

**POSISI KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DALAM PENDIDIKAN SAINS**

***THE POSITION OF CRITICAL THINKING AND CREATIVE THINKING IN SCIENCE EDUCATION***

Andi Wahyudi<sup>1,\*</sup>, Yusinta Dwi Ariyani<sup>2</sup>, Endi Rochaendi<sup>3</sup>, Apriyanti<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Alma Ata

Jl. Brawijaya No.99, Jadan, Tamantirto, Kec. Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183, Indonesia

\*corresponding author: andiwahyudi@almaata.ac.id

**Abstrak**

Keterampilan berpikir kritis dan kreatif merupakan elemen yang penting dalam dunia pendidikan, tidak terkecuali dalam pendidikan sains. Tujuan dari studi ini adalah untuk melakukan eksplorasi mengenai posisi keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pendidikan sains. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah kajian literatur dari buku dan artikel yang membahas mengenai keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif dalam pendidikan sains. Literatur diperoleh dari berbagai lembaga pengindeks seperti google scholar, scopus, sage dan lembaga pengindeks lainnya. Hasil dari studi ini menemukan bahwa berpikir kritis dan kreatif sering dianggap sebagai dua keterampilan yang bertolak belakang. Berpikir kritis bersifat konvergen, sedangkan berpikir kreatif bersifat divergen. Berpikir kreatif jika ditinjau dari taksonomi Bloom dianggap sebagai keterampilan berpikir yang paling tinggi (mencipta C6), sedangkan keterampilan berpikir kritis berada pada jenjang di bawahnya (menganalisis C4 dan mengevaluasi C5). Peserta didik tidak bisa berpikir kreatif tanpa melakukan aktivitas kritis terlebih dahulu, seperti kegiatan menganalisis dan mengevaluasi. Proses sains merupakan wahana untuk mengarahkan peserta didik untuk memperoleh aspek produk dan nilai atau sikap sains. Hasil dari studi ini dapat merekonstruksi mengenai posisi keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pendidikan sains.

**Kata kunci:** berpikir kreatif, berpikir kritis, pendidikan sains.

**Abstract**

Critical thinking and creative thinking are important dimension in education, including in science education. The purpose of this study is to explore the position of critical and creative thinking skills in science education. The method used in this study is a literature review of books and articles that discuss critical thinking skills and creative thinking skills in science education. Literature is obtained from various indexing agencies such as Google Scholar, Scopus, Sage and other indexing agencies. The results of this study found that critical and creative thinking are often seen as two opposite skills. Critical thinking is convergent, while creative thinking is divergent. If viewed from Bloom's taxonomy, creative thinking is considered the highest thinking skill (creating C6), while critical thinking skills are at the lower level (analyzing C4 and evaluating C5). Students cannot think creatively without doing critical activities, such as analyzing and evaluating activities. The scientific process is a dimension for directing students to obtain aspects of the product and values or attitudes of science. The results of this study can reconceptualize the position of critical and creative thinking skills in science education.

**Keywords:** creative thinking, critical thinking, science education

## PENDAHULUAN

Globalisasi sebagai salah satu kata kunci di abad 21, sangat mempengaruhi pendidikan. Beberapa dampak globalisasi pada pendidikan adalah memunculkan peluang yang menarik untuk mengangkat kondisi abad ke-21 dalam pendidikan. Tercatat ada lima isu abad ke-21 saat ini, yaitu (1) pemanasan global; (2) krisis energi dan pangan; (3) semakin mengikisnya lapisan atas tanah; (4) peningkatan jumlah penduduk dan implikasinya; serta (5) ancaman penyakit yang semakin semakin beragam (OECD, 2015). Amerika memperkenalkan *science for all America*. Maksudnya bahwa sains bukan hanya milik orang yang menekuni bidang sains, tetapi sains merupakan bidang yang harus dikuasai oleh seluruh masyarakat. Hal ini tentunya dikarenakan pentingnya peranan sains dan teknologi dalam menghadapi tantangan Abad ke-21 (Kivunja, 2014).

