

PENGARUH *MIND MAPPING* TERHADAP *SYSTEM THINKING* PESERTA DIDIK KELAS X PADA TOPIK STRUKTUR TROFIK DI SMA N 10 PALEMBANG

SKRIPSI

Oleh:

Achmad Fanji Alhusein

NIM: 06091281722015

Program Studi Pendidikan Biologi



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2021**

PENGARUH *MIND MAPPING* TERHADAP *SYSTEM THINKING* PESERTA DIDIK KELAS X PADA TOPIK STRUKTUR TROPIK DI SMA N 10 PALEMBANG

SKRIPSI

oleh

Achmad Fanji Alhusein

NIM: 06091281722015

Program Studi Pendidikan Biologi

Mengesahkan:

Pembimbing 1,



Dr. Meilinda, M.Pd

NIP 197905182005012003

Pembimbing 2,



Dr. Yenny Anwar, M.Pd

NIP 197910142003122002

Mengesetujui,

Koordinator Program Studi,



Dr. Yenny Dr Anwar, M.Pd

NIP197910142003122002



**PENGARUH MIND MAPPING TERHADAP SYSTEM
THINKING PESERTA DIDIK KELAS X PADA TOPIK
STRUKTUR TROPIK DI SMA N 10 PALEMBANG**

SKRIPSI

oleh

Achmad Fanji Alhusein

NIM: 06091281722015

Program Studi Pendidikan Biologi

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana

Pembimbing 1,



Dr. Meilinda, M.Pd

NIP 197905182005012003

Pembimbing 2,



Dr. Yenny Anwar, M.Pd

NIP 197910142003122002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi,



Dr. Yenny Anwar, M.Pd

NIP197910142003122002

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Fanji Alhusein

NIM : 06091281722015

Program Studi : Pendidikan Biologi

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi saya yang berjudul "Pengaruh *Mind Mapping* terhadap *System Thinking* peserta didik kelas X pada topik struktur trofik SMA N 10 Palembang " ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila dikemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Indralaya 18 Juli 2021

Yang membuat pernyataan,



Achmad Fanji Alhusein
Achmad Fanji Alhusein

NIM 06091281722015

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil‘alamin,

Salawat beriringankan salam selalu tercurahkan kepada Baginda Rasullullah salallahu‘alaihi wasallam.

Skripsi dengan judul “Pengaruh *Mind Mapping* Terhadap *System Thinking* Peserta Didik Kelas X Pada Topik Struktur Trofik Di SMA N 10 Palembang” salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan (S.Pd) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Hambali S.Pd dan Ibu Masning S.Pd, kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan demi kelancaran dalam menyelesaikan pendidikan selama ini, kepada saudara kandung kakak (Achmad Chuzairi S.Pd dan Muhammad Azhabul Yamin S.Pd) terima kasih atas dukungannya selama ini. Semangat dalam menyelesaikan thesis dan doakan kami segera menyusul. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Meilinda, M.Pd. dan Dr. Yenni Anwar, M.Pd sebagai dosen pembimbing yang telah membantu dan membimbing selama ini dalam menyelesaikan skripsi ini, Dr. Mgs. Mhd. Tibrani, M.Si selaku reviewer yang telah memberikan banyak saran serta masukan untuk perbaikan skripsi ini.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Dr. Hartono, M.A. Dekan FKIP Universitas Sriwijaya, Dr. Yenni Anwar, M.Pd. Koordinator Prodi Pendidikan Biologi, Kak Wawan Darmawan Choirulsyah, S.E dan Mbak Rizky Permata Aini, A.Ma admin Pendidikan Biologi, dan Kak Budi Eko Wahyudi, S.Pd selaku laboran Pendidikan biologi yang telah membantu dalam memberikan kemudahan dan administrasi selama penulisan skripsi ini. Kepada ibu Suprihatini, S.Pd., M.Pd. selaku pendidik dan peserta didik Kelas X di SMA N 10 Palembang yang telah berpartisipasi dan bersedia dalam mengikuti penelitian ini.

