

Analisis Kemampuan Berpikir Sistem Siswa Kelas XI SMA pada Materi Sistem Pernapasan Manusia

Resti Nuraeni¹, Setiono², Himatul Aliyah³

^{1,2,3} Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi, Indonesia

Pengiriman: Maret 2020; Diterima: April 2020; Publikasi: Juli 2020

ABSTRACT: The purpose of this study was to determine the profile of the system thinking ability of class XI students of SMA Negeri Sukabumi. This research was conducted in February on the 1st Sunday in one of the High Schools in Sukabumi City. This research uses a descriptive method. The approach used in this research is a quantitative approach. The population in this study was class XI students of SMA Negeri Sukabumi as many as 171 students. Samples were taken by using purposive sampling technique. Data collection was carried out by using written tests in the form of essay questions totaling 17 questions that had a reliability of 0,94, a standard deviation of 6.07 and a correlation of 0.89 using 8 indicators of system thinking ability. The results showed that the profile of the ability to think of the XI grade students of SMA Negeri Sukabumi in the 2019/2020 school year was still lacking. But these results still have to be greatly improved by using models, strategies and learning approaches that are able to empower students' systems thinking abilities. One of the recommended learning models is discovery learning models assisted by concept maps.

Keywords: *System Thinking, Discovery Learning, Concept Mapping*

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil kemampuan berpikir siswa kelas XI SMA Negeri Kota Sukabumi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari pada hari Minggu pertama di salah satu SMA Kota Sukabumi. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI SMA Negeri Kota Sukabumi sebanyak 171 siswa. Cara pengambilan sampel dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tes tertulis dalam bentuk pertanyaan esai yang berjumlah 17 pertanyaan yang memiliki reliabilitas 0,94, standar deviasi 6,07 dan korelasi 0,89 menggunakan 8 indikator kemampuan berpikir sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil kemampuan berpikir siswa kelas XI SMA Negeri Sukabumi Kota pada tahun pelajaran 2019/2020 masih kurang berada pada kategori level 1 dan level 2. Hasil ini masih bisa ditingkatkan dengan menggunakan model, strategi dan pendekatan pembelajaran yang mampu memberdayakan kemampuan berpikir sistem siswa. Salah satu model pembelajaran yang direkomendasikan adalah model pembelajaran penemuan yang dibantu oleh peta konsep.

Kata Kunci: Berpikir Sistem, *Discovery Learning*, Peta Konsep

*Penulis Korespondensi:

Alamat surel: restinuraeni71@ummi.ac.id

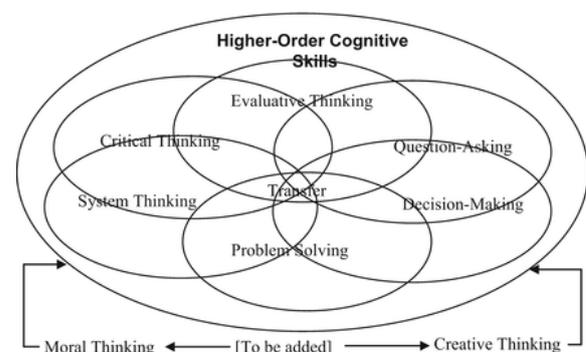
PENDAHULUAN

System thinking atau berpikir sistem adalah salah satu kemampuan yang sangat penting di abad 21. Berpikir sistem membantu siswa mengatur pikiran mereka dengan cara yang bermakna dan membuat hubungan antara masalah yang tampaknya tidak terkait menjadi saling berkaitan (Clark *et al.* 2017). Kemampuan berpikir sistem sangat diperlukan siswa dalam pembelajaran Biologi (Assaraf *et al.* 2013). Hal ini dikarenakan dalam pembelajaran biologi siswa selalu ditekankan untuk memahami konsep dalam materi biologi yang sangat kompleks. Menurut Liu & Cindy (2009) konsep dalam materi biologi banyak yang berhubungan satu sama lain terutama dalam materi siklus dan sistem organ. Hrin *et al.* (2017) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa proses memahami yang dilakukan oleh siswa akan berjalan lebih cepat jika siswa mampu untuk mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain.

