



VALIDASI SOAL BERBASIS STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS) UNTUK CALON GURU BIOLOGI

Ifa Seftia Rakhma Widiyanti¹, Anggun Winata², Sri Cacik³

Program Studi Pendidikan Biologi
Universitas PGRI Ronggolawe Tuban
Email Penulis Korespondensi: ifaseftia@gmail.com,

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 30 Juli 2021
Direvisi 31 Oktober 2021
Disetujui 31 Oktober 2021

Keywords:

science
technology
engineering
mathematics
biology

Abstract

This study is to develop questions based STEM for students, they are categorized as development research (R & D). The product of this research is aimed at Biology Education students of the University of PGRI Ronggolawe Tuban (UNIROW) class 2017. The research time was started from April 2020 to July 2020. The Dick and Carey development model was chosen as the design of this research. The Dick and Carey research design consists of 7 steps of implementing a research and development strategy. This research design is used because it is more specific in its development. In the early stages of the research, research was carried out, namely the research stage or literature study to obtain information about the product needs to be developed. The development stage used consists of ten stages, namely (1) needs analysis, (2) question based STEM form analysis, (3) material analysis with the skills to be achieved, (4) formulating skills achievement goals, (5) developing STEM-based questions, (6) validation of questions based STEM, (7) revision of questions based STEM. These products have not been tested extensively because they have been hampered by the Covid-19 pandemic. The questions based STEM developed were essay questions consisting of pretest questions, practice questions, and posttest questions. Each question shows one of the STEM ability profiles. The validation results show that all aspects of the assessment have very good criteria. The aspect that got the highest percentage score was the content suitability aspect with a score percentage of 84.38%. While the aspect that got the lowest score percentage was the graphic aspect with a score percentage of 82.14%. The language aspect got a score percentage of 82.50%.

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengembangkan soal-soal berbasis STEM untuk mahasiswa sehingga dikategorikan sebagai penelitian pengembangan (R & D). Produk penelitian ini ditujukan untuk mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas PGRI Ronggolawe Tuban (UNIROW) angkatan 2017. Waktu penelitian dimulai bulan April tahun 2020 sampai dengan bulan Juli tahun 2020. Model pengembangan Dick and Carey dipilih sebagai desain penelitian ini. Desain penelitian pengembangan Dick and Carey terdiri dari 7 langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan. Desain penelitian ini digunakan karena lebih spesifik dalam pengembangannya. Pada tahap awal penelitian dilaksanakan *research* yaitu tahapan penelitian atau studi literatur untuk mendapatkan informasi tentang kebutuhan produk yang akan dikembangkan. Tahap pengembangan yang digunakan terdiri dari sepuluh tahapan yaitu (1) analisis kebutuhan, (2) analisis bentuk soal berbasis STEM, (3) analisis materi dengan keterampilan yang ingin dicapai, (4) merumuskan tujuan pencapaian keterampilan, (5) mengembangkan soal berbasis STEM, (6) validasi soal berbasis STEM, (7) revisi soal berbasis STEM. Produk ini belum diujicobakan secara luas karena terhambat pandemi Covid-19. Soal-soal berbasis STEM yang dikembangkan berupa soal esai yang terdiri dari soal *Pretest*, soal Latihan, dan soal *Posttest*. Setiap soal menunjukkan salah satu profil kemampuan STEM. Berdasarkan hasil validasi dapat diketahui bahwa semua aspek penilaian mendapatkan kriteria sangat baik. Aspek yang mendapatkan persentase skor tertinggi adalah aspek kesesuaian isi dengan persentase skor sebesar 84,38 %. Sedangkan aspek yang mendapatkan persentase skor terendah adalah aspek kegrafikan dengan persentase skor sebesar 82,14 %. Aspek kebahasaan mendapatkan persentase skor sebesar 82,50 %.

