

**Pendekatan STEM Dalam Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA SMP
Untuk Meningkatkan *Critical Thinking Skill* Dan *Science Process Skill***

**The STEM Approach in the Development of Middle School Science Learning Tools to
Improve Critical Thinking Skills and Science Process Skills**

Yustina Novi Kurniati* dan Suyanta

Program Studi Pendidikan Sains, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

* corresponding author: yustinaovi@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the feasibility of science learning tools with the developed STEM approach. The science learning tools developed are in the form of lesson plans, worksheets, and assessment of critical thinking skills and science process skills. This research method is Research and Development (R & D). The R & D method used uses the ADDIE model, namely Analysis, Design, Develop, Implementation, Evaluation. The data collection technique used in this study was a questionnaire validating the feasibility of science learning tools with the developed STEM approach. The data analysis carried out included an analysis of the feasibility of the learning tools by two expert lecturers, three science teachers, and fifteen students in a limited field test to determine student responses to the LKS that was developed. and science teacher. The average result of the developed lesson plan validation is 97% which is in the very good category. The developed worksheet also obtained a validation score of 3.36 which is in the good category. The results of the feasibility of the observation sheet to assess students' critical thinking skills and science process skills each scored 95.5% and 88.9% which were in the very good category. The results of this study indicate that science learning tools with the STEM approach are appropriate for use in science learning

Keywords: *STEM approach, critical thinking skill, science process skill*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan STEM yang dikembangkan. Perangkat pembelajaran IPA yang dikembangkan berupa RPP, LKS, dan *assessment* keterampilan *critical thinking* dan *science process skill*. Metode penelitian ini adalah *Research and Development* (R & D). Metode R & D yang digunakan menggunakan model ADDIE yaitu *Analysis, Design, Develop, Implementation, Evaluation*. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini berupa angket validasi kelayakan perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan STEM yang dikembangkan. Analisis data yang dilakukan meliputi analisis kelayakan perangkat pembelajaran oleh dua dosen ahli, tiga guru IPA, dan lima belas orang siswa pada uji lapangan terbatas untuk mengetahui respon siswa terhadap LKS yang dikembangkan. Hasil penelitian berupa hasil validasi pengembangan perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan STEM oleh dosen ahli, dan guru IPA. Rata-rata hasil validasi RPP yang dikembangkan yaitu 97% yang berada dalam kategori sangat baik. LKS yang dikembangkan juga memperoleh skor validasi 3.36 yang berada pada kategori baik. Hasil kelayakan lembar observasi untuk menilai keterampilan *critical thinking* dan *science process skill* siswa masing-masing memperoleh skor 95.5% dan 88.9% yang berada pada kategori sangat baik. Hasil penelitian ini menunjukkan perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan STEM layak digunakan dalam pembelajaran IPA.

Kata Kunci: STEM, berpikir kritis, keterampilan proses sains

PENDAHULUAN

Seiring semakin meningkatnya arus modernisasi dan globalisasi, semakin tidak dapat dihindari lagi siswa perlu dilengkapi dengan keterampilan abad ke-21. Usaha ini bertujuan untuk memastikan mereka memiliki daya saing di era globalisasi. Paradigma pembelajaran abad ke-21 ini menekankan bahwa siswa harus memiliki kemampuan untuk berfikir kritis, cakap dalam memecahkan masalah, menghubungkan ilmu dengan dunia nyata, menguasai teknologi informasi, berkomunikasi, berkolaborasi serta berbagai kecakapan yang melibatkan ranah kognitif, afektif dan psikomotor (Muttaqin, & Rizkiyah, 2022). Pencapaian kecakapan abad ke-21 dilakukan dengan memahami karakteristik, teknik pencapaian dan strategi pembelajaran.

Selama ini, pembelajaran IPA lebih mengutamakan pengembangan kemampuan kognitif siswa tingkat dasar, sementara jenjang kognitif C4 (*analyze*), C5 (*evaluate*), dan C6 (*create*) sangat jarang tersentuh. Hal ini menyebabkan siswa belum memiliki kemampuan *Higher Order Thinking* atau kemampuan berpikir tingkat tinggi (Saraswati, & Agustika, 2020). Dengan kata lain, bila guru masih berkemampuan *Low Order Thinking Skill*, siswa tidak akan mencapai *Higher Order Thinking Skill*.

