

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

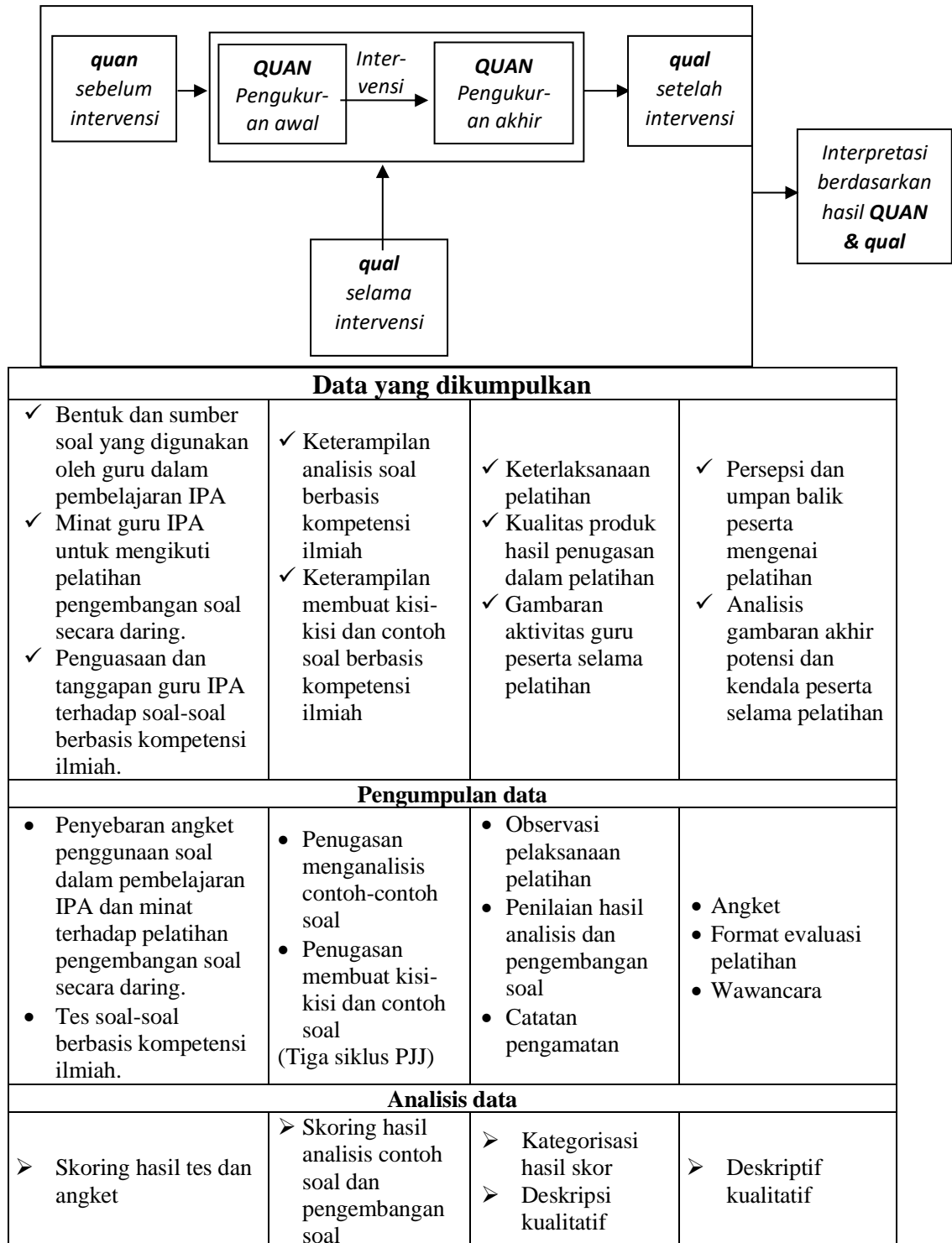
Penelitian ini menggunakan metode penelitian campuran atau *mixed methods research* tipe *embedded* dengan desain sebagaimana terdapat pada Gambar 3.1. Dalam penelitian ini, data kuantitatif dianggap sebagai data utama yang didukung dengan data kualitatif sebagai penguat atau pelengkap (Creswell & Plano-Clark, 2007). Rentang waktu penelitian adalah bulan November 2019 hingga Mei 2020.

Obyek penelitian adalah keterlaksanaan program pelatihan jarak jauh analisis dan pengembangan soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah (PJJAKPG KompI) yang diselenggarakan oleh salah satu unit pelaksana teknis pelatihan bagi guru IPA di bawah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Pengamatan dilakukan sejak dari dilaksanakannya uji coba hingga angkatan ke-3 pelatihan selesai dilaksanakan.

Peserta program PJJAKPG KompI diperoleh dari prosedur membuka pendaftaran sukarela melalui situs publikasi dan administrasi pelatihan Daring Masif dan Terbuka (DIDAMBA) yang diselenggarakan oleh Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA). Karena pendaftaran bersifat terbuka dan bersifat sukarela berdasarkan minat dan kebutuhan, maka peserta pelatihan adalah guru IPA yang berasal dari seluruh daerah di Indonesia dan dari berbagai jenjang sekolah.

Karakteristik yang menyatukan peserta semua angkatan PJJAKPG KompI adalah bahwa mereka adalah para guru yang berpengalaman mengikuti pelatihan tingkat daerah atau nasional, dan mampu menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi informasi. Hal tersebut dipastikan dari pengenalan mereka pada institusi pelatihan guru PPPPTK IPA hingga mengetahui informasi mengenai pelatihan jarak jauh yang dibuka, serta kemampuan mereka melakukan serangkaian prosedur pendaftaran melalui situs PPPPTK IPA. Selain itu, seluruh peserta pelatihan telah menempuh pendidikan minimal hingga Strata Satu, baik Program

Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Program Pendidikan IPA, Program IPA murni Biologi, Fisika, atau Kimia dan yang terkait IPA.



Gambar 3.1. Desain Penelitian *Mixed Methods Research Design tipe Embedded*

3.2 Pengembangan Instrumen Penelitian

Untuk mendapatkan data penelitian, telah dikembangkan instrumen-instrumen penelitian yang diperlukan. Instrumen yang digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian ini terdiri dari soal tes, angket, format analisis soal, format penyusunan kisi-kisi dan contoh soal, format evaluasi program, catatan anekdot, dan pertanyaan wawancara langsung. Uraian terkait instrumen penelitian terdapat dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Instrumen Penelitian dan Penggunaannya

| No. | Instrumen | Jenis Data | Sumber Data | Pengambilan Data |
|-----|---|--|--|--|
| 1. | Angket tertulis tentang penggunaan soal tes dalam pembelajaran IPA dan minat terhadap pelatihan pengembangan soal. | Data penggunaan soal tes oleh guru di kelas dan minat mengikuti pelatihan pengembangan soal secara daring jika diadakan. | Hasil pengisian angket oleh guru | Tatap muka jajak pendapat pendahuluan. |
| 2. | Soal-soal Pilihan Ganda berbasis Kompetensi Ilmiah (20 butir) | Pengenalan dan tanggapan terhadap soal berbasis kompetensi ilmiah. | Hasil tes Guru IPA mengerjakan 20 soal PG berkompetensi ilmiah | Tes pendahuluan secara tatap muka. |
| 3. | Format analisis aspek kompetensi ilmiah 20 butir contoh soal dan tugas penyusunan kisi-kisi dan contoh soal berbasis kompetensi ilmiah. | Kelayakan penggunaan instrumen asesmen dalam pelatihan tatap muka. | Kinerja peserta pelatihan tatap muka | Uji coba instrumen dalam pelatihan tatap muka. |
| 4. | <i>Task</i> asesmen kinerja | Keterampilan mengembangkan soal berbasis kompetensi ilmiah | Kinerja peserta pelatihan | Dalam proses PJJ daring. |
| 5. | Lembar observasi | Fenomena penting selama pelatihan | Dinamika Peserta Pelatihan | Selama pelatihan berlangsung |

| No. | Instrumen | Jenis Data | Sumber Data | Pengambilan Data |
|-----|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| 6. | Format evaluasi pelatihan | Persepsi peserta terhadap pelatihan | Pendapat peserta pelatihan | Di akhir pelatihan |

Validasi instrumen-instrumen tersebut dilakukan dengan metode *inter-rater agreement* (Altman, 1991, dalam Shweta *et al.*,2015). Rumus penghitungan skor validasinya adalah sebagai berikut.

$$\text{inter-rater agreement} = \frac{\text{banyaknya butir uji yang disetujui oleh para rater}}{\text{banyaknya butir uji}} \times 100\%$$

Instrumen Angket Tertulis Penggunaan Soal Tes IPA dan Minat Terhadap Pelatihan Pembuatan Soal (Lampiran 1) dikembangkan untuk menjaring data penggunaan butir soal tes oleh para guru IPA berbagai jenjang. Angket terdiri dari lima butir uji yang menanyakan waktu pemberian tes, sumber soal tes, bentuk soal tes, kesulitan dalam membuat tes, dan minat untuk mengikuti pelatihan jarak jauh tentang analisis dan pengembangan soal tes. *Raters* untuk instrumen ini adalah tiga orang pakar Pendidikan IPA dengan skor *agreement* yang diperoleh adalah 100% (rekomendasi perbaikan hanya pada redaksi butir uji).

Instrumen Lembar Kendali Analisis Soal (Lampiran 3) adalah perangkat bagi peserta pelatihan untuk menentukan kesesuaian butir-butir contoh soal yang diberikan. *Raters* untuk instrumen ini adalah enam orang pakar Pendidikan IPA dengan skor *agreement* yang diperoleh sebelum revisi adalah 90% pada rentang skala 4 dan 5 di tiap butir Deskriptor Penilaian, yang menunjukkan bahwa instrumen layak digunakan dan hasilnya dapat diambil sebagai data penelitian.