Isu lain yang hangat saat ini adalah bergesernya paradigma *Millenium Development Goals* (MDGs) menuju *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Baptiste & López, 2015). Salah satu tantangan penting akibat pergeseran tersebut adalah semakin kompetitifnya persaingan sumber daya manusia dan diprediksi bahwa beberapa bidang pekerjaan akan digantikan oleh mesin (Boonsong & Meesup, 2020). Mengingat penting mempersiapkan masyarakat agar hidup di zamannya dalam menghadapi tantangan tersebut, maka muncul keterampilan-keterampilan abad ke-21 (*21st century skills*) yang perlu dibekalkan kepada masyarakat melalui jalur pendidikan. Pada kategori *ways of thinking*, kemampuan yang harus dimiliki yaitu berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (Griffin, 2012). Berpikir kritis dan berpikir kreatif merupakan komponen keterampilan berpikir tingkat tinggi yang penting. Beberapa negara memasukan berpikir kritis dan berpikir kreatif sebagai bagian dari kurikulumnya, seperti Australia, Amerika, Inggris, Singapura dan Indonesia (Zhou et al., 2013).

Pada pembelajaran sains keterampilan berpikir merupakan aspek yang penting. Berpikir sendiri berkaitan dengan aktivitas mental yang selalu dilakukan oleh manusia. Melalui kegiatan berpikir inilah manusia memperoleh derajat yang lebih tinggi dibandingkan dengan makhluk lainnya yang diciptakan Tuhan. Kemampuan berpikir sangat diperlukan oleh manusia untuk dapat

melangsungkan hidupnya, termasuk ketika manusia belajar. Ketika belajar, individu akan memperoleh informasi dari sumber, kemudian mengkonstruksinya ke dalam pengetahuan baru. Mereka akan mengingat kembali dan mengundang pengalaman terdahulu ke dalam pikiran dan mulai membentuk rantai asosiasi (Ghanizadeh et al., 2020).

Berpikir kritis dan kreatif termasuk ke dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi dan sering di integrasikan dalam pendidikan sains (Chen et al., 2019; Gunawan et al., 2017; Kim et al., 2013; A. Wahyudi et al., 2019). penelitian mengenai keterampilan berpikir kritis dan kreatif telah banyak dilakukan secara terpisah, namun belum ada yang mengungkapkan secara jelas mengenai posisi dari keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pendidikan sains. Oleh karena itu, studi literatur ini akan mempelajari mengenai posisi keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pendidikan sains.

## METODE

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah kajian literatur (*literature review*). Literatur yang digunakan dalam studi ini adalah buku dan artikel mengenai keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pendidikan sains yang diperoleh dari berbagai sumber pengindeks seperti google scholar, scopus, sage dan lembaga pengindeks lainnya. Artikel diperoleh dengan menggunakan kata kunci pada mesin pencari “keterampilan berpikir kritis dalam pendidikan sains” atau “keterampilan berpikir kreatif dalam pendidikan sains”. Berdasarkan hasil pencarian diperoleh 53 buku dan artikel. Buku dan artikel yang terpilih selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menghilangkan beberapa artikel yang tidak bisa di unduh, menemukan duplikasi artikel yang diunduh, dan penyaringan abstrak untuk menemukan artikel yang tidak sesuai dengan konteks penelitian. Hasil penyaringan menemukan 25 buku dan artikel yang selanjutnya dianalisis dan didiskusikan dalam studi ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Berpikir

Berpikir diperlukan dalam pembelajaran karena berpikir selalu berkembang, berpikir merupakan proses kreatif dan berpikir dapat dipelajari. Salah satu bukti bahwa berpikir dapat dipelajari yaitu lima pola dasar berpikir yang dikemukakan oleh Presseisen (1984), yaitu

*causation, transformations, relationship, classifications, dan qualifications.*

Pola berpikir *causation* berkaitan dengan aktivitas menetapkan sebab-akibat dan penilaian seperti prediksi, inferensi, evaluasi dan *judgment*. Sementara itu, pola berpikir *transformations* merujuk pada karakteristik yang tidak diketahui dan menciptakan makna seperti analogi, metafora, dan induksi logis. Pola berpikir *relationships* mendeteksi operasi umum seperti analisis-sintesis, deduksi logis dan keteraturan. Pola berpikir *classifications* berkaitan dengan kemampuan menentukan kualitas umum, misalnya persamaan/perbedaan dan mengelompokkan atau memilih perbandingan. Terakhir pola berpikir *qualifications* merupakan keterampilan menentukan sifat atau ciri khas, misalnya unit atau identitas dasar, definisi, fakta, masalah dan pengenalan tugas.