Hasil studi pendahuluan oleh peneliti di SMP Negeri di Kota Yogyakarta menunjukkan bahwa dalam proses pembelajaran, siswa juga belum sepenuhnya dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran serta dalam membangun pengetahuannya sendiri. Oleh karena itu keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa kurang berkembang secara optimal. Siswa cenderung kurang mampu dalam merancang atau mengembangkan gagasan

untuk memecahkan masalah dalam bidang sains dan membuat inovasi.

Pengembangan kemampuan berpikir kritis serta keterampilan proses sains dalam pembelajaran merupakan salah satu upaya peningkatan kualitas SDM (Sulistiani, & Masrukan, 2016). Pada abad ke-21, kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses merupakan salah satu dari beberapa pembelajaran dan keterampilan inovasi yang dibutuhkan untuk mempersiapkan sumber daya berkualitas (Redhana, 2019). Emily dalam Pearson (2011) mendefinisikan kemampuan berpikir kritis siswa memiliki beberapa komponen keterampilan meliputi menganalisis suatu argumen, membuat inferensi menggunakan penalaran secara induktif maupun deduktif, menilai atau mengevaluasi dan membuat keputusan atau memecahkan suatu masalah. Hendaknya dalam pembelajaran ditekankan kemampuan berpikir kritis siswa, hal ini bertujuan agar menghasilkan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan berharga baik bagi siswa maupun bagi guru (Puspita, Putri, & Komarudin, 2020). IPA tidak hanya mengenai kumpulan pengetahuan melainkan suatu pengetahuan atau proses penemuan (Budiarso, Sutarto, & Rohmatillah, 2020). Peneliti yang ingin melakukan percobaan harus memiliki keterampilan seperti keterampilan proses sains (Burak, 2012). Selain kemampuan berpikir, kemampuan proses sains juga merupakan aspek yang harus dikembangkan agar pengetahuan yang didapatkan oleh siswa utuh dan bermakna.

Pembelajaran berbasis proyek atau masalah, menghubungkan siswa dengan masalah yang dihadapi dan yang dijumpai dalam kehidupam sehari-hari (Alhayat, Mukhidin, Utami, & Yustikarini, 2023). Bertitik tolak dari masalah yang diinventarisir, dan diakhiri dengan strategi pemecahan masalah tersebut, siswa secara berkesinambungan mempelajari materi

ajar dan kompetensi dengan terstruktur (Mulyono, & Ampo, 2020). Pada pembelajaran berbasis proyek, pemecahan masalah dituangkan dalam produk nyata yang dihasilkan sebagai sebuah karya yang diciptakan oleh siswa. Pada pembelajaran berbasis masalah/proyek pembelajaran juga fokus pada penyelidikan/inkuiri dan inventigasi yang dilakukan oleh siswa. Pembelajaran berbasis proyek sesuai untuk mengembangkan kemampuan komunikasi, berpikir kritis, kolaborasi dan kreativitas sehingga model pembelajaran ini sesuai untuk mengembangkan beberapa keterampilan yang harus dimiliki pada abad ke-21. Dengan pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning*, diharapkan siswa dapat membangun pengetahuannya sendiri melalui proses berpikir sehingga mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis serta keterampilan proses sains secara berkesinambungan sehingga kedepannya mampu mempersiapkan siswa memiliki kemampuan bersaing diranah global.

Youth manual (2016) memprediksikan terjadinya peningkatan kebutuhan pekerjaan di dunia termasuk di Indonesia pada masa yang akan datang meliputi bidang kesehatan yang diproyeksikan tumbuh hingga 16% dari tahun 2012 hingga 2024, teknik yang diproyeksikan meningkat hingga 8%, dan ahli teknologi informasi akan meningkat hingga 7%. Keseluruhan bidang tersebut merupakan ranah dari interdisipliner STEM (*Science Technology Engineering and Mathematics*).