Instrumen Contoh Soal sebagai Rujukan Tugas Menganalisis Kompetensi Ilmiah Butir Soal (Lampiran 4) adalah kisi-kisi dan 20 butir contoh soal yang menguji kompetensi ilmiah, sebagai bahan rujukan dalam menilai soal-soal yang dibuat oleh peserta, sebelum dan setelah pelatihan. Rujukan ini sangat penting mengingat bentuk soal tiap kompetensi ilmiah yang diuji dapat beragam bentuknya.

Skor *agreement* terhadap instrument sebelum revisi, yang diperoleh dari enam orang raters ahli Pendidikan IPA, adalah 90%. Kisi-kisi dan soal rujukan hasil pengembangan sendiri dan menyadur dari soal-soal PISA yang dirilis tersebut juga digunakan dalam penjarangan data gambaran awal pengenalan para guru IPA terhadap soal-soal berbasis kompetensi ilmiah.

Instrumen Asesmen Kemampuan Peserta Pelatihan dalam Membuat Soal-soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah (Lampiran 5) bertujuan untuk menilai produk Guru IPA peserta pelatihan berupa butir-butir soal pilihan ganda, sebelum dan setelah diberikan pelatihan. Pencantuman hasil penilaian untuk peserta pelatihan adalah nilai kesesuaian dengan kriteria penulisan dan ada tidaknya kompetensi ilmiah yang diuji, sedangkan untuk data penelitian adalah jumlah butir soal yang memenuhi kriteria adanya kompetensi ilmiah yang diuji dalam butir soal. Skor *agreement* terhadap instrument sebelum revisi, yang diperoleh dari enam orang raters ahli Pendidikan IPA, adalah 95%. Revisi yang dibuat adalah terkait redaksi penulisan butir-butir kriteria.

3.3 Uji Coba Perangkat Pelatihan

Sebelum pelatihan dilaksanakan, diberikan tes terhadap 16 orang guru IPA yang terlibat menggunakan 20 butir soal berbasis kompetensi ilmiah (Agustiani et al, 2019). Tes dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum penguasaan para guru tersebut terhadap soal-soal berbasis kompetensi ilmiah. Selain tes, materi, instrumen dan tugas-tugas pelatihan untuk pelatihan dalam jaringan diuji cobakan terlebih dahulu pada kelas pelatihan tatap muka berdurasi satu dan tiga hari, yang datanya sekaligus berfungsi untuk memberikan perbandingan hasil dengan metode pelatihan jarak jauh dalam jaringan (PJJ daring).

Pada pelatihan tatap muka satu hari, selain materi, yang diuji coba adalah tugas menganalisis kompetensi ilmiah dalam 20 contoh soal pilihan ganda. Pada pelatihan tatap muka tiga hari dilakukan uji coba yang meliputi materi, penugasan menganalisis 20 contoh soal pilihan ganda dan mengembangkan soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah. Data kuantitatif dalam pelatihan diperoleh dengan

menggunakan instrumen analisis kompetensi ilmiah terhadap contoh-contoh soal yang diberi, dan rubrik penilaian terhadap produk soal peserta. Hasil uji coba tersebut menjadi gambaran umum keterbacaan materi dan kejelasan instruksi penugasan dalam PJJAKPG KompI.

3.4 Pelaksanaan Pelatihan Jarak Jauh dalam Jaringan

Pada siklus kesatu langkah intervensi, media PJJ daring yang digunakan adalah media komunikasi sosial sederhana, yaitu *e-mail* dan grup *Whatsapp*. Siklus PJJ daring kedua dan ketiga dilaksanakan dengan aplikasi sistem manajemen pembelajaran (*learning management sistem/LMS*) berbasis Moodle, yang dikembangkan oleh satu insitusi pelatihan guru IPA di Indonesia. Setiap siklus PJJ daring mencakup 30 jam pelatihan materi pokok yang dilaksanakan tiga pekan (15 hari kerja), termasuk sesi pembukaan dan satu hari refleksi sebelum penutupan. Alokasi waktu setiap satu jam pelatihan adalah 45 menit. Rentang hari pelatihan yang panjang diberi atas pertimbangan bahwa para peserta melaksanakan kegiatan pelatihan setelah menuntaskan kegiatan utama mengampu pembelajaran di sekolahnya masing-masing.

Dalam PJJ daring, materi disajikan dalam bentuk bacaan dan disampaikan secara bertahap dengan prasyarat pengerjaan tugas di sesi sebelumnya. Peserta menyerahkan tugas melalui surel (siklus kesatu) dan tautan khusus pada SMB (siklus kedua dan ketiga). Hasil pengerjaan tugas kemudian dibahas dalam forum percakapan dalam grup *Whatsapp* dan sistem manajemen belajar (SMB). Sebelum pelatihan jarak jauh dalam jaringan (PJJ daring) dimulai, tiap peserta diminta untuk menyerahkan kisi-kisi dan contoh soal pilihan ganda IPA yang pernah mereka gunakan dalam pembelajaran di kelas. Soal-soal tersebut kemudian diberi kode sebagai “soal prapelatihan” yang kemudian dibandingkan dengan soal-soal yang dibuat sebagai tugas akhir pelatihan (“soal pascapelatihan”). Aspek-aspek yang dibandingkan dari kedua kelompok soal tersebut adalah jumlah butir soal yang masuk ke dalam kategori berbasis kompetensi ilmiah serta jenis indikator kompetensi ilmiah yang tercakup. Pengumpulan tugas ini menjadi prasyarat untuk

dapat mengunggah materi pertama pelatihan jarak jauh dalam jaringan (PJJ daring). Tujuan dari pengumpulan soal-soal pilihan ganda yang telah digunakan adalah untuk dibandingkan dengan soal-soal yang telah dibuat peserta setelah mendapatkan pelatihan. Tenggat waktu pengumpulan soal adalah hingga satu hari setelah pelatihan dibuka.

Tugas menjodohkan kompetensi ilmiah dengan keterampilan ilmiahnya dan tugas menganalisis kompetensi ilmiah dalam contoh-contoh soal diberi skor sesuai ketepatan dengan kunci jawaban yang telah divalidasi. Tugas mengembangkan soal dinilai oleh instruktur pengampu dan peneliti, berdasarkan rubrik yang juga telah divalidasi bersama dengan instrumen pengambil data. Skor penilaian pengembangan soal adalah satu poin untuk tiap soal yang mengandung pengujian kompetensi ilmiah (maksimal 5 soal) dan satu poin untuk tiap jenis dari tiga kompetensi ilmiah yang tercakup (maksimal tiga jika seluruh tiga kompetensi ilmiah terwakili masing-masing dalam sebutir butir soal).

Paparan materi dan penugasan tiap mata pelatihan diberi secara bertahap untuk para peserta, dengan selang waktu berbeda-beda disesuaikan dengan tingkat kesukaran masing-masing kegiatan yang ditugaskan. Peserta pelatihan harus menyelesaikan dan mengirim tugas yang diberi untuk suatu mata pelatihan sebelum mendapatkan materi dan penugasan berikutnya. Peserta juga harus aktif terlibat dalam forum diskusi kelas untuk setiap materi sebelum dapat mengerjakan tugasnya, minimal dengan mengajukan satu pertanyaan atau memberikan satu jawaban. Setelah penyampaian materi dan pengumpulan tugas selesai, sebelum penutupan pelatihan, selama satu hari diadakan diskusi refleksi dan pemaparan rencana tindak lanjut dari peserta pelatihan. Struktur Program PJJ daring ditampilkan di Tabel 3.2, dan Silabus PJJ Daring diuraikan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Struktur Program PJJ Daring Analisis dan Pembuatan Soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah

| Mata Pelatihan | Alokasi Waktu (Jam Pelatihan) | |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------|
| | Teori | Praktik |
| Literasi Ilmiah dan Kompetensi Ilmiah | 2 | 6 |

| Mata Pelatihan | Alokasi Waktu (Jam Pelatihan) | |
|---|--|----------------|
| | Teori | Praktik |
| Kaidah Umum Penulisan Soal-soal Pilihan Ganda | 4 | |
| Analisis Soal-soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah | 2 | 8 |
| Tes Akhir: Pembuatan Kisi-kisi dan Contoh Soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah | | 8 |
| Jumlah | 8 | 22 |
| Total | 30 | |

