

## PENGEMBANGAN PENILAIAN BERBASIS HOTS: ANALISIS MATERI *GREEN CHEMISTRY*

Effendi Nawawi<sup>1</sup>, Hartono<sup>1</sup>, K. Anom W.<sup>1</sup>, Maefa Eka Haryani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya

Email Penulis Pertama: [effendi@fkip.unsri.ac.id](mailto:effendi@fkip.unsri.ac.id)

### **Abstract**

In the era of industrial revolution 4.0 and society 5.0 as well as the demands of the Asean Economic Community (AEC) for quality human resources. The results of the 2019 PISA survey, Indonesia is ranked 72 out of 77 countries and in the independent curriculum requires students to ask high-level thinking chemistry questions (HOTS) and analyze green chemistry material. HOTS are the main goals of 21st century learning, with HOTS students can make connections between facts and concepts, and apply them to new situations to solve problems. The purpose of this study was to develop a HOTS-based assessment instrument in learning green chemistry material to measure students' critical thinking levels. The Oriondo and Antonio assessment instrument development model was used in this study, the research subjects were 30 students of SMA Negeri 2 Palembang. The assessment instrument developed was in the form of limited uraians based on HOTS competencies. Item analysis includes content validity, construct validity, empirical validity, reliability, index of difficulty, and item discriminating power. The results of the study show valid validation (83%) from the material, construct, and language aspects. The test assessment of class XI students with Person validity was 0.658 and the average discriminating power was 0.298 in the good category, thus the HOTS assessment instrument for green chemistry material could be used to measure students' critical thinking skills.

**Keywords:** green chemistry, HOTS.

### **Abstrak**

Di era revolusi industri 4.0 dan society 5.0 serta tuntutan Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) akan sumber daya manusia yang berkualitas. Hasil survei PISA 2019, Indonesia berada di peringkat 72 dari 77 negara dan dalam kurikulum mandiri mewajibkan siswa untuk mengajukan pertanyaan kimia berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan menganalisis materi kimia hijau. HOTS merupakan tujuan utama pembelajaran abad ke 21, dengan HOTS siswa dapat membuat hubungan antara fakta dan konsep, serta menerapkannya pada situasi baru untuk memecahkan masalah. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan instrumen asesmen berbasis HOTS pada pembelajaran materi green chemistry untuk mengukur tingkat berpikir kritis siswa. Model pengembangan instrumen asesmen Oriondo dan Antonio digunakan dalam penelitian ini, subjek penelitian adalah 30 siswa SMA Negeri 2 Palembang. Instrumen asesmen yang dikembangkan berupa esai terbatas berdasarkan kompetensi HOTS. Analisis butir meliputi validitas isi, validitas konstruk, validitas empiris, reliabilitas, indeks kesukaran, dan daya pembeda butir. Hasil penelitian menunjukkan validasi valid (83%) dari aspek materi, konstruk, dan bahasa. Penilaian uji coba siswa kelas XI validitas Person 0,658 dan rata-rata daya pembeda 0,298 kategori baik, dengan demikian instrumen penilaian HOTS materi green chemistry dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa.

**Kata kunci:** green chemistry, HOTS

---

Di era industri 4.0 dan society 5.0 serta tuntutan Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) dituntut tersedianya Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas. Salah satu yang mempengaruhi kualitas SDM adalah kualitas pendidikan. Hasil survei *Program for International Student Assessment (PISA)* tahun 2019 di Paris, Indonesia menempati peringkat 72 dari 77 negara (OECD, 2019). Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah dalam meningkatkan kualitas pendidikan antara lain perubahan kurikulum dilakukan pemerintah untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Ichsan, Iriani, dan Hermawati, 2018). Pada kurikulum 2013, siswa diharuskan mengerjakan soal-soal kimia berpikir tingkat tinggi (HOTS). Revisi Kurikulum 2013 memuat keterampilan abad ke 21 dalam kegiatan pembelajaran yang dituangkan dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

Metode yang sesuai dengan keterampilan abad 21 dijelaskan dalam *Technological Pedagogical*

*Content Knowledge (TPACK)* (Redmond & Lock, 2019). TPACK adalah kemampuan seorang guru untuk menguasai teknologi, konten atau materi, dan cara mengajarnya, TPACK adalah kerangka teori yang menghubungkan teknologi, konten, dan pedagogi dan cara menggunakannya di dalam kelas, dan Guru harus memiliki Teknologi Pedagogik Dan Content Knowledge (TPACK) karena menghubungkan teknologi, pedagogi, konten dan kerangka teori serta menghubungkan penggunaan dan fungsi teknologi di dalam kelas (Kumala, Ghufron, & Pujiastuti, 2022).