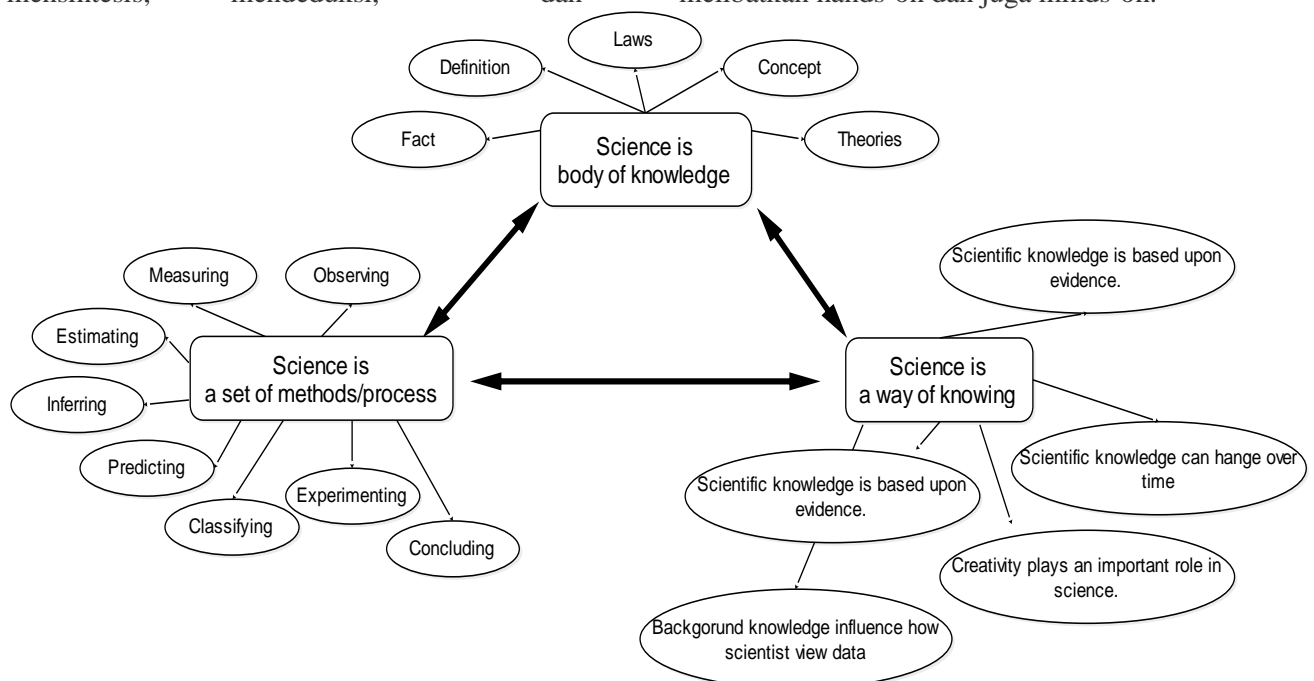
Berdasarkan prosesnya, berpikir dapat dikategorikan ke dalam dua bagian, yaitu berpikir dasar dan berpikir kompleks. Proses berpikir dasar merupakan gambaran dari proses berpikir rasional yang mengandung sejumlah langkah dari yang sederhana menuju yang kompleks. Aktivitas berpikir rasional merupakan meliputi menghafal, membayangkan, mengelompokkan, mengorganisasikan, membandingkan, mengevaluasi, menganalisis, mensintesis, mendeduksi, dan

menyimpulkan (Lawson, 1979). Berpikir kompleks atau berpikir tingkat tinggi terdiri dari berpikir kritis, berpikir kreatif, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan (Costa, 1985).

## 2. Hakikat pendidikan sains

Sains merupakan pemahaman terhadap alam secara fisik, melalui menguji dan mengubah ide-ide tentang bagaimana alam bekerja (NCCS, 1999). Sains juga dapat diartikan sebagai suatu ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan cara mengetahui sesuatu tentang alam secara sistematis, sehingga sains bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja melainkan juga suatu proses yang dalam penemuan tersebut. Oleh karena itu, dikenal sains sebagai proses dan sains sebagai produk. Lebih lanjut sains harus dipahami dari tiga domain, seperti yang digambarkan pada Gambar 1 (Bell 2008).