Tabel 3.3 Silabus Pelatihan Dalam Jaringan Analisis dan Pengembangan Soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah

| No | Indikator Keberhasilan | Judul Materi | Kegiatan | Waktu (JP) | Keterangan |
|----|---|--|---|------------|--|
| 1. | Peserta memahami tentang literasi ilmiah beserta komponen-komponen tiga indikator kompetensi ilmiahnya. | Literasi Ilmiah dan Kompetensi Ilmiah | Peserta menyimak materi tertulis, berdiskusi dalam forum dengan pengampu dan sesama peserta lainnya, dan mengerjakan kuis 10 soal menjodohkan antara kompetensi ilmiah dengan keterampilan-keterampilan ilmiah yang tercakup di dalamnya. | 8 JP | Dalam sesi diskusi juga dibahas kembali persamaan dan perbedaan soal berbasis kompetensi ilmiah dengan soal yang dinyatakan sebagai HOTS, dan sebagainya. Peserta diberi tenggat waktu tiga hari untuk menyelesaikan kuis, sejak materi pertama kali ditayangkan. |
| 2. | Peserta memahami kaidah umum penulisan soal-soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah | Kaidah Umum Penulisan Soal-soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah | Peserta menyimak materi tertulis, berdiskusi dalam forum dengan pengampu dan sesama peserta lainnya. | 4 JP | Sesi ini menekankan pada diskusi intensif mengenai pemahaman terhadap kaidah-kaidah soal pilihan ganda secara umum, dan kaidah penentuan kompetensi ilmiah yang diuji dalam suatu soal beserta keterampilannya. Waktu berdiskusi untuk materi ini adalah dua hari. |
| 3. | Peserta mampu menentukan kesesuaian contoh soal-soal pilihan ganda dengan | Analisis Soal-soal Pilihan Ganda Berbasis | Peserta menyimak materi tertulis, berdiskusi dalam forum dengan pengampu dan sesama peserta lainnya, kemudian mengerjakan tugas menganalisis 20 butir contoh soal pilihan | 10 JP | Peserta menggunakan instrumen analisis soal yang telah disediakan dan bekerja secara mandiri. Alokasi waktu |

| No | Indikator Keberhasilan | Judul Materi | Kegiatan | Waktu (JP) | Keterangan |
|----|---|--|--|------------|--|
| | kaidah umum penulisan dan mengidentifikasi keberadaan kompetensi ilmiah yang diujikan beserta keterampilan ilmiahnya. | Kompetensi Ilmiah | ganda untuk aspek terpenuhi atau tidaknya kaidah-kaidah umum penulisan soal dan ada tidaknya kompetensi ilmiah yang diuji dalam tiap butir soal, berikut keterampilan ilmiahnya. | | berdiskusi dan mengerjakan tugas adalah lima hari. |
| 4. | Peserta mampu menyusun kisi-kisi soal dan mengembangkan soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah dengan kaidah yang benar. | Tes Akhir: Pembuatan Kisi-kisi dan Contoh Soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah | Peserta menyimak materi tertulis, berdiskusi dalam forum dengan pengampu dan sesama peserta lainnya, kemudian mengerjakan tugas membuat kisi-kisi soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah beserta contoh soalnya (minimal 3 butir soal). | 8 JP | Peserta menyusun kisi-kisi soal dengan format yang ditentukan kemudian membuat contoh soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah berdasarkan kisi-kisi tersebut. Alokasi waktu berdiskusi dan mengerjakan tugas adalah tiga hari. |

Sebagai PJJ (daring) mengenai analisis dan pengembangan soal IPA gabungan antar jenjang sekolah yang pertama, sangat penting untuk juga mendapatkan umpan balik dan data perkembangan peserta setelah selesai mengikuti pelatihan. Oleh karena itu, beberapa data hasil implementasi dan analisis soal yang telah dibuat oleh guru juga diambil dan dibahas dalam penelitian ini. Peserta didorong untuk memasukkan soal-soal berbasis kompetensi ilmiah yang telah dibuatnya dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), kemudian menerapkannya sebagai tes formatif pembelajaran. Khusus pada pelatihan siklus pertama, diumumkan bahwa peserta yang mengirimkan RPP, video pembelajaran dan hasil tes formatif menggunakan soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah akan mendapatkan sertifikat pelatihan tahap kedua. Tawaran ini bersifat opsional.

Untuk mendapatkan gambaran aktivitas guru peserta pelatihan, peneliti juga mencatat hasil-hasil pengamatan yang dianggap penting selama proses pelatihan berlangsung. Beberapa guru peserta pelatihan juga mengirimkan hasil analisis soal berkompetensi ilmiah yang dibuat, setelah diterapkan di kelas. Dua guru peserta juga mengirimkan video pembelajaran yang akan ditutup dengan tes soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah untuk meminta kajian lebih lanjut mengenai kesesuaian pengalaman belajar dengan tes yang diberi. Dalam interpretasi akhir, akan disinggung juga perbandingan hasil PJJ dalam jaringan (daring) dengan hasil pelatihan uji coba tatap muka langsung yang memiliki tujuan yang sama.

Keseluruhan tahapan pelatihan jarak jauh dalam jaringan (PJJ daring) Analisis dan Pengembangan soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan soal-soal pilihan ganda yang telah digunakan oleh peserta dalam pembelajaran IPA sebagai persyaratan mengikuti pelatihan.
2. Memberikan teks materi Literasi Ilmiah dan Kompetensi Ilmiah dalam bentuk teks untuk dibaca secara mandiri disertai kuis pertanyaan tertutup dalam rentang waktu tiga hari.
3. Mengelola forum diskusi materi Literasi Ilmiah dan Kompetensi Ilmiah serta memberikan skor untuk kuis yang harus diikuti peserta sebelum mereka dapat

membuka materi Kaidah Penulisan Soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah.

4. Memberikan teks materi Kaidah Penulisan Soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah disertai penugasan menganalisis 20 contoh soal dan menutup dalam rentang waktu lima hari.
5. Mengelola forum diskusi materi Kaidah Umum Penulisan Soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah dan memberikan skor tugas menganalisis soal pilihan ganda yang harus diikuti peserta sebelum dapat mengikuti sesi Pengembangan soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah. Khusus untuk pelatihan siklus ketiga diadakan sesi diskusi tatap muka jarak jauh selama dua jam, berdasarkan permintaan peserta pelatihan.
6. Memberikan teks materi Pengembangan soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah disertai penugasan membuat kisi-kisi dan contoh soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah dalam waktu lima hari.
7. Mengelola forum diskusi materi Kaidah Penulisan Soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah dan memberikan skor tugas untuk penyusunan kisi-kisi dan contoh soal. Khusus pada pelatihan siklus ketiga diadakan sesi diskusi tatap muka jarak jauh selama dua jam.

Uraian materi dari setiap mata pelatihan adalah sebagai berikut:

a. Literasi Ilmiah dan Kompetensi Ilmiah

Secara umum literasi merujuk kepada seperangkat kemampuan dan keterampilan individu dalam membaca, menulis, berbicara, menghitung dan memecahkan masalah pada tingkat keahlian tertentu yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari (Britt dkk.,2014). Singkatnya, literasi berarti kemampuan untuk mendapatkan, memilah, memahami dan memanfaatkan pengetahuan. Literasi ilmiah berdasarkan kerangka yang digunakan oleh Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) dalam Programme for International Student Asesmen (PISA) tahun 2015 dan 2018 adalah kemampuan untuk memahami isu-isu sains terkait, serta memahami gagasan-gagasan sains untuk menjadi warga negara yang reflektif. Mulai

tahun 2015, OECD juga menegaskan bahwa literasi sains terkait dengan pemahaman mengenai hal-hal yang penting untuk diketahui, dinilai dan dilakukan dalam suatu situasi yang harus melibatkan sains dan teknologi. Secara nasional maupun internasional, literasi ilmiah sangat penting dalam menghadapi tantangan utama pemenuhan kebutuhan akan air bersih dan makanan, pengendalian penyakit, kecukupan penyediaan energi dan adaptasi terhadap perubahan iklim (UNEP, 2012).

Literasi ilmiah tiap warga negara dipengaruhi oleh sikap-sikapnya terhadap sains (ketertarikan, penilaian terhadap penyelidikan ilmiah, dan kepedulian terhadap lingkungan). Literasi ilmiah juga dipengaruhi oleh dasar pengetahuan yang dijadikan acuan.

Terminologi pengetahuan dalam literasi ilmiah PISA 2015 mengacu pada pengetahuan yang bersifat isi atau materi, prosedural, dan epistemik. Pengetahuan tentang isi atau materi adalah pengetahuan berupa fakta, konsep gagasan, dan teori mengenai alam semesta yang telah diakui. Pengetahuan prosedural adalah pengetahuan mengenai upaya mengumpulkan data melalui pengukuran, mengontrol variabel, dan standar dalam menampilkan dan mengomunikasikan data. Pengetahuan epistemik mengacu pada pemahaman mengenai fungsi-fungsi pertanyaan, pengamatan, perumusan hipotesis, pemilihan dasar teori, model, argumen, pengenalan terhadap beragamnya bentuk penyelidikan ilmiah, dan peran sesama penyelidik dalam menegakkan suatu pengetahuan yang dapat dipercaya. Konteks dalam soal berbasis kompetensi ilmiah dapat berupa hal-hal yang bersifat personal, lokal atau nasional, maupun global terkait masalah kesehatan dan penyakit, sumberdaya alam, kualitas lingkungan, bahan atau kondisi berbahaya, serta cakupan dalam sains dan teknologi.

Ada tiga indikator keterampilan dalam literasi ilmiah yang kemudian dikenal sebagai kompetensi ilmiah menurut OECD 2016, yaitu (1) menjelaskan fenomena secara ilmiah, (2) mengevaluasi dan merancang

penyelidikan ilmiah, dan (3) menginterpretasi data dan bukti-bukti secara ilmiah.

Dalam praktik sains, kompetensi ilmiah sangat penting karena berhubungan dengan kemampuan kognitif utama yaitu penalaran deduktif dan induktif, berpikir sistem, berpikir kritis, transformasi informasi, membangun dan mengomunikasikan argumen berbasis data, berpikir dalam model skala serta mengaplikasikan sains (OECD 2017).

Karakter kompetensi ilmiah juga sejalan dengan keterampilan abad ke-21, yaitu: kemampuan beradaptasi, keterampilan sosial atau komunikasi kompleks, pemecahan masalah tak terduga, pengelolaan dan pengembangan diri dalam bersikap positif terhadap sains, serta berpikir sistem (Bybee, 2009). Kompetensi ilmiah ini juga menjadi pendukung Kompetensi Transformatif yang dicanangkan oleh OECD dalam E2030 (arah pendidikan hingga tahun 2030), yaitu (1) *Creating new value* (menciptakan nilai baru), (2) *Reconciling tensions and dilemmas* (merekonsiliasi ketegangan dan dilema) serta (3) *Taking responsibility* (mengambil tanggung jawab) (OECD 2018).

