



Artikel Penelitian/Artikel Reviu

Asesmen Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Susriyati Mahanal

Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang 65145, Indonesia

Email Korespondensi: susriyati.mahanal.fmipa@um.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history Received: August 2019 Revised: September 2019 Accepted: September 2019 Published: December 2019</p> <p>Keywords Problem solving; Critical thinking; Creative thinking; Scientific literacy; Scientific argumentation</p>	<p>[Title: <i>Higher Order Thinking Skills Assessment</i>]. At present, the scope of transformation seems endless, from cars that park themselves without drivers to the production of cars on location through 3D printing. The wearable technology is controlled by the human mind. The coming era of individuals who can face the complexities of life are individuals who have competencies that cannot be replaced by robots, such as empathy, inspiring skills, and higher-order thinking skills. Severe challenges for education to prepare students to become workers who can adapt to new tasks and processes can be overcome by practising higher-order thinking skills. Higher-order thinking skills (HOTS) can be trained in schools through the application of constructivist-based learning models. In education, interrelated models, goals, and assessments are called triangle education anchors. Thus, if you want to learn objectives to achieve higher-order thinking skills, then the implementation of learning (models) and their measurement (assessment) must be managed to achieve these goals.</p>

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Sejarah Artikel Dikirim: Agustus 2019 Direvisi: September 2019 Diterima: September 2019 Dipublikasi: Desember 2019</p> <p>Kata kunci Pemecahan masalah; Berpikir kritis; Berpikir kreatif; Literasi sains; Argumentasi ilmiah</p>	<p>Saat ini, ruang lingkup transformasi sepertinya tak ada habisnya, dari mobil yang parkir sendiri tanpa driver sampai produksi mobil di lokasi melalui pencetakan 3D. Teknologi yang dapat dikenakan tersebut dikendalikan oleh pikiran manusia. Era mendatang individu yang bisa menghadapi kompleksitas kehidupan adalah individu yang mempunyai kompetensi yang tidak tergantikan oleh robot, seperti empati, keterampilan menginspirasi, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Tantangan yang berat bagi pendidikan untuk menyiapkan siswa menjadi tenaga kerja yang dapat beradaptasi dengan tugas dan proses baru tersebut dapat atasi dengan melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi (<i>Higher order thinking skills</i>). <i>Higher order thinking skills</i> (HOTS) dapat dilatihkan di sekolah melalui penerapan model pembelajaran berbasis konstruktivis. Dalam pendidikan, antara model, tujuan, dan asesmen saling terhubung yang disebut dengan segitiga matajangkar pendidikan. Dengan demikian, jika ingin tujuan pembelajaran mencapai keterampilan berpikir tingkat tinggi, maka pelaksanaan pembelajaran (model) dan pengukurannya (asesmen) harus dikelola untuk mencapai tujuan tersebut.</p>

<p>How to Cite this Article?</p>	<p>Mahanal, S. (2019). Asesmen Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. <i>Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika</i>, 3(2), 51-73. DOI: https://doi.org/10.36312/e-saintika.v3i2.128</p>
---	---

PENDAHULUAN

Tujuan utama pendidikan adalah mencapai keterampilan berpikir tingkat tinggi. Namun, ini bukan tugas yang mudah mengingat keterampilan berpikir

tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) memiliki banyak definisi yang melibatkan banyak kegiatan. *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) didefinisikan dengan berbagai cara. Quellmaz (1985) mendefinisikan HOTS sebagai proses berpikir yang diperluas meliputi (1) mengidentifikasi tugas atau masalah, (2) mendefinisikan dan mengklarifikasi elemen atau istilah penting, (3) mengevaluasi informasi yang relevan, (4) mengevaluasi prosedur untuk menarik kesimpulan atau memecahkan masalah. Siswa yang memiliki HOTS terlibat dalam aktivitas mental yang paling dasar seperti keterampilan menguraikan materi pelajaran, membuat kesimpulan, membangun representasi, menganalisis dan membangun hubungan (Resnick, 1987). Menurut Kings, Goodson, dan Rohani (2013), HOTS adalah keterampilan berpikir yang tidak hanya membutuhkan keterampilan untuk diingat, tetapi juga keterampilan yang lebih tinggi.

Brookhart (2010) mendefinisikan HOTS dalam tiga kategori: (1) transfer informasi dan pengetahuan, (2) berpikir kritis, dan (3) pemecahan masalah. HOTS dalam kategori transfer informasi dan pengetahuan terjadi pada pembelajaran bermakna. Pada pembelajaran bermakna tidak hanya menuntut siswa mengingat apa yang telah dipelajari, tetapi mengharuskan siswa untuk memahami dan dapat menggunakan apa yang telah mereka pelajari (Anderson & Krathwohl, 2001). HOTS dalam kategori berpikir kritis mencakup definisi berikut. Berpikir kritis merupakan berpikir yang masuk akal, berpikir reflektif yang difokuskan pada memutuskan apa yang harus dipercaya atau dilakukan (Norris & Ennis, 1989). Barahal (2008), mendefinisikan berpikir kritis sebagai "berpikir cerdas" yang meliputi penalaran, tanya jawab dan menyelidiki, mengamati dan menggambarkan, membandingkan, dan menghubungkan, menemukan kompleksitas, dan menjelajahi sudut pandang. HOTS kategori pemecahan masalah membantu siswa menentukan sumber masalah dan menemukan solusi yang efektif. Polya (1988) membedakan empat fase dalam memecahkan suatu masalah, yaitu memahami masalah, menyusun rencana solusi, melaksanakan rencana solusi, dan mengevaluasi solusi.

Bloom mengembangkan taksonomi untuk domain kognitif pembelajaran dari domain kognitif level 1 sampai level 6 (C1-C6) yaitu: pengetahuan, pemahaman, aplikasi, analisis, dan sintesis untuk evaluasi. Anderson dan Krathwol (2001) merevisi Taksonomi Bloom, untuk disesuaikan dengan kebutuhan keterampilan di abad 21. Revisi termasuk perubahan kecil namun signifikan. Enam level Bloom diubah dari kata benda ke bentuk kata kerja. Tingkat terendah (C1) pengetahuan direvisi menjadi mengingat. Tingkat berikutnya memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. HOTS mengacu pada tiga level teratas taksonomi Bloom yang direvisi yaitu analisis (menganalisis), evaluasi (mengevaluasi), dan sintesis (mencipta) (Watson, 2019).

Berbagai literatur mengidentifikasi berbagai keterampilan siswa yang dikategorikan berpikir tingkat tinggi. Berikut beberapa keterampilan HOTS, yaitu berpikir kritis, berpikir kreatif, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan (Rhashvinder, *et al.*, 2018), pemikiran logis, reflektif, dan metakognisi (Flavel, 1979; Zohar & Barzilai, 2015), keterampilan proses sains (Akinbola & Afolabi, 2010), keterampilan berargumentasi (Khatphalia & See, 2016) serta keterampilan analisis, evaluasi, dan mencipta (Watson, 2019), literasi informasi. Pada tulisan ini HOTS

dibatasi pada (1) Taksonomi Bloom menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta, (2) keterampilan memecahkan masalah, (3) keterampilan berpikir kreatif, (4) keterampilan berpikir kritis, dan (5) keterampilan literasi sains, dan (6) keterampilan berargumentasi.

PEMBAHASAN

Pentingnya Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Era sekarang disebut juga “era kekacauan” atau generasi transisi. Banyak hal yang dilakukan sekarang, besok tidak lagi dapat dilakukan. Pekerjaan yang saat ini ada di lapangan, mungkin besok tidak ada lagi. Saat ini, ruang lingkup transformasi sepertinya tak ada habisnya, dari mobil-mobil yang parkir sendiri tanpa driver sampai produksi mobil di lokasi melalui pencetakan 3D. Semua teknologi yang dikenakan dikendalikan oleh pikiran. Diprediksi tahun 2030 banyak lapangan pekerjaan yang hilang. Di Jerman antara tahun 2015-2030 diperkirakan akan terjadi penurunan tenaga kerja sampai 50% di setiap sektor. Para milenial dan orang-orang yang memasuki dunia kerja harus mengeksplorasi karier yang berbeda, untuk mendapatkan paparan beragam bidang pekerjaan.

Selain itu, arus informasi yang begitu kuat setiap saat diterima oleh masyarakat tidak dapat dibendung dan tanpa filter. Masyarakat sudah terdedah dengan informasi yang sulit dibedakan antara informasi yang kredibel dan tidak kredibel. Hanya individu yang mempunyai keterampilan berpikir tinggi (berpikir kritis) yang dapat memilah informasi yang benar dan salah. Berdasarkan penjelasan tersebut, HOTS sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari.