PENDAHULUAN

Rumusan paradigma pendidikan nasional abad 21 antara lain sebagai berikut, (1) orientasi pendidikan kita merujuk pada ilmu pengetahuan matematika, sains alam, sains sosial, dan kemanusiaan dengan keseimbangan yang wajar; (2) pendidikan bukan hanya membuat seorang mahasiswa berpengetahuan, melainkan juga menganut sikap keilmuan, yaitu kritis, logis, analitis dan kreatif, namun disertai pula dengan kemampuan beradaptasi. (3) penanaman jiwa kemandirian pada setiap jenjang pendidikan, kemandirian dalam melakukan kerjasama yang saling menghargai dan menghormati (BSNP, 2010). Secara umum keterampilan abad 21 terbagi kepada tiga keterampilan, yaitu *Learning and Innovation Skills* (Keterampilan Belajar dan Berinovasi), *Information, Media, and Technology Skills* (Keterampilan Teknologi dan Media Informasi) dan *Life and Career Skills* (Keterampilan Hidup dan Berkarir) (Trilling & Fadel, 2009). Salah satu pembelajaran yang dapat mengintegrasikan keterampilan abad 21 yaitu STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). STEM adalah pendekatan dalam pendidikan di mana Sains, Teknologi, Teknik, Matematika terintegrasi dengan proses pendidikan. Penggunaan pendekatan STEM dalam bidang pendidikan memiliki tujuan untuk mempersiapkan mahasiswa agar dapat bersaing dan siap untuk bekerja sesuai bidang yang ditekuninya. Tujuan utama dari STEM adalah sebuah usaha untuk menunjukkan pengetahuan yang bersifat holistik antara subjek STEM (Laisnima & Siregar, 2020). Hasil penelitian Bybee menunjukkan bahwa dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, pendidikan STEM bertujuan mengembangkan mahasiswa yang STEM literate. STEM memberi peluang untuk menunjukkan kepada mahasiswa bahwa konsep, prinsip, dan teknik dari STEM digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, definisi STEM diadopsi sebagai pendekatan interdisiplin pada pembelajaran (Reeve, 2013). Dalam pembelajaran berbasis STEM mahasiswa menggunakan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam konteks nyata yang menghubungkan sekolah, dunia kerja, dan dunia global guna mengembangkan literasi STEM yang memungkinkan mahasiswa mampu bersaing dalam abad ke-21 (Djulia et al., 2020).

Pendidikan STEM juga dapat mengembangkan keterampilan abad 21 (Mu'minah & Aripin, 2019). Manfaat pendidikan STEM meliputi: pelatihan terintegrasi dalam "topik", bukan mata pelajaran, menggunakan pengetahuan ilmiah dan teknis dalam kehidupan nyata, mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, meningkatkan kepercayaan diri, komunikasi aktif dan kerja tim, mengembangkan minat dalam disiplin teknis, pendekatan kreatif dan inovatif untuk proyek, jembatan antara pendidikan dan karier, mempersiapkan anak-anak untuk inovasi teknologi dalam hidup mereka (Arif et al., 2012). Fan & Yu (Fan & Kuang-Chao, 2016) berpendapat bahwa pendidikan STEM tidak hanya menjadi isu penting dalam pendidikan Amerika, banyak negara juga fokus pada reformasi kurikulum mereka. Saat ini pendidikan STEM telah dilakukan di Finlandia, Amerika dan Australia (sejak 10 tahun lalu), menyusul Vietnam, China, Malaysia, dan Filipina. Studi tentang STEM telah dilakukan di banyak luar negeri dan ada dampak positif dari mereka (Ong et al., 2016), (Shahali et al., 2016), (Gnagey & Lavertu, 2016), (Tiryaki et al., 2019), (Smith et al., 2015). Tinjauan literatur sistematis tentang persepsi guru tentang pendidikan STEM yang dilakukan oleh (Margot & Kettler, 2019). Sementara itu Thibaut (Thibaut et al., 2018) telah melakukan tinjauan sistematis tentang Praktik Instruksional Pendidikan STEM Terpadu di Pendidikan Menengah. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: 1) Pendidikan STEM di Indonesia dilaksanakan dengan menggunakan model pembelajaran: *Project Based Learning* (PjBL), 6E, pembelajaran berbasis penilaian HOTS, inkuiri, Think Pair Share (TPS), *Problem Based Learning* (PBL), pembelajaran berbasis game android, digital dan pembelajaran berbasis buku siswa. PjBL merupakan model pembelajaran yang paling banyak digunakan dalam pelaksanaan pendidikan STEM di Indonesia 2) Pendidikan STEM di Indonesia dilakukan di SD, SMP dan SMA, namun sangat terbatas di tingkat universitas, 3) Pendidikan STEM di Indonesia sudah efektif terhadap hasil belajar siswa: literasi sains, berpikir kreatif, berpikir kritis, sikap, HOTS, karakter, prestasi, pemecahan masalah, dan keterampilan abad 21. Oleh karena itu, penelitian tentang pendidikan STEM yang terintegrasi dengan model pembelajaran lain di tingkat universitas diperlukan untuk penelitian lebih lanjut. Berdasarkan hasil survei bahwa di prodi Pendidikan Biologi UNIROW belum ada pembelajaran dan bahan ajar yang berbasis STEM sehingga peneliti mengembangkan soal-soal berbasis STEM, yang selanjutnya dapat dijadikan dasar untuk pengembangan perangkat pembelajaran berbasis STEM.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan soal-soal berbasis STEM untuk mahasiswa sehingga dikategorikan sebagai penelitian pengembangan (R & D) (Sugiyono, 2008). Produk penelitian ini ditujukan untuk mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas PGRI Ronggolawe Tuban (UNIROW) angkatan 2017. Waktu