Pembelajaran Kurikulum Mandiri tahun 2020 mata pelajaran kimia, fisika, dan biologi menjadi sains terpadu, model yang dikembangkan adalah model berbasis kasus dan model berbasis tim proyek (Suryaman, 2020). Untuk kelas 10, kimia membahas tentang *green chemistry (Free Learning Curriculum, 2020)*. *green chemistry* melibatkan pengembangan solusi yang aman dan efektif untuk berbagai masalah yang dapat dihadirkan ke ruang kelas, guru kimia secara aktif melibatkan siswa mereka dan membuat mereka sadar bahwa langkah-langkah praktikum yang digunakan untuk menghilangkan produk limbah dan memelihara lingkungan yang aman (Nahlik, *et al*, 2022). Mendidik siswa tentang prinsip kimia hijau telah terbukti meningkatkan kedalaman analisis dan diskusi siswa, mendorong inovasi siswa, dan meningkatkan daya ingat siswa. Prinsip kimia hijau sudah mulai diintegrasikan dalam pengajaran kimia saat ini, dengan begitu pengembangan instrumen yang dapat digunakan untuk mengukur pengetahuan siswa tentang prinsip kimia hijau perlu dilakukan, pendidik memerlukan strategi yang efektif dan cepat untuk menilai pengetahuan siswa tentang prinsip kimia hijau (Grieger, Schiro & Leontyev, 2022)

Pembelajaran HOTS memiliki tantangan tersendiri dan perlu mendapat perhatian, Peran guru dalam menanamkan HOTS merupakan aspek penting lainnya dalam mengajarkan HOTS secara efektif, selain itu sekolah perlu merancang program pengembangan profesional masa depan bagi guru untuk mengonsek ulang HOTS dan menerapkannya di ruang kelas (Wikanta, & Susilo, 2022). Dalam perancangan Modul Pengajaran Kimia, guru dituntut untuk membuat instrumen penilaian berpikir tingkat tinggi (HOT), dalam rancangan modul pengajaran kimia, kemampuan berpikir tingkat tinggi telah dijabarkan dalam hasil belajar dan dikembangkan dalam tujuan pembelajaran. Selanjutnya dari tujuan pembelajaran dikembangkan indikator soal, dan indikator soal dikembangkan menjadi instrumen penilaian berbasis HOTS. Menurut taksonomi Bloom, keterampilan berpikir tingkat tinggi terdiri dari tiga tahap teratas – analisis, evaluasi, dan kreasi, tahap analisis dan evaluasi memerlukan pemikiran kritis, sedangkan tahap penciptaan memerlukan pemikiran kreatif (Hidayah *et al*, 2021).

Asesmen berbasis HOTS termasuk pengukuran dalam pembelajaran sangat diperlukan di sekolah dengan tujuan untuk memetakan kemampuan siswa dan memantau hasil belajar (Sukardiyono & Rosana, 2018). Asesmen dan pengukuran sebagai dasar pengambilan keputusan sehingga mendukung lahirnya lulusan yang berdaya saing di era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 (Setiawan, Dafik, & Lestari, 2014). Pengukuran dalam pembelajaran berfungsi untuk mengukur gejala non fisik seperti kemampuan laten siswa (Bambang & Wahyu, 2014). Pengembangan instrumen penilaian yang baik

merupakan komponen penting dalam pengukuran (Arum & Lestari, 2019; Sukardiyono & Rosana, 2018).

Instrumen penilaian dalam pembelajaran yang telah dikembangkan guru masih kurang bervariasi (Arum & Lestari, 2019). Sehingga instrumen penilaian dalam pembelajaran yang digunakan di kelas, instrumen penilaian tes dan non tes masih terfokus pada pengukuran kemampuan berpikir tingkat rendah (LOT). Sementara itu Saido, Siraj, Nordin, & Al-Amedy (2015) menyatakan bahwa LOT hanya membutuhkan kemampuan untuk mengingat dan memahami fakta, gejala dan konsep yang ada, sedangkan HOTS menuntut siswa untuk menerapkan, mengevaluasi, dan menciptakan pengetahuan. (Anderson & Krathwohl, 2001). HOTS didefinisikan sebagai keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Heong et al., 2012) yang dibutuhkan siswa dalam konteks pembelajaran di kelas (Yen & Halili, 2015).