Tantangan pendidikan saat ini menyiapkan siswa menjadi tenaga kerja yang mempunyai keterampilan adaptasi dengan tugas dan proses baru. Pendidikan juga dituntut menyiapkan individu dengan kompetensi yang tidak dapat diganti, seperti empati, keterampilan menginspirasi, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Mengajarkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.

Pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, bergantung pada keterampilan berpikir tingkat rendah. Artinya, untuk menguasai keterampilan berpikir yang lebih tinggi didasarkan pada keterampilan berpikir tingkat rendah. Siswa dalam mencapai keterampilan berpikir kritis (HOTS) memerlukan pengetahuan tentang konten materi pelajaran yang dimiliki sebelumnya.

HOTS saat ini menjadi pusat perhatian pendidikan. HOTS merupakan keterampilan yang dapat dilatihkan melalui pembelajaran. HOTS dapat berkembang dengan baik apabila dilakukan secara sengaja dan terencana melalui penerapan model pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif (*student centered*).

Menurut King, Rohani dan Goodson (1997) HOTS dapat dikembangkan melalui model pembelajaran yang sesuai dan lingkungan belajar yang memfasilitasi perkembangan berpikir siswa seperti halnya kegigihan siswa, pemantauan diri, sikap terbuka, dan sikap fleksibel. Implementasi model pembelajaran tidak semata-mata difokuskan pada transfer pengetahuan atau informasi yang pada akhirnya menghasilkan *low order thinking* (LOT) tetapi ditekankan pada pencapaian keterampilan berpikir tingkat tinggi. Beberapa model pembelajaran berbasis

konstruktivis seperti, *inquiry learning*, *problem based learning*, *discovery learning*, *project based learning* dan lain sebagainya terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Model pembelajaran RICOSRE (*Reading, Identifying the Problem, Constructing the Solution, Solving the Problem, Reviewing the Problem Solving, and Extending the Problem Solving*) yang dikembangkan oleh Mahanal & Zubaidah (2017), terbukti dapat meningkatkan HOTS. Demikian juga, model pembelajaran *Reading Concept Cooperative Learning* (REMAP-COPEL) yang dikembangkan oleh Zubaidah & Corebima (2016) dari beberapa penelitian terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir tinggi.

Asesmen Keterampilan Berpikir Tinggi

Berkaitan dengan pemberdayaan keterampilan berpikir tinggi, jika ingin mendorong keterampilan berpikir, maka pelaksanaan pembelajaran dan asesmennya harus dikelola secara sengaja untuk mendukung kepentingan itu. Asesmen keterampilan berpikir siswa harus didasarkan pada inti dari keterampilan penting yang berlaku pada situasi akademik, sehari-hari, kebaruan, dan mencakup berbagai item tes yang memerlukan penalaran berkelanjutan.

Pembelajaran dan asesmen yang berorientasi pada HOTS secara teratur dan terencana membawa manfaat bagi guru dan siswa. Pemahaman guru terhadap berpikir siswa dan memproses apa yang dipelajari terus meningkat seiring dengan konsistensi guru menerapkan pembelajaran dan asesmen berpikir tingkat tinggi yang dirancang khusus. Akhirnya, keterampilan berpikir dan kinerja keseluruhan siswa meningkat dengan diterapkannya model pembelajaran dan assesmen yang berorientasi HOTS. Siswa belajar dengan membangun makna, memasukkan konten baru ke dalam representasi mentalnya. Oleh karena itu, meningkatkan keterampilan berpikir, sebenarnya juga meningkatkan pengetahuan dan pemahaman konten.

Manfaat Assesmen Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Pengukuran keterampilan berpikir tinggi mempunyai banyak manfaat, seperti dikemukakan oleh Brookhart (2010) berikut.

1. Meningkatkan Prestasi Siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penugasan dan penilaian terhadap siswa yang membutuhkan kerja intelektual dan berpikir kritis berkaitan peningkatan prestasi siswa pada kelompok akademik rendah. Peningkatan telah ditunjukkan pada berbagai hasil pencapaian termasuk terstandarisasi nilai ujian, nilai kelas, pada matapelajaran membaca, matematika, sains, dan studi sosial (Wenglinsky, 2004)

2. Meningkatkan Motivasi Siswa.

Meece dan Miller (1999) menemukan siswa kelas 3SD tidak mempunyai keterampilan membaca dan menulis, namun mempunyai skor tes yang tinggi pada keterampilan tersebut. Meece dan Miller mengevaluasi tugas yang diberikan guru kelas 3 SD dan menemukan tugas buatan guru tersebut berfokus pada keterampilan individu dan daya ingat. Banyak pertanyaan membutuhkan jawaban satu kata. Meece dan Miller membantu guru belajar menyusun tugas yang mengharuskan siswa membaca materi lebih lama, menulis lebih dari satu paragraf, dan berkolaborasi dengan teman sekelas.

Hasilnya, siswa lebih termotivasi untuk melakukan tugas tersebut daripada tugas yang membutuhkan jawaban satu kata.

Menyusun Asesmen Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.

Pada dasarnya ada dua **pendekatan** umum yang dapat diidentifikasi di lapangan untuk mengasses keterampilan berpikir tingkat tinggi, sebagai berikut.

1. Pendekatan psikometrik atau pengujian, di mana keterampilan berpikir dianggap sebagai keterampilan umum yang dapat dinilai secara terpisah dan relatif efisien dalam satu sesi pengujian, mirip dengan prinsip tes *Intelligence quotient* (IQ).
2. Pendekatan kurikulum, di mana keterampilan berpikir dinilai karena merupakan manifestasi dari berpikir dalam konteks pembelajaran tertentu dalam hal kualitas karya tulis siswa atau kinerja siswa. Pendekatan kurikulum, instrumen pengukurannya lebih terkait dengan instrumen atau tes buatan guru.

Ada beberapa **prinsip umum** dalam menyusun instrumen untuk mengasses semua jenis pekerjaan siswa, baik untuk mengukur keterampilan berpikir atau disposisi terkait, sebagai berikut.

1. Prinsip keselarasan, artinya jenis pengetahuan atau keterampilan yang diukur selaras dengan tujuan pembelajaran terkait kurikulum, unit, atau program.
2. Prinsip kekhususan: asesmen yang baik, apa yang akan diasses harus jelas dan tepat. Prinsip kekhususan, sebenarnya secara eksplisit menuntut siswa untuk menunjukkan pengetahuan atau keterampilan yang diinginkan. Kriteria yang dikembangkan berhubungan secara spesifik dengan karakteristik pengetahuan atau keterampilan yang diinginkan
3. Prinsip standar, rubrik yang dikembangkan menunjukkan standar berbeda atau tingkat kemahiran penguasaan pengetahuan dan keterampilan, dengan deskriptor kinerja yang tepat yang membedakan antara level.

Penyusunan instrumen untuk mengasses HOTS supaya memperhatikan kaidah kaidah berikut.

1. Menyajikan **stimulus** untuk dipikirkan siswa, biasanya dalam bentuk teks pengantar, visual, skenario, atau beberapa macam masalah sebagai stimulus. Stimulus yang menarik umumnya baru dan kontekstual. Stimulus dapat berupa, grafik, fenomena sains, dan ilustrasi yang harus digunakan siswa secara berurutan untuk menanggapi item. Stimulus sangat dianjurkan untuk soal pilihan ganda.
2. Menggunakan isu terbaru dan kontekstual, isu terbaru dan kontekstual biasanya tidak ditemukan di kelas.
3. Membedakan antara tingkat kesulitan (mudah versus sulit) dan tingkat pemikiran (pemikiran tingkat rendah atau daya ingat versus pemikiran tingkat tinggi), dan kontrol untuk masing-masing secara terpisah.

Selain mengacu pada prinsip dasar dan kaidah, dalam menyusun asesmen keterampilan berpikir tingkat tinggi mengikuti langkah-langkah berikut.

1. Memulai dengan menentukan jenis pengetahuan atau keterampilan dengan jelas, tentang konten apa, yang ingin dilihat buktinya.

2. Merancang tugas kinerja atau item tes yang mengharuskan siswa untuk menggunakan pemikiran yang ditargetkan dan konten pengetahuan. Rencanakan keseimbangan konten dan pemikiran dengan cetak biru penilaian.
3. Memutuskan apa yang akan digunakan sebagai bukti bahwa siswa telah menunjukkan pengetahuan atau keterampilan ini.