Terima kasih juga penulis ucapkan kepada mbak Yayuk Oktarina S.Pd, Geacelyn, Dwi ramadhaningsih, Efin Yohana Anggraini, dan Sisi Dian Yuriska yang telah membantu dan menemani selama penyelesaian skripsi ini dan terima kasih juga kepada teman-teman angkatan 2017 semoga kita semua diberi kesuksesan di jalannya masing-masing.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran, menambah wawasan, pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni kepada para pembaca.

Indralaya, 18 juli 2021

penulis

Achmad Fanji Alhusein
NIM 06091281722015

DAFTAR ISI

HALAMAN MUKA	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Hipotesis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Struktur Trofik.....	6
2.2 Jejaring Makanan.....	7
2.3 Batas Rantai Panjang Makanan	8
2.4 Berpikir Sistem.....	9
2.5 <i>Mind mapping</i>	13
2.5.1 Pengertian <i>Mind mapping</i>	13
2.5.2 Kegunaan <i>Mind mapping</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15

3.2 Metode Penelitian	15
3.3 Variabel Penelitian	15
3.4 Populasi dan Sampel.....	16
3.4.1 Populasi	16
3.4.2 Sampel.....	16
3.5 Definisi Operasional.....	16
3.6 Prosedur Penelitian	18
3.6.1 Persiapan	18
3.6.2 Pelaksanaan	19
3.6.3 Penyelesaian.....	21
3.7 Teknik Pengumpulan Data	22
3.7.1 Test	22
3.7.2 Angket	22
3.8 Instrumen Penelitian.....	22
3.9 Teknik Analisis Data	22
3.9.1 Uji Normalitas	23
3.9.2 Uji Homogenitas	24
3.9.3 Uji Hipotesis.....	24
3.9.4 Analisis Data Angket	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil.....	26
4.1.1 Uji Prasyarat.....	28
4.2 Pembahasan	34
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Simpulan.....	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. keterampilan berpikir sistem	11
Tabel 2. Desain Nonequivalent Kontrol Group Desain.	15
Tabel 3. Indikator berpikir sistem	17
Tabel 4. Pelaksanaan Pembelajaran	19
Tabel 5. Kriteria Indeks Gain (N-Gain)	23
Tabel 6. Skor Terhadap Respon Peserta Didik	24
Tabel 7. Kategori Respon Peserta Didik	25
Tabel 8. Hasil uji normalitas	28
Tabel 9. Hasil uji normalitas per indikator.....	29
Tabel 10. Hasil uji homogenitas.....	29
Tabel 11. Hasil uji homogenitas per indikator	30
Tabel 12. Rata-rata nilai pretest, posttest, dan gain berpikir sistem.....	30
Tabel 13. Rata-rata dan kategori n-gain kelas eksperimen dan kontrol	32
Tabel 14. Hasil uji hipotesis.....	32
Tabel 15. Hasil Uji Hipotesis Perindikator	33
Tabel 16. Analisis respon peserta didik	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. rantai makanan darat dan laut.....	6
Gambar 2. jejaring makanan laut antartika	7
Gambar 3. Prosedur penelitian	21
Gambar 4. Persentase Gain berpikir sistem	31
Gambar 5. Bagan konsep buatan peserta didik tentang siklus air	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Silabus	49
Lampiran 2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (eksperimen)	51
lampiran 3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (kontrol)	53
Lampiran 4. Kisi-kisi soal berpikir sistem	55
lampiran 5. Analisis data keterampilan berpikir sistem (eksperimen)	68
lampiran 6. Analisis data keterampilan berpikir sistem (kontrol)	72
Lampiran 7. Hasil analisis uji normalitas, homogenitas, dan uji hipotesis	76
lampiran 8. Angket peserta didik	79
lampiran 9. surat izin penelitian dari dekanat fkip	80
lampiran 10. surat keterangan telah melaksanakan penelitian	81
lampiran 11. surat keterangan bebas pustaka	82
lampiran 12. surat keterangan bebas laboratorium.....	83