Makna lain dari HOTS menurut Marzano (Heong et al., 2012; Marzano et al., 1997) yang mengutamakan dimensi pembelajaran sebagai bagian dari proses berpikir yang kompleks. Menurut Marzano, indikator HOTS memiliki kelebihan yang dapat membantu siswa mencapai pembelajaran bermakna. Indikator HOTS Marzano adalah: (1) membandingkan, (2) mengklasifikasikan, (3) penalaran induktif, (4) penalaran deduktif, (5) menganalisis kesalahan berpikir, (6) menyusun pernyataan pendukung, (7) menganalisis perspektif, (8) menyusun abstraksi, (9) membuat keputusan, (10) investigasi, (11) pemecahan masalah, (12) investigasi eksperimental dan (13) penemuan.

Kemampuan guru mengembangkan instrumen penilaian HOTS berbasis kimia hijau (Free Learning Curriculum) penting untuk mengevaluasi keberhasilan pembelajaran di era revolusi industri 4.0 dan masyarakat 5.0 (Amiati, Sukaryawan, & Nawawi, 2021). Guru diharapkan mengembangkan instrumen tes yang berkualitas untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Rendahnya pemahaman guru tentang HOTS mengakibatkan kurangnya ruang yang diberikan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Heru & Suparno, 2019; Retnawati et al., 2018). Oleh karena itu, perlunya pengembangan profesional dalam mendukung guru dalam praktik penilaian mereka, yang dapat berupa lokakarya yang berfokus pada strategi penilaian dan praktik terbaik dalam penilaian juga direkomendasikan untuk dicontohkan kepada guru (Ramnarain, *et al.*, 2022).

Asesmen dan pengukuran instrumen HOTS termasuk dalam lingkup gejala kognitif (Sumintono & Widhiarso, 2015) dan bersifat laten serta membutuhkan instrumen asesmen dan pengukuran yang standar atau baku (Mardapi, Kumaidi, & Kartowagiran, 2011). HOTS berbasis green chemistry dapat diukur dengan menggunakan instrumen penugasan yang meliputi menganalisis, mengevaluasi, mencipta, menghubungkan konsep, menafsirkan, memberikan argumentasi yang sesuai, dan mengambil keputusan dalam kegiatan pemecahan masalah (Arum & Lestari, 2019; Retnawati et al., 2018).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu digunakan instrumen penilaian HOTS berbasis green chemistry yang tidak hanya mengukur kemampuan berpikir kritis siswa, tetapi juga dapat digunakan sebagai alat untuk mengukur keberhasilan guru dalam mendidik (Wahyuningtias & Ratnawati, 2018).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya dengan uji coba di SMAN 2 Palembang. Penelitian dimulai Maret 2022 sampai September 2022. Jenis penelitian adalah *Development Research*, dengan model pengembangan Oriondo & Antonio (1984). Instrumen yang dikembangkan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis berbasis *green chemistry* dalam bentuk tes uraian.

Realisasi/konstruksi menghasilkan *prototype* dan susunan instrumen. Pada tahap ini dihasilkan *prototype* sebagai realisasi dari hasil desain soal HOTS yang meliputi kisi-kisi soal, soal HOTS pada materi *green chemistry*. Sedangkan realisasi penyusunan instrumen menghasilkan lembar validasi ahli materi (berdasarkan aspek konstruksi, materi, HOTS, dan kebahasaan) (Kunandar, 2014), angket respon guru, dan angket respon siswa. Prototipe dan instrumen kemudian divalidasi sendiri sebelum masuk ke kegiatan pada tahap selanjutnya. Tahap validasi, pengujian, dan revisi bertujuan untuk mendapatkan penilaian dan saran terhadap prototipe yang telah dibangun. Validasi dilakukan oleh tiga validator yaitu ahli materi, konstruksi, dan bahasa. Tes dilakukan terhadap subjek penelitian yaitu siswa kelas X SMAN 2 Palembang sebanyak 30 orang.