Sains sebagai *body of knowledge*, sains sebagai *set of method/process*, dan sains sebagai *a way of knowing* berkesesuaian dengan inkuiri. Esensi dari hakikat sains adalah inkuiri itu sendiri (Rustaman, 2011). Inkuiri tidak hanya mencakup pengetahuan dan proses, tetapi inkuiri juga mencakup nilai dan sikap yang ditanamkan (Beyer, 1971). Dengan kata lain, inkuiri melibatkan hands-on dan juga minds-on.



Gambar 1. Tiga domain sains (NCCS, 1999)

### 3. Polarisasi Keterampilan Berpikir Kritis dan Keterampilan Berpikir Kreatif

Semua pihak sepakat bahwa berpikir kritis dan berpikir kreatif merupakan elemen yang penting dari berpikir tingkat tinggi (Kutlu & Gökdere, 2015; Stephenson & Sadler-Mcknight, 2016; Zhou *et al.*, 2012). Beberapa negara memasukan keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif sebagai bagian dari kurikulumnya, seperti Australia, Amerika, Inggris, Singapura dan Indonesia (Zhou *et al.*, 2013). Selain itu, mengamati *teaching skills of 21st century*, berpikir kritis dan kreatif menjadi komponen keterampilan berpikir tingkat tinggi yang masuk di dalamnya (Senocak *et al.*, 2007).

Berpikir kritis merupakan berpikir konvergen (Carriger, 2016). Seseorang yang berpikir kritis mampu membuat interpretasi dan pertimbangan serta kesimpulan yang objektif dan logis berdasarkan informasi. Keterampilan berpikir kritis sangat diperlukan untuk menghadapi persaingan tingkat dunia dan memungkinkan untuk mengatasi ketidakpastian di masa depan. Menurut Ennis (1993) keterampilan berpikir kritis merupakan aktivitas penilaian terhadap kredibilitas sumber; mengidentifikasi kesimpulan, penalaran, dan asumsi; penilaian terhadap kualitas argumen termasuk penerimaan terhadap penalaran, asumsi dan bukti; mengembangkan dan mempertahankan posisi pada sebuah isu; mengklarifikasi pertanyaan secara akurat; merencanakan dan menilai desain eksperimen; mendefinisikan konteks dengan cara yang tepat; dan menarik kesimpulan secara berhati-hati.

Berpikir kritis dan berpikir kreatif merupakan dua keterampilan yang bertolak belakang. Kutlu & Gokdere (2015) menyatakan bahwa berpikir kreatif merupakan kemampuan untuk melihat bermacam-macam kemungkinan penyelesaian terhadap suatu masalah. Kemampuan tersebut dapat ditumbuhkan dengan cara mengembangkan rasa ingin tahu dan imajinasi melalui kegiatan pembelajaran. Berpikir kreatif merupakan inovasi dan faktor kunci untuk mengembangkan jiwa *enterpreneurship* personal dan kompetensi sosial. Seseorang yang berpikir kreatif mampu menghasilkan berbagai ide dari satu permasalahan dan dari sesuatu yang telah ada mampu menghasilkan sesuatu yang baru.

Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis bersifat konvergen (Ennis, 1993), dan berpikir kreatif bersifat divergen Guilford (1967). Richard & Elder (2008) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan proses menilai (*asseses*) sedangkan keterampilan berpikir kreatif merupakan proses menghasilkan (*originates*). Lebih lanjut Richard & Elder membedakan orang kritis dan kreatif. Orang kreatif sering dikaitkan dengan kemampuan yang imajinatif, spontan, emosional, mampu menghasilkan banyak ide-ide, dan sering keluar dari kenyataan sehari-hari, sedangkan orang kritis sering direpresentasikan sebagai orang yang skeptis, negatif, fokus pada kesalahan sepele, kurang spontanitas dan tidak mampu berimajinasi.

Kemampuan yang diungkapkan oleh Richard & Elder tadi dapat dikaitkan dengan kemampuan menggunakan otak kiri dan otak kanan. Keterampilan berpikir kritis berkaitan dengan optimalisasi otak kiri, sedangkan keterampilan berpikir kreatif merupakan kapabilitas penggunaan otak kanan. Otak kanan bertanggung jawab berpikir secara acak, intuitif, dan holistik, sedangkan otak kiri berperan untuk berfikir logika, sekuensial, rasional, analitis, dan obyektif. Kebanyakan individu memiliki preferensi berbeda dalam menggunakan salah satu gaya berfikir ini.