Menyikapi tingginya lapangan pekerjaan di bidang STEM, sedangkan minat siswanya rendah, maka pendekatan STEM muncul sebagai salah satu alternatif. STEM mendorong guru untuk mengintegrasikan interdisipliner teknik, matematika, serta teknologi dalam pembelajaran IPA sehingga pengetahuan

yang dimiliki siswa holistik dan utuh. *Education Council* (2015) menyatakan bahwa sekolah seharusnya mendukung pengembangan keterampilan pada lintas interdisipliner ilmu, berpikir kritis dan kreatif, keterampilan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah dan menguasai teknologi digital, dimana hal tersebut merupakan hal pokok yang harus dimiliki pada abad ke-21. Berbagai keterampilan tersebut merupakan tujuan inti dari pembelajaran STEM.

Ada beberapa alasan adanya dorongan pembelajaran IPA menggunakan STEM, yaitu untuk memberi gambaran secara luas untuk meningkatkan minat siswa untuk ke depannya berkarir dalam bidang STEM. Selain itu untuk memperbaiki kemampuan siswa dalam memahami kompleksitas ketika dihadapkan dalam masalah dalam kehidupan nyata. *National Research Council* (2010) menjabarkan penelitian tentang suksesnya program STEM di AS. Dengan suksesnya STEM, maka timbul *trends* dalam pendidikan di berbagai negara untuk mengadopsi pembelajaran berbasis STEM, salah satunya di Indonesia. Semua negara mulai ada kecenderungan untuk meningkatkan pendidikan dengan mengarahkan pembelajaran menggunakan strategi STEM. Aktivitas STEM dinilai dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengaitkan dan hasil STEM serta mendorong guru untuk meningkatkan *outcome* siswa.

Berbagai penelitian dan inovasi tentang pendekatan STEM terus dikembangkan. Salah satunya adalah pengintegrasian *Project Based Learning* dengan STEM (*science, technology, Engineering, and mathematics*). Minimnya penelitian dengan pendekatan STEM yang disusun dengan model *Project Based Learning* menyebabkan belum dikembangkannya perangkat pembelajaran untuk mewujudkan pembelajaran STEM. Berdasarkan hal tersebut maka peneliti

akan mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis STEM terintegrasi *Project Based Learning* pada materi kalor sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan *Research and Development (R & D)*. Metode R & D yang digunakan menggunakan model ADDIE yang dikembangkan Reiser dan Mollenda yaitu *Analysis–Design–Develop–Implementation–Evaluation*.

Lokasi penelitian dilakukan di SMP Stella Duce 1 Yogyakarta. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini berupa angket validasi kelayakan perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan STEM yang dikembangkan. Analisis data yang dilakukan meliputi analisis kelayakan perangkat pembelajaran oleh 2 dosen ahli, 3 guru IPA, dan 15 siswa pada uji lapangan terbatas untuk mengetahui respon siswa terhadap LKS yang dikembangkan. Angket validasi RPP menggunakan kategori (Widoyoko, 2009) dan LKS menggunakan konversi skala 4 (Mardapi, 2008).

Analisis *assessment* keterampilan *critical thinking* dan *science process* menggunakan kategori (Widoyoko, 2009). Perangkat pembelajaran berupa RPP layak digunakan apabila skor validasi berada pada kategori baik dengan persentase lebih atau sama dengan 75% (Borich, 1994) dan LKS layak digunakan dalam pembelajaran IPA di sekolah apabila rata-rata skor validasi perangkat yang dikembangkan > 2.5 . Perangkat penilaian *critical thinking skill* dan *science process skill* dikatakan layak digunakan apabila skor validasi berada pada persentase lebih atau sama dengan 75% (Borich, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan STEM yang dikembangkan dikatakan layak digunakan dalam pembelajaran di kelas ditentukan oleh penilaian dari validator. Validator yang akan menilai perangkat yang dikembangkan adalah dua orang dosen ahli, satu guru IPA, dan lima belas orang siswa. Dosen ahli yang menjadi validator merupakan ahli materi dan ahli media yang dapat menilai kelayakan perangkat pembelajaran IPA yang dikembangkan. Guru IPA juga diminta menilai apakah perangkat pembelajaran IPA yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran di kelas. Siswa juga diminta untuk menilai bagaimana LKS dengan pendekatan STEM yang dikembangkan dapat mempermudah siswa memahami materi yang diajarkan. Perangkat dinilai menggunakan angket penilaian validasi yang sudah peneliti siapkan.