Bentuk Asesmen Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.

Asesmen HOTS menggunakan bentuk beragam instrumen (soal esai, pilihan ganda, rubrik skoring, dll). Namun, soal bentuk pilihan ganda sering digunakan untuk mengukur HOTS proses kognitif taksonomi Bloom (menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta). Soal bentuk pilihan ganda mempunyai format dengan jawaban yang sudah disediakan. Soal yang demikian, siswa jarang dilibatkan dalam penalaran berkelanjutan serta tidak diminta untuk menjelaskan alasan untuk sampai pada kesimpulan. Beberapa ahli menyarankan perlunya penekanan baru pada keterampilan tingkat tinggi dengan format tes yang membangun keterampilan berpikir siswa. Quellmalz (1985) merekomendasikan soal untuk mengases HOTS berbentuk esai.

Berikut diberikan contoh soal soal keterampilan berpikir tinggi.

1. Menganalisis, Mengevaluasi, dan Mencipta
2. Keterampilan Memecahkan Masalah
3. Keterampilan Berpikir Kreatif
4. Keterampilan Berpikir Kritis
5. Keterampilan Literasi Sains
6. Keterampilan Berargumentasi ilmiah

Asesmen Menganalisis, Mengevaluasi, dan Mencipta.

Anderson dan Krathwohl menerbitkan revisi buku taksonomi Bloom pada tahun 2001. Perbedaan utama antara taksonomi yang direvisi dan yang asli adalah bahwa versi 2001 memiliki dua dimensi, yaitu dimensi pengetahuan dan proses kognitif. Dimensi pengetahuan mengklasifikasikan jenis pengetahuan seorang siswa berurusan dengan: fakta, konsep, prosedur, atau metakognisi. Dimensi proses kognitif sangat mirip dengan taksonomi asli Bloom kecuali pada urutan dua kategori terakhir dibalik, yaitu evaluasi (C6) setelah revisi menjadi C5, dan sintesis (C5) setelah revisi menjadi C6 dengan sebutan mencipta. Berikut taksonomi Bloom yang direvisi.

1. Mengingat (C1), merupakan proses mengingat kembali pengetahuan yang pernah diperoleh sebelumnya yang tersimpan dalam memori. Proses kognitif ini meliputi mengenali atau mengingat kembali (*recognition*) fakta dan konsep, memanggil kembali (*recalling*), mendeskripsikan (*describing*), mengidentifikasi (*identifying*).
2. Memahami (C2), yaitu pemahaman dasar atau mengerti. Memahami berkaitan dengan teori belajar yang menekankan siswa membangun sebuah pengertian dari berbagai sumber seperti pesan, bacaan dan komunikasi. Proses kognitif dalam kategori ini meliputi mengklasifikasikan (*classification*), membandingkan (*comparing*), menginterpretasikan (*interpreting*), berpendapat (*inferring*), mencontohkan, meringkas, dan menjelaskan.

3. Menerapkan (C3), berarti menjalankan atau menerapkan prosedur untuk memecahkan masalah. Menerapkan berkaitan dengan dimensi pengetahuan prosedural (*procedural knowledge*). Proses kognitif menerapkan meliputi menjalankan prosedur (*executing*), mengimplementasikan (*implementing*), menyebarkan (*sharing*).
4. Menganalisa (C4), berarti menguraikan informasi menjadi bagian-bagiannya, mencari keterkaitan antara bagian satu dengan bagian yang lain dalam kesatuan. Proses kognitif menganalisis meliputi memberi atribut (*attributeing*), mengorganisasikan (*organizing*), mengintegrasikan (*integrating*), mensahkan (*validating*).
5. Mengevaluasi (C5), berarti menilai materi, metode yang diberikan, tujuan, berdasarkan kriteria atau standar yang sudah ada. Kriteria yang biasanya digunakan adalah kualitas, efektivitas, efisiensi, dan konsistensi. Proses kognitif mengevaluasi meliputi mengecek (*checking*), mengkritisi (*critiquing*), hipotesa (*hypothesising*), eksperimen (*experimenting*).
6. Menciptakan (C6), berarti menyatukan elemen-elemen yang berbeda untuk membentuk keseluruhan yang baru, atau mengatur ulang elemen yang ada untuk membentuk struktur baru. Proses kognitif menciptakan meliputi menggeneralisasikan (*generating*), merancang (*designing*), memproduksi (*producing*), merencanakan kembali (*devising*).

Asesmen Proses Kognitif Menganalisis

Pertanyaan atau tugas yang ditanyakan, meminta siswa untuk menemukan atau menggambarkan bagian-bagian suatu pengetahuan atau informasi dan mencari tahu keterkaitan antar bagian. Pertanyaan tingkat analisis memberikan siswa materi (atau meminta siswa untuk menemukan materi), kemudian diajukan pertanyaan atau disajikan masalah yang jawabannya menunjukkan komponen-komponen yang saling terkait dengan logis. Kemampuan siswa menjelaskan alasan logis untuk menghubungkan bagian-bagian satu sama lain merupakan tugas analisis.

Contoh soal Analisis

Eksperimen berikut yang dirancang untuk meneliti peran beberapa hormon dalam sistem regulasi pada katak seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Peran beberapa hormon dalam sistem regulasi katak

Group#	Treatment	Days to Metamorphosis
1	Saline	30
2	Prolactin	>100
3	TSH	15
4	Thyroxine	10
5	Corticosterone	30
6	Thyroxine + Corticosterone	5
7	Prolactin + TSH	30
8	Thyroid gland removed	>100

Setiap grup (kelompok) terdiri atas 10 berudu katak (fase perkembangannya sama) disuntik dengan salah satu dari beberapa larutan, kelenjar tiroid berudu tersebut dihilangkan, reabsopsi ekor akhir diukur. Percobaan dihentikan pada hari ke 100.

Hormon yang digunakan berasal dari salah satu dari tiga kelenjar: kelenjar pituitari (prolaktin dan TSH-Thyroid stimulating hormone), kelenjar tiroid (tiroksin), atau kelenjar adrenal (kortikosteron). Satu-satunya tindakan endogen TSH yang diketahui adalah untuk merangsang sekresi kelenjar tiroid.

Jika kelenjar thyroid pada berudu dihilangkan pada grup 3, metamorfosis akan ...

- A. Terjadi pada 10 hari.
- B. Terjadi pada 15 hari.
- C. Terjadi pada 30 hari.
- D. Segera terjadi metamorfosis.
- E. Tidak terjadi metamorfosis.

Soal di atas termasuk soal level 3 (penalaran) pada dimensi proses kognitif menganalisis. Siswa harus mampu mengaitkan beberapa informasi yang terdapat pada tabel hasil percobaan, antara lain sebagai berikut.

- a. Memahami pengaruh berbagai larutan terhadap metamorfosis.
- b. Menentukan faktor yang berpengaruh metamormosis.
- c. Menyimpulkan kerja TSH terhadap metamorfosis bila kelenjar tiroid dihilangkan.

Asesmen Proses Kognitif Evaluasi.

Asesmen proses kognitif tingkat evaluasi membutuhkan item atau tugas yang dapat diasses bagaimana siswa menilai pengetahuan, keterampilan atau metode untuk tujuan yang dimaksudkan. Siswa dapat menilai materi dengan mengacu pada kriteria atau standar ilmiah. Evaluasi bukan pendapat pribadi tetapi didukung dengan bukti dan logika yang dapat dinyatakan sebagai thesis atau kesimpulan.

Contoh Soal.

Bunga Rosmeri merupakan bunga yang banyak ditemukan di dataran tinggi di Indonesia. Warna bunga biasanya biru, tetapi kadang-kadang ditemukan variasi warna yaitu bunga putih atau merah muda. Data pada Tabel 2 berikut ini diperoleh setelah persilangan.

Tabel 2. Variasi warna bunga setelah persilangan

Parental	F1	F2
biru x putih	biru	196 biru, 63 putih
biru x merah muda	biru	149 biru, 52 merah muda
merah muda x putih	biru	226 biru, 98 putih, 77 merah muda

Manakah dari pernyataan berikut yang paling tepat menjelaskan data pada Tabel 2?

- A. Warna biru di F1 dari persilangan merah muda dan putih menunjukkan bahwa warna bunga bukan sifat yang diwariskan tetapi ditentukan oleh lingkungan.
- B. Warna bunga tergantung pada tahap perkembangan bunga, dan bunga yang masih muda berwarna putih, kemudian berkembang menjadi merah muda dan bukan biru.