Piaw (2010) membuat instrumen YanPiaw *critical and creative tinking test* (CCTT). YanPiaw CCTT digunakan untuk melihat kecenderungan pola pikir seseorang. Kategori dari YanPiaw CCTT adalah superior *critical thinking style*, *critical thinking style*, *balance thinking style*, *creative thinking style*, dan *superior creative thinking style*. Jika mengamati dari kategorisasi yang dibuat oleh YanPiaw maka kita dapat menemukan bahwa berpikir kritis dan kreatif merupakan sesuatu yang bertolak belakang.

Sementara itu, jika mengamati taksonomi Bloom yang direvisi oleh Anderson & Krathwohl (2015), terdapat enam level kemampuan kognitif siswa, yaitu mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi dan mencipta. Coughlan (2007) mengungkapkan bahwa kemampuan menganalisis dan mengevaluasi merupakan

kemampuan keterampilan berpikir kritis, sedangkan kemampuan mencipta merupakan masuk pada keterampilan berpikir kreatif (Madhuri et al., 2012). Menganalisis melibatkan proses memecah-mecah materi menjadi bagian-bagian kecil dan menentukan bagaimana hubungan antara bagian dan struktur keseluruhannya. Kategori proses menganalisis meliputi proses-proses kognitif membedakan, mengorganisasi, dan mengatribusikan (Harrison et al., 2013). Mengevaluasi didefinisikan sebagai membuat keputusan berdasarkan kriteria dan standar (Masek & Yamin, 2011). Kriteria-kriteria yang paling sering digunakan adalah kualitas, efektivitas, efisiensi dan konsistensi. Mencipta melibatkan proses menyusun elemen-elemen menjadi sebuah keseluruhan yang koheren atau fungsional (Bakir & Öztekin, 2014; Songkram, 2015). Berdasarkan klasifikasi tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa (1) keterampilan berpikir kritis memiliki level yang lebih rendah dibandingkan dengan keterampilan berpikir kreatif; (2) Agar seseorang dapat menyusun elemen-elemen menjadi suatu keseluruhan yang koheren dan fungsional maka diperlukan kemampuan menganalisis dan mengevaluasi, artinya seseorang tidak akan mampu berpikir kreatif, tanpa terlebih dahulu berpikir kritis terlebih dahulu (Richard & Elder, 2008).

#### 4. Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif dalam Pendidikan Sains

Sains bukan hanya sekumpulan pengetahuan seperti fakta, konsep, teori, prinsip, dan hukum saja akan tetapi sains juga merupakan sekumpulan proses dan sikap atau nilai (Forawi, 2016). Ketika peserta didik mempelajari sains, bukan aspek produk sains saja yang dibekalkan, akan tetapi juga keseluruhan aspek harus secara komprehensif tertanam dalam pembelajaran sains. Oleh karena itu, dalam pembelajaran sains selalu dikenal istilah *scientific methods* (Wahyudi, 2020). Pada *scientific methods*, peserta didik tidak langsung menerima produk sains, akan tetapi peserta didik di *setting* sebagai saintis untuk menemukan sendiri produk sains (Rutter, 2006).

*Scientific methods* mengantarkan peserta didik belajar secara hands-on dan minds-on. Hands-on yang dilakukan secara manipulatif digunakan sebagai cara untuk mengembangkan minds-on peserta didik. Pembelajaran demikian mengkondisikan peserta didik untuk berinteraksi dengan objek, gejala alam dan fenomena sosial

baik secara langsung maupun tidak langsung. Selanjutnya setelah peserta didik mendapat fenomena yang diamatinya, peserta didik menganalisis, mengelompokkan, mencatat dalam bentuk tampilan komunikatif (tabel, diagram, bagan dan grafik), sampai peserta didik bisa menyusun elemen-elemen menjadi sebuah keseluruhan yang koheren atau fungsional.

Berdasarkan skema pembelajaran sains yang sesuai dengan hakikat sains, terlihat bahwa peserta didik dapat berpikir kreatif setelah peserta didik dikondisikan dengan berpikir kritis terlebih dahulu. Artinya, dalam pendidikan sains seseorang tidak bisa berpikir kreatif tanpa dia bisa berpikir kritis terlebih dahulu. Pandangan Richard & Elder (2008), berpikir kreatif merupakan kemampuan mencipta. Mencipta meminta peserta didik membuat produk baru dengan mengorganisasi sejumlah elemen atau bagian jadi suatu pola atau struktur yang tidak pernah ada sebelumnya. Anderson & Krathwohl (2015) menambahkan bahwa mencipta juga dapat dikategorikan sebagai kemampuan untuk mensintesis informasi atau materi untuk membuat seluruh keseluruhan baru, seperti dalam kegiatan menulis, melukis, membuat, merancang dan seterusnya.