## **HASIL DAN PEMBEHASAN**

Boston (2002) menjelaskan bahwa penilaian dapat mencakup pengamatan guru, diskusi kelas, dan analisis pekerjaan siswa, termasuk pekerjaan rumah dan tes, ketika guru mengetahui bagaimana kemajuan siswa dan di mana mereka mengalami kesulitan, mereka dapat menggunakan informasi ini untuk melakukan penyesuaian instruksional yang diperlukan, seperti mengajar ulang, mencoba pendekatan instruksional alternatif, atau menawarkan lebih banyak kesempatan untuk praktik, kegiatan tersebut dapat meningkatkan keberhasilan siswa. Berdasarkan wawancara dengan guru, informasi tentang HOTS *green chemistry* di SMAN 2 Palembang telah diterapkan pada Ujian Akhir Semester Ganjil. Hanya saja pada persiapannya terdapat kendala yaitu kurangnya keterampilan mengenai soal-soal yang memicu kemampuan berpikir tingkat tinggi dan juga pada persiapannya bukanlah hal yang mudah. Pemahaman guru terhadap soal-soal HOTS *green chemistry* dikenalkan pada kegiatan MGMP sekolah.

Item tes yang membutuhkan pemikiran tingkat tinggi dapat meningkatkan keluasan dan kedalaman cakupan konten, dan lebih penting lagi, kemampuan berpikir strategis, merefleksikan, dan menerapkan pengetahuan yang dipelajari dalam berbagai situasi telah diidentifikasi sebagai indikator tercapainya kompetensi (Scully, 2017). Berdasarkan hasil penelitian Widhiyani, Sukajaya, dan Suweken (2019) menyatakan bahwa dalam penyusunan soal HOTS ada beberapa hal yang harus diperhatikan, seperti membuat kisi-kisi soal, memilih stimulus yang menarik dan kontekstual, serta membuat kunci jawaban bersama dengan pedoman penilaian. Saat membuat tes, guru perlu memperhatikan bahwa tes tersebut mengukur sampel konten kelas yang memadai pada tingkat kognitif materi yang diajarkan (Fives, & DiDonato-Barnes, 2013).

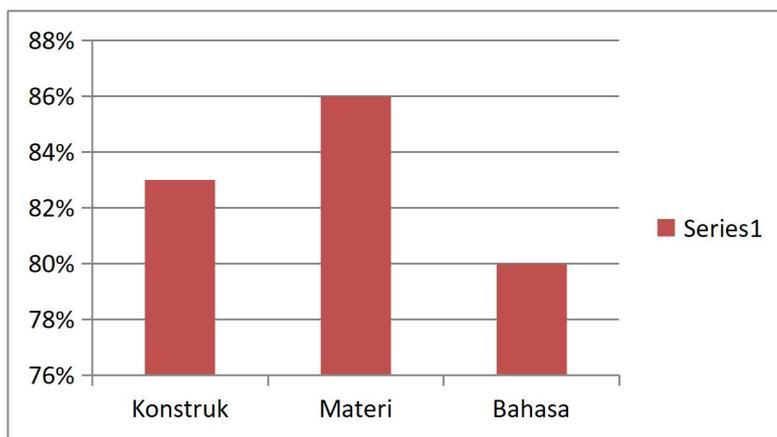
Menurut Taksonomi Bloom, siswa hanya terbiasa mengerjakan tes instrumen kategori berpikir

tingkat rendah. Guru harus dibiasakan membuat instrumen tes pada tataran kognitif C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta). Sehingga siswa terbiasa mengerjakan soal dengan kategori tingkat tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan Khaldun, Hanum, dan Utami (2019) dimana guru mengalami kesulitan dalam menyusun soal-soal HOTS. Soal buatan guru hanya mengukur tingkat kognitif mengingat (C1), memahami (C2), dan menerapkan (C3). Menurut Pangesti, Rina, dan Elvinawati (2021), diperoleh informasi bahwa Kurikulum 2013 saat ini menekankan pada guru yang memiliki keterampilan dalam menyusun instrumen penilaian HOTS. Berdasarkan hasil penelitian Khaldun, Hanum, dan Utami (2019) dinyatakan bahwa soal-soal HOTS dapat memacu siswa untuk berpikir mendalam materi pelajaran, dapat meningkatkan motivasi belajar, serta dapat meningkatkan kecintaan dan kepedulian terhadap daerahnya.

Penelitian Sa'adah (2019) dapat memperoleh informasi dan data terkait tingkat perkembangan kognitif siswa responden yang umumnya berusia 16-18 tahun. Menurut Nofiana dkk. (2016) menyatakan implikasi dari teori Piaget adalah instrumen yang dikembangkan disesuaikan dengan tingkat perkembangan kognitif siswa sehingga tidak terlalu sulit untuk dipahami. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nurwanah et al. (2020) menyatakan bahwa karakter siswa pada rentang usia ini memiliki kemampuan mengolah informasi yang lebih kuat, energi fisik yang cukup melimpah, dan tidak sedikit siswa yang cenderung bosan dengan kegiatan yang hanya duduk. Guru kimia di negara berkembang harus mampu menyusun lingkungan belajar agar lebih berpusat pada siswa, dan berbasis aktivitas dengan menciptakan platform pembelajaran kooperatif dan kolaboratif yang akan membantu meningkatkan prestasi akademik dan guru kimia berhenti menggunakan pedagogi yang berpusat pada guru karena kurangnya ketentuan untuk keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar-mengajar (Agwu & Nmadu, 2023).