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang pengaruh *mind mapping* terhadap *system thinking* peserta didik pada topik struktur trofik di SMA N 10 Palembang. Metode yang digunakan adalah *Quasi Experimental* dengan desain penelitian *Nonequivalent Control Group Design*. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *Sample Random Sampling*. Instrumen pengumpulan data yang digunakan soal uraian dan angket. Hasil penelitian menunjukkan data yang terdistribusi normal dan homogen dengan uji hipotesis menunjukkan nilai sig. (2-tailed) pada uji *paired sampel test* bernilai 0,795 dan data yang tidak terdistribusi normal dilanjutkan dengan uji *Mann-whitney*. Hasil analisis data rata-rata test akhir kelas eksperimen sebesar 69,47 dan kelas kontrol sebesar 66,12. Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan *mind mapping* terhadap berpikir sistem peserta didik, namun tetap terjadi pengaruh terutama pada indikator I struktur dan peran komponen. Penelitian ini memiliki kekurangan dalam hal sampel yang kecil dan pembelajaran daring serta diharapkan adanya penelitian dengan sampel yang lebih besar dan dilaksanakan secara luring.

Kata kunci: *mind mapping, berpikir sistem, struktur trofik.*

ABSTRACT

This study aims to obtain information about the influence of mind mapping to system thinking of learners on the topic of trophic structure in senior high school 10 Palembang. The method used *Quasi Experimental Design* with *Nonequivalent Control Group Design*. The sampling technique used *Sample Random Sampling*. The data collected were in the form of the results of the *pretest and posttest* essay question and student question naire respons. The results showed data were normally distributed and homogen with hypothesis test showing the sig. Value (2-tailed) in the paired sample t test is 0,795 and data that are not normally distributed used *mann-whitney*. The result of data analysis the average final test of the experimental class was 69,57 and control class was 66,12. This study shows that there is an in significant effect of mind mapping to system thinking of learners, but there is still an influence especially on indicator I the srtucture and role of the components. This research has a drawback in the selecting a small sample besides that it is done online, it is hoped that other studies with a large sample will be carried out offline.

Keywords: *mind mapping, system thinking, structure trofik.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biologi mempelajari ilmu yang bervariasi dari sel, tumbuhan, perilaku makhluk hidup, hingga ekosistem. Bagi ahli biologi yang terbiasa berpikir di dalam dan di antara tingkat organisasi ini, mampu mengidentifikasi pola dan mentransfer wawasan ke konteks lain, tetapi bagi peserta didik di sekolah ini sangat sulit/menantang. Selama ini biologi sering diajarkan sebagai topik yang terpisah dengan integrasi terbatas yang dapat menyebabkan pemahaman biologi menjadi terpisah-pisah oleh peserta didik. Hal ini akan menjadi permasalahan ketika peserta didik hanya memahami materi biologi yang abstrak seolah-olah terpisah satu konsep dengan konsep lainnya. Salah satu yang harus dimiliki yaitu kemampuan berpikir atau kemampuan sistem agar mampu berpikir ke tingkat yang lebih tinggi. Cara berpikir operasional/penalaran yang selama ini digunakan belum memaksimalkan kemampuan seseorang dalam berpikir.

Pembelajaran biologi selama ini hanya mengajarkan biologi sebagai komponen yang terpisah yang mengarahkan pada pembelajaran yang terkotak-kotak (Tripto *et al.*, 2013). Pembelajaran linear yang hanya memahami materi secara searah tanpa memperhatikan interaksi di dalamnya akan menyulitkan peserta didik dalam memahami materi seperti pada bab ekosistem.

Struktur trofik salah satu topik yang dibahas didalam bab ekosistem yang ada dikelas X. Struktur trofik membahas tentang struktur dan dinamika sebuah komunitas yang bergantung pada hubungan makan-dimakan antar organisme dalam komunitas tersebut. Transfer tingkat trofik dari sumber tumbuhan dan organisme autotrof melalui herbivora kemudian ke karnivora dan berakhir pada dekomposer yang biasa disebut dengan rantai makanan (Campbell *et al.*, 2010). Transfer energi antar tingkat trofik dibutuhkan pemahaman yang terstruktur dan sistematis untuk dapat membantu peserta didik memahami topik dari struktur trofik.