penelitian dimulai bulan April tahun 2021 sampai dengan bulan Juli tahun 2021. Model pengembangan Dick and Carey dipilih sebagai desain penelitian ini (Aji, 2016). Desain penelitian pengembangan Dick and Carey terdiri dari 7 langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan. Desain penelitian ini digunakan karena lebih spesifik dalam pengembangannya. Pada tahap awal penelitian dilaksanakan *research* yaitu tahapan penelitian atau studi literatur untuk mendapatkan informasi tentang kebutuhan produk yang akan dikembangkan. Proses pengembangan yang digunakan terdiri dari tujuh tahapan yaitu (1) analisis kebutuhan, (2) analisis bentuk soal berbasis STEM, (3) analisis materi dengan keterampilan yang ingin dicapai, (4) merumuskan tujuan pencapaian keterampilan, (5) mengembangkan soal berbasis STEM, (6) validasi soal berbasis STEM, (7) revisi soal berbasis STEM. Soal-soal berbasis STEM belum diujicobakan secara luas karena terhambat pandemi *Covid-19*.

Kevalidan soal-soal berbasis STEM dihitung dengan persentase dari hasil validasi yang diperoleh berdasarkan perhitungan skala Likert yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Likert Kriteria Soal

| Kriteria | Skor |
|-------------|------|
| Baik Sekali | 4 |
| Baik | 3 |
| Cukup Baik | 2 |
| Tidak Baik | 1 |

Rumus persentase kevalidan:

$$P\% = \frac{\text{jumlah skor diperoleh}}{\text{jumlah skor total}} \times 100\%$$

Tabel 2. Persentase Kriteria Soal

| Persentase | Kriteria |
|--------------|-------------|
| 21 % - 40 % | Tidak Baik |
| 41 % - 60 % | Cukup Baik |
| 61 % - 80 % | Baik |
| 81 % - 100 % | Baik Sekali |

Berdasarkan kriteria di atas maka soal-soal berbasis STEM dikatakan valid jika mencapai rentang penilaian $\geq 61\%$ dengan kriteria baik (Arikunto, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan

Pengembangan soal berbasis STEM berawal dari tujuan literasi sains untuk peserta didik supaya siap menghadapi Revolusi Industri 4.0 (Wang et al., 2011). Selain itu, latar belakang dikembangkannya soal berbasis STEM diperoleh dari analisis buku ajar yang belum dilengkapi soal-soal belum berbasis STEM dan belum ada pembelajaran berbasis STEM di Program Studi Pendidikan Biologi UNIROW Tuban.

Analisis Bentuk Soal berbasis STEM

Soal-soal berbasis STEM yang dikembangkan berupa soal esai yang terdiri dari soal *Pretest*, soal Latihan, dan soal *Posttest*. Setiap soal menunjukkan salah satu profil kemampuan STEM. Semua skor soal akan mendapatkan skor total 100.

Analisis Materi dengan Keterampilan yang Ingin Dicapai

Soal-soal berbasis STEM yang dikembangkan berdasarkan materi di dalam mata kuliah Biologi Terapan. Soal-soal yang disajikan terkait dengan produk Biologi terapan pada beberapa bidang, antara lain tanaman, hewan, manusia, industri, kesehatan, dan lingkungan.