Bentuk-bentuk keterampilan dari ketiga kompetensi ilmiah yang diharapkan dapat diamati perkembangannya diuraikan dalam Tabel 3.4.

b. Kaidah Umum Penulisan Soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah

Komponen-komponen indikator soal yang perlu diperhatikan adalah subjek, perilaku yang akan diukur, dan kondisi/konteks/stimulus. Soal Pilihan Ganda (PG) merupakan bentuk soal yang jawabannya dapat dipilih dari beberapa kemungkinan jawaban (*option*) yang telah disediakan. Setiap soal PG terdiri atas pokok soal (*stem*) dan pilihan jawaban (*option*). Pilihan jawaban terdiri atas kunci jawaban dan pengecoh (*distractor*). Kunci jawaban merupakan jawaban benar atau paling benar, sedangkan

pengecoh merupakan jawaban tidak benar, tetapi peserta didik yang tidak menguasai materi mungkin memilih pengecoh tersebut.

Tabel 3.4 Kompetensi Ilmiah PISA 2015 dan Bentuk-bentuk Keterampilannya

| Indikator Kompetensi Ilmiah | Bentuk-bentuk Keterampilan |
|---|---|
| Menjelaskan fenomena secara ilmiah: mampu mengenali, memaparkan dan mengevaluasi hal-hal terkait fenomena alam dan teknologi. | <ul style="list-style-type: none"> • Mengingat atau menemukan dan menerapkan pengetahuan ilmiah secara tepat. • Mengidentifikasi, menggunakan dan membuat model-model dan tampilan ilmiah. • Membuat dan menetapkan prediksi dengan tepat. • Mengajukan penjelasan hipotesis. • Menerangkan implikasi potensial dari pengetahuan sains bagi masyarakat. |
| Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah: mampu menguraikan dan memberikan penilaian terhadap suatu penyelidikan ilmiah dan mengajukan cara-cara untuk menjawab pertanyaan secara ilmiah. | <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi pertanyaan yang diselidiki dalam suatu kajian ilmiah. • Membedakan pertanyaan yang dapat dan tidak dapat diselidiki secara ilmiah. • Mengajukan cara untuk mengeksplorasi pertanyaan yang diberi secara ilmiah. • Menguraikan dan mengevaluasi bagaimana ilmuwan meyakini reliabilitas data, serta objektivitas dan kemungkinan generalisasi dari suatu penjelasan. |
| Menginterpretasi data dan bukti secara ilmiah: menganalisis dan mengevaluasi data, klaim, dan argumen dalam beragam bentuk representasi dan membuat kesimpulan ilmiah yang tepat. | <ul style="list-style-type: none"> • Mengubah data dari satu bentuk presentasi ke bentuk lainnya. • Menganalisis dan menginterpretasi data untuk memberikan kesimpulan yang tepat. • Membedakan antara argumen berbasis bukti ilmiah dan yang berbasis pertimbangan-pertimbangan lainnya. • Mengevaluasi argumen dan bukti-bukti ilmiah dari berbagai sumber (misalnya koran, internet, jurnal ilmiah). |

Bentuk soal pilihan ganda (PG) memiliki keunggulan-keunggulan yang khas. Pemberian skor soal PG dapat dilakukan dengan mudah, cepat, dan memiliki obyektivitas yang tinggi. Satu paket soal PG dapat dirancang untuk mengukur berbagai tingkat kognitif, dan mencakup ruang lingkup materi yang luas. Dengan keunggulan-keunggulan tersebut, soal bentuk PG tepat digunakan untuk ujian berskala besar yang hasilnya harus segera diumumkan, seperti ujian nasional, ujian akhir sekolah, dan ujian seleksi pegawai negeri.

Soal bentuk pilihan ganda (PG) memerlukan waktu yang relatif lama untuk menyusun setiap soalnya, karena banyak faktor yang harus diperhatikan. Tidak mudah untuk membuat jawaban pengecoh yang homogen dan berfungsi. Selain itu, selalu terdapat peluang untuk menebak kunci jawaban, terutama jika peserta tes tidak mau, tidak sempat, tidak mengerti atau tidak terbiasa membaca stimulus dan batang soal yang panjang.

Materi untuk soal bentuk pilihan ganda (PG) berbasis kompetensi ilmiah yang akan digunakan dalam kelas harus dipilih yang selaras dengan indikator-indikator kompetensi sasaran, baik Kompetensi Inti maupun Kompetensi Dasar (dalam hal ini kompetensi dasar aspek pengetahuan /KD 3 dan aspek keterampilan/KD 4). Keselarasan dapat diketahui antara lain dari kata-kata operasional antara keterampilan ilmiah dalam kompetensi ilmiah dengan kompetensi dasar, yang menggambarkan proses kerja kognitif yang diharapkan muncul pada peserta didik ketika dapat menjawab soal. Sebagai contoh, jika instruksi dalam soal adalah “temukan”, maka keterampilan ilmiah “mengidentifikasi” yang dapat dielaborasi dari kompetensi ilmiah yang terkait. Jika ingin menyasar kompetensi ilmiah mengevaluasi, maka instruksi dalam batang soal adalah “pilihlah/tentukanlah”, atau “manakah yang paling” dapat digunakan. Untuk menguji kompetensi ilmiah merancang, maka kata kerja operasional yang dapat digunakan sebagai instruksi soal adalah “susunlah” atau “tentukan prosedur”, dan sebagainya.

Stimulus soal PG berbasis kompetensi ilmiah dapat berupa teks, gambar, maupun infografis. Stimulus untuk soal IPA berbasis kompetensi ilmiah tidak boleh sesuatu yang fiktif, melainkan memaparkan fenomena alam yang nyata, atau data hasil pengamatan maupun percobaan. Stimulus harus dapat menjadi bahan analisis atau evaluasi peserta didik, yang menyediakan jawaban atas pertanyaan baik secara tersurat (langsung dapat ditemukan), maupun tersirat (harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu, misalnya melakukan penghitungan data atau mengaitkan satu data dengan data yang lain). Satu unit stimulus dapat digunakan untuk menjawab beberapa nomor soal, namun dengan jawaban yang tidak saling bergantung kebenaran jawabannya. Meskipun stimulus harus cukup komprehensif sebagai sumber informasi penjawab soal, namun tetap harus memperhatikan asas penggunaan kalimat yang efektif dan efisien, serta konsep yang

akurat dalam pemaparan, agar tidak ada informasi yang percuma atau menimbulkan miskonsepsi.

Pokok soal PG juga harus dirumuskan secara jelas dan tegas. Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban harus merupakan pernyataan yang diperlukan saja. Pokok soal jangan memberi petunjuk ke arah jawaban benar. Pokok soal jangan mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda. Pilihan jawaban harus homogen dan logis ditinjau dari segi materi. Setiap soal harus mempunyai satu jawaban yang benar atau yang paling benar. Panjang rumusan dan konteks semua pilihan jawaban harus relatif sama atau setara. Pilihan jawaban jangan mengandung pernyataan, “Semua pilihan jawaban di atas salah” atau “Semua pilihan jawaban di atas benar”. Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu harus disusun berdasarkan urutan besar kecilnya nilai angka tersebut atau kronologisnya. Gambar, grafik, tabel, diagram, dan sejenisnya yang terdapat pada soal harus jelas dan berfungsi. Butir soal jangan bergantung pada jawaban soal sebelumnya.

Setiap soal yang disusun harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar. Penggunaan bahasa yang hanya berlaku untuk kalangan atau tempat tertentu harus dihindari, agar soal dapat digunakan secara luas tanpa menimbulkan salah tafsir atau kesulitan untuk mengerti. Bahasa yang digunakan dalam soal hendaknya adalah bahasa yang komunikatif. Setiap pilihan jawaban diusahakan untuk jangan mengulang kata atau frase yang bukan merupakan satu kesatuan pengertian.

Dalam pokok soal dan pilihan jawaban tidak boleh ada istilah atau makna yang menyinggung suku, agama, ras dan antargolongan (SARA). Demikian juga muatan politik, pornografi, promosi produk komersil (iklan), kekerasan, dan bentuk-bentuk lainnya yang berpotensi menimbulkan efek negatif atau hal-hal yang dapat menguntungkan atau merugikan kelompok tertentu tidak boleh termuat dalam soal baik secara tersirat maupun jelas tersurat. Identitas seseorang, instansi maupun nyata dalam soal yang ditulis dalam soal tidak boleh merupakan yang asli atau sebenarnya, melainkan hanya contoh sebagai model saja.

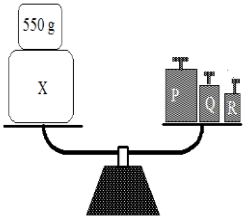
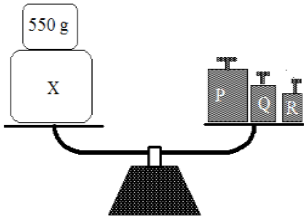
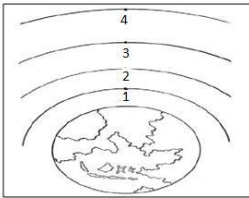
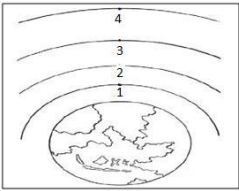
Tabel 3.5 menjabarkan contoh-contoh soal IPA yang baik dan yang telah diperbaiki berdasarkan buku Pedoman Penulisan Soal untuk SMP/MTs dari Puspendik Balitbang Kemendikbud tahun 2017.