Kemampuan berpikir sistem sangat diperlukan karena ketika siswa memiliki kemampuan ini proses untuk mengaitkan materi yang satu dengan yang lainnya, akan lebih mudah. Berpikir sistem dapat berkontribusi pada pengembangan pemahaman siswa dari sistem kehidupan yang dinamis (Schuler *et al.* 2017). Kemampuan ini diperlukan dalam pendidikan mengingat pembekalan ilmu di sekolah masih berfokus pada fakta-fakta yang terisolasi daripada pada hubungan yang sistemik dan proses dari waktu ke waktu. Meskipun dicatat sebagai hal penting, integrasi pemikiran sistem dalam pendidikan masih terbatas, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Gilissen *et al.* (2016).

Kemampuan berpikir sistem menuntut untuk memahami struktur bertingkat dari beberapa konsep dan keterkaitan antara konsep-konsep tersebut (Gilberta, 2018). Selain itu berpikir sistem merupakan kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan dengan melihat aspek-aspek lain dari berbagai sumber keseluruhan serta keterkaitan konsep dengan ilmu-ilmu lainnya Zoller & Nahum (2012) menyebutkan berpikir sistem dengan indikatornya digolongkan sebagai bagian dari *high order thinking skills* (HOTS) atau kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berpikir sistem berhubungan erat dengan pengetahuan domain spesifik konten, namun pengetahuan tentang domain spesifik konten yang berkarakter sistem.

Kemampuan berpikir sistem yang baik akan membantu siswa dalam mengambil keputusan sehingga terhindar dari sebuah kesalahan, karena dengan berpikir sistem mampu membantu membuat keputusan yang komprehensif dengan melihat dampak dari keputusan atau persoalan di bidang lain (Clark *et al.* 2017). Berpikir sistem merupakan salah satu jenis pemikiran yang kompleks. Kompleksitas dan keterhubungan pemikiran sistem dengan aspek lain dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Posisi Berpikir Sistem pada Konteks Berpikir Tingkat Tinggi

Kemampuan berpikir sistem yang dikembangkan menggunakan media peta konsep

sesuai dengan penelitian yang dilakukan Raved dan Yarden (2014) dengan indikator Raved Yarden yang disebut dengan indikator model terpadu. Aspek-aspek yang terdapat pada indikator model terpadu lebih sederhana dan sangat relevan dengan kebutuhan siswa SMA serta kurikulum yang sedang digunakan. Selain itu indikator ini merupakan hasil sintesis dari indikator kemampuan berpikir sistem Verhoeff (2003), Assaraf (2005) dan Liu (2009).

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah diuraikan, maka peneliti menyadari pentingnya kemampuan berpikir sistem dalam menunjang proses pembelajaran yang dapat mempermudah siswa memahami konsep. Sehingga peneliti tertarik untuk mengetahui bagaimana gambaran dari profil kemampuan berpikir sistem siswa yang difokuskan ke kelas XI SMA Negeri Kota Sukabumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan berpikir sistem siswa dalam konsep materi biologi.

Manfaat dari penelitian ini yaitu dengan mengetahui profil dari kemampuan berpikir sistem siswa akan mempermudah guru atau pendidik lainnya untuk menerapkan model atau pendekatan pembelajaran yang dibutuhkan oleh siswa, yang harapannya dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem karena ketika kemampuan berpikir sistem siswa tinggi maka pemahaman dan pengaplikasian dari materi yang diberikanpun akan lebih mudah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Tujuan dari penggunaan metode deskriptif menurut Ali (2010) adalah untuk

mendeskripsikan kebenaran fenomena berdasarkan data empiris sebagai jawaban terhadap masalah yang diteliti dalam penelitian yang dilakukan. Selain menggunakan metode deskriptif penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif.

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa SMA yang mendapatkan mata pelajaran biologi yaitu siswa kelas XI SMA Negeri Kota Sukabumi sebanyak 171 siswa. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling* yakni dilakukan dengan cara mengambil subjek bukan didasarkan atas strata, random atau daerah tetapi didasarkan atas adanya tujuan tertentu atau dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2016).

