (2023) tentang konsepsi cahaya dan Veith (2023) tentang pemahaman bunyi mengingatkan bahwa bahasa pertanyaan perlu ditafsirkan dalam konteks konsep yang dimaksud. Untuk bunyi karet, perbandingan tinggi nada secara pendengaran tidak otomatis setara dengan pengukuran frekuensi numerik. Untuk bayangan, guru perlu memeriksa faktor yang benar-benar diubah dan hasil yang diamati. Pertanyaan dapat relevan dengan topik, tetapi belum memiliki fokus atau cara pengumpulan data yang cukup jelas. Hal ini menjelaskan mengapa empat indikator rubrik tidak sebaiknya dilebur menjadi penilaian relevansi saja.

Keragaman perkembangan dan tindak lanjut

Penurunan simpangan baku bersama kenaikan median menunjukkan bahwa sebaran capaian kelas menjadi lebih rapat pada tingkat nilai yang lebih tinggi. Kenaikan skor pada semua indikator memperlihatkan bahwa perubahan tidak hanya berasal dari satu aspek rubrik. Keterlaksanaan memiliki nilai akhir tertinggi, sedangkan relevansi masih paling rendah. Karena itu, pembimbingan berikutnya perlu menekankan hubungan langsung antara fenomena, faktor yang dibandingkan, dan hasil yang diamati. Meski demikian, ketuntasan klasikal 89,29% tidak berarti kebutuhan semua siswa telah terpenuhi. Slim et al. (2022), dalam pembelajaran inkuiri dan desain bertopik bunyi, menunjukkan relevansi perbedaan individual bagi proses serta hasil belajar siswa sekolah dasar. Heppt et al. (2023) juga mengkaji dukungan instruksional dalam kaitannya dengan pengetahuan sains dan kemampuan bahasa akademik. Temuan-temuan tersebut memberi dasar untuk mempertimbangkan kebutuhan bahasa dan pemahaman konsep ketika merancang tindak lanjut.

Pertanyaan dan skor indikator S-05, S-19, dan S-22 menunjukkan perlunya diagnosis yang spesifik. Rekomendasi pembimbingan adalah meminta siswa menjelaskan apa yang akan dibandingkan, bukti apa yang diperlukan, dan bagaimana penyelidikan dapat dilakukan. Bentuk bantuan tersebut merupakan tindak lanjut yang diusulkan, bukan kegiatan tambahan yang telah dilaksanakan dalam penelitian. Diagnosis individual juga diperlukan bagi siswa yang nilainya menurun antarsiklus agar perubahan skor tidak langsung ditafsirkan sebagai berkurangnya kemampuan yang menetap.

Kajian Muhamad Dah et al. (2024) menunjukkan bahwa inkuiri terbuka dapat memberi manfaat sekaligus menuntut dukungan guru dan pengelolaan pembelajaran yang memadai. Temuan kelas ini sesuai dengan kebutuhan menyeimbangkan kesempatan merumuskan pertanyaan dengan pembimbingan. Implikasi praktisnya adalah menjadikan penilaian sebagai dasar penyesuaian tindakan, bukan sekadar menyatakan model berhasil setelah rata-rata meningkat. Keberhasilan klasikal dapat menjadi dasar penghentian siklus penelitian, sementara layanan pembelajaran bagi siswa belum tuntas tetap dilanjutkan.

Keterbatasan penelitian

Penelitian melibatkan satu kelas tanpa kelompok pembanding sehingga tidak dapat mengisolasi pengaruh IQFT dari latihan berulang, perkembangan siswa, dukungan guru, atau perubahan konteks tugas. Stimulus ketiga tahap berbeda dan tingkat bantuan berubah

setelah refleksi Siklus I. Karena itu, kesetaraan tingkat kesulitan tugas dan kondisi bantuan belum dapat digunakan sebagai dasar perbandingan yang sepenuhnya terstandar.

Kenaikan skor tidak boleh digeneralisasikan menjadi peningkatan motivasi, berpikir kritis, hasil belajar konsep cahaya dan bunyi, atau seluruh keterampilan inkuiri karena variabel tersebut tidak diukur. Penelitian berikutnya dapat menggunakan tugas yang setara, dokumentasi bantuan, analisis pertanyaan sebelum dan sesudah revisi, menghitung reliabilitas antarpemilai, serta penilaian tertunda untuk memeriksa keberlanjutan kemampuan. Kesimpulan penelitian ini tetap dibatasi pada perkembangan deskriptif selama tindakan berlangsung.

KESIMPULAN

Penerapan IQFT secara individual pada pembelajaran IPAS kelas V SD Negeri Mojojoto 3 diikuti peningkatan kemampuan merumuskan pertanyaan investigatif. Rata-rata naik dari 59,23 pada pra-tindakan menjadi 75,89 pada Siklus I dan 88,69 pada Siklus II. Ketuntasan meningkat dari 9 siswa atau 32,14% menjadi 18 siswa atau 64,29%, kemudian 25 siswa atau 89,29%. Seluruh siswa memperoleh nilai akhir lebih tinggi daripada nilai awal, dan target ketuntasan klasikal sekurang-kurangnya 85% tercapai pada Siklus II.