Tabel 3.5 Contoh-contoh Soal Pilihan Ganda IPA yang Baik dan Tidak Baik dengan Penjelasannya

| No. | Contoh soal yang tidak baik | Penjelasan | Contoh soal yang baik |
|-----|--|--|---|
| 1. | <p>Tono berteriak dengan suara keras di hadapan tebing yang tinggi. Beberapa detik kemudian terdengar gema yang merupakan bunyi pantul suaranya. Sekiranya Tono mencatat selang waktu antara gema dan teriaknya, dan mengetahui cepat rambat bunyi di udara saat itu maka Tono dapat memanfaatkan bunyi pantul itu untuk mengetahui</p> <p>A. ketinggian tebing yang tinggi dari permukaan laut B. jarak tebing yang tinggi dari tempat Tono berteriak C. luas dinding tebing yang tinggi yang dituju Tono D. kelembapan udara di sekitar tebing yang tinggi</p> | <p>Pokok soal dan <i>option</i> di atas terlalu panjang. Ada kalimat yang tidak diperlukan dalam pokok soal sehingga menghabiskan waktu peserta didik membaca pokok soal tersebut. Kalimat ketiga dalam pokok soal dan kata ‘yang tinggi’ pada <i>option</i> tidak perlu, sebaiknya dibuang.</p> | <p>Tono berteriak dengan suara keras di hadapan tebing yang tinggi, lalu beberapa detik kemudian terdengar bunyi pantul suaranya. Tono dapat memanfaatkan bunyi pantul tersebut untuk mengetahui</p> <p>A. ketinggian tebing dari permukaan laut B. jarak tebing dari tempat Tono berteriak C. luas dinding tebing yang dituju Tono D. kelembapan udara di sekitar tebing</p> <p>Jawaban B</p> |
| | <p>Berikut ini <i>bukan</i> merupakan sifat dari</p> | <p>Pokok soal di atas mengguna-</p> | <p>Berikut ini yang merupakan sifat dari larutan asam adalah</p> |

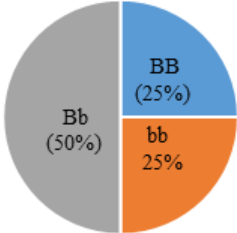
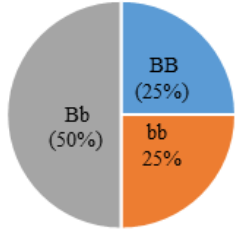
| No. | Contoh soal yang tidak baik | Penjelasan | Contoh soal yang baik |
|-----|--|--|--|
| | <p>larutan asam, <i>kecuali</i></p> <p>A. mengubah warna lakmus merah menjadi biru</p> <p>B. sulit bersenyawa dengan logam</p> <p>C. memiliki pH kurang dari 7</p> <p>D. tidak dapat menghantarkan arus listrik</p> | <p>kan pernyataan yang bersifat negatif ganda, yaitu menggunakan kata <i>tidak</i> dan <i>kecuali</i> sehingga menyulitkan peserta didik memahami pokok soal.</p> | <p>A. mengubah warna lakmus merah menjadi biru</p> <p>B. sulit bersenyawa dengan logam</p> <p>C. memiliki pH kurang dari 7</p> <p>D. tidak dapat menghantarkan arus listrik</p> <p>Kunci Jawaban: C</p> |
| | <p>Kandungan bahan kimia detergen adalah senyawa Alkyl Benzena Sulfonat (ABS) yang memiliki sifat polar dan nonpolar. Kutub polar larut dalam air dan bersifat hidrofilik, sedangkan ujung hidrofobik bersifat nonpolar dan mudah larut dalam minyak atau lemak. Peran ABS saat proses mencuci pakaian adalah</p> <p>A. membunuh kuman</p> <p>B. menguatkan serat</p> <p>C. melarutkan kotoran yang menempel pada bahan pakaian</p> | <p>Pilihan jawaban C paling panjang dan merupakan kunci jawaban. Peserta didik kemungkinan dapat menebak jawabannya dengan benar karena jawaban yang paling panjang mengandung informasi</p> | <p>Kandungan bahan kimia detergen adalah senyawa Alkyl Benzena Sulfonat (ABS) yang memiliki sifat polar dan nonpolar. Kutub polar larut dalam air dan bersifat hidrofilik, sedangkan ujung hidrofobik bersifat nonpolar dan mudah larut dalam minyak atau lemak. Peran ABS saat proses mencuci pakaian adalah</p> <p>A. membunuh kuman</p> <p>B. menguatkan serat</p> <p>C. melarutkan kotoran</p> <p>D. memberi wangi pakaian</p> <p>Kunci Jawaban: C</p> |

| No. | Contoh soal yang tidak baik | Penjelasan | Contoh soal yang baik |
|-----|---|--|--|
| | D. memberi wangi pakaian | yang paling lengkap. | |
| | <p>Secara berulang hewan paus terlihat muncul di atas air untuk mengambil oksigen.</p> <p>Ciri makhluk hidup yang ditunjukkan oleh hewan tersebut adalah</p> <p>A. regulasi B. adaptasi C. memerlukan makanan D. menanggapi rangsang</p> | <p>Penggunaan kata berulang dan di atas air tidak baik digunakan untuk konteks soal tersebut karena berdasarkan kaidah Bahasa Indonesia, kata tersebut mempunyai arti yang agak berbeda sehingga dapat menimbulkan keraguan arti dari soal tersebut.</p> <p>Kata regulasi pada <i>option</i> juga kurang tepat. Selain itu penggunaan “ : ” pada akhir dari kalimat soal juga tidak tepat.</p> | <p>Secara teratur hewan paus muncul ke permukaan air untuk mengambil oksigen.</p> <p>Ciri makhluk hidup yang ditunjukkan oleh hewan tersebut adalah</p> <p>A. bergerak B. adaptasi C. memerlukan makanan D. menanggapi rangsang</p> |

| No. | Contoh soal yang tidak baik | Penjelasan | Contoh soal yang baik |
|-----|---|--|---|
| | <p>Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>Massa anak timbangan berturut-turut: P = 1 kg ; Q = 350 g ; R = 75 g, massa benda X pada pengukuran tersebut agar setimbang adalah</p> <p>A. 1.075 g B. 575 g C. 1.975 g D. 875 g</p> | <p>Pilihan jawaban di atas <i>tidak berurutan</i> dari besar ke kecil atau sebaliknya sehingga akan menyita waktu peserta didik. Pilihan jawaban berupa angka harus berurutan untuk mempermudah peserta didik memilih pilihan jawaban.</p> | <p>Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>Massa anak timbangan berturut-turut: P = 1 kg ; Q = 350 g ; R = 75 g, massa benda X pada pengukuran tersebut agar setimbang adalah</p> <p>A. 1.975 g B. 1.075 g C. 875 g D. 575 g Kunci Jawaban: C</p> |
| |  <p>Karakteristik lapisan troposfer adalah</p> <p>A. terjadi penurunan suhu 0,6 0C setiap ketinggian bertambah 100 m B. kenaikan suhu dari -100 0C sampai</p> | <p>Soal masih dapat dijawab tanpa melihat gambar karena pada pokok soal sudah jelas apa yang ditanyakan. Pada soal tersebut gambar</p> |  <p>Karakteristik lapisan 1 seperti pada gambar di samping adalah</p> <p>A. terjadi penurunan suhu 0,6 0C setiap ketinggian bertambah 100 m B. terjadi kenaikan suhu dari -100 0C sampai ribuan derajat celsius</p> |

| No. | Contoh soal yang tidak baik | Penjelasan | Contoh soal yang baik |
|-----|---|---|---|
| | ribuan derajat celcius C. suhu udara bertambah tinggi seiring dengan naiknya ketinggian tempat D. penurunan suhu yang terjadi sebesar 0,4 0C setiap kenaikan 100 m | tidak berfungsi. | suhu udara bertambah tinggi seiring dengan naiknya ketinggian tempat D. penurunan suhu yang terjadi sebesar 0,4 0C setiap kenaikan 100 m Kunci Jawaban : A |
| | Limbah industri B3 yang masuk ke aliran sungai akan mencemari perairan tersebut sehingga mengganggu kehidupan biota di ekosistem tersebut. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi pencemaran tersebut adalah A. menutup aliran air limbah industri yang menuju sungai B. menutup izin berdirinya pabrik yang berada dekat sungai C. mengolah air limbah secara efektif sebelum di buang ke sungai D. membiarkan tanaman air berkembang biak untuk membantu pengolahan limbah | Soal di atas kurang baik karena menggunakan istilah atau kata yang tidak komunikatif yaitu B3, sehingga kemungkinan peserta didik sulit menebak makna dari B3, walaupun peserta didik masih dapat menjawab soal dengan cara menduga arti kata dari B3 tersebut. | Limbah industri yang termasuk kategori bahan berbahaya dan beracun apabila masuk ke aliran sungai akan mencemari perairan tersebut sehingga dapat mengancam kelestarian biota di ekosistem tersebut. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi pencemaran tersebut adalah A. menutup aliran air limbah dari buangan industri yang menuju sungai B. menutup izin berdirinya pabrik yang berada dekat sungai C. mengolah air limbah secara efektif sebelum di buang ke sungai D. membiarkan tanaman air berkembang biak untuk membantu pengolahan limbah |
| | Andi melakukan percobaan pemuatan | Pada soal tersebut | Andi melakukan percobaan pemuatan |