Pada pembelajaran sains misalnya, peserta didik dituntut untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif melalui membuat rancangan praktikum terhadap masalah atau fenomena yang telah diamati (Wahyudi *et al.*, 2019). Peserta didik tidak akan bisa langsung membuat rancangan praktikum yang baru tanpa dia melakukan analisis dan evaluasi terhadap rancangan praktikum sebelumnya. Akan tetapi, peserta didik terlebih dahulu perlu melakukan analisis dan evaluasi terhadap rancangan sebelumnya, dan menambahkan bagian-bagian modifikasi agar sesuai dengan permasalahan yang dihadapinya.

#### KESIMPULAN

Kondisi abad ke-21 saat ini mengharuskan peserta didik untuk mengembangkan keterampilannya, khususnya melalui jalur pendidikan. Maka terdapat keterampilan-keterampilan yang perlu dibekalkan kepada peserta didik, agar mempersiapkan peserta didik hidup di zamannya. Keterampilan-keterampilan yang harus dimiliki oleh peserta didik adalah keterampilan berpikir kritis; kreativitas; komunikasi dan kolaborasi. Berpikir kritis dan berpikir kreatif merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Berpikir kritis dan berpikir kreatif

sering dipandang sebagai keterampilan berpikir yang bertolak belakang. Berpikir kritis bersifat konvergen dan menilai, sedangkan berpikir kreatif bersifat divergen dan menghasilkan. Pada pendidikan sains, kedua keterampilan ini justru saling melengkapi. Keterampilan berpikir kritis merupakan modal dasar agar peserta didik dapat berpikir kreatif. Seseorang tidak bisa berpikir kreatif, tanpa memiliki kemampuan untuk berpikir kritis terlebih dahulu.

## DAFTAR RUJUKAN

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2015). *Pembelajaran, pengajaran dan asesmen*. Pustaka Belajar.
- Bakir, S., & Öztekin, E. (2014). Creative thinking levels of preservice science teachers in terms of different variables. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 231–242.
- Baptiste, B., & López, B. M. (2015). *Review of Targets for the Sustainable Development Goals: The Science Perspective*. <https://doi.org/978-0-930357-97-9>
- Bell, R. L. (2008). *Best Practices in Science Education Teaching the Nature of Science: Three Critical Questions* (Issue 1997). University of Virginia.
- Boonsong, P., & Meesup, P. (2020). The Flipped Classroom Approach Through A Google Sites and Project Based Learning on Creative Thinking And Innovation in The 21st Century. *Rajabhat Journal of Sciences, Humanities & Social Sciences*, 21(1), 205–223.
- Carriger, M. S. (2016). What is the best way to develop new managers? Problem-based learning vs. lecture-based instruction. *International Journal of Management Education*, 14(2), 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2016.02.003>
- Chen, S. Y., Lai, C. F., Lai, Y. H., & Su, Y. S. (2019). Effect of project-based learning on development of students' creative thinking. *International Journal of Electrical Engineering Education*. <https://doi.org/10.1177/0020720919846808>
- Costa, A. L. (1985). *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*. ASCD.
- Coughlan, A. (2007). *Learning to learn: creative thinking and critical thinking*. Dublin: DCU.
- Forawi, S. A. (2016). Standard-based science education and critical thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 20, 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.02.005>
- Ghanizadeh, A., Al-Hoorie, A. H., & Jahedizadeh, S. (2020). *Higher Order Thinking Skills in the Language Classroom: A Concise Guide*. Cham: Springer
- Griffin, P. (2012). *The Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Canberra: Springer.
- Gunawan, G., Sahidu, H., Harjono, A., & Suranti, N. (2017). The Effect of Project Based Learning with Virtual Media Assistance on Student's Creativity in Physics. *Cakrawala Pendidikan*, 36 (2), 167–179.
- Harrison, M. A., Dunbar, D., & Lopatto, D. (2013). Using pamphlets to teach biochemistry: A service-learning project. *Journal of Chemical Education*, 90(2), 210–214. <https://doi.org/10.1021/ed200486q>
- Kim, K., Sharma, P., Land, S. M., & Furlong, K. P. (2013). Effects of Active Learning on Enhancing Student Critical Thinking in an Undergraduate General Science Course. *Innovative Higher Education*, 38(3), 223–235. <https://doi.org/10.1007/s10755-012-9236-x>
- Kivunja, C. (2014). Teaching Students to Learn and to Work Well with 21st Century Skills: Unpacking the Career and Life Skills Domain of the New Learning Paradigm. *International Journal of Higher Education*, 4, (1), 1–11. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v4n1p1>
- Kutlu, N., & Gökdere, M. (2015). The effect of purdue model based science teaching on creative thinking. *International Journal of Education and Research*, 3(3), 589–599. [www.ijern.com](http://www.ijern.com)
- Lawson, A. E. (1979). *The Psychology of Teaching for Thinking and Creativity*. Eric.
- Madhuri, G. V., Kantamreddi, V. S. S. ., & Prakash Goteti, L. N. S. S. (2012).