Perbaikan pembimbingan melalui contoh pertanyaan investigatif dan contoh pembandingan yang tidak memenuhi kriteria investigatif merupakan unsur tindakan yang relevan dengan kesulitan siswa. Guru dapat memanfaatkan IQFT dan rubrik untuk mengarahkan produksi, penilaian, serta pemilihan pertanyaan, dengan tindak lanjut khusus bagi tiga siswa yang belum tuntas. Temuan mendukung penggunaan tindakan ini sebagai pilihan perbaikan dalam konteks kelas yang diteliti, tetapi belum membuktikan efektivitas kausal maupun keberlanjutan kemampuan tanpa bantuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bude, E., Manafe, Y. Y., & Nawa, N. E. A. (2025). Penggunaan model pembelajaran inkuiri dengan pendekatan TaRL untuk meningkatkan hasil belajar IPAS tentang cahaya dan sifatnya di kelas V SD Inpres Oesapa. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(3), 243–248. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i03.33387>
- Causey, C., & Spencer, A. (2024). Student-generated questions: An exploration of an instructional strategy with young children. *Thinking Skills and Creativity*, 53, Article 101608. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101608>
- English, N., Robertson, P., Gillis, S., & Graham, L. (2022). Rubrics and formative assessment in K-12 education: A scoping review of literature. *International Journal of Educational Research*, 113, Article 101964. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101964>
- Heppt, B., Henschel, S., Hardy, I., & Gabler, K. (2023). Instructional support in inquiry-based elementary school science classes: How does it relate to students' science content knowledge and academic language proficiency? *European Journal of Psychology of Education*, 38(4), 1377–1401. <https://doi.org/10.1007/s10212-022-00653-6>
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Singapore: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2>
- Krebs, R., Rothstein, B., & Roelle, J. (2022). Rubrics enhance accuracy and reduce cognitive load in self-assessment. *Metacognition and Learning*, 17(2), 627–650. <https://doi.org/10.1007/s11409-022-09302-1>

- Leden, L., & Hansson, L. (2026). Teachers' perspectives on scaffolding open inquiry in primary school science. *International Journal of Science Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/09500693.2026.2670713>
- Liu, Y., He, W., & Zhao, L. (2022). Effects of inquiry learning with different task orders on fifth graders' individual and situational interest and concept achievement in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 21(5), 849–861. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.849>
- Maharani, N. L. P. I., Suniasih, N. W., & Agustika, G. N. S. (2024). E-LKPD berbasis inkuiri pada muatan IPA materi cahaya dan sifatnya kelas V sekolah dasar. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains dan Humaniora*, 8(1), 60–68. <https://doi.org/10.23887/jppsh.v8i1.77093>
- Métioui, A. (2023). Primary school preservice teachers' alternative conceptions about light interaction with matter (reflection, refraction, and absorption) and shadow size changes on Earth and Sun. *Education Sciences*, 13(5), Article 462. <https://doi.org/10.3390/educsci13050462>
- Muhamad Dah, N., Mat Noor, M. S. A., Kamarudin, M. Z., & Ibrahim, M. M. (2023). Facilitation of student questioning in the Malaysian secondary science classroom using the Investigable Questioning Formulation Technique (IQFT) protocol. *Asia-Pacific Science Education*, 9(1), 9–43. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10063>
- Muhamad Dah, N., Mat Noor, M. S. A., Kamarudin, M. Z., & Syed Abdul Azziz, S. S. (2024). The impacts of open inquiry on students' learning in science: A systematic literature review. *Educational Research Review*, 43, Article 100601. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100601>
- Panadero, E., Jonsson, A., Pinedo, L., & Fernández-Castilla, B. (2023). Effects of rubrics on academic performance, self-regulated learning, and self-efficacy: A meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, 35, Article 113. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09823-4>
- Sasse, H., Weber, A. M., Reuter, T., & Leuchter, M. (2025). Teacher guidance and on-the-fly scaffolding in primary school students' inquiry learning. *Science Education*, 109(2), 579–604. <https://doi.org/10.1002/sc.21921>
- Slim, T., van Schaik, J. E., Dobber, M., Hotze, A. C. G., & Raijmakers, M. E. J. (2022). Struggling or succeeding in science and technology education: Elementary school students' individual differences during inquiry- and design-based learning. *Frontiers in Education*, 7, Article 842537. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.842537>
- Summers, M., Fernandez, J., Handy-Hart, C.-J., Kulle, S., & Flanagan, K. (2024). Undergraduate students develop questioning, creativity, and collaboration skills by using the Question Formulation Technique. *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 15(2), Article 7, 1–17. <https://doi.org/10.5206/cjsotlracea.2024.2.15519>
- Tanaka, T., & Yamaguchi, E. (2023). The development and evaluation of a teaching strategy for enhancing students' argument self-assessment skills. *Journal of Research in Science Education*, 64(1), 3–12. <https://doi.org/10.11639/sjst.D22004>
- Tena, È., & Couso, D. (2023). El diseño de preguntas investigables en el ciclo superior de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(1), 101–123. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5573>
- Veith, S. I. (2023). What's the matter with sound? How primary school students perceive the nature of sound. *Research in Science Education*, 53(5), 919–934. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10108-7>
- Vo, D. V., & Simmie, G. M. (2025). Assessing scientific inquiry: A systematic literature review of tasks, tools and techniques. *International Journal of Science and*

Mathematics Education, 23(4), 871–906. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10498-8>

Wu, L., Liu, Y., How, M.-L., & He, S. (2023). Investigating student-generated questioning in a technology-enabled elementary science classroom: A case study. *Education Sciences*, 13(2), Article 158. <https://doi.org/10.3390/educsci13020158>