| No. | Contoh soal yang tidak baik | Penjelasan | Contoh soal yang baik |
|-----|--|--|---|
| | <p>dengan listrik statis menggunakan alat dan bahan seperti pada gambar berikut.</p>  <p>Setelah digosok berulang kali dengan kain (gambar I), penggaris plastik dapat menarik serpihan kertas kecil (gambar II). Hal ini membuktikan bahwa penggaris tersebut menjadi bermuatan listrik</p> <p>A. positif karena telah melepaskan sebagian dari elektronnya B. positif karena jumlah proton pada penggaris bertambah C. negatif karena telah melepaskan beberapa elektron dari kain D. semua pilihan jawaban di atas salah</p> | <p>pilihan jawaban berkurang satu dan hanya tiga pilihan jawaban yang dipertimbangkan. Jika semua jawaban di atas salah merupakan kunci jawaban, tidak akan diperoleh informasi yang menunjukkan pemahaman peserta didik tentang jawaban yang benar. Selain itu, pilihan jawaban D bukanlah suatu konsep materi.</p> | <p>dengan listrik statis menggunakan alat dan bahan seperti pada gambar berikut.</p>  <p>Setelah digosok berulang kali dengan kain (gambar I), penggaris plastik dapat menarik serpihan kertas kecil (gambar II). Hal ini membuktikan bahwa penggaris tersebut menjadi bermuatan listrik</p> <p>A. positif karena telah melepaskan sebagian dari elektronnya B. positif karena jumlah proton pada penggaris bertambah C. negatif karena elektron dari penggaris pindah ke kain D. negatif karena telah menerima beberapa elektron dari kain Kunci Jawaban: D</p> |
| | <p>Persilangan antara tanaman ercis berbiji bulat (Bb) dengan tanaman ercis berbiji kerut (bb) menghasilkan tanaman ercis</p> | <p>Perumusan permasalahan dalam stimulus soal tidak jelas karena hasil</p> | <p>Persilangan antara tanaman ercis berbiji bulat (BB) dengan tanaman ercis berbiji kerut (bb) menghasilkan tanaman ercis berbiji bulat. Apabila F1 disilangkan dengan</p> |

| No. | Contoh soal yang tidak baik | Penjelasan | Contoh soal yang baik |
|-----|---|---|---|
| | <p>berbiji bulat. Apabila F1 disilangkan dengan sesamanya, akan diperoleh perbandingan genotip seperti tampak pada diagram berikut.</p>  <p>Jika seluruh tanaman F2 berjumlah 12 pohon, akan diperoleh tanaman ercis berbiji bulat sebanyak</p> <p>A. 100% B. 75% C. 50% D. 25%</p> | <p>persilangan antara genotip Bb dengan bb akan menghasilkan filial bergenotip Bb (bulat) dan bb (kerut), tidak ditemukan F2 bergenotip BB. Pokok soal menjadi tidak jelas karena pada pilihan jawaban tidak disajikan jumlah tanaman akan tetapi persentase.</p> | <p>sesamanya, akan diperoleh perbandingan genotip seperti tampak pada diagram berikut.</p>  <p>Jika seluruh tanaman F2 berjumlah 12 pohon, akan diperoleh tanaman ercis berbiji bulat sebanyak</p> <p>A. 9 pohon B. 6 pohon C. 3 pohon D. 1 pohon Kunci Jawaban: A</p> |
| | <p>1. Pada bagian testis terdapat saluran-saluran berbentuk seperti tabung yang disebut</p> <p>A. tubulus kontortus B. tubulus seminiferus C. vesikula seminalis D. kelenjar bulbouretra</p> | <p>Soal di atas dapat merugikan peserta didik. Peserta didik yang tidak dapat menjawab dengan benar pada soal nomor 1 pasti akan menjawab</p> | <p>1. Pada bagian testis terdapat saluran-saluran berbentuk seperti tabung yang disebut</p> <p>A. tubulus kontortus B. tubulus seminiferus C. vesikula seminalis D. kelenjar bulbouretra Kunci Jawaban: B</p> <p>2. Fungsi tubulus seminiferus adalah</p> <p>A. menghasilkan cairan bersifat basa</p> |

| No. | Contoh soal yang tidak baik | Penjelasan | Contoh soal yang baik |
|-----|--|--|---|
| | <p>2. Bagian yang dimaksud pada soal nomor 1 memiliki fungsi</p> <p>A. menghasilkan cairan bersifat basa</p> <p>B. menghasilkan makanan bagi sperma</p> <p>C. menjaga atau menyimpan sperma</p> <p>D. memberikan suasana basa bagi sperma</p> | <p>salah pada soal nomor 2. Oleh karena itu, soal nomor 2 harus diperbaiki sehingga menjadi soal yang berdiri sendiri.</p> | <p>B. menghasilkan makanan bagi sperma</p> <p>C. menjaga atau menyimpan sperma</p> <p>D. memberikan suasana basa bagi sperma</p> <p>Kunci Jawaban: C</p> |

c. Analisis Soal-soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah

Soal-soal sains yang berorientasi pada literasi ilmiah juga harus memerhatikan konteksnya, agar wawasan dan kepedulian para peserta didik menjadi lebih kaya. Soal-soal dengan konteks personal menyangkut kondisi pribadi, keluarga dan kelompok rekan seusia. Soal-soal berkonteks lokal atau nasional akan membahas topik-topik terkait kondisi masyarakat sekitar, sementara konteks global akan menyangkut hal-hal yang berpengaruh pada kondisi dunia secara luas.

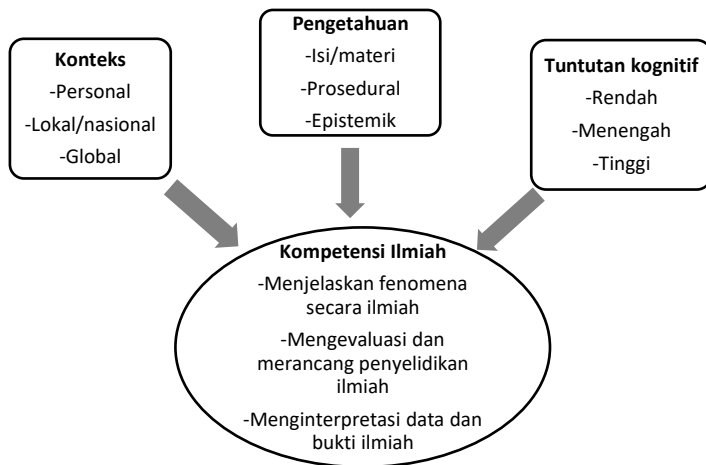
Untuk tuntutan kognitif, soal-soal dalam kerangka PISA 2015 dapat dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu rendah, menengah dan tinggi. Secara singkat, perbedaan ciri-ciri soal dari sisi tuntutan kognitif adalah sebagai berikut:

- Rendah: memerlukan satu langkah prosedur, misalnya mengingat suatu fakta, istilah, prinsip atau konsep, atau menemukan satu titik informasi dari sebuah grafik atau tabel.
- Menengah: menggunakan dan menerapkan pengetahuan konseptual untuk menjelaskan fenomena, memilih prosedur yang tepat dengan melibatkan dua atau lebih langkah penyelesaian, mengorganisasi atau menampilkan data, menginterpretasi atau menggunakan perangkat data sederhana.

- Tinggi: menganalisis informasi atau data yang kompleks, mensintesis atau mengevaluasi bukti-bukti, menilai, menalar, memberikan sumber-sumber bervariasi, membuat rencana atau urutan langkah-langkah pemecahan masalah.

Berdasarkan semua komponen di atas, dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor yang menentukan tingkat pencapaian kompetensi ilmiah melalui soal mencakup (1) jumlah dan tingkat kompleksitas unsur-unsur pengetahuan yang dituntut oleh setiap soal, (2) tingkat pengenalan dan pengetahuan awal yang mungkin dimiliki oleh peserta didik terhadap materi/isi, prosedur dan keterlibatan epistemik tiap soal, (3) operasi kognitif yang diperlukan untuk menyelesaikan tiap soal, misalnya mengingat, menganalisis atau mengevaluasi, dan (4) pengembangan yang membentuk tanggapan berdasarkan model-model atau gagasan-gagasan ilmiah abstrak. Perangkat untuk mengonstruksi dan menganalisis unit dan butir-butir soal berbasis kompetensi ilmiah dapat dirangkum menjadi bagan pada Gambar 3.2.

Keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS, *Higher Order Thinking Skills*) meliputi proses menganalisis, menerapkan konsep pada situasi yang baru atau berbeda, merefleksi, memberikan argumen (alasan), menyusun dan mencipta (Collins, 2014). Bentuk-bentuk keterampilan dalam kompetensi ilmiah yang dijabarkan dalam Tabel 3.4 juga merupakan penerapan dari keterampilan-keterampilan berpikir tingkat tinggi tersebut. Dengan demikian, soal-soal berbasis kompetensi ilmiah dengan tuntutan kognitif tingkat menengah dan tinggi juga dapat dianggap sebagai pendeteksi kemunculan keterampilan berpikir tingkat tinggi.



Gambar 3.2. Perangkat untuk Menyusun dan Menganalisis Unit dan Butir Soal Berbasis Kompetensi Ilmiah

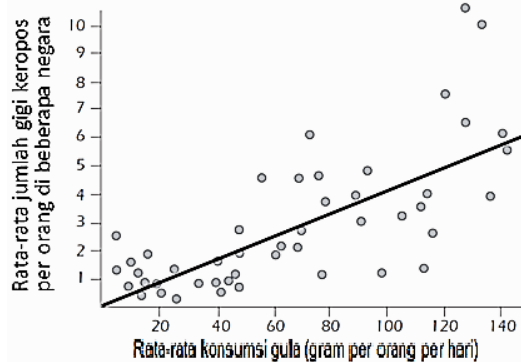
Berikut ini adalah beberapa contoh soal-soal berbasis kompetensi ilmiah dikaitkan dengan aspek konteks, indikator kompetensi dan tuntutan kognitifnya.