- C. Karena fenotip F1 dan F2 dari persilangan merah muda dan putih tidak sesuai dengan genotipe dan rasio fenotipik yang diharapkan, maka bunga Rosmery bereproduksi dengan perbanyak vegetatif.
- D. Warna bunga adalah sifat bawaan, dan fenotip F1 dan F2 dari bunga muncul dari persilangan merah muda dan putih dapat dijelaskan dengan baik karena produk gen lain yang memengaruhi ekspresi fenotipik.

Soal di atas termasuk dimensi proses kognitif evaluasi. Untuk menjawab soal tersebut siswa harus mengevaluasi peristiwa yang disediakan oleh data untuk mendukung klaim tentang pewarisan sifat dari generasi ke generasi melalui pembelahan sel mitosis, meiosis dan fertilisasi.

Asesmen Proses Kognitif Mencipta

Mengasas proses kognitif menciptakan (C6) dalam taksonomi Bloom revisi berarti mengasas keterampilan siswa dalam menyatukan hal-hal yang berbeda dengan cara yang baru, atau mengatur ulang hal-hal yang ada untuk membuat sesuatu yang baru. Tugas yang harus dilakukan atau masalah yang harus dipecahkan oleh siswa pada proses kognitif mencipta, meliputi menghasilkan beberapa solusi, merencanakan prosedur untuk mencapai tujuan tertentu, atau menghasilkan sesuatu yang baru.

Contoh soal Mencipta

Molly melakukan suatu percobaan, ingin mengetahui pengaruh dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan kacang hijau. Bahan yang perlukan Moli adalah biji kacang hijau, media tanam, pupuk NPK, air untuk menyiram, 4 buah pot ukuran dan bentuk sama. Bantulah Moli merancang percobaan tersebut ...

- A. Keempat pot diisi dengan volume media tanam, jumlah biji, dosis pupuk, volume dan frekuensi penyiraman semua sama.
- B. Keempat pot diisi dengan volume media tanam, jumlah biji, dan dosis pupuk sama, tetapi volume dan frekuensi penyiraman berbeda.
- C. Keempat pot diisi dengan volume media tanam, jumlah biji, volume dan frekuensi penyiraman sama, tetapi dosis pupuk berbeda.
- D. Keempat pot diisi dengan volume media tanam sama, tetapi jumlah biji, dosis pupuk, volume dan frekuensi penyiraman berbeda.
- E. Keempat pot diisi dengan volume media tanam, jumlah biji, dosis pupuk, volume dan frekuensi penyiraman semua berbeda.

Soal di atas termasuk dimensi proses kognitif mencipta yaitu merancang percobaan. Untuk menjawab soal di atas siswa harus menguasai proses kognitif analisis berikut.

- a. Menganalisis faktor faktor yang mempengaruhi pertumbuhan.
- b. Menganalisis pengaruh berbagai perlakuan terhadap pertumbuhan.
- c. Menganalisis variabel bebas dan variabel terikat.
- d. Menyimpulkan rancangan percobaan yang benar.

Sekelompok siswa merangkum informasi tentang lima peristiwa kepunahan hebat, seperti pada data Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Lima peristiwa kepunahan hebat

No	Periode Geologi	Waktu Kepunahan	Organisme yang sebagian besar mengalami kepunahan
1	Akhir periode Ordovician	443 juta tahun lalu	Trilobit, Brachiopoda, Echinodermata, dan Coral
2	Akhir periode Denovian	354 juta tahun lalu	Keluarga karang laut, coral Brachiopoda, dan Bivalvia
3	Akhir periode Permian	248 juta tahun lalu	Trilobit, Moluska, Brachiopoda, dan beberapa Vertebrata
4	Akhir periode Triasis	2016 juta tahun lalu	Moluska, Spongsa, Vertebrata laut, dan sebagian besar Amphibia
5	Akhir periode Cretaceus	65 juta tahun lalu	Ammonit, Dinosaurus, Brachiopoda, Bivalvia, dan Echinodermata

Siswa mengambil sampel sebuah situs untuk mencari fosil dari zaman Denovian. Berdasarkan Tabel 3, yang manakah dari rencana berikut yang paling masuk akal untuk diikuti siswa?

- A. Mencari lapisan batuan horizontal dalam setiap kelas batuan dan berusaha menemukan bahwa lapisan tersebut mengandung banyak fosil.
- B. Mengumpulkan fosil dari lapisan batuan sedimen sebelum periode Permian yang mengandung fosil tulang vertebra awal.
- C. Mencari di lapisan sedimen di sebelah kiri-kanan badan sungai untuk menemukan fosil laut Bivalvia dan Trilobita
- D. Menggunakan teknik penanggalan untuk menentukan usia geologis dari fosil yang ditemukan sehingga dapat dihitung tingkat spesiasi dari spesies awal.

Soal di atas termasuk proses kognitif mencipta, yaitu merancang investigasi pengumpulan data seperti yang dilakukan oleh saintis untuk meneliti spesiasi dan kepunahan di bumi.

Asesmen Keterampilan Memecahkan Masalah.

Pemecah masalah yang baik mampu mengidentifikasi apa masalahnya, apa yang mungkin menjadi hambatan untuk memecahkannya, dan solusi apa yang mungkin diharapkan untuk berhasil. Pemecah masalah yang baik kemudian mencoba setidaknya satu dari solusi, dan untuk masalah yang lebih kompleks, dapat memprioritaskan dan mengevaluasi efektivitas strategi solusi yang berbeda (Marzano et al., 1993). *University of Southern Maine* (2012) mengklasifikasikan keterampilan pemecahan masalah yaitu *Defining the problem* (mendefinisikan masalah), *Developing a Plan to Solve the problem* (mengembangkan rencana untuk memecahkan masalah), *Collecting and Analyzing Information* (mengumpulkan dan menganalisis informasi), *Interpreting Findings and Solving the Problems* (menafsirkan temuan dan memecahkan masalah)

Asesmen keterampilan siswa dalam memecahkan masalah dapat dilihat dari keterampilan siswa dalam menyelesaikan masalah yang melibatkan konten tertentu atau konsep yang diajarkan. Siswa diajarkan skenario nonrutin yang

mengharuskan mereka menyelesaikan salah satu tugas (misalnya, mengidentifikasi masalah, mengembangkan rencana untuk memecahkan masalah, mengumpulkan dan menganalisis informasi, dan menafsirkan temuan dan memecahkan masalah) atau menggunakan semua langkah untuk melakukan tugas pemecahan masalah yang menyeluruh.

Contoh Soal Memecahkan Masalah (Mahanal, Zubaidah, Sumiati, Sari, Ismirawati, 2019).

1. Pabrik X akan membangun pabrik baru di kota Gresik, dengan persyaratan harus membuat ruang terbuka hijau
2. Berdasarkan uraian di atas permasalahan apa yang di hadapi oleh pabrik X untuk membangun ruang terbuka hijau di Kota Gresik?
3. Jelaskan 5 cara yang memungkinkan pabrik X membangun ruang terbuka hijau di kota Gresik! Dan tentukan satu teknik terbaik serta prosedur yang dapat Pabrik X gunakan!
4. Berdasarkan struktur jaringannya jelaskan manfaatnya jika pabrik X menggunakan tanaman cemara dan pinus untuk membangun ruang terbuka hijau dengan konsep tanaman *ever green!*
5. Pemeritah Kota Gresik memberikan saran pada Pabrik X untuk membangun ruang terbuka hijau dengan konsep tanaman *evergreen.*' Buatlah pernyataan logis dari efektivitas konsep RTH *evergreen* di wilayah Kota Gresik!

Berikut Contoh Rubrik untuk menilai keterampilan pemecahan masalah seperti disajikan pada Tabel 4.