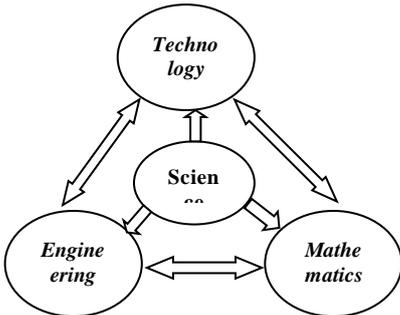
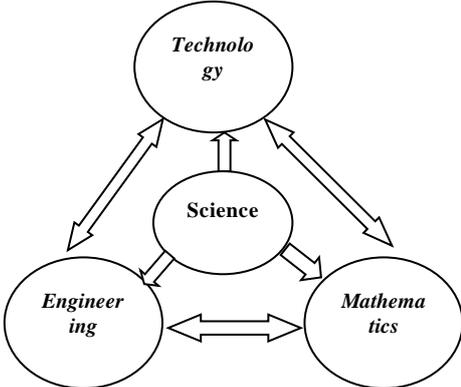
Merumuskan Tujuan Pencapaian Keterampilan

Analisis indikator STEM sesuai dengan capaian pembelajaran pada mata kuliah konsep Biologi Terapan untuk mahasiswa Pendidikan Biologi yaitu mata kuliah ini memberikan gambaran tentang penerapan dan pemanfaatan biologi dalam bidang pertanian (mencakup budidaya tanaman pangan dan hortikultura), peternakan, kehutanan, bidang kesehatan (biofarmasi, obat herbal), bidang lingkungan dan energi, serta bidang industri; dalam bentuk teori, penugasan lapangan, dan praktek.

Mengembangkan Soal Berbasis STEM

Setelah melalui tahap-tahap di atas, ditentukan bentuk soal berbasis STEM berupa soal esai yang dilengkapi dengan kisi-kisi soal, kunci jawaban, dan pedoman penskoran. Terdapat beberapa revisi dari hasil validasi. Revisi yang dilakukan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Revisi Validasi

| No. | Komponen | Sebelum Revisi | Setelah Revisi |
|-----|-------------------------|--|---|
| 1. | Kalimat soal diperjelas | <p>Lengkapilah bagan STEM Biologi Terapan pada Bidang Industri tetap berikut ini!</p>  | <p>Lengkapilah bagan STEM Biologi Terapan pada Bidang Industri tetap berikut ini!</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada kolom <i>Science</i> isi dengan Biologi terapan pada bidang industri! 2. Pada kolom <i>Technology</i> sebutkan teknologi manual yang diterapkan pada bidang industri yang terkait dengan Biologi! 3. Pada kolom <i>Engineering</i> sebutkan teknologi mesin yang diterapkan pada bidang industri yang terkait dengan Biologi! 4. Pada kolom <i>Mathematics</i> sebutkan perhitungan yang diterapkan pada bidang industri yang terkait dengan Biologi!  |

2. Tambahkan jenjang pada soal sehingga jawaban mahasiswa lebih terarah Rancanglah praktikum Biologi tentang Biologi Terapan! Rancanglah praktikum Biologi di tingkat SMP tentang Biologi Terapan!