1) *Konteks: global*

Indikator kompetensi: menginterpretasi data dan bukti secara ilmiah

Tuntutan kognitif: menengah

Perhatikanlah grafik di bawah ini! Kesimpulan apakah yang dapat diambil berdasarkan data dalam grafik tersebut? (Disadur dari soal PISA no. S127Q04)



Gambar: OECD 2006

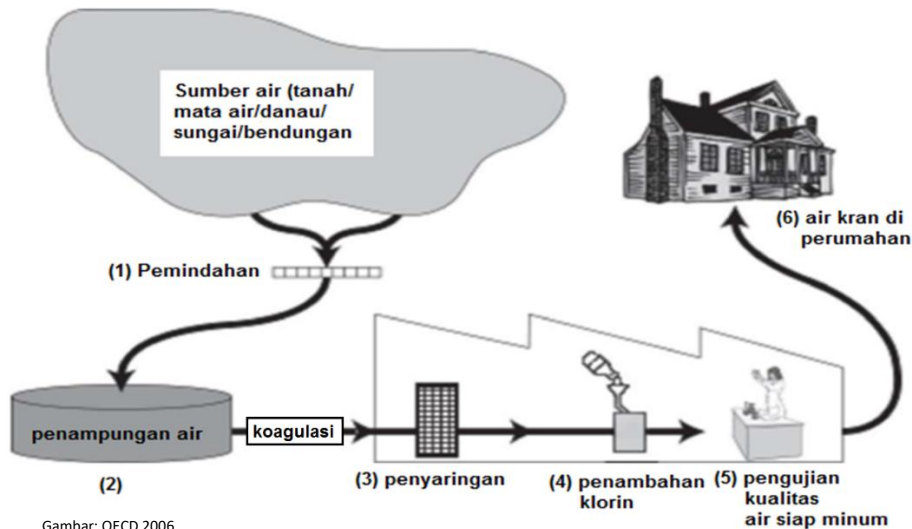
- A. Konsumsi gula di beberapa negara terus meningkat pesat dalam kurun waktu tertentu
- B. Kemungkinan gigi menjadi keropos semakin besar dengan semakin banyak gula yang dimakan.
- C. Kecepatan pengeroposan gigi di beberapa negara meningkat dalam kurun waktu tertentu
- D. Konsumsi gula dan pengeroposan gigi di beberapa negara tahun ini cenderung meningkat
- E. Tingkat konsumsi gula rata-rata per orang di beberapa negara ternyata berbeda-beda.

2) Konteks: global

Indikator kompetensi: menjelaskan fenomena secara ilmiah

Tuntutan kognitif: tinggi

Air kran di perumahan negara-negara Singapura, Jepang, Australia, Amerika, dan di benua Eropa, dapat langsung diminum setelah melalui serangkaian proses (1) hingga (6) yang ditunjukkan oleh bagan di bawah ini.



Meskipun Perusahaan Air Minum di Indonesia (PT PAM) telah menerapkan proses pengolahan dan pengujian air dengan standar yang sama, namun ternyata air kran yang mengalir di perumahan Indonesia belum terjamin layak untuk langsung diminum. Menurut anda, gangguan pada proses manakah yang mungkin menjadi penyebabnya?

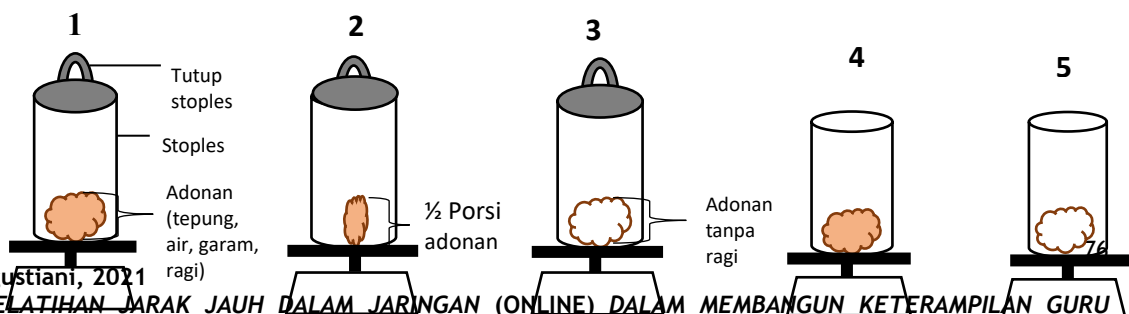
- A. Proses (1) ke (2) B. Proses (2) ke (3) C. Proses (3) ke (4)
D. Proses (4) ke (5) E. Proses (5) ke (6)

3) Konteks: personal

Indikator kompetensi: mengevaluasi dan merancang penyelidikan secara ilmiah

Tuntutan kognitif: tinggi

Seorang koki pembuat roti mengamati bahwa berat adonan menjadi berkurang setelah beberapa jam dibiarkan. Ia ingin melakukan percobaan untuk membuktikan dugaan bahwa pengurangan berat adonan tersebut dipengaruhi oleh penambahan bubuk ragi yang mengandung makhluk hidup. Manakah dua dari lima rancangan berikut yang harus dibandingkan oleh sang koki dalam percobaannya? (Disadur dari soal PISA no. S505Q02)



Eka Danti Agustiani, 2021

PERANAN PELATIHAN JARAK JAUH DALAM JARINGAN (ONLINE) DALAM MEMBANGUN KETERAMPILAN GURU MENGANALISIS DAN MENGEMBANGKAN SOAL PILIHAN GANDA IPA BERBASIS KOMPETENSI ILMIAH

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

Timbangan

- A. Rancangan 1 dan 2. C. Rancangan 2 dan 3
B. Rancangan 1 dan 3 D. Rancangan 3 dan 4 E. Rancangan 4 dan 5

d. Pengembangan soal-soal Pilihan Ganda Berbasis Kompetensi Ilmiah

Sebelum menyusun soal, termasuk soal pilihan ganda (PG), terlebih dahulu harus dibuat kisi-kisi soal. Kisi-kisi adalah suatu format berbentuk matriks berisi informasi yang dapat dijadikan pedoman untuk menulis atau merakit soal. Kisi-kisi disusun berdasarkan tujuan penggunaan instrumen soal. Penyusunan kisi-kisi merupakan langkah penting yang harus dilakukan sebelum penulisan soal. Satu kisi-kisi soal yang baik dapat menghasilkan soal-soal yang relatif sama (paralel) dari tingkat kedalaman dan cakupan materi yang diujikan.

Syarat kisi-kisi soal adalah yang mewakili isi kurikulum yang akan diujikan, memiliki komponen-komponen yang rinci, jelas dan mudah dipahami. Indikator soal juga harus jelas sehingga wujud soalnya dapat dibuat soalnya sesuai dengan bentuk yang dimaksud. Komponen-komponen yang diperlukan dalam sebuah kisi-kisi disesuaikan dengan tujuan dibuatnya soal. Komponen kisi-kisi terdiri atas komponen identitas dan komponen matriks. Komponen identitas diletakkan di atas komponen matriks. Komponen identitas meliputi jenis/jenjang sekolah, program studi/jurusan, mata pelajaran, tahun ajaran, kurikulum yang diacu, alokasi waktu, jumlah soal, dan bentuk soal. Komponen-komponen matriks kisi-kisi soal berbasis kompetensi ilmiah berisi kompetensi dasar yang diambil dari kurikulum, kelas dan semester, materi, konteks, indikator kompetensi ilmiah, tuntutan kognitif, dan nomor soal.

Di dalam menyusun kisi-kisi soal, ketiga hal tersebut (Kompetensi Dasar, materi, dan Indikator) saling terkait dan berkesinambungan. Kompetensi Dasar (KD) merupakan rumusan yang sudah ada dalam kurikulum, KD memuat kemampuan minimal yang menyatakan penguasaan materi peserta didik setelah mempelajari materi pelajaran tertentu. Berdasarkan kompetensi dasar, guru melakukan pemetaan materi pelajaran kepada peserta didik sehingga bisa mencapai kemampuan minimal.

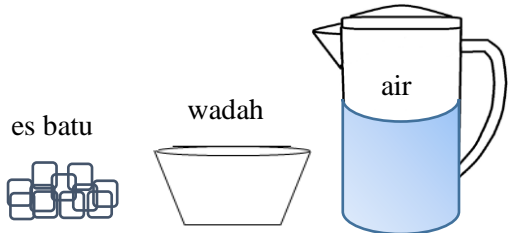
Peserta didik diharapkan menguasai materi ajar yang dikembangkan dari kompetensi dasar. Untuk itu, guru memerlukan banyak sumber dan referensi sebagai upaya melakukan pendalaman, dengan tujuan untuk memperkaya materi. Penentuan karakter materi juga disesuaikan dengan indikator yang akan disusun. Guru juga harus mengetahui penguasaan peserta didik terhadap materi yang terkait dengan bidang studi lainnya, atau merupakan kelanjutan dari materi jenjang sebelumnya, serta implikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Indikator adalah suatu rumusan yang menggunakan kata kerja operasional, biasanya mengacu pada Taksonomi Bloom yang memuat perilaku peserta didik dan yang dapat terukur sesuai dengan tujuan pembelajaran. Adapun syarat indikator yang baik antara lain 1) Memuat ciri-ciri kompetensi dasar yang terukur, 2) Memuat kata kerja operasional yang terukur, 3) Memiliki materi yang berkaitan dengan bahan ajar, 4) Dapat dibuat soalnya.

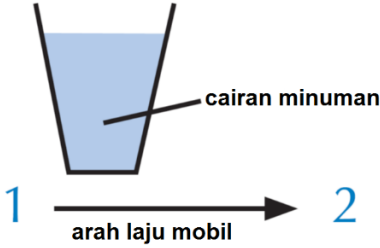
Langkah-langkah menyusun kisi-kisi adalah menentukan KD yang akan diukur dan kompetensi ilmiah yang cocok. Selanjutnya memilih materi esensial yang penting dengan ciri-ciri berupa lanjutan atau pendalaman materi sebelumnya atau berkesinambungan dengan materi sesudahnya, menjadi prasyarat sebelum mempelajari materi selanjutnya, memiliki banyak kaitan dengan mata pelajaran lain dan memiliki nilai terapan tinggi dalam kehidupan sehari-hari. Tiga indikator kompetensi ilmiah dijadikan dapat dijadikan acuan dalam mengembangkan soal berbasis kompetensi ilmiah. Di dalam indikator tergambar tuntutan kognitif yang sesuai dengan indikator kompetensi ilmiah. Contoh kisi-kisi soal pilihan ganda berbasis kompetensi ilmiah dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Contoh soal-soal yang dibuat berdasarkan kisi-kisi ini terdapat dalam materi pelatihan Analisis Soal-soal Berbasis Kompetensi Ilmiah dalam kesempatan sesi sebelumnya (Tabel 3.6).