Analisis kompetensi telah dilakukan melalui kajian terhadap kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang diharapkan dapat dicapai oleh peserta didik setelah mengikuti pembelajaran *green chemistry* pada modul ajar kimia Kemendikbud Tahun 2020. Analisis hasil belajar menghasilkan tujuan pembelajaran. Analisis materi dilakukan melalui kajian konsep materi *green chemistry* yang dirinci dalam peta konsep.

*Prototype* yang dihasilkan berupa kisi-kisi soal, soal HOTS pada materi *green chemistry* yang terdiri dari 8 soal uraian yang telah divalidasi. Hasil realisasi penyusunan instrumen dibagi menjadi lembar validasi dan angket respon pengguna. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Muchlis dan Andromeda (2020). Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian ini adalah bahwa desain sampul dan pendahuluan tidak dirancang dalam penelitian ini. Validasi dilakukan berdasarkan aspek materi, konstruksi, dan bahasa seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Hasil Validasi Soal HOTS green

Semua soal yang dikembangkan sudah sesuai dengan komponen penilaian, namun diantara ketiga aspek penilaian tersebut, aspek materi memiliki persentase paling rendah (80%), hal ini dikarenakan konsep yang digunakan masih belum akurat dan sudah direvisi menurut penilaian validator. Namun penilaian secara keseluruhan dari ketiga validator memiliki persentase yang paling tinggi yaitu 86% (konstruk), artinya semua soal yang dikembangkan memiliki kriteria sangat valid. Keseluruhan hasil validasi ini sejalan dengan hasil penelitian Musayaroh et al. (2021) yaitu validitas dilakukan terhadap lima orang validator yang terdiri dari tiga orang dosen dan dua orang guru kimia. Rata-rata hasil validasi adalah 83% pada kriteria sangat tinggi.

Validasi produk HOTS berbasis green chemistry bertujuan untuk mengetahui validitas instrumen tes yang dikembangkan. Instrumen dikatakan valid jika hasil analisisnya sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Hal ini sesuai dengan pendapat Arikunto (2010) bahwa suatu instrumen tes dikatakan valid apabila hasilnya sesuai dengan kriteria. Uji ahli menemukan masalah dan kendala dalam mengerjakan soal HOTS pada materi green chemistry dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Revisi Ahli

No	Masalah	Perbaikan
01	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Tujuan Pembelajaran 1: Mendeskripsikan pengertian kimia hijau.</li> <li>o Ada stimulus berupa wacana dari jurnal “PENDEKATAN green chemistry SUATU INOVASI DALAM PEMBELAJARAN KIMIA BERWAWASAN LINGKUNGAN”</li> <li>o Pertanyaan: Simpulkan pengertian kimia hijau dengan kritis dan kreatif</li> </ul>	Perbaikan pada pertanyaan: Buatlah rancangan pengertian <i>green chemistry</i> dengan benar.

Tabel 2 menunjukkan hasil uji reliabilitas, hasil uji validitas secara keseluruhan adalah 0,658. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian Asbupel, Damris, dan Aulia (2018) bahwa nilai validitas yang diperoleh juga sangat tinggi yaitu 0,82. Menurut Azwar (2008) mengatakan bahwa validitas dinyatakan dengan koefisien reliabilitas yang berkisar antara 0-1,00. Semakin dekat koefisien reliabilitas ke 1,00, semakin tinggi reliabilitasnya. Instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama, dapat menghasilkan data yang sama (Sigoyono, 2010).