Pertimbangan yang dipakai dalam menentukan sampel penelitian yaitu berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru Biologi kelas XI MIPA di kota Sukabumi dimana sampel yang dipilih adalah beberapa siswa dengan karakter yang sama yaitu tingkat kemampuan berpikir kritisnya, keaktifan siswa dalam kegiatan pembelajaran dan kegiatan di laboratoriumnya cenderung setara. Selain hal tersebut yang menjadi pertimbangan adalah penguasaan konsepnya memiliki nilai ulangan harian biologi rata-rata sama. Sampel yang digunakan sebanyak 34 siswa dari 171 siswa. Pelaksanaan penelitian ini yaitu pada bulan Februari di Minggu ke-1 di salah satu sekolah negeri SMA di Kota Sukabumi

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes bentuk soal *essay* sebanyak 17 soal untuk menguji delapan indikator kemampuan berpikir sistem. Indikator yang digunakan adalah indikator kemampuan berpikir sistem Raved & Yarden (2014) dan indikator Feriver (2019) yang

mengacu pada pemenuhan kebutuhan abad 21 melalui soal yang setara dengan soal HOTS dan keterampilan yang dibutuhkan di era revolusi industri 4.0. Pengumpulan data dilakukan dengan tes tulis berupa tes tulis soal *essay* sebanyak 17 soal yang memiliki reliabilitas 0,94, simpang baku 6,07 dan korelasinya 0,89 yang dianalisis dengan rubrik penilaian kemampuan berpikir sistem dari (Feriver 2019) untuk menentukan level mana dari kemampuan berpikir sistem yang dimiliki siswa tersebut dapat dilihat pada lampiran 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan berpikir sistem siswa diukur menggunakan soal berpikir sistem selain itu dalam rangka untuk mengkarakterisasi keterampilan berpikir sistem siswa dapat menggunakan peta konsep (Raved & Yarden, 2014). Sebuah peta konsep meliputi konsep dan hubungan. Biasanya, konsep-konsep muncul dalam lingkaran atau empat persegi panjang dan hubungan antara topik ditunjukkan dengan garis-garis dan dengan kalimat-kalimat yang terbentuk antara konsep dan mewakili hubungan antara konsep-konsep (Gusmalia, 2016).

Pemetaan konsep berupa soal berpikir sistem menjadi instrumen yang memadai untuk menganalisis pemikiran sistem siswa (Sommer & Lücken, 2010). Soal berpikir sistem bersifat eksternal representasi model mental, yang terdiri dari konsep (*node*) yang terhubung ke masing-masing lainnya, dalam setiap kasus membangun proposisi dalam penilainya dipandu menggunakan rubrik penilaian. Tingkatan level kemampuan berpikir sistem *framework* Raved & Yarden (2014) serta Feriver (2019), yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Kategori Level Kemampuan Berpikir Sistem *framework* Raved & Yarden (2014), Feriver (2019) Modifikasi

Tingkatan Level	Kategori
Level 4	Sangat Baik (<i>High level</i>)
Level 3	Baik (<i>Basic level</i>)
Level 2	Cukup (<i>Basic level</i>)
Level 1	Kurang

Berdasarkan tabel 1, kemampuan berpikir sistem siswa dikatakan berada pada kategori sangat baik jika jawaban siswa berada pada tingkatan level 4 atau disebut *High level*. Kategori sangat baik jika jawaban siswa berada pada level 3 atau *Basic level*, berada pada kategori cukup jika jawaban siswa berada pada level 2 *Basic level* tapi lebih rendah dari level 3 dan berada pada kategori kurang jika jawaban siswa berada pada level 1. Soal tes kemampuan berpikir sistem yang digunakan berfokus pada materi sistem pernapasan, karena materi yang termasuk sistem organ bahasannya cukup kompleks dan berkaitan dengan materi lainnya. Hasil dari tes kemampuan berpikir sistem SMA Negeri Kota Sukabumi yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Tes Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMA Kelas XI