Hasil penilaian validasi RPP oleh dosen ahli dan guru IPA disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Penilaian Validasi RPP

Tahap	Persentase	Kriteria
Tahap 1	83%	Baik
Tahap 2	97%	Sangat Baik

Penilaian RPP dengan pendekatan STEM yang dikembangkan melalui dua tahap. Rata-rata penilaian RPP oleh dosen ahli dan guru IPA pada tahap pertama mendapatkan presentase sebesar 83% dengan kriteria baik. Kriteria ini sebenarnya sudah memenuhi syarat untuk mengkategorikan bahwa RPP yang dikembangkan layak digunakan ($\geq 75\%$). Namun ada beberapa aspek perlu dilakukan revisi RPP yang dikembangkan kemudian akan dinilai kembali oleh validator melalui penilaian tahap kedua. Revisi RPP yang dilakukan meliputi bagian-bagian: 1) Tujuan pembelajaran harus sesuai dengan pedoman ABCD

(*audience, behaviour, condition, and degree*), 2) Metode pembelajaran yang digunakan harus dituangkan secara eksplisit, 3) Kegiatan yang menekankan pendekatan STEM difokuskan hanya dilakukan oleh siswa. Guru harus merancang kegiatan pembelajaran yang dapat memotivasi keingintahuan siswa terhadap materi yang akan dipelajari, 4) Materi pembelajaran dibuat lebih lengkap, 5) Penulisan rumus perlu diperbaiki sesuai kaidah yang berlaku, dan 6) masih ada beberapa kesalahan dalam pengetikan.

RPP yang telah direvisi kemudian diberikan kembali kepada validator dan guru IPA untuk dinilai kembali. Hasil validasi tahap kedua memperoleh presentase sebesar 97% yang berada pada kategori sangat baik. Hasil penilaian RPP pada tahap ini sudah menunjukkan bahwa RPP dengan pendekatan STEM yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran IPA. Produk RPP dapat dikatakan layak karena telah sesuai dengan tujuan dikembangkannya perangkat ini yaitu untuk meningkatkan keterampilan *critical thinking* dan *science process skill*.

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan selanjutnya berupa LKS dengan pendekatan STEM yang diharapkan dapat meningkatkan keterampilan *critical thinking* dan *science process* siswa. Penilaian LKS dengan pendekatan STEM juga mengalami dua kali tahap revisi oleh dosen ahli dan guru IPA. Penilaian hasil validasi LKS disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Penilaian Validasi LKS

Tahap	Rata-rata	Kriteria
Tahap 1	2,6	Cukup Baik
Tahap 2	3,36	Baik

Berdasarkan tabel di atas, skor validasi tahap 1 atas LKS yang dikembangkan memperoleh hasil 2,6 yang berada pada kategori cukup baik. Hal ini berarti LKS yang dikembangkan belum layak digunakan. Dari hasil penilaian LKS tahap pertama tersebut, maka perlu dilakukan revisi LKS agar dapat memenuhi skor yang diharapkan. LKS yang telah direvisi kemudian diberikan kembali pada validator untuk melihat kembali apakah LKS dengan pendekatan STEM yang dikembangkan telah layak digunakan untuk mengukur *critical thinking skill* dan *science process skill* siswa. Hasil penilaian oleh validator menunjukkan skor validasi sebesar 3,36 yang berada pada kategori baik. Hasil ini menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan telah layak digunakan untuk meningkatkan keterampilan *critical thinking* dan *science process* siswa

Uji lapangan terbatas produk LKS telah dilakukan oleh peneliti. Uji lapangan terbatas dilakukan untuk menilai kelayakan LKS yang dikembangkan menurut siswa. Siswa yang terlibat dalam uji lapangan terbatas ini sejumlah 15 orang. Hasil Penilaian terhadap LKS pada komponen kebahasaan, komponen penyajian dan komponen kegrafikan, materi, dan keterampilan yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Penilaian Uji Lapangan Terbatas Produk LKS

No	Aspek Kelayakan	Siswa	
		Skor	Kategori
1	Komponen Kebahasaan	3,72	Sangat baik
2	Komponen penyajian	3,41	Sangat baik
3	Komponen Materi	3,6	Sangat baik
4	Komponen kegrafisan	3,6	Sangat baik

Beberapa revisi LKS yang dilakukan yaitu: 1) tampilan LKS masih kurang menarik, 2) penambahan gambar pada beberapa bagian LKS 3) kalimat dalam langkah kegiatan dibuat lebih komunikatif 4) jenis font lebih bervariasi.