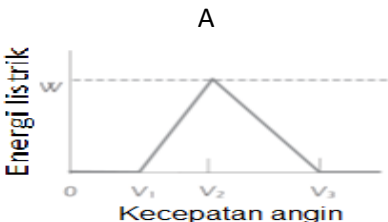
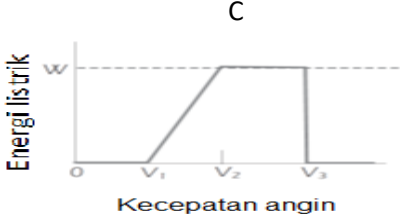
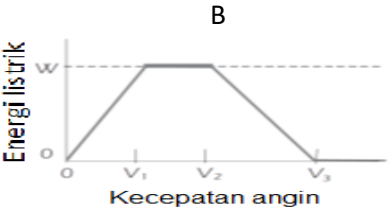
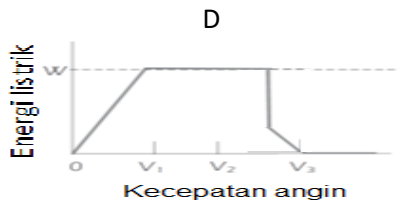
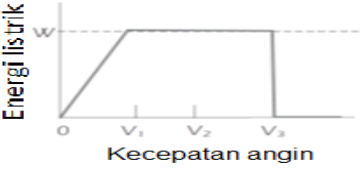
Tabel 3.6 Contoh Kisi-Kisi Penulisan
Soal Berbasis Kompetensi Ilmiah

Jenjang Pendidikan : SMP/MTs Mata Pelajaran: IPA Kurikulum: 2013 revisi 2019
Kelas : VII dan VIII Jumlah Soal : 3 Bentuk Soal: Pilihan Ganda (PG)

| No | Kompetensi Dasar | Kelas | Materi | Konteks | Indikator kompetensi ilmiah | Tuntutan kognitif | No Soal | Bentuk Soal |
|--|--|-------|-----------------------|----------|---|-------------------|---------|-------------|
| 1. | <p>3.3. Menjelaskan konsep campuran dan zat tunggal (unsur dan senyawa), sifat fisika dan kimia, perubahan fisika dan kimia dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>4.3 Menyajikan hasil penyelidikan atau karya tentang sifat larutan, perubahan fisika dan perubahan kimia, atau pemisahan campuran</p> | VII | Perubahan wujud benda | Personal | Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah: <i>Mengajukan cara untuk mengeksplorasi pertanyaan yang diberi secara ilmiah.</i> | Tinggi | 1 | PG |
| <p>Contoh soal:</p> <p>Mencairnya es batu dalam wadah terbuka yang berisi air tidak akan menambah tinggi permukaan air dalam wadah tersebut. Bagaimanakah rancangan percobaan sederhana yang dapat dilakukan untuk menguji benar atau tidaknya pernyataan tersebut, setidaknya dengan menggunakan alat dan bahan di bawah ini?</p> <div style="text-align: center;">  <p>The diagram shows three items: a cluster of ice cubes labeled 'es batu', a shallow bowl labeled 'wadah', and a pitcher labeled 'air' containing blue liquid.</p> </div> | | | | | | | | |

| No | Kompetensi Dasar | Kelas | Materi | Konteks | Indikator kompetensi ilmiah | Tuntutan kognitif | No Soal | Bentuk Soal |
|----|--|-------|--------|----------|---|-------------------|---------|-------------|
| | <p>A. Mengukur volume air sepenuh wadah dan membandingkannya dengan volume es batu sepenuh wadah.</p> <p>B. Mendinginkan air hingga beku dalam wadah, menandai batas tinggi permukaan esnya, menghangatkan wadah hingga es mencair seluruhnya, kemudian diamati ada tidaknya perbedaan tinggi permukaan.</p> <p>C. Mengisi air ke dalam wadah, menandai batas tinggi permukaannya, menambahkan es batu ke dalamnya, setelah es mencair diamati ada tidaknya perbedaan tinggi permukaan.</p> <p>D. Menambahkan es batu ke dalam wadah berisi air, menandai batas tinggi permukaannya, setelah es mencair diamati ada tidaknya perbedaan tinggi permukaan.</p> <p>E. Mengisi wadah dengan es batu hingga penuh, menandai batas tertinggi tumpukan es batu, membiarkan seluruh es mencair lalu mengamati tinggi permukaan air yang terbentuk.</p> | | | | | | | |
| 2. | <p>3.2 Menganalisis gerak lurus, pengaruh gaya terhadap gerak berdasar Hukum Newton, dan penerapannya pada gerak benda dan gerak makhluk hidup</p> <p>4.2 Menyajikan hasil penyelidikan pengaruh gaya terhadap gerak benda</p> | VIII | Gerak | Personal | <p>Menjelaskan fenomena secara ilmiah: mampu mengenali, memaparkan dan mengevaluasi hal-hal terkait</p> <p><i>Bentuk keterampilan ilmiah: Membuat dan menetapkan prediksi dengan tepat.</i></p> | Mene- ngah | 2 | PG |

| No | Kompetensi Dasar | Kelas | Materi | Konteks | Indikator kompetensi ilmiah | Tuntutan kognitif | No Soal | Bentuk Soal |
|----|--|-------|-------------------|----------------|--|-------------------|---------|-------------|
| | <p>Contoh soal:</p> <p>Pak Bambang menaruh gelas terbuka berisi minuman yang hampir penuh pada tempat gelas yang tersedia di tengah bagian depan mobil yang dikemudikannya. Ketika mobil sedang melaju cukup kencang, tiba-tiba Pak Bambang terpaksa mengerem untuk menghindari tabrakan dengan mobil yang berhenti mendadak di depannya. Apa yang akan terjadi pada cairan minuman dalam gelas Pak Bambang? (Disadur dari soal PISA no. S127Q01)</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>A. Tumpah ke arah posisi nomor 1</p> <p>B. Tumpah ke arah posisi nomor 2</p> <p>C. Tumpah ke segala arah</p> <p>D. Tumpah ke arah yang tak bisa ditentukan</p> <p>E. Tidak tumpah, posisinya tetap mendatar</p> </div> </div> | | | | | | | |
| 3. | <p>3.5 Menerapkan konsep rangkaian listrik, energi dan daya listrik, sumber energi listrik dalam kehidupan sehari-hari termasuk sumber energi listrik alternatif, serta berbagai upaya menghemat energi listrik</p> <p>4.5 Menyajikan hasil rancangan</p> | IX | Perubahan E-nergi | Lokal/Nasional | Menginterpretasi data dan bukti secara ilmiah: <i>Menganalisis dan menginterpretasi data dan memberikan kesimpulan yang tepat.</i> | Meningah | 3 | PG |

| No | Kompetensi Dasar | Kelas | Materi | Konteks | Indikator kompetensi ilmiah | Tuntutan kognitif | No Soal | Bentuk Soal |
|--|---|-------|--------|---------|-----------------------------|-------------------|---------|-------------|
| | dan pengukuran berbagai rangkaian listrik | | | | | | | |
| <p>Contoh soal:</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>A</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>C</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>B</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>D</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>E</p>  </div> </div> | | | | | | | | |

e. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian ini terdiri dari soal tes, angket, format analisis soal, format penyusunan kisi-kisi dan contoh soal, format evaluasi program, catatan anekdot, dan pertanyaan wawancara langsung. Uraian terkait instrumen penelitian terdapat dalam Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Instrumen Penelitian dan Penggunaannya

| No. | Instrumen | Jenis Data | Sumber Data | Pengambilan Data |
|-----|---|--|--|--|
| 1. | Angket tertulis tentang penggunaan soal tes dalam pembelajaran IPA dan minat terhadap pelatihan pengembangan soal. | Data penggunaan soal tes oleh guru di kelas dan minat mengikuti pelatihan pengembangan soal secara daring jika diadakan. | Hasil pengisian angket oleh guru | Tatap muka jajak pendapat pendahuluan. |
| 2. | Soal-soal Pilihan Ganda berbasis Kompetensi Ilmiah (20 butir) | Pengenalan dan tanggapan terhadap soal berbasis kompetensi ilmiah. | Hasil tes Guru IPA mengerjakan 20 soal PG berkompetensi ilmiah | Tes pendahuluan secara tatap muka. |
| 3. | Format analisis aspek kompetensi ilmiah 20 butir contoh soal dan tugas penyusunan kisi-kisi dan contoh soal berbasis kompetensi ilmiah. | Kelayakan penggunaan instrumen asesmen dalam pelatihan tatap muka. | Kinerja peserta pelatihan tatap muka | Uji coba instrumen dalam pelatihan tatap muka. |
| 4. | <i>Task</i> asesmen kinerja | Keterampilan mengembangkan soal berbasis kompetensi ilmiah | Kinerja peserta pelatihan | Dalam proses PJJ daring. |
| 5. | Lembar observasi | Fenomena penting selama pelatihan | Dinamika Peserta Pelatihan | Selama pelatihan berlangsung |
| 6. | Format evaluasi pelatihan | Persepsi peserta terhadap pelatihan | Pendapat peserta pelatihan | Di akhir pelatihan |