Indikator Kemampuan Berpikir Sistem	Tingkatan Level	%
Dimensi tersembunyi	Level 4	6,45%
	Level 3	24,19%
	Level 2	53,23%
	Level 1	16,13%
Pengakuan kausalitas	Level 4	0%
	Level 3	6,45%
	Level 2	25,81%
	Level 1	67,74%
Mengidentifikasi dan memahami umpan balik	Level 4	1,07%
	Level 3	20,43%

Indikator Kemampuan Berpikir Sistem	Tingkatan Level	%
	Level 2	56,99%
	Level 1	21,51%
	Level 4	0%
Memahami perilaku dinamis	Level 3	1,61%
	Level 2	64,52%
	Level 1	33,87%
	Level 4	0%
	Level 3	12,90%
	Level 2	64,52%
Melihat keseluruhan	Level 1	22,58%
	Level 4	0%
	Level 3	0%
Memahami mekanisme sistem	Level 2	38,71%
	Level 1	61,29%
	Level 4	0%
Prediksi masa depan	Level 3	4,84%
	Level 2	64,52%
	Level 1	30,64%
	Level 4	1,61%
	Level 3	19,36%
	Level 2	54,84%
Mengidentifikasi titik intervensi	Level 1	24,19%

Berdasarkan tabel 2, dapat diketahui kemampuan berpikir sistem siswa disetiap indikatornya memiliki selisih yang cukup besar. Secara umum nilai kemampuan berpikir sistem siswa diperoleh frekuensi terbanyak termasuk dalam tingkatan level 1 dan level 2. Pada indikator dimensi tersembunyi menurut hasil perhitungan kemampuan siswa untuk memunculkan dimensi tersembunyi dalam jawabannya termasuk kategori cukup karena dari keseluruhan siswa frekuensi siswa yang menjawab dengan tingkatan level 2 atau *basic level* ditemukan hasilnya paling tinggi diantara jawaban dengan tingkatan level 3 dan

level 4. Indikator ini diadaptasi dari model hirarkis berpikir sistem Assaraf *et al.* (2013) menunjukkan memahami dimensi tersembunyi dari suatu sistem terkait dengan memperhatikan pola dan hubungan yang tidak mudah terlihat.

Indikator yang kedua adalah pengakuan kausalitas, menurut hasil perhitungan kemampuan siswa untuk memunculkan aspek pengakuan kausalitas dalam jawabannya termasuk kategori kurang karena dari keseluruhan siswa frekuensi siswa yang menjawab dengan tingkatan level 1 ditemukan hasilnya paling tinggi diantara jawaban dengan tingkatan level 2, level 3 dan level 4. Kemampuan pengakuan kausalitas, berasal dari definisi pemikiran sistem yang mengedepankan gagasan interkoneksi, Arnold *et al.* (2017) mendefinisikan pengakuan kausalitas sebagai aspek mendasar dari pemikiran sistem. Soal yang digunakan untuk menguji indikator ini adalah sebanyak 2 soal.

Indikator yang ketiga adalah mengidentifikasi dan memahami umpan balik, menurut hasil perhitungan kemampuan siswa untuk memunculkan aspek mengidentifikasi dan memahami umpan balik dalam jawabannya termasuk kategori cukup karena dari keseluruhan siswa frekuensi siswa yang menjawab dengan tingkatan level 2 ditemukan hasilnya paling tinggi diantara jawaban dengan tingkatan level 1, level 3 dan level 4. Pemikiran sistem membutuhkan pengidentifikasian umpan balik dan memahami bagaimana pengaruhnya terhadap perilaku sistem karena masalah paling kompleks muncul dari kombinasi dua atau lebih proses penguatan dan atau penyeimbangan proses umpan balik (Stroh,

2015). Soal yang digunakan untuk menguji indikator ini adalah sebanyak 3 soal.