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan selanjutnya adalah *assessment* berupa lembar observasi untuk menilai keterampilan *critical thinking* siswa. Kemampuan berpikir kritis menurut Moon (2008:20), merupakan kemampuan berpikir secara mendalam yang ditunjukkan dengan mengharapkan sesuatu bukan informasi yang diterima di mana informasi tersebut kurang tepat atau memerlukan evaluasi lebih lanjut. Sedangkan Stenberg dalam Emilly (2011) mendefinisikan keterampilan Berpikir Kritis sebagai suatu proses mental, strategi, serta representasi untuk suatu proses dalam pemecahan masalah, membuat keputusan serta mempelajari konsep-konsep baru.

Keterampilan berpikir kritis adalah suatu proses berpikir dalam pembelajaran yang mencakup enam indikator kemampuan berpikir kritis. Keenam kemampuan berpikir kritis tersebut adalah interpretasi, analisis, evaluasi, *inference*, eksplanasi, dan *self-regulation*. Kelayakan lembar observasi *critical thinking* juga melalui dua tahap revisi. Angket yang akan digunakan validator untuk menilai lembar observasi *critical thinking* ini memuat beberapa indikator yang sesuai dengan aspek *critical thinking* yang akan diukur. Validator akan menilai apakah indikator yang dirumuskan sesuai dengan aspek *critical thinking* yang akan diukur atau tidak. Rekapitulasi hasil penilaian validasi lembar observasi *critical thinking* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Penilaian Validasi Lembar Observasi *Critical thinking*

Tahap	Persentase	Kriteria
Tahap 1	86.4%	Baik

Tahap 2	95.5%	Sangat Baik
---------	-------	-------------

Berdasarkan tabel di atas, skor validasi terhadap lembar observasi untuk menilai keterampilan *critical thinking* siswa tahap pertama memperoleh skor sebesar 86.4% dengan kategori baik. Perolehan skor yang telah mencapai standar kelayakan perangkat penilaian tetap harus diperbaiki sesuai saran dan masukan yang diberikan oleh validator. Pada tahap penilaian validasi yang kedua, skor kelayakan perangkat penilaian ini naik menjadi 95.5% yang berada pada kategori sangat baik Hal ini berarti menurut ahli beberapa indikator yang dirumuskan telah sesuai dengan aspek *critical thinking* yang akan diukur.

Perangkat penilaian yang dikembangkan selanjutnya berupa angket yang digunakan untuk mengukur *science process skill* siswa. *Science process skill* yang tertuang di dalam pembelajaran IPA Salah satu kegunaan mempelajari IPA adalah untuk meningkatkan pemahaman siswa mengenai hakikat IPA. Dimensi yang paling penting dari hakikat IPA adalah cara untuk mendapatkan pengetahuan dengan menggunakan metode ilmiah. Pembelajaran IPA bertujuan untuk melatih siswa agar bisa aktif dalam memperoleh pengetahuan atau konsep IPA dengan mengintegrasikan keterampilan, pengetahuan dan sikap ilmiahnya. IPA berkaitan erat dengan cara mencari tahu. IPA tidak hanya mengenai kumpulan pengetahuan melainkan suatu pengetahuan atau proses penemuan. Peneliti yang ingin melakukan percobaan harus memiliki keterampilan seperti keterampilan proses IPA (Burak, 2012:1). Kelayakan angket *science process skill* juga melalui dua tahap revisi. Validator akan menilai apakah indikator yang dirumuskan sesuai dengan aspek *science process skill* yang akan diukur ataukah tidak sesuai. Rekapitulasi hasil penilaian

validasi lembar observasi *critical thinking* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Penilaian Validasi Angket *Science Process Skill*

Tahap	Persentase	Kriteria
Tahap 1	83.4%	Baik
Tahap 2	94.5%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel di atas, skor validasi angket *science process skill* pada tahap pertama memperoleh persentase sebesar 83.4% yang berada pada kategori baik. Hasil penilaian ini tetap harus dilakukan revisi sesuai saran dan masukan validator. Pada tahap validasi yang kedua, skor terhadap angket *science process skill* yang dikembangkan meningkat menjadi 94.5% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan penilaian validasi yang telah dilakukan, perangkat penilaian berupa angket untuk mengukur sikap *science process skill* siswa dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran IPA.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan STEM yang dikembangkan dikategorikan layak digunakan dalam pembelajaran IPA menurut dosen ahli dan guru IPA. Saran dalam penelitian ini adalah dalam pengembangan perangkat LKS pemilihan gambar sebaiknya dipilih yang paling menarik dan berwarna sehingga dapat memotivasi siswa dalam menggunakan perangkat yang dikembangkan