Rubrik Penilaian Keterampilan Memecahkan Masalah

Aspek	4	3	2	1
<i>Defining the problem</i>	Siswa mampu mengutarakan permasalahan dengan jelas dan mengidentifik asi isu yang mendasarinya.	Siswa cukup mampu mengutarakan permasalahannya saja tanpa mengkaitkan isu yang mendasarinya.	Siswa kurang mampu mengutarakan permasalahan yang dihadapi.	Siswa tidak mengutarakan permasalahan yang dihadapi.
<i>Developing a Plan to Solve the problem</i>	Siswa mengembangkan dengan jelas dan ringkas rencana dalam enyelesaikan permaslaan, dengan alternatif strategi yang dapat digunakan,	Siswa mengembangkan rencana yang cukup baik dan sesuai kesimpulan	Siswa mengembangkan rencana yang biasa dan kurang sesuai dengan kesimpulan	Siswa tidak mengembangkan rencana yang koheren untuk menyelesaikan masalah

Aspek	4	3	2	1
<i>Collecting and Analyzing Information</i>	dan sesuai dengan kesimpulan. Siswa mengumpulkan informasi dari berbagai sumber dan menganalisisnya dengan mendalam	Siswa cukup mengumpulkan informasi dan menunjukkan keterampilan yang cukup dalam menganalisisnya	Siswa mengumpulkan informasi yang kurang untuk kegiatan analisis yang bermakna	Siswa tidak mengumpulkan informasi yang sesuai dan cukup untuk menyelesaikan masalah.
<i>Interpreting Findings and Solving the Problems</i>	Siswa menyediakan suatu interpretasi yang logis dari hasil temuan dan penyelesaian suatu masalah, serta menawarkan suatu alternatif solusi.	Siswa menyediakan suatu interpretasi yang cukup logis dari hasil temuan dan penyelesaian suatu masalah, namun tidak menyediakan alternatif solusi.	Siswa menyediakan suatu interpretasi yang tidak cukup logis dari hasil temuan dan tidak menurunkan solusi logis untuk suatu permasalahan.	Siswa tidak menginterpretasikan hasil temuannya/tidak mencapai kesimpulan

Sumber: *University of Southern Maine*, (2012)

Asesmen Keterampilan Berpikir Kreatif

Berbagai indikator keterampilan berpikir kreatif telah diungkapkan oleh beberapa ahli. Menurut Treffinger, Young, dan Selby (2002) ada lima indikator keterampilan berpikir kreatif, yaitu, (1) kelancaran: keterampilan untuk menghasilkan ide, cara, saran, pertanyaan, dan jawaban alternatif dengan lancar dalam waktu tertentu; (2) fleksibilitas: keterampilan untuk menghasilkan berbagai ide, jawaban, atau pertanyaan, di mana ide-ide atau jawaban diperoleh dari sudut pandang yang berbeda dengan mengubah cara berpikir dan pendekatan yang digunakan; (3) orisinalitas: keterampilan untuk menghasilkan frase, cara, atau ide untuk menyelesaikan masalah atau membuat kombinasi bagian atau elemen yang tidak biasa dan unik yang tidak terpikirkan oleh orang lain; (4) elaborasi: keterampilan untuk memperkaya, mengembangkan, meningkatkan, mendeskripsikan atau menentukan detail objek, ide, produk, atau situasi untuk membuatnya lebih menarik; dan (5) pemikiran metaforis: keterampilan untuk menggunakan perbandingan atau analogi untuk membuat koneksi baru. Menurut Norris dan Ennis (1989) berpikir kreatif berarti "membuat sesuatu".

Instrumen untuk menguji keterampilan berpikir kreatif siswa menggunakan tes esai. Rubrik penilaian disusun berdasarkan banyak pertimbangan, termasuk

bentuk tes yang sering digunakan oleh pendidik di Indonesia (Zubaidah, Fuad, Mahanal, Suarsini, 2017). , " Berikut contoh soal berpikir kreatif.

Contoh Soal Berpikir Kreatif (Fuad, 2017)

Andaikan reflektor mikroskop di laboratorium sekolahmu tiba tiba hilang. Berikan solusi yang sederhana dan mudah didapatkan dalam kehidupan sehari hari untuk menggantikan reflektor mikroskop yang hilang.

Rubrik untuk menilai keterampilan berpikir kreatif disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rubrik penilaian keterampilan berpikir kreatif

Aspek	Deskripsi	Skor
Fluency (Kelancaran)	Menyebutkan lebih dari 5 ide, saran atau alternatif jawaban yang berbeda	4
	Menyebutkan 3 ide, saran atau alternatif jawaban yang berbeda	3
	Menyebutkan beberapa ide atau alternatif jawaban yang tidak terlalu berbeda	2
	Meyebutkan satu ide, saran atau alternatif jawaban	1
Originality (Keaslian)	Menyebutkan beberapa ide unik yang menarik dengan logis, relatif baru serta relevan dengan masalah yang diberikan	4
	Menyebutkan beberapa ide unik yang menarik dengan logis, relatif baru namun kurang relevan dengan masalah yang diberikan	3
	Menyebutkan beberapa ide yang cukup unik, menarik dan logis serta relevan dengan masalah yang diberikan	2
	Menyebutkan beberapa ide yang biasa, logis serta relevan dengan masalah yang diberikan	1
Elaboration (Merinci)	Menjelaskan beberapa detail logis pada ide yang sudah ada sehingga rumusan ide menjadi lebih mudah diaplikasikan dan jelas	4
	Memberikan satu detail logis pada ide yang sudah ada sehingga rumusan ide menjadi lebih mudah diaplikasikan dan jelas	3
	Memberikan beberapa detail logis pada ide yang sudah ada tetapi kurang sesuai dengan konsep ide utama sehingga tidak dapat digunakan untuk memperjelas ide	2
	Tidak menambahkan detail pada ide yang sudah ada sehingga rumusan ide kurang bisa diaplikasikan	1
Flexibility (Fleksibilitas)	Menuliskan beberapa alternatif jawaban yang logis dan relevan dengan masalah yang diberikan dari beberapa sudut pandang yang berbeda	4
	Menuliskan beberapa alternatif jawaban yang cukup logis dan relevan dengan masalah yang diberikan dari beberapa sudut pandang yang berbeda	3

Aspek	Deskripsi	Skor
	Menuliskan beberapa alternatif jawaban yang cukup logis namun kurang relevan dengan masalah yang diberikan dari beberapa sudut pandang yang berbeda	2
	Menuliskan satu jawaban yang cukup logis dan relevan dengan masalah yang diberikan hanya dari satu sudut pandang	1
Metaphorical thinking (berpikir metafora)	Mengkombinasi beberapa ide-ide, memodifikasi, dan menjelaskan rumusan ide dengan analogi yang logis dan koheran	4
	Mengkombinasi beberapa ide-ide, memodifikasi, namun kurang dapat menjelaskan rumusan ide dengan analogi yang logis dan koheran	3
	Mengkombinasi beberapa ide yang relevan namun tidak menjelaskan rumusan ide dengan analogi yang logis.	2
	Kurang mampu mengkombinasikan ide-ide yang relevan sehingga menjadi kesatuan yang koheran.	1

Sumber: Zubaidah, Fuad, Mahanal, Suarsini, (2017)

Asesmen Keterampilan Berpikir Kritis

Definisi umum dari berpikir kritis disampaikan oleh Ennis (2014) yang menjelaskannya sebagai kegiatan reflektif yang masuk akal yang berfokus pada memutuskan apa yang harus dipercaya dan apa yang harus dilakukan yang melibatkan kegiatan menafsirkan, menganalisis, meringkas, dan mengevaluasi informasi. Berpikir kritis berfokus pada kegiatan menganalisis, mengorganisir, mengklarifikasi, mengembangkan, memprioritaskan, atau memilah ide (Treffinger & Isaksen, 2013). Menurut Ennis (2014) ada enam indikator dasar keterampilan berpikir kritis dengan akronim FRISCO yaitu: *focus, reason, inference, situation, clarity, dan overview*). Berikut penjelasan masing masing indikator. (1) *Focus*, siswa mengenali inti dari situasi saat ini sehingga mereka dapat menarik kesimpulan. (2) *Reason* (alasan), siswa memberikan alasan untuk mendukung kesimpulan. (3) *Inference* (kesimpulan), siswa mengikuti langkah-langkah tertentu untuk membuat inferensi logis. (4) *Situation* (situasi), siswa mengungkapkan faktor-faktor penting untuk dipertimbangkan dalam mengevaluasi atau membuat keputusan. (5) *Clarity* (kejelasan), siswa menjelaskan istilah yang digunakan dalam argumen mereka. (6) *Overview* (tinjauan umum), siswa memeriksa masuk akal semua langkah itu. Berpikir kritis dapat membantu siswa membuat penilaian yang cermat dan menyelesaikan masalah setiap hari (Zubaidah, Corebima, Mahanal, & Mistianah, 2018).

Ada beberapa cara untuk menilai keterampilan berpikir kritis siswa di kelas, salah satunya adalah tes berbentuk esai (Mahanal, Zubaidah, Bahri, Dinnurriya, 2016), jawaban siswa diskor menggunakan rubrik keterampilan berpikir kritis dikembangkan oleh Zubaidah, Corebima, dan Mistianah (2015).

