

**PROFIL KETERAMPILAN BERPIKIR SISTEM SISWA SMA PADA
MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA**

SKRIPSI

*diajukan guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi*



oleh
Dinda Silvia Fimiati
1903220

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2023

**PROFIL KETERAMPILAN BERPIKIR SISTEM SISWA SMA PADA
MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA**

oleh
Dinda Silvia Fimiati

Skripsi ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Dinda Silvia Fimiati
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya, atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

DINDA SILVIA FIMIATI

**PROFIL KETERAMPILAN BERPIKIR SISTEM SISWA SMA PADA
MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. H. Saefudin, M.Si.

NIP. 196307011988031003

Pembimbing II,



Dr. Diana Rochintaniawati, M.Ed.

NIP. 196709191991032001

Mengetahui:

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi,



Dr. Kusnadi, M.Si.

NIP. 196805091994031001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Profil Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Materi Sistem Ekskresi Manusia” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2023
Pembuat pernyataan,



Dinda Silvia Fimiati

NIM. 1903220

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Profil Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Materi Sistem Ekskresi Manusia”. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam skripsi ini dibahas mengenai gambaran keterampilan berpikir sistem siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) pada materi biologi yang berkaitan dengan sistem kompleks, yaitu materi sistem ekskresi manusia. Hasil penelitian dalam skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis, guru, siswa, dan menjadi referensi bagi peneliti lain yang memiliki fokus penelitian yang serupa, yaitu berkaitan dengan keterampilan berpikir sistem di bidang pendidikan biologi atau pendidikan sains sehingga para siswa memiliki keterampilan berpikir sistem yang baik dan kualitas pendidikan di Indonesia menjadi lebih baik lagi.

Penulis menyadari akan kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk perbaikan ke depannya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan membawa berkah bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya.

Bandung, Juli 2023



Dinda Silvia Fimiati

NIM. 1903220

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Profil Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Materi Sistem Ekskresi Manusia” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Biologi. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dukungan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Safiudin dan Ibunda Sumiati, serta adik-adik tercinta Fimia Firda Permatasari dan Alfirmia Ivana Syafitri, yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, doa, dan kasih sayang yang penuh kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dan mempersembahkannya kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta.
2. Bapak Dr. H. Saefudin, M.Si. selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu untuk berbagi ilmu dan senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dukungan, serta motivasi kepada penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan sebagaimana mestinya.
3. Ibu Dr. Diana Rochintaniawati, M.Ed. selaku dosen pembimbing II, yang telah meluangkan waktu untuk berbagi ilmu dan senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dukungan, serta motivasi kepada penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan sebagaimana mestinya.
4. Bapak Dr. Kusnadi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia dan juga selaku validator *judgement* instrumen penelitian, yang telah menyetujui skripsi ini serta meluangkan waktu untuk menilai dan memberikan saran sehingga instrumen penelitian pada skripsi ini lebih baik dan layak untuk digunakan.
5. Bapak Dr. Wahyu Surakusumah, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang senantiasa memberikan informasi, bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama penulis menjalani studi.

6. Ibu Dr. Rini Solihat, M.Si. selaku Dewan Bimbingan Skripsi, yang telah memberikan arahan, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staf tenaga kependidikan Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