Berpikir sistem memiliki hubungan yang sangat erat dengan *domain spesifik content* karena berpikir sistem mengajak peserta didik untuk berpikir tentang sistem pada suatu konten. Mengajarkan konten jejaring makanan (*food web*) yang mengajarkan struktur trofik hubungan makan-dimakan sebagai sebuah konteks sistem menjadikan sesuatu yang penting dalam sebuah pembelajaran, proses rantai makanan berkarakter sistem, sehingga berfikir tentang rantai makanan berarti berpikir tentang sistem. Terdapat tiga kelompok besar berpikir sistem yaitu berpikir sistem *cybernetic* (wienar), *General System Theory* (GST) (bertalanffy), dan berpikir sistem dinamis (forrester). Berpikir sistem yang paling dominan ialah GST. GST merupakan sistem sebagai lingkungan tempat elemen atau komponen sistem secara bersama-sama saling berinteraksi antar mereka (Von Bertalanffy, 1972). GST merupakan berpikir sistem dasar yang menyeluruh yang bertujuan mengintegrasikan berbagai jenis pengetahuan baik sains maupun sosial pada suatu sistem yang umum (Laszlo & Krippner, 1998).

Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa ide peserta didik tentang topik ini biasanya dipenuhi dengan kesalahpahaman. Misalnya peserta didik percaya bahwa perubahan pada satu tingkat trofik hanya akan mempengaruhi yang lain jika mereka memiliki mangsa-predator yang berhubungan secara langsung. Interaksi halus, yang menghasilkan keseimbangan ekosistem, seringkali tidak berjalan dengan baik dipahami oleh siswa sekolah dasar dan menengah (Umphlett *et al.*, 2009). Saat siswa memasuki sekolah menengah pertama dan atas, mereka cenderung berpikir tentang individu daripada populasi, fokus pada hewan, mengabaikan kelompok organisme lain (misalnya tumbuhan, jamur), dan tidak memikirkan komunitas sebagai suatu sistem (Grotzer & Bell Basca, 2003). Hal ini, disebabkan oleh ketidakmampuan peserta didik dalam menghubungkan organisme setingkat atau di atasnya sesuai dengan fungsi karena cara berpikir yang terlalu linear. Berpikir sistem sangat dibutuhkan karena pada topik ini berpikir sistem mengaitkan beberapa komponen kedalam sebuah sistem yang saling terhubung. Salah satu alternatif dalam mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan adanya penggunaan metode yang dapat menunjang peserta didik untuk berpikir sistem.

Penggunaan metode *mind mapping* dapat membantu peserta didik dan pendidik dalam proses pembelajaran dikelas dengan meringkas materi-materi pelajaran dikelas menjadi lembar *mind mapping* yang jauh lebih mudah dapat dipahami dan diingat oleh peserta didik dan juga melalui *mind mapping* informasi yang penting dapat diorganisasi sesuai dengan hubungannya sehingga lebih mudah dipahami oleh peserta didik (Ramlan Silaban, 2011). Selain dengan menggunakan metode *mind mapping*, cara lain yang pernah dilakukan untuk mengukur keterampilan berpikir sistem seperti pada penelitian yang dilakukan oleh (Meilinda *et al.*, 2018) melakukan pengembangan dan validasi instrumen soal perubahan iklim untuk mengukur keterampilan berpikir sistem dan pada penelitian yang dilakukan oleh (Verhoeff *et al.*, 2008) melakukan observasi dan wawancara.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan *mind mapping* adalah berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Oksa, 2016) bahwa penggunaan metode *mind mapping* cukup efektif dalam meningkatkan hasil belajar belajar terbukti dari presentasi dan menentukan pusat-pusat cabang *mind mapping*. Pada penelitian (Nurroeni, 2013) menunjukkan hasil pada model *mind mapping* mampu meningkatkan keefektifan pembelajaran terhadap aktivitas peserta didik. Pada penelitian (Ramlan Silaban, 2011) menunjukkan bahwa ada pengaruh metode *mind mapping* terhadap kreativitas dan hasil belajar peserta didik. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa *mind mapping* yang digunakan mampu meningkatkan kreativitas dan keefektifitas pembelajaran yang pada akhirnya berhasil meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Penting keterampilan berpikir sistem sehingga diperlukan Strategi pembelajaran menggunakan metode *mind mapping* mengupayakan peserta didik berpikir sistem dan aktif dalam pembelajaran sehingga akan membantu pendidik melakukan proses pembelajaran yang mudah dipahami peserta didik. Hal inilah yang membuat peneliti ingin melakukan penelitian tentang bagaimana “Pengaruh *mind mapping* terhadap *system thinking* terhadap topik struktur trofik kelas X di SMA N 10 Palembang”. Penerapan *mind mapping* diharapkan dapat membantu peserta didik dalam memahami struktur trofik dengan berpikir sistem dan

pendidik berperan dalam membantu mengarahkan dan membimbing (fasilitator dan motivator).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan pada masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana pengaruh *mind mapping* terhadap *system thinking* peserta didik kelas X SMA N 10 Palembang pada topik struktur trofik?”