Contoh Soal keterampilan Berpikir Kritis

Sedot lemak adalah teknik pembedahan di mana dokter menarik sejumlah lemak dari beberapa bagian tubuh pasien. Teknik ini berguna untuk menghilangkan timbunan lemak di bagian tertentu yang disimpan dalam bentuk tetesan lemak atau tetesan. Berat badan orang yang telah menjalani sedot lemak cenderung meningkat dengan cepat karena sel-sel lemak baru akan ditempatkan di bagian lain dari tubuh. Berdasarkan pernyataan tersebut, analisis hubungan antara dampak sedot lemak dan struktur jaringan tubuh (Mahanal, Zubaidah, Sumiati, Sari, & Ismirawati, 2019).

Rubrik untuk menilai keterampilan berpikir kritis disajikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Rubrik Keterampilan Berpikir Kritis

Skor	Deskriptor
5	<ul style="list-style-type: none"> • Semua konsep benar, jelas dan spesifik • Semua uraian jawaban benar, jelas, dan spesifik, didukung oleh alasan yang kuat, benar, argumen jelas • Alur berpikir baik, semua konsep saling berkaitan dan terpadu • Tata bahasa baik dan benar • Semua aspek nampak, bukti baik dan seimbang • Sebagian besar konsep benar, jelas namun kurang spesifik • Sebagian besar uraian jawaban benar, jelas, namun kurang spesifik
4	<ul style="list-style-type: none"> • Alur berpikir baik, sebagian besar konsep saling berkaitan dan terpadu • Tata bahasa baik dan benar, ada kesalahan kecil • Semua aspek nampak, namun belum seimbang • Sebagian kecil konsep benar dan jelas • Sebagian kecil uraian jawaban benar dan jelas namun alasan dan argumen tidak jelas
3	<ul style="list-style-type: none"> • Alur berpikir cukup baik, sebagian kecil saling berkaitan • Tata bahasa cukup baik, ada kesalahan pada ejaan • Sebagian besar aspek yang nampak benar • Konsep kurang fokus atau berlebihan atau meragukan • Uraian jawaban tidak mendukung
2	<ul style="list-style-type: none"> • Alur berpikir kurang baik, konsep tidak saling berkaitan • Tata bahasa baik, kalimat tidak lengkap • Sebagian kecil aspek yang nampak benar • Semua konsep tidak benar atau tidak mencukupi • Alasan tidak benar
1	<ul style="list-style-type: none"> • Alur berpikir tidak baik • Tata bahasa tidak baik • Secara keseluruhan aspek tidak mencukupi
0	Tidak ada jawaban atau jawaban salah

Sumber: Zubaidah, et al., (2015) modified from Finken & Ennis, (1993)

Asesmen Keterampilan Literasi Sains.

Istilah 'literasi sains' telah digunakan dalam literatur selama lebih dari empat dekade (Gallagher & Harsch, 1997), meskipun tidak selalu dengan makna yang

sama (Bybee,2002). Baumert berpendapat bahwa inti dari ide di balik literasi ilmiah terletak pada analoginya dengan melek sains (1997). Norris & Philips (2003) berpendapat bahwa istilah literasi ilmiah telah digunakan untuk memasukkan beragam komponen diantaranya: keterampilan berpikir secara ilmiah, keterampilan untuk berpikir kritis tentang sains dan menangani keahlian ilmiah. Dengan demikian literasi sains termasuk keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Menurut *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) (2016) literasi sains adalah keterampilan masyarakat yang reflektif untuk mengaitkan masalah sains dengan ide sains untuk membuat keputusan yang baik dalam situasi tertentu. Kompetensi yang dibutuhkan dalam literasi sains yaitu menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menginterpretasi data dan temuan secara ilmiah. Pengukuran literasi sains menggunakan bentuk tes esai, dan jawaban siswa diskor dengan rubrik keterampilan literasi sains (Mukti, Yuliskurniawati, Noviyanti, Mahanal, & Zubaidah, 2019)

Contoh soal literasi sains

- Sebagai anggota masyarakat yang peduli terhadap lingkungan, tindakan apa yang akan kalian pertimbangkan untuk berpartisipasi dalam pengelolaan limbah rumah tangga? Jelaskan alasanmu!
- Menurut kalian, apa cara tercepat untuk membuat kompos?

Rubrik untuk menilai keterampilan literasi sains disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Rubrik penskoran literasi sains

Indikator	Subindikator	1	2	3	4
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Menjabarkan pengetahuan ilmiah	Siswa tidak dapat mengngat kembali pengetahuan ilmiah dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah dengan tepat	Siswa dapat mengngat kembali pengetahuan ilmiah, namun belum dapat mengaplikasikan pengetahuan ilmiah dengan tepat	Siswa dapat mengngat kembali pengetahuan ilmiah dapat mengaplikasikan pengetahuan ilmiah secara umum	Siswa dapat mengngat kembali pengetahuan ilmiah dapat mengaplikasikan pengetahuan ilmiah dengan tepat
		Siswa tidak dapat mengidentifikasi, menggeneralisasi, dan menggunakan pengetahuan ilmiah yang terjkait dengan fenomena dengan akurat	Siswa dapat mengidentifikasi, pengetahuan ilmiah yang terjkait dengan fenomena	Siswa dapat mengidentifikasi dan menggeneralisasi pengetahuan ilmiah yang terjkait dengan fenomena secara umum	Siswa dapat mengidentifikasi dan menggeneralisasi, dan menggunakan pengetahuan ilmiah yang terjkait dengan fenomena secara akurat
	Merancang prediksi dan hipotesis berdasarkan fenomena	Siswa tidak dapat membuat prediksi berdasarkan fenomena	Siswa dapat membuat prediksi namun kurang berhubungan dengan fenomena	Siswa dapat membuat prediksi yang menunjukkan hubungan spesifik dengan fenomena	Siswa dapat membuat prediksi yang tepat dan menunjukkan hubungan yang jelas dan detail dengan fenomena

Mahanal (Asesmen Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi)

		Siswa tidak dapat memberikan hipotesis sesuai prediksi	Siswa dapat memberikan hipotesis yang berhubungan dengan prediksi secara umum	Siswa dapat memberikan hipotesis yang berhubungan dengan prediksi secara spesifik	Siswa dapat memberikan hipotesis yang berhubungan dengan prediksi secara tepat, jelas, dan detail
Mendesain dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah	Mendesain penyelidikan ilmiah	Siswa dapat mengidentifikasi pertanyaan yang dieksplor dari studi ilmiah namun masih kurang ilmiah	Siswa dapat mengidentifikasi satu pertanyaan yang dieksplor dari studi ilmiah namun masih kurang ilmiah yang diberikan	Siswa dapat mengidentifikasi dua pertanyaan yang dieksplor dari studi ilmiah namun masih kurang ilmiah yang diberikan	Siswa dapat mengidentifikasi tiga pertanyaan yang dieksplor dari studi ilmiah namun masih kurang ilmiah yang diberikan
		Siswa tidak dapat merumuskan cara mengeksplorasi pertanyaan secara ilmiah.	Siswa dapat merumuskan cara mengeksplorasi pertanyaan secara umum dan singkat.	Siswa dapat merumuskan cara mengeksplorasi pertanyaan menggunakan metode ilmiah secara umum.	Siswa dapat merumuskan cara mengeksplorasi pertanyaan menggunakan metode ilmiah, detail, dan tepat.
	Mengevaluasi penyelidikan ilmiah	Siswa tidak mampu melaksanakan penyelidikan ilmiah sesuai rencana eksplorasi	Siswa mampu melaksanakan penyelidikan ilmiah namun kurang sesuai rencana eksplorasi	Siswa mampu melaksanakan penyelidikan ilmiah sesuai rencana eksplorasi secara umum	Siswa mampu melaksanakan penyelidikan ilmiah sesuai rencana eksplorasi secara detail dan tepat
		Siswa tidak mampu mengevaluasi rencana eksplorasi ilmiah	Siswa mampu menemukan kekurangan atau kelebihan rencana eksplorasi ilmiah dan melakukan sedikit perbaikan	Siswa mampu menemukan kekurangan atau kelebihan rencana eksplorasi ilmiah dan melakukan perbaikan secara umum	Siswa mampu menemukan kekurangan atau kelebihan rencana eksplorasi ilmiah dan melakukan perbaikan secara detail dan tepat
Menginterpretasi data dan bukti secara ilmiah	menginterpretasi dan mengomunikasi Kan informasi ilmiah secara tertulis, lisan dan/ atau secara grafis	Siswa dapat menginterpretasi dan mengomunikasi kan menggunakan bahasa yang kurang komunikatif dan tidak akurat	Siswa dapat menginterpretasi dan mengomunikasi kan informasi kuantitatif menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif namun belum membuat inferensi.	Siswa dapat menginterpretasi dan mengomunikasi kan informasi kuantitatif menggunakan bahasa teknis yang baik dan komunikatif serta mampu membuat inferensi sederhana	Siswa dapat menginterpretasi dan mengomunikasi kan informasi kuantitatif menggunakan bahasa teknis yang baik dan komunikatif serta mampu membuat inferensi yang tepat
		Siswa tidak mampu mengubah bentuk data narasi ke dalam tabel atau grafik	Siswa mampu menyusun tabel data namun komponen tabel dan grafik tidak lengkap	Siswa mampu menyusun tabel data atau grafik sesuai komponen namun kurang komunikatif	Siswa mampu menyusun tabel data atau grafik sesuai komponen dan bersifat komunikatif
	Mendeskripsikan dan menganalisis satu atau lebih hubungan antara sains, teknologi,	Siswa dapat mengidentifikasi satu teknologi yang sudah ada namun tidak dapat	Siswa dapat mengidentifikasi satu terobosan teknologi dan hubungannya	Siswa dapat mengidentifikasi satu terobosan teknologi dan hubungannya	Siswa dapat mengidentifikasi satu terobosan teknologi dan hubungannya

dan masyarakat dan memahami aplikasi pengetahuan ilmiah dalam kehidupan	enghubungkannya dengan sains	dengan sains secara sederhana	dengan sains secara spesifik	dengan sains secara kompleks dan detail
	Siswa tidak dapat menjelaskan dampak teknologi yang sudah ada bagi masyarakat	Siswa menjelaskan terobosan teknologi bagi masyarakat secara sederhana	Siswa menjelaskan terobosan teknologi bagi masyarakat secara spesifik dari satu sudut pandang	Siswa menjelaskan terobosan teknologi bagi masyarakat secara spesifik dari beberapa sudut pandang

Sumber: dimodifikasi dari indikator kompetensi literasi sains OECD (2016).

Asesmen Keterampilan Argumentasi Ilmiah

Keterampilan argumentasi ilmiah memungkinkan siswa untuk terlibat dalam berbagai praktik ilmiah masyarakat dan budaya melalui kegiatan eksplorasi selama pembelajaran dan untuk memperdalam pemahaman mereka tentang arti sains (Tsai, Lin, Shih, & Wu, 2015). Siswa akan mendapatkan pengalaman dari praktik ilmiah dan pengalaman sehingga dapat digunakan untuk membenarkan dan mendukung argumen mereka (Chowning, Griswold, Kovarik, & Collins, 2015).

Argumentasi ilmiah biasanya dikaitkan dengan pemahaman dan pengetahuan (Myers, 2015) dari konsep dan praktik ilmiah (Kutluca, Cetin, Dogan, 2014). Siswa perlu melakukan serangkaian kegiatan dalam membangun argumen yang benar. Proses dimulai dengan mengumpulkan klaim (*claim*) dan data (*ground*) dan diikuti dengan memberikan alasan (*warrant*), dukungan (*backing*), kualifikasi (*qualifiers*), dan bantahan (*rebuttal*) (Lai, 2012)

Alasan argumentasi yang kuat akan membawa dampak positif pada peningkatan komunikasi ilmiah dan keterampilan menulis siswa (Kong & Kang, 2016).

Asesmen keterampilan berargumentasi ilmiah untuk siswa di SMAN kota Malang dilakukan menggunakan tes esay, dan jawaban siswa di skor dengan menggunakan rubrik (Noviyanti, Mukti, Yuliskurniawati, Mahanal, & Zubaidah, 2019).

Contoh soal

Wiwin adalah seorang mahasiswa biologi semester 5 yang sedang melakukan penelitian tentang ekosistem di hutan. Dia pergi KKL bersama 15 orang temannya selama satu minggu di hutan. Setelah keluar dari hutan, rombongan tersebut mengalami sakit yang serius, kecuali Wiwin. Setelah dilakukan tes darah ternyata mereka positif terinfeksi virus Zika yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Wiwin juga ikut melakukan tes darah. Hasil tes darah Wiwin negatif (tidak terinfeksi virus Zika). Wiwin pernah terjangkit penyakit demam berdarah ketika berumur 15 tahun. Berdasarkan kasus tersebut, jawablah pertanyaan di bawah ini.

- Bagaimana penularan virus Zika? Berikan penjelasan terkait fenomena tersebut.
- Mengapa infeksi virus Zika tidak berhenti di satu orang saja?

Rubrik untuk menilai keterampilan argumentasi ilmiah disajikan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Rubrik Keterampilan Argumentasi Ilmiah

No.	Deskriptor	1	2	3	4
1	Pernyataan (<i>Claim</i>)	Pernyataan tidak jelas atau tidak muncul.	Pernyataan kurang benar dan perlu pengembangan lebih lanjut.	Pernyataan ditulis dengan baik, tetapi tidak menggunakan penjelasan lebih lanjut.	Pernyataan benar dan ditulis dengan baik.
2	Data (<i>Grounds</i>)	Data tidak muncul atau tidak relevan.	Data kurang jelas dan membutuhkan pengembangan.	Data mudah diidentifikasi, tetapi membutuhkan beberapa klarifikasi.	Data disajikan dengan benar, ringkas, dan mudah untuk diidentifikasi.
3	Alasan (<i>Warrant</i>)	Alasan yang digunakan tidak menghubungkan/mengaitkan pernyataan dengan data. Atau alasan sulit untuk diidentifikasi	Alasan yang digunakan tidak benar, tetapi ada sesuatu yang menghubungkan pernyataan dengan data.	Alasan yang disajikan benar dan mudah diidentifikasi, tetapi perlu beberapa klarifikasi.	Alasan ditulis dengan benar, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan data dengan argumen secara efisien.
4	Dukungan (<i>Backing</i>)	Bukti yang mendukung alasan tidak dapat diidentifikasi atau tidak mendukung alasan sama sekali.	Bukti cukup mendukung alasan, tetapi perlu pembenaran lebih lanjut.	Bukti mendukung alasan, tetapi tidak dapat mengklarifikasi munculnya hubungan sebagai bukti.	Bukti sangat mendukung alasan.
5	Sanggahan (<i>Rebuttal</i>)	Sanggahan tidak disertai alasan dan bukti yang mendukung.	Sanggahan disertai alasan dan bukti yang kurang mendukung.	Sanggahan disertai alasan yang mendukung, namun tidak disertai bukti yang mendukung.	Sanggahan disertai alasan dan bukti yang mendukung.

Sumber: Noviyanti (2019)

KESIMPULAN

Meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa adalah pengalaman kolektif, artinya proses kolaborasi antara semua guru mata pelajaran dan dapat diajarkan pada semua jenjang pendidikan. Satu orang guru dari mata pelajaran tertentu tidak dapat sendirian meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Keterampilan berpikir tinggi siswa dapat dikembangkan secara kumulatif melalui proses pembelajaran dan pengalaman yang diperoleh dari sekolah. Proses

pembelajaran yang memfasilitasi siswa untuk memecahkan masalah, pemikiran kritis, berpikir kreatif dan kegiatan menganalisis, mengevaluasi, pengambilan keputusan akan membantu siswa meningkatkan keterampilan siswa dalam berpikir tingkat tinggi.

SARAN

Keterampilan berpikir tingkat tinggi dapat diases dengan berbagai metode asesmen seperti asesmen kinerja, portofolio, proyek, dan soal tes bentuk pilihan ganda dan esai. Soal bentuk pilihan ganda dengan beberapa item pilihan jawaban disediakan menyiratkan peserta tes yang pasif dan syarat konten, tidak memberi kesempatan kepada siswa untuk mengaktualisasikan keterampilan berpikirnya.

Menggunakan banyak sumber asesmen memberi guru pandangan komprehensif tentang kemajuan siswa, dan dapat membantu guru dalam memahami bagaimana siswa berpikir dan mempelajari keterampilan baru. Asesmen bukan sekedar memenuhi prosedur laporan hasil belajar pada akhir periode. Namun, asesmen harus dirancang secara sengaja dan sistematis, karena asesmen akan membantu tercapainya tujuan pendidikan yaitu keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Complete ed.). New York: Longman
- Akinbobola, A. O. & Afolabi, F. (2010). Analysis of Science Process Skills in West African Senior Secondary School Certificate Physics Practical Examinations in Nigeria. *American-Eurasian Journal of Scientific Research* 5 (4): 234-240, 2010 ISSN 1818-6785 © IDOSI Publications, 2010.
- Barahal, S. (2008), *Thinking about Thinking: Pre- Service Teachers Strengthen their Thinking Artfully*, Phi Delta Kappan 90 (4)
- Baumert, J. (1997). Scientific literacy: A German perspective. In W.Graeber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy. An international symposium* (p. 167-180). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN): Kiel, Germany.
- Brookhart, S. M. (2010). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*. Alexandria, Virginia USA: ASCD Publication.
- Bybee, R. (Ed.). 2002. *Learning science and the science of learning*. Arlington, VA: NSTA Press
- Chowning, T.J., Griswold, J.C., Kovarik, D.N., Collins, J.L. (2015). Fostering Critical Thinking, Reasoning, and Argumentation Skills through Bioethics Education. *PLoS One*. 2012;7(5):e36791. doi: 10.1371/journal.pone.0036791. Epub 2012 May 11
- Ennis, R. H. (2014). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. Diambil 11 Agustus 2019 dari http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking_51711_000.pdf, (4 September 2014)

- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive- developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Fuad, N.M. (2017). *Pengaruh Model pembelajaran Differentiated Science Inquiry dipadu Mind Map Terhadap Hasil Belajar Kognitif IPA-Biologi, Keterampilan berpikir Kritis dan Kreatif ditinjau dari gender pada siswa SMP Negeri Di Kabupaten Kediri*. Disertasi Tidak diterbitkan. Pascasarjana. Universitas Negeri Malang.
- Gallagher, J., & Harsch, G. (1997). Scientific literacy: Science education and secondary school students. In W.Graeber & C. Bolte. (Eds.). *Scientific literacy: An international symposium* (p. 13-34). Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN): Kiel, Germany.
- Khatphalia, S. S., & See, E. K. (2016). Improving Argumentation through Student Blogs. *System*, 58, 25-36. doi:10.1016/j.system.2016.03.002
- King, F. J., Rohani, F., & Goodson, L. (1997). *State Wide Assessment Of Listening And Verbal Communicatio Skills, Information Literacy Skills, And Problem-Solving Skills*. Tallahassee: Florida State University.
- King, F. J., Goodson, L., & Rohani, F. (2013). Higher Order Thinking Skills. Retrieved from <http://www.cala.fsu.edu>
- Kong, Y.T., Kang, J.M. (2016). Case Study of Science Writing with Argumentation on Biological ethics (I) *International Journal of Applied Engineering Research* 7 4731-4735
- Kutluca, A.Y., Cetin, P.S., Dogan, L. (2014). Content Knowledge on Scientific Argumentatio Quality: Cloning Context. Necatibey Faculty of Education *Electronic Journal of Science and Mathematics Education* 8 1-30
- Lai, C.M. (2012). *Nature of Science Knowledge and Scientific Argumentation Skills in Taiwanese College Biology Students* (USA, Ohio State University)
- Mahanal, S., Zubaidah, S., Bahri, A., Dinnurriya, M.S. (2016). Improving students' critical thinking skills through Remap NHT in biology classroom. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(2), Article 11, p.3 (Dec., 2016).
- Mahanal, S., Zubaidah, S., Sumiati, I. D., Sari, T. M., & Ismirawati, N. (2019). RICOSRE: A Learning Model to Develop Critical Thinking Skills for Students with Different Academic Abilities. *International Journal of Instruction*, 12(2), 417-434. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12227a>
- Mahanal, S. & Zubaidah, S. (2017). Model Pembelajaran Ricosre Yang Berpotensi Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kreatif. **Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan** Volume: 2 Nomor: 5 Bulan Mei Tahun 2017 Halaman: 676 – 685
- Marzano, R. J., Pickering, D., & McTighe, J. (1993). *Assessing student outcomes*. Alexandria VA: Association for Supervision and Curriculum Development..
- Meece, J. L., & Miller, S. D. (1999). Changes in elementary school children's achievement goals for reading and writing: Results of a longitudinal and an intervention study. *Scientific Studies of Reading*, 3, 207-229.
- Mukti, W.R., Yuliskurniawati, I.D., Noviyanti, N.I., Mahanal, M., Zubaidah, S. (2019). A Survey of High School Students' Scientific Literacy Skills in Different Gender. *The International Seminar on Bioscience and Biological*

- Education IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1241 (2019) 012043 IOP Publishing
- Myers, C.P. (2015). *The Effect of Argument Driven Inquiry on Student Understanding on High School Biology Concepts*. Montana: Montana State University.
- Norris S.P., & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240
- Norris, S. P., & Ennis, R. H. (1989). *Evaluating critical thinking*. Pacific Grove, CA: Critical Thinking Press & Software.
- Noviyanti, N.I., Mukti, W.R., Yuliskurniawati, I.D., Mahanal, S., Zubaidah, S. (2019). Students' Scientific Argumentation Skills Based on Differences in Academic Ability. *The International Seminar on Bioscience and Biological Education IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1241 (2019) 012043 IOP Publishing
- OECD. (2016), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Pólya, G. 1988. *How to Solve It*. Princeton: Princeton University Press.
- Quellmalz, E.S. (1985). *Needed: Better Methods for Testing Higher-Order Thinking Skills*. *Education Leadership*. Retrived 11 Agustus 2019. <https://pdfs.semanticscholar.org/2b0e/93706824be685c9a22708e0b33a990f04612.pdf>
- Resnick, L. (1987). *Education and Learning to Think*. Washington, DC: National Academy Press.
- Rhashvinder K. A. Singh , Charanjit K. S. Singh , Tunku M. T. M. , Nor A. Mostafa1 & Tarsem S. M. Singh. (2018). A Review of Research on the Use of Higher Order Thinking Skills to Teach Writing. *International Journal of English Linguistics*, Vol. 8, No. 1; 2018 ISSN 1923-869X E-ISSN 1923-8703 Published by Canadian Center of Science and Educatio. Halaman 86-93.
- Treffinger, D. J. & Isaksen, S. G. (2013). Teaching and applying creative problem solving: implications for at-risk students. *International Journal for Talent Development and Creativity.*, 1(1), 87-97.
- Treffinger, D. J., Young, G. C., & Selby E. C. (2002). *Assessing creativity: A guide for educators*. Sarasota: The National Research Center on the Gifted and Talented. Center for Creative Learning.
- Tsai, C.Y., Lin, N.C., Shih, L.W., Wu, L.P. (2015). The Effect of Online Argumentation Upon Students's Pseudoscientific Belefs. *Computer and Education*, 80: 187-197
- University of Southern Maine. 2012. Problem Solving Skills Rubric. <https://usm.maine.edu/sites/default/files/assessment/Rubric-ProblemSolvingSkills.pdf>
- Watson, S. 2019. Higher-Order Thinking Skills (HOTS) in Education Teaching Students to Think Critically. Retrived 6 Agustus 2019. <https://www.thoughtco.com/higher-order-thinking-skills-hots-education-3111297>
- Wenglinsky, H. (2004). Facts or critical thinking skills? What NAEP results say. *Educational Leadership*, 62(1), 32-35.

- Zohar, A., & Barzilai, S. (2015). Metacognition and teaching higher order thinking (HOT) in science education: Students' thinking, teachers' knowledge, and instructional practices. In R. Wegerif, L. Li & J. Kaufman (Eds.), *Routledge international handbook of research on teaching thinking* (pp. 229-242). Oxon, UK: Routledge.
- Zubaidah, S., Fuad, N.M., Mahanal, S., Suarsini, E. (2018). Improving Creative Thinking Skills of Students through Differentiated Science Inquiry Integrated with Mind Map. *Journal of TURKISH SCIENCE EDUCATION Journal of Turkish Science Education*. 14(4),77-91.
- Zubaidah, S., Corebima, A. D., Mahanal, S., & Mistianah. (2018). Revealing the relationship between reading interest and critical thinking skills through remap gi and remap jigsaw. *International Journal of Instruction*, 11(2), 41-56.
- Zubaidah, S., Corebima, AD, & Mistianah (2015). *Asesmen Berpikir Kritis Terintegrasi Tes Essay*. (Assessment of Integrated Critical Thinking Embedded Essay Test). Paper presented at the National Seminar on Education Biology, Biology Symposium on Education (Symbion) at the University of Ahmad Dahlan Yogyakarta on April 4th, 2015.
- Zubaidah, S. & Corebima, A.D. (2016). *Remap-Coopel*. Malang: Aditya Media Publishing.