DAFTAR PUSTAKA

Abruscato, Joseph & DeRosa Donald A. (2010). *Teaching children science-a discovery approach*. 7 ed. Boston: Allyn & Bacon.

Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project Based Learning Integrated To Enhance Elementary School's Students Scientific Literacy.

Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 5(2), 261-267.

Akhlis & Dewi. (2014). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Science Berorientasi Cultural Deviance Solution Berbasis Inkuiri Menggunakan Ict Untuk Mengembangkan Karakter Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 3(1), 86-94.

Alhayat. A., Mukhidin., Utami, T., Yustikarini, R. (2023). The Relevance Of The Project-Based Learning (PjBL) Learning Model With Kurikulum Merdeka Belajar. *Dwija Cendikia: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(1), 105-116.

Australia Council for Educational Research. (2015). Work Integrated Learning in STEM in Australian Universities. ACER.

BSNP. (2006). *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar Dan Menengah*. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan.

Budiarso, A.S., Sutarto., Rohmatillah, S. (2020). Analisis Kemampuan Siswa Dalam Menjelaskan Fenomena IPA Di Sekitar Lingkungan. *Prosiding Webinar Pendidikan Fisika*, 5(1), 27-32.

Burak, B.F. (2012). *Developing a Science Process Skills Test for Secondary Students: Validity and Reliability Study*. *Jurnal Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(3),1899-1906.

Education Council, (2015). *National Stem School Education Strategy 2016-2026 (A Comprehensive Plan For Science, Technology, Engineering And Mathematics Education In Australia)*. Australia: Ministry of Education, Australia.

Facione, A. Peter. (2011). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Measured Reasons and The California*. California: Academic Press, Millbrae, CA.

- Jayosi, A. H. (2015). Science Process Skills and Attitudes toward Science among Palestinian Secondary School Students. *World Journal of Education* Vol. 5, No. 1; , 13-24.
- Kurnia, G. (2015). *Pengembangan Alat Asesmen Keterampilan Menulis Menggunakan Teknologi Komputasi Awan pada Sekolah Menengah Atas Di Kota Bandung*. Skripsi: Universitas Pendidikan Indonesia
- Lai, E. R. (2011). *Motivation: A literature review. Research report. Pearson*.
- Mardapi, D. (2008). *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Nontes*. Yogyakarta: Mitra Cendekia Press.
- Mulyono., & Ampo, I. (2020). Pemanfaatan Media Dan Sumber Belajar Abad 21 Dalam Dunia Pendidikan Di Indonesia. *Jurnal Pedagogia*, 9(2), 93-112.
- Muttaqin, M.F., & Rizkiyah, H. (2022). Efektifitas Budaya Literasi Dalam Meningkatkan Keterampilan 4C Siswa Sekolah Dasar. *Dawuh Guru: Jurnal Pendidikan MI/SD*, 2(1), 43-54.
- Moon, J. A. (2008). *Critical Thinking: an exploration of theory and practice*. New York
- National Research Council. (2015). *Successful K-12 STEM Education - Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Wasington DC U.S: The National Academies Press.
- National STEM School Education Strategy. (2015). *A Comprehensive Plan For Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education in Australia*.
- Puspita, L., Putri, R.A., & Komarudin. (2020). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis: Pengaruh Model Pembelajaran SiMa Yang Berbantuan *Concept Map* Pada Materi Struktur Dan Fungsi Jaringan. *Jurnal Bioeduscience*, 04(01), 82-89.
- Redhana, I.W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia, *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239-2253.
- Saraswati, P.M., Agustika, G.N.S. (2020). Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Dalam Menyelesaikan Soal HOTS Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(2), 257-269.
- Sulistiani, E., & Masrukan.(2016). Pentingnya Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Matematika Untuk Menghadapi Tantangan MEA. *Seminar Nasional Matematika*, 605-612.