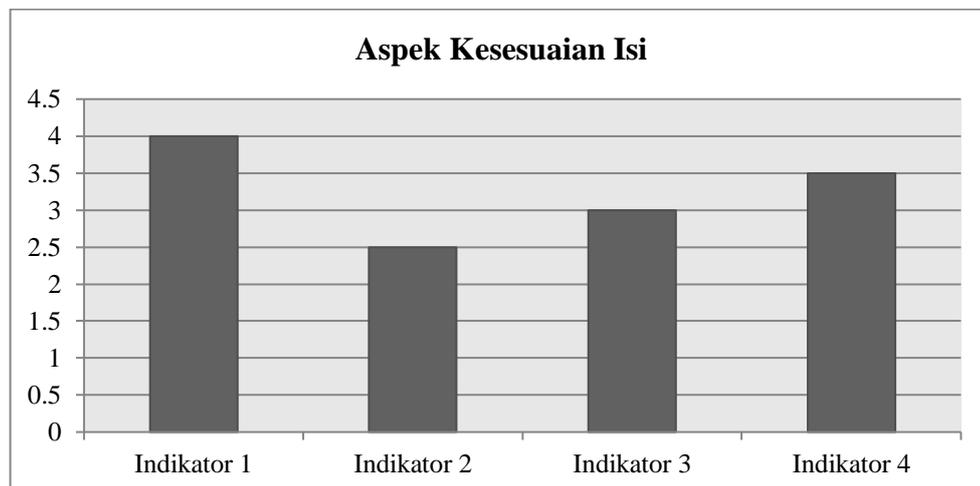
Aspek Kesesuaian Isi

Data hasil validasi pada aspek kesesuaian isi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi pada Aspek Kesesuaian Isi

| No | Indikator Penilaian | Penilaian Validator | | Rata-rata |
|----|--|---------------------|----|-----------|
| | | I | II | |
| 1 | Kesesuaian soal STEM dengan SK-KD | 4 | 4 | 1 |
| 2 | Kejelasan setiap petunjuk pada lembar soal berbasis STEM | 2 | 3 | 2 |
| 3 | Pertanyaan dalam soal berbasis STEM sesuai dengan materi pembelajaran | 3 | 3 | 3 |
| 4 | Soal-soal berbasis STEM memberikan kesempatan untuk mengetahui profil STEM mahasiswa | 3 | 4 | 4 |

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 4 maka dapat dibuat Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Validasi Aspek Kesesuaian Isi

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 1, indikator 1 memperoleh skor maksimal dari validator. Skor terendah diperoleh pada indikator 2 yaitu kejelasan setiap petunjuk pada lembar soal berbasis STEM. Saran dari validator, peneliti seharusnya memberikan petunjuk yang jelas untuk mengerjakan soal-soal berbasis STEM sehingga mahasiswa tidak kesulitan saat mengerjakan soal-soal berbasis STEM. Rata-rata validasi aspek kesesuaian isi sebesar 81,25 % dengan kriteria baik sekali.

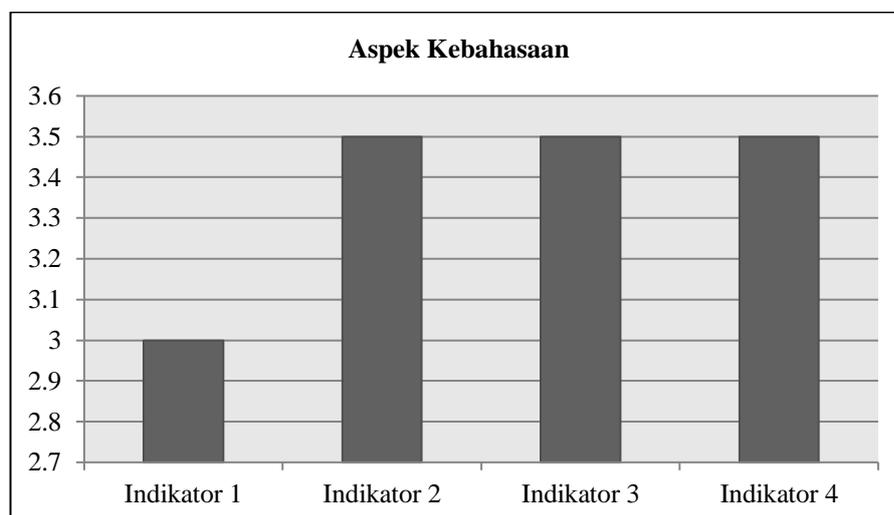
Aspek Kebahasaan

Hasil validasi pada aspek kebahasaan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penilaian Validator pada Aspek Kebahasaan

| No. | Indikator Penilaian | Penilaian Validator | | Rata-rata |
|-----|---|---------------------|----|-----------|
| | | I | II | |
| 1. | Struktur kalimat pada setiap soal mudah dipahami | 2 | 4 | 3 |
| 2. | Kalimat yang digunakan dalam soal sesuai dengan kaedah Bahasa Indonesia | 3 | 4 | 3,5 |
| 3. | Bahasa yang digunakan dalam soal komunikatif | 3 | 4 | 3,5 |
| 4. | Pemilihan tata bahasa soal sesuai dengan tingkat intelektual mahasiswa | 3 | 4 | 3,5 |