Indikator yang keempat adalah memahami perilaku dinamis menurut hasil perhitungan kemampuan siswa untuk memunculkan aspek memahami perilaku dinamis dalam jawabannya termasuk kategori cukup karena dari keseluruhan siswa frekuensi siswa yang menjawab dengan tingkatan level 2 ditemukan hasilnya paling tinggi diantara jawaban dengan tingkatan level 1, level 3 dan level 4. Aspek keempat mengacu pada pemahaman bagaimana menggabungkan ke dalam umpan balik dari sebuah permasalahan, dan cara umpan balik ini mempengaruhinya yang nantinya akan menciptakan perilaku dinamis dalam suatu sistem, Arnold *et. al* (2015). Soal yang digunakan untuk menguji indikator ini adalah sebanyak 2 soal.

Indikator yang kelima adalah melihat keseluruhan menurut hasil perhitungan kemampuan siswa untuk memunculkan aspek melihat keseluruhan dalam jawabannya termasuk kategori cukup karena dari keseluruhan siswa frekuensi siswa yang menjawab dengan tingkatan level 2 ditemukan hasilnya paling tinggi diantara jawaban dengan tingkatan level 1, level 3 dan level 4. Aspek kelima adalah melihat gambaran besar, Pemikiran sistem menunjukkan kemampuan untuk melihat keutuhan dan merupakan kerangka kerja untuk mengidentifikasi hubungan timbal balik. (Feriver *et.al.*, 2019). Soal yang digunakan untuk menguji indikator ini adalah sebanyak 2 soal.

Indikator yang keenam adalah memahami mekanisme sistem menurut hasil perhitungan kemampuan siswa untuk memunculkan aspek memahami mekanisme sistem dalam jawabannya

termasuk kategori kurang karena dari keseluruhan siswa frekuensi siswa yang menjawab dengan tingkatan level 1 ditemukan hasilnya paling tinggi diantara jawaban dengan tingkatan level 2, level 3 dan level 4. Memahami mekanisme sistem adalah aspek keenam yang mencakup pemahaman konsekuensi yang tidak diinginkan, dinamika, non-linearitas dan kompleksitas dalam sistem dan diciptakan sebagai kombinasi dari berbagai pendekatan pemikiran sistem (Kopainsky, 2011). Soal yang digunakan untuk menguji indikator ini adalah sebanyak 2 soal.

Indikator yang ketujuh adalah prediksi masa depan menurut hasil perhitungan kemampuan siswa untuk memunculkan aspek memprediksi masa depan dalam jawabannya termasuk kategori cukup karena dari keseluruhan siswa frekuensi siswa yang menjawab dengan tingkatan level 2 ditemukan hasilnya paling tinggi diantara jawaban dengan tingkatan level 1, level 3 dan level 4. Aspek ketujuh terkait dengan kemampuan untuk melihat waktu dengan cara yang lebih longitudinal dan diadaptasi dari kerangka kerja yang dikembangkan oleh Assaraf *et al.* (2013) menghubungkan pemikiran dan karya. Memahami perilaku suatu sistem membutuhkan pembedaan interaksi komponen-komponennya dari waktu ke waktu. Soal yang digunakan untuk menguji indikator ini adalah sebanyak 2 soal.

Indikator yang terakhir adalah mengidentifikasi titik intervensi menurut hasil perhitungan kemampuan siswa untuk mengidentifikasi titik intervensi dalam jawabannya termasuk kategori cukup karena dari keseluruhan siswa frekuensi siswa yang menjawab dengan tingkatan level 2 ditemukan hasilnya paling tinggi

diantara jawaban dengan tingkatan level 1, level 3 dan level 4. Aspek terakhir melibatkan identifikasi titik intervensi yang berasal dari Meadows *et.al* (2008). Poin-poin ini pada dasarnya digunakan untuk menyelesaikan masalah kompleks yang terjadi pada sistem yang kompleks. Soal yang digunakan untuk menguji indikator ini adalah sebanyak 2 soal.

Dari kedelapan indikator yang diuji pada penelitian ini tidak ada satupun yang meraih frekuensi terbanyak di level 4 dan level 3. Level tersebut merupakan ciri dari seseorang memiliki kemampuan berpikir sistem yang tinggi (Feriver *et. al.*, 2019). Hal ini menunjukkan kemampuan berpikir sistem siswa kelas XI SMA Kota Sukabumi rata-rata masih rendah dan perlu dikembangkan serta dilatihkan untuk menguasai kemampuan berpikir sistem. Berdasarkan hasil penelitian, guru dan siswa sama-sama kurang mengaitkan materi dengan konsep-konsep yang lain sehingga untuk memperoleh koneksi antar konsep itu sulit ditemukan ketika mengerjakan soal tes kemampuan berpikir sistem.