- Promoting higher order thinking skills using inquiry-based learning. *European Journal of Engineering Education*, 37(2), 117–123.  
<https://doi.org/10.1080/03043797.2012.661701>
- Masek, A., & Yamin, S. (2011). The Effect of Problem Based Learning on Critical Thinking Ability: A Theoretical and Empirical Review. *International Review of Social Sciences and Humanities*, 2(1), 215–221. [www.irssh.com](http://www.irssh.com)
- NCCS. (1999). *Social, environmental and scientific education in primary school curriculum*. Dublin: NCCS.
- OECD. (2015). *Meeting 21st-Century Challenges with Science, Technology and Innovation: A roadmap for policymaking*. OECD.
- Piaw, C. Y. (2010). Building a test to assess creative and critical thinking simultaneously. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 551–559.  
<http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.062>
- Pressisen, B. Z. (1984). *Thinking skills: Meaning, models, and materials*. Pennsylvania: National Institute of Education.
- Richard, P., & Elder, L. (2008). *Creative Thinking*. Dillon: CTOG.
- Rustaman, N. Y. (2011). Pendidikan dan Penelitian Sains dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi untuk Pembangunan Karakter. *Prosiding Seminar Biologi*, 8(1), 15–34
- Rutter, M. (2006). Implications of resilience concepts for scientific understanding. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1094 (1), 1–12.  
<https://doi.org/10.1196/annals.1376.002>
- Senocak, E., Taskesenligil, Y., & Sozbilir, M. (2007). A study on teaching gases to prospective primary science teachers through problem-based learning. *Research in Science Education*, 9(2), 16–25.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-006-9026-5>
- Songkram, N. (2015). ScienceDirect E-learning system in virtual learning environment to develop creative thinking for learners in higher education. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 174, 674–679.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.600>
- Stephenson, N. S., & Sadler-Mcknight, N. P. (2016). Developing critical thinking skills using the Science Writing Heuristic in the chemistry laboratory. *Chem. Educ. Res. Pract*, 17, 72–79.  
<https://doi.org/10.1039/c5rp00102a>
- Wahyudi, A., Liliyasi, S., Supriyanti, F. M. T., & Nahadi. (2019). The Development and validation of critical and creative thinking skills test in enzyme for undergraduated chemistry students. *Unnes Science Education Journal*, 8(1), 76–83.
- Wahyudi, A, Liliyasi, S., & Supriyanti, T. (2019). Isolation and characterization of polyphenol oxidases (ppo) on potatoes (*Solanum tuberosum*) using age and environmental control. *Journal of Engineering Science and Technology*, 1(1), 1–9.
- Wahyudi, Andi. (2020). Profil keterampilan berpikir kritis dan kreatif calon guru kimia pada perkuliahan biokimia. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 4(2), 155–166.
- Zhou, Q., Huang, Q., & Tian, H. (2013). Developing Students ' Critical Thinking Skills by Task-Based Learning in Chemistry Experiment Teaching. *Creative Education*, 4(12), 40–45.  
<https://doi.org/10.4236/ce.2013.412A1006>
- Zhou, Q., Yan, C., Zhao, S., Liu, L., & Xing, L. (2012). A preliminary investigation into critical thinking of in-service and pre-service middle school chemistry teachers in Shaanxi province of China. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 13(2), 1–13.