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 5 maka dapat disajikan dalam bentuk Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Validasi Aspek Kebahasaan

Rata-rata hasil validasi untuk indikator 2, 3, dan 4 sebesar 3,5 pada aspek kebahasaan. Soal-soal yang akan digunakan oleh dosen, observer, dan mahasiswa telah memenuhi aspek kebahasaan antara lain, kalimat di dalam perangkat pembelajaran mudah dipahami, sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar, komunikatif, dan sesuai dengan tingkat intelektual mahasiswa. Persentase sebesar 84,38% dengan kriteria baik sekali diperoleh pada aspek kebahasaan.

Aspek Komponen Kegrafikan

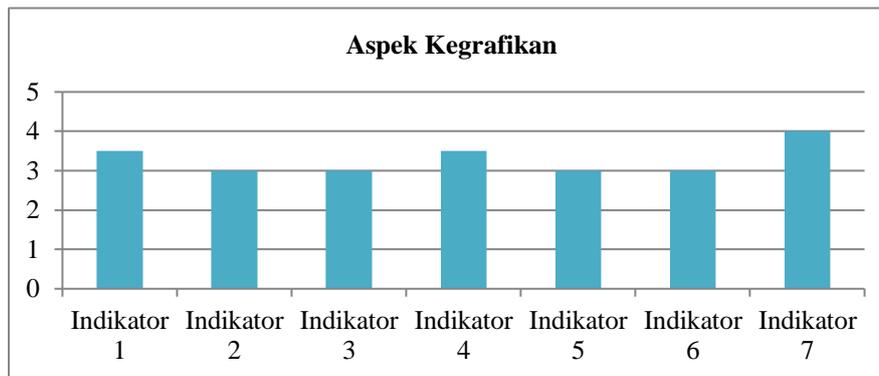
Hasil validasi pada aspek kegrafikan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Penilaian Validator pada Aspek Kegrafikan

| No | Indikator Penilaian | Penilaian Validator | | Rata-rata |
|----|---|---------------------|----|-----------|
| | | I | II | |
| 1 | Kesesuaian dalam pemilihan jenis huruf dan angka pada lembar soal | 3 | 4 | 1 |
| 2 | Kemenarikan dalam desain pada lembar berbasis STEM | 2 | 4 | 2 |
| 3 | Proporsionalitas tata letak teks dan gambar dalam lembar soal berbasis STEM | 2 | 4 | 3 |

| No | Indikator Penilaian | Penilaian Validator | | Rata-rata |
|----|--|---------------------|----|-----------|
| | | I | II | |
| 1 | Kesesuaian dalam pemilihan jenis huruf dan angka pada lembar soal | 3 | 4 | 1 |
| 4 | Kemenarikan pemilihan gambar pada soal berbasis STEM | 3 | 4 | 4 |
| 5 | Komposisi warna pada soal berbasis STEM | 3 | 3 | 5 |
| 6 | Keterpaduan ilustrasi dengan huruf, warna serta layout | 3 | 3 | 6 |
| 7 | Ketersediaan ruang untuk menulis maupun menggambar pada lembar jawab berbasis STEM | 4 | 4 | 7 |

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 6 maka disajikan Gambar 3.



Gambar 3. Aspek Kefrafikan

Aspek kegrafikan disajikan pada lembar validasi supaya lembar soal yang digunakan mahasiswa lebih menarik. Indikator 7, yaitu ketersediaan ruang untuk menulis dan menggambar pada lembar jawab berbasis STEM diapresiasi oleh validator. Ruang menulis dan menggambar dapat digunakan mahasiswa untuk mengembangkan kreatifitas dan keterampilan komunikasi mahasiswa dalam bentuk tulisan. Skor 3,5 diperoleh pada aspek 1 dan 4, yaitu kesesuaian pemilihan huruf/ angka pada lembar soal dan kemenarikan gambar dalam LKM. Indikator 2, 3, 5, dan 6 memperoleh skor 3. Aspek kegrafikan memperoleh persentase sebesar 82, 14 % dengan kriteria baik sekali.