Tabel 2. Uji Validitas

Nomor Soal	Ujih Validitas Pearson	r-tabel	Ketengan
01	0,790	0,361	valid
02	0,610	0,361	valid
03	0,691	0,361	valid
04	0,621	0,361	valid
05	0,612	0,361	valid
06	0,575	0,361	valid
07	0,695	0,361	valid
08	0,673	0,361	valid

Hasil validitas pada tabel 2 tentunya masih tergolong rendah dan kurang memuaskan. Menurut Arifin dan Retnawati (2017) hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, 1) keterbatasan konseptual, 2) keterbatasan penalaran, 3) keterbatasan berpikir, dan 4) keterbatasan keterampilan dalam memecahkan suatu masalah. Menurut Desilva et al. (2020) faktor-faktor tersebut menyebabkan siswa belum mampu berpikir tingkat tinggi dalam mengerjakan soal dan mengarah pada pengujian aspek memori serta belum berhubungan dengan melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Tabel 3 Daya Beda Butir

Nomor Soal	Daya pembeda butir	Ketengan
01	0,35	Soal diterima
02	0,30	Soal diterima
03	0,30	Soal diterima
04	0,27	Soal diterima
05	0,30	Soal diterima
06	0,30	Soal diterima
07	0,32	Soal diterima
08	0,25	Soal diterima

Siswa minim dilatih untuk menyelesaikan soal-soal yang mengukur HOTS berbasis green chemistry. Hal ini terlihat dari soal tes yang digunakan pada materi green chemistry untuk menilai hasil belajar. Soal yang digunakan masih berkisar pada aspek kognitif mengingat (C1), memahami (C2), dan menerapkan (C3). Berdasarkan uji coba di atas, maka perlu dilakukan latihan soal-soal HOTS. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nisa dan Triesninda (2021) bahwa perlunya soal HOTS untuk ulangan harian, UTS, dan UAS. Hal ini untuk melatih daya pikir siswa yang tinggi agar terbiasa mengerjakan soal-soal HOTS. Agar siswa banyak berlatih mengerjakan soal-soal HOTS, maka guru harus menyiapkan soal-soal ulangan harian berbasis HOTS, UTS, dan UAS. Respon guru terhadap soal HOTS adalah 4,445 dengan kriteria sangat setuju. Revisi dilakukan berdasarkan komentar, saran, dan perbaikan setelah kegiatan validasi. Berikut salah satu komponen revisi oleh validator dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis daya pembeda menurut Bagiyono (2017) Tujuan analisis daya pembeda adalah untuk mengetahui mampu atau tidaknya suatu butir soal mampu membedakan antara siswa yang berkemampuan tinggi dan siswa yang berkemampuan rendah. Daya pembeda soal dapat dilihat dari

Tabel 3. Menurut Jayanti (2020), soal yang digunakan adalah soal yang memiliki daya pembeda yang baik, atau minimal memiliki daya pembeda yang cukup. Daya pembeda soal HOTS pada green chemistry sejalan dengan hasil penelitian Dewi et al. (2021) yaitu antara 0,3 – 0,7.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengembangan soal HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) pada materi green chemistry dinyatakan sangat valid oleh tiga orang validator ahli materi. Bentuk soal HOTS pada materi *green chemistry* berupa uraian atau uraian yang terdiri dari 8 soal. Instrumen asesmen yang dikembangkan berupa uraian terbatas berdasarkan kompetensi HOTS. Analisis butir meliputi validitas isi, validitas konstruk, validitas empiris, reliabilitas, indeks kesukaran, dan daya pembeda butir. Hasil penelitian menunjukkan validasi valid (83%) dari aspek materi, konstruk, dan bahasa. Penilaian uji coba siswa kelas XI validitas Person 0,658 dan rata-rata daya pembeda 0,298 kategori baik, dengan demikian instrumen penilaian HOTS materi *green chemistry* dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini didanai oleh DIPA Universitas Sriwijaya dengan Nomor Kontrak 0164.44/UN9/SB3.LP2M.PT/2022 dan Sesuai SK Rektor No.0017/UN9.3.I/ SK.LP2M.PT/2022 Tanggal 15 Juni 2022.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Agwu, U.D., & Nmadu, J. (2023). Students' interactive engagement, academic achievement and self concept in chemistry: an evaluation of cooperative learning pedagogy. *Chemistry Education Research and Practice, Advance Article*. DOI: <https://doi.org/10.1039/D2RP00148A>
- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing The Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 43: 131-142.
- Anastas, P., & Warner, J.C. (1998). *green chemistry, Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Anderson, L.W., dan Krathwohl, D.R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assesing; A revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives*. New York: Addison Wesley Lonman Inc.
- Anggraini, D. (2018). Pengembangan Soal Kimia Berbasis Berpikir Tingkat Tinggi Materi Hidrolisis Garam Kelas XI SMA. *Skripsi*. Indralaya: FKIP UNSRI.
- Arifin, Z. (2013). *Evaluasi Pembelajaran: Prinsip-Teknik-Prosedur*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta
- Ariyana, Y., Ari, P., Reisky, B., dan Zamroni. (2018). *Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Asbupel, F., Damris, & Sanova, A. (2018). Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Kimia. FKIP Universitas Jambi:1-11.
- Asrul., Ananda, R., dan Rosnita. (2014). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Ciptapustaka Media.
- Azwar, S. (2008). *Sikap manusia: Teori dan pengukurannya (ed.4)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bagiyono. (2017). ANALISIS TINGKAT KESUKARAN DAN DAYA PEMBEDA BUTIR SOAL UJIAN PELATIHAN RADIOGRAFI TINGKAT 1. *Widyanyuklida*, 16(1), 1-12.