1.3 Batasan Masalah

Sehubungan dengan luasnya ruang lingkup penelitian ini maka peneliti membatasi permasalahan dalam penelitian yaitu:

1. subjek penelitian adalah peserta didik kelas X MIA 1 dan X MIA 5 di SMA N 10 Palembang
2. Materi yang diambil tentang jejaring makanan dan daur biogeokimia yang merupakan bagian subbab dari kompetensi dasar 3.9. Ekosistem, dan *System thinking* peserta didik dilihat dari nilai pretest posttest pada topik struktur trofik.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu: Mendapatkan informasi tentang pengaruh *mind mapping* terhadap *system thinking* peserta didik pada topik struktur trofik di SMA N 10 Palembang.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat sebagai berikut, bagi sekolah memberi masukan terhadap perbaikan sistem pembelajaran disekolah terkhusus kepada kelas X, bagi pendidik sebagai alternatif metode pembelajaran yang variatif dan inovatif terkhusus dalam pembelajaran kelas X topik struktur trofik, bagi peserta didik dapat memanfaatkan metode *mind mapping* sebagai cara untuk mencatat atau mengingat materi dengan efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan terutama pada materi ekosistem hubungan antar komponen ekosistem penyusunnya, bagi peneliti dapat menambah wawasan dalam mengaplikasikan

materi, serta sebagai referensi bagi pihak lain yang ingin melakukan penelitian serupa.

1.6 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu:

H₀: Terdapat pengaruh tidak signifikan *mind mapping* terhadap *system thinking* peserta didik pada topik struktur trofik kelas X.

H_a: terdapat pengaruh signifikan *mind mapping* terhadap *system thinking* peserta didik pada topik struktur trofik kelas X.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsana, I. K., Suarjana, M., & Arini, N. W. (2019). Pengaruh Penggunaan Mind Mapping berbantuan Alat Peraga Tangga Garis Bilangan terhadap Hasil Belajar Matematika. *International Journal of Elementary Education*, 3(2), 99–107.
- Baharuddin. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Mind Mapping Terhadap Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Menerapkan Konsep Elektronika Digital di SMK Negeri 1 Tanjung Pura, Suatera Utara. *Jurnal Paradigma*, 11(2), 73–78.
- Barry, R. (1993). Systems thinking: Critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, 9(2), 113–133.
- Boersma, K., Waarlo, A. J., & Klaassen, K. (2011). The feasibility of systems thinking in biology education. *Journal of Biological Education*, 45(4), 190–197. <https://doi.org/10.1080/00219266.2011.627139>
- Campbell, N. A., & dkk. (2010). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 3 Terjemahan*. Jakarta: Erlangga.
- Capra, F., & March, R. (1982). The Turning Point: Science, Society and the Rising Culture. *Physics Today*, 35(11), 76–77. <https://doi.org/10.1063/1.2914857>
- Drack, M., & Apfalter, W. (2007). Is Paul Weiss“ and Ludwig von Bertalanffy“s system thinking still valid today? *50th Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences 2006, ISSS 2006, 1*, 214–223.
- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655–674. <https://doi.org/10.1080/09500690701749313>
- Grotzer, T. A., & Bell Basca, B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students“ understanding? *Journal of*

Biological Education, 38(1), 16–29.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655891>

Holland, B., Holland, L., & Davies, J. (2004). An investigation into the concept of mind mapping and the use of mind mapping software to support and improve student academic performance. *Learning and Teaching Projects 2003/2004 University of Wolverhampton*, 89–94.