Berdasarkan hasil validasi maka dapat diketahui bahwa semua aspek penilaian mendapatkan kriteria sangat baik. Aspek yang mendapatkan persentase skor tertinggi adalah aspek kesesuaian isi dengan persentase skor sebesar 84, 38 %. Sedangkan aspek yang mendapatkan persentase skor terendah adalah aspek kegrafikan dengan persentase skor sebesar 82, 14 %. Aspek kebahasaan mendapatkan persentase skor sebesar 82, 50 %.

SIMPULAN

Soal-soal berbasis STEM yang dikembangkan berupa soal esai yang terdiri dari soal *Pretest*, soal Latihan, dan soal *Posttest*. Setiap soal menunjukkan salah satu profil kemampuan STEM. Hasil validasi maka dapat diketahui bahwa semua aspek penilaian mendapatkan kriteria sangat baik. Aspek yang mendapatkan persentase skor tertinggi adalah aspek kesesuaian isi dengan persentase skor sebesar 84, 38 %. Sedangkan aspek yang mendapatkan persentase skor terendah adalah aspek kegrafikan dengan persentase skor sebesar 82, 14 %. Aspek kebahasaan mendapatkan persentase skor sebesar 82, 50 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, W. N. (2016). Model Pembelajaran Dick and Carrey dalam Pembelajaran Bahasa dan Sastra Indonesia. *Kajian Linguistik Dan Sastra*, 1(2), 119–126.
- Arif, A. M., Natsir, U., & Fatmawaty, S. (2012). Sifat Anti Rayap Dari Ekstrak Ijuk Aren *Arenga pinnata* Merr. *Jurnal Parrenial*, 3, 15–18.
- Arikunto, S. (2012). Dasar-dasar evaluasi pendidikan edisi 2. *Jakarta: Bumi Aksara*.
- Djulia, E., Hasruddin, H., Arwita, W., Simatupang, Z., Brata, W. W. W., Sipayung, M., Aryeni, A., Amrizal, A., Simatupang, H., & Rezeqi, S. (2020). *Evaluasi Pembelajaran Biologi*. Yayasan Kita Menulis.
- Fan, S.-C., & Kuang-Chao, Y. (2016). Core value and implementation of the science, technology, engineering, and mathematics curriculum in technology education. *Jiaoyu Kexue Yanjiu Qikan*, 61(2), 153.
- Gnagey, J., & Lavertu, S. (2016). The impact of inclusive STEM high schools on student achievement. *AERA Open*, 2(2), 2332858416650870.
- Laisnima, L., & Siregar, T. (2020). *MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS (STEM) UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR DAN KETERAMPILAN PROSES PESERTA DIDIK PADA MATERI REDOKS DAN SEL ELEKTROLISIS*.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–16.
- Mu'minah, I. H., & Aripin, I. (2019). Implementasi Pembelajaran IPA Berbasis STEM Berbantuan ICT untuk Meningkatkan Keterampilan Abad. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 8(2), 28–35.
- Ong, E. T., Aminah, A., Ibrahim, M. N., Adnan, M., Shariff, J., & Ishak, N. (2016). The effectiveness of an in-service training of early childhood teachers on STEM integration through Project-Based Inquiry Learning (PIL). *Journal of Turkish Science Education*, 13(special), 44–58.
- Reeve, J. (2013). How students create motivationally supportive learning environments for themselves: The concept of agentic engagement. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 579.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2016). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189–1211.
- Smith, K. L., Rayfield, J., & McKim, B. R. (2015). Effective Practices in STEM Integration: Describing Teacher Perceptions and Instructional Method Use. *Journal of Agricultural Education*, 56(4), 183–203.
- Sugiyono. (2008). *Metode penelitian pendidikan: (pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R & D)*. Alfabeta.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., & De Cock, M. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.
- Tiryaki, A., Caki, O., & Yaman, Y. (2019). The Effects of the Program Including Differentiated STEM Applications Based on the Parallel Curriculum Model on the Critical Thinking Skills, Creativity and

Attitudes of Gifted and Talented Students. *Vol*, 8, 1226–1230.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills, Enhanced Edition: Learning for Life in Our Times*. John Wiley & Sons.

Wang, H.-H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2.