Kemampuan berpikir sistem dalam Pendidikan di Indonesia belum dilatihkan secara maksimal selain itu penelitian tentang kemampuan berpikir sitem dalam Pendidikan masih sangat minim ditemukan. Hal yang mempengaruhi rendahnya level kemampuan berpikir sistem adalah siswa cenderung mengerjakan soal dengan menggunakan satu penyelesaian saja tanpa memperhatikan atau memunculkan cara lain. (Raved & Yarden, 2014).

Kemampuan berpikir sistem siswa dapat dikembangkan dengan melatih siswa untuk membuat peta konsep yang memiliki keterkaitan

yang cukup luas, hal tersebut bisa diaplikasikan dengan model pembelajaran *discovery learning* yang dipadu dengan peta konsep, sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Setiono *et al.*, 2019; Raved dan Yarden, 2014).

Peta konsep dapat meningkatkan koneksi antara satu konsep dengan konsep lain serta dapat dijadikan alat untuk mengetahui kemampuan berpikir sistem siswa (Novak, 1984; Hrin, 2017). Langkah-langkah model *discovery Learning* berbantuan peta konsep menurut Kemendikbud, (2013) yaitu memberikan motivasi atau rangsangan kepada siswa (*stimulation*), mengidentifikasi pertanyaan yang berkaitan dengan masalah yang disajikan (*problem statement*), mengumpulkan informasi yang relevan dengan permasalahan (*data processing*), mendiskusikan hasil pengamatan serta memverifikasinya dengan data-data atau teori pada sumber lain yang terpercaya (*verification*) dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyimpulkan dengan peta konsep (*generalization*) meliputi kegiatan menyimpulkan data yang telah dikelompokkan dan diproses atau dianalisis.

Model *discovery learning* dapat membantu guru dalam proses pembelajaran yang kontekstual karena dalam model ini siswa dituntut untuk menemukan sendiri konsep yang dipelajarinya sehingga konsep-konsep yang ditemukan mudah untuk dikaitkan oleh siswa dalam Gulo, (2002) menyebutkan Guru bukan lagi seseorang yang serba tahu dan siswa bukan lagi orang yang serba tidak tahu. Dari karakteristik tersebut, model pembelajaran *discovery learning* berbantuan peta konsep diharapkan dapat membantu siswa dalam memperdalam materi dan konteks materi lain yang