Istikomah, L., Untari, M. F., & Ardiyanto, A. (2020). Penerapan Media Digital Mitigasi Bencana Alam (Magic) Dalam Model Pembelajaran Mind Mapping. *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi (JPSE)*, 6(1), 61–70.
<https://doi.org/10.37729/jpse.v6i1.6493>

Laszlo, A., & Krippner, S. (1998). Chapter 3 Systems theories: Their origins, foundations, and development. *Advances in Psychology*, 126(C), 47–74.
[https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(98\)80017-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(98)80017-4)

Mambrey, S., Timm, J., Landskron, J. J., & Schmiemann, P. (2020). The impact of system specifics on systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, (June), 1632–1651. <https://doi.org/10.1002/tea.21649>

Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J., & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2018). System competence modelling: Theoretical foundation and empirical validation of a model involving natural, social and human-environment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(5), 685–711.
<https://doi.org/10.1002/tea.21436>

Meilinda, Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2018). Development and validation of climate change system thinking instrument (CCSTI) for measuring system thinking on climate change content. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012046>

Meilinda, Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2019). Does system think in climate change content needs formal operational? 2019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022065>

Mor, M., & Zion, M. (2019). Applying a system thinking learning approach to improve perception of homeostasis - a fundamental principle of biology.

- Journal of Biological Education*, 00(00), 1–27.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1687105>
- Nurroeni, C. (2013). Keefektifan Penggunaan Model Mind Mapping Terhadap Aktivitas Dan Hasil Belajar Ipa. *Journal of Elementary Education*, 2(1), 54–60.
- Perkins, D. N., & Grotzer, T. a. (2000). Focusing on Dimensions of Causal Complexity to Project Zero , Harvard Graduate School of Education. *American Educational Research Association Annual Conference*, 2–23.
- Rakbamrung, P., Thepnuan, P., & Nujenjit, N. (2015). Use of a System Thinking Learning Force and Motion Concept in Physics for Nurse Course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197(February), 126–134.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.068>
- Ramlan Silaban, M. A. N. (2011). Mind Mapping. *PENGARUH MEDIA MIND MAPPING TERHADAP KREATIVITAS DAN HASIL BELAJAR KIMIA SISWA SMA PADA PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN ADVANCE ORGANIZER*, (2007), 128–129. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-6605-6_55
- Richmond, B. (1993). Systems thinking: Critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, 9(2), 113–133.
<https://doi.org/10.1002/sdr.4260090203>
- Roychoudhury, A., Shepardson, D., Hirsch, A., Niyogi, D., Mehta, J., & Top, S. (2017). The Need to Introduce System Thinking in Teaching Climate Change. *Science Educator*, 25(2), 73–81.
- Rustaman, N. Y. (2021). System thinking as a sustainable competency in facilitating conceptual change through STEM based learning in biology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012223>
- Schindler, A. W. (1948). Readiness for Learning. *Childhood Education*, 24(7), 301–304. <https://doi.org/10.1080/00094056.1948.10726027>
- Sommer, C., & Lücken, M. (2010). System competence – Are elementary students able to deal with a biological system? *Nordic Studies in Science*

- Education*, 6(2), 125–143. <https://doi.org/10.5617/nordina.255>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*.
- Swadarna, D. (2013). *Penerapan Mind mapping dalam kurikulum pembelajaran*. Jakarta: PT. Elex media komputindo.
- Tripto, J., Assaraf, O. B.-Z., & Amit, M. (2013). Mapping What They Know: Concept Maps as an Effective Tool for Assessing Students' Systems Thinking. *American Journal of Operations Research*, 03(01), 245–258. <https://doi.org/10.4236/ajor.2013.31a022>
- Tripto, J., Assaraf, O. B. Z., & Amit, M. (2018). Recurring patterns in the development of high school biology students' system thinking over time. *Instructional Science*, 46(5), 639–680. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9447-3>
- Umphlett, N., Brosius, T., & Leslie-pelecky, D. L. (2009). *Ecosystem Jenga!*
- Verhoeff, R. P., Waarlo, A. J., & Boersma, K. T. (2008). Systems modelling and the development of coherent understanding of cell biology. *International Journal of Science Education*, 30(4), 543–568. <https://doi.org/10.1080/09500690701237780>
- Von Bertalanffy, L. (1972). *This article is reprinted, with permission*.
- Waldman, J. D. (2007). Thinking systems need systems thinking. *Systems Research and Behavioral Science*, 24(3), 271–284. <https://doi.org/10.1002/sres.828>