- Boston, C. (2002). The Concept of Formative Assessment. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 8(9), 1-4. DOI: <https://doi.org/10.7275/kmcq-dj31>
- Desilva, D., Sakti, dan Medriati. (2020). Pengembangan Instrumen Penilaian Hasil Belajar Fisika Berorientasi HOTS (Higher Order Thinking Skills) pada materi elastisitas dan hukum hooke. *Jurnal kumparan fisika*, 3(1): 41-50.
- Dewi, P., R, Elvia, dan Elvinawati. (2021). Pengembangan Butir Soal HOTS untuk Menguji Kemampuan Berpikir Tinggi Siswa di MA Negeri 2 Kota Bengkulu. *ALOTROP: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 5(2): 141-148.
- Effendi, R. (2017). Konsep Revisi Taksonomi Bloom dan Implementasinya pada Pelajaran Matematika SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*. 2(1): 72 – 78.
- Fives, H., & DiDonato-Barnes, N. (2013). Classroom Test Construction: The Power of a Table of Specifications. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 18(3), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.7275/cztt-7109>
- Grieger, K., Schiro, A., & Leontyev, A. (2022). Development of the Assessment of Student Knowledge of green chemistry Principles (ASK-GCP). *Chemistry Education Research and Practice*, 23, 531-544.
- Gunawan, A. W. (2003). *Genius Learning Strategy: Petunjuk praktis untuk Menerapkan Accelerated Learning*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hadi, S., dan Novaliyosi. (2019). TIMSS Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional & Call For Pappers*. Siliwangi: Universitas Siliwangi.
- Harnanto, A., dan Ruminten. (2009). *Kimia*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Heong, Y. M., Yunos, J. M., Othman, W., Hassan, R., Kiong, T. T., & Mohamad, M. M. (2012). The Needs Analysis of Learning Higher Order Thinking Skills for Generating Ideas. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 197–203. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.265>
- Heru, M., & Suparno. (2019). The Development of Reasoned Multiple Choice Test in Interactive Physics Mobile Learning Media (PMLM) of Work and Energy Material to Measure High School Students' HOTS. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 9(2), 141-150.
- Hidayah, I., Isnarto., Masrukan., Asikin, M., & Margunani. (2021). Quality Management of Mathematics Manipulative Products to Support Students' Higher Order Thinking Skills. *International Journal of Instruction*, 14(1), 537-554. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14132a>
- Ichsan, I., Iriani, E., & Hermawati, F. (2018). PENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI (HIGHER ORDER THINKING SKILLS) PADA SISWA SEKOLAH DASAR MELALUI VIDEO BERBASIS KASUS PENCEMARAN LINGKUNGAN. *Edubiotik : Jurnal Pendidikan, Biologi Dan Terapan*, 3(02), 12-18. <https://doi.org/10.33503/ebio.v3i02.175>
- Jayanti, E. (2020). Instrumen Tes Higher Order Thinking Skills pada Materi Kimia SMA. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 4(2): 135-149
- Juhanda, A. (2016). Analisis Soal Jenjang Kognitif Taksonomi Bloom Revisi Pada Buku Sekolah Elektronik (BSE) Biologi SMA. *Jurnal Pengajaran MIPA*. 21(1): 61-66.
- Khaldun, I., Hanum, L., & Utami, S.D. (2019). Pengembangan soal kimia higher order thinking skills berbasis komputer dengan wondershare quiz creator materi hidrolisis garam dan larutan penyangga. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 7(2), 132-142.
- Kumala, F. N., Ghufron, A., & Pujiastuti, P. (2022). Elementary school teachers' TPACK profile in science teaching based on demographic factors. *International Journal of Instruction*, 15(4), 77-100. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1545a>
- Kunandar. (2014). *Penilaian Autentik*. Jakarta: Rajawali Press.
- Masidjo. (1995). *Penilaian Pencapaian Hasil Belajar Siswa di Sekolah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Marzano, R.J., Pickering, D.J., et al. (1997). *Dimension of Teaching Manual*. USA: Desktop Publisher.
- Muchlis, I.P., & Andromeda. (2020) Pengembangan Instrumen Tes Berbasis Higher Order Thinking Skill pada Materi Hidrolisis Garam untuk Siswa SMA/MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan*, 4 (2), 218-225.
- Nahlik, P., Kempf, L., Giese, J., Kojak, E., & Daubenmire, P.L. (2022). Developing green chemistry educational principles by exploring the pedagogical content knowledge of secondary and pre-secondary school teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 24, 283-298.
- Nofiana, M., Sajidan, dan Karyanto, P. (2016). Pengembangan Instrumen Evaluasi Higher Order