saling berhubungan sehingga kemampuan berpikir sistemnya dapat dikembangkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kemampuan berpikir sistem siswa kelas XI SMA Negeri Kota Sukabumi tahun ajaran 2019/2020 masih dalam kategori *basic level* dan kategori kurang. Hasil tersebut masih dapat ditingkatkan kembali dengan melatih kemampuan berpikir sistem melalui model, strategi dan pendekatan pembelajaran yang mampu memberdayakan kemampuan berpikir sistem siswa. Model pembelajaran *discovery learning* berbantuan peta konsep disarankan digunakan dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. (2010). *Metodologi dan aplikasi riset pendidikan*. Bandung: Pustaka Cendikia Utama
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2017). A Complete Set of Systems Thinking Skills. *Journal of Procedia Comput Sci*, 44, 669-678. Accessed on September, 2019 from <https://doi.org/10.1002/inst.12159>
- Assaraf, O. B., Dodick, J., & Tripto, J. (2013). High School Students' Understanding of the Human Body System. *Journal of Research in Science Education*, 43, 33-56. Accessed on September, 2019 from <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9245-2>
- Asaraf, Orit Ben-Zvi. & Nir Orion. (2005). "Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education". *Journal of Research in Science Education*. 43, 33-56.
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Daneri, D. R. (2017). Teaching systems thinking to 4 th and 5 th graders using Environmental Dashboard display technology, *Journal of Plos One*, 12, 1–11.
- Feriver, S., Olgan, R., & Barth, M. (2019). Systems Thinking Skills of Preschool Children in Early Childhood Education Contexts from Turkey and Germany. *Journal of Sustainability*, 11, 1478-1504. Accessed on September, 2019 from <https://doi.org/10.3390/su11051478>
- Gilbert, Lisa A. Deborah S. Gross & Karl J. Kreutz. (2018). Developing Undergraduate Students System Thinking Skills with an InTeGrate Module. *Journal of Geoscience Education*. 67, 1-16.
- Gilissen, M. R. G. Verhoeff, R.P., Knippels M.C.P.J., W.R. van Joolingen. (2017). *Design Criteria for A Teaching Approach on Systems Thinking*. ESERA Conference. Dublin City University. Dublin Ireland. 21st-25th August 2017.
- Gulo, W. (2002). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Grasindo
- Gusmalia, Reni. (2016). *Penggunaan Asesmen Peta Konsep untuk Menganalisis Miskonsepsi Siswa pada Materi Ekosistem Kelas X Sma Al-Azhar 3 Bandar Lampung*. Skripsi Sarjana, Program Sarjana FKIP IAIN Raden Fatah Lampung.
- Hrin, Tamara N., Dusica D. M., Mirjana D. S. & Sasa Horvat. (2017). Systems Thinking in Chemistry Classroom: The Influence of Systemic Synthesis Questions on Its Development and Assessment. *Journal of Thinking Skills and Creativity*. 23, 175-187.
- Kopainsky, B., Stephen M Alessi & Pål I. Davidsen. (2011). *Measuring Knowledge*

- Acquisition in Dynamic Decision Making Tasks*. In Proceedings of the 29th International Conference of the System Dynamics Society. Washington, DC USA. 24–27 July 2011.
- Kemendikbud. (2013). *Model Pembelajaran Penemuan (Discovery Learning)*. Jakarta: Kemendikbud
- Liu, L., & Hmelo-silver, C. E. (2009). Promoting Complex Systems Learning through the Use of Conceptual Representations in Hypermedia, *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (9), 1023–1040. Accessed on September, 2019 from <https://doi.org/10.1002/tea.20297>
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in Systems*. White River Junction, VT, USA: Chelsea Green Publishing.
- Novak, J. D. & Gowin D. B (1984). *Learning How to Learn*. Chambridge: Chambridge University Press.
- Raved, L., & Yarden, A. (2014). Developing seventh grade students' systems thinking skills in the context of the human circulatory system. *Journal of Frontiers Public Health*, 2, (260).
- Schuler, S., Fanta, D., Rosenkraenzer, F., & Riess, W. (2017). Systems thinking within the scope of education for sustainable development (ESD) – a heuristic competence model as a basis for (science) teacher education. *Journal of Geography in Higher Education*, 8265, 1–13. Accessed on Desember, 2019 from <https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1339264>
- Setiono, N Y Rustaman, A Rahmat, & S Anggraeni (2019). Student's Inquiry Skills and Learning Achievement in Plant Anatomy Practical Work Using Open-Guided Inquiry (IOP). *Journal of Physic*, 157.
- Sommer, Cornelia. & Lucken, Markus. (2010). System competence – Are elementary students able to deal with a biological system. *Journal of Nordic Studies in Science Education*, 6, (2).
- Stroh, D. P. (2015). *Systems Thinking for Social Change: A Practical Guide to Solving Complex Problems, Avoiding Unintended Consequences, and Achieving Lasting Results*. White River Junction, VT, USA: Chelsea Green Publishing.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: ALFABETA.
- Verhoef, R. P. (2003). *Towards Systems Thinking in Cell Biology Education*. Dissertasi. Utrecht University: FI Scientific Library.
- Zoller, U., & Levy Nahum, T., (2012) From Teaching to 'Know'-to Learning to 'Think' in Science Education. In: Fraser, B., Tobin, K., McRobbie, C. (eds.), *2nd International Handbook of Science Education, 2nd Ed.*, 1(16), 209-330.