- Thinking Materi Kingdom Plantae. *Pedagogi Hayati*, 1(1): 46-53
- Oriondo, L.L., & Antonio, E.M.D. (1984). *Evaluating Educational Outcome (Test, Measurement, and Evaluating)*. Philippine: Rex Book Store, Inc.
- Pratiwi, I. (2019). Efek Program PISA terhadap Kurikulum di Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. 4(1): 51-71.
- Putri, V.N.A. (2019). Analisis *High Order Thinking Skill (HOTS)* Calon Guru pada Permasalahan Turunan dan Penerapannya. *Skripsi*. Yogyakarta : USD.
- Raihan. (2017). *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Universitas Islam Jakarta.
- Redmond, P., & Lock, J. (2019). Secondary pre-service teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK): What do they really think?. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(3), 45-54. DOI:10.14742/AJET.4214
- Ramnarain, U., Dlamini, T., Bansal, G., & Dhurumraj, T. (2022). Life Sciences teachers' practices of informal formative assessment in inquiry-based teaching. *International Journal of Science Education*, 44(18), 2745-2762. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2150986>
- Sa'adah, M. (2019). Studi komparatif reformasi pendidikan di Singapura dan Indonesia. *Jurnal Pembangunan dan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, 7(1), 70-79.
- Saido, G. M., Siraj, S., Nordin, A. B. B., & Al-Amedy, O. S. (2015). Higher Order Thinking Skills among Secondary School Students in Science Learning. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 3, 13-20.
- Scully, D. (2017). Constructing Multiple-Choice Items to Measure Higher-Order Thinking. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 22(4), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.7275/swgt-rj52>
- Setiawan, H., Dafik, D., & Lestari, N. D. S. (2014). SOAL MATEMATIKA DALAM PISA KAITANNYA DENGAN LITERASI MATEMATIKA DAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI. PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA 2014, 1(2).
- Sharma, S.K., Chaudhary,A., dan Singh, R.V., 2008, Gray Chemistry Versus green chemistry: Challenges and Opportunities, *Rasayan J.Chem.*, 1, 1, 68-92.
- Sukardiyono, & Rosana, D. (2018). Utilization of indonesian megabiodiversity for integrated science learning with nationalism values to develop concepts understanding and soft security among students of border areas. *Journal of Science Education Research*, 2(2), 56-65.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Model Rasch Pada Assessment Pendidikan*. Cimahi: Trim Komunikata Publishing House.
- Suryaman, M. (2020). Orientasi Pengembangan Kurikulum Merdeka Belajar. Prosiding Seminar Daring Nasional: Pengembangan Kurikulum Merdeka Belajar Program Studi Pendidikan Bahasa Indonesia, 21 Oktober 2020. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/semiba/issue/view/956/>
- Wahyuningtyas, N., & Ratnawati, N. (2018). WORKSHOP PENGEMBANGAN SOAL HIGHER ORDER THINKING SKILL (HOTS) BAGI GURU-GURU MGMP IPS KABUPATEN MALANG PELATIHAN PENYUSUNAN. *Jurnal Praksis dan Dedikasi Sosial*, 1(2), 73-79.
- Wikanta, W., & Susilo, H. (2022). Higher Order Thinking Skills Achievement for Biology Education Students in Case-Based Biochemistry Learning. *International Journal of Instruction*, 15(4), 835-854. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15445a>
- Yen, T. S., & Halili, S. H. (2015). Effective Teaching Of Higher-Order Thinking (Hot) In Education. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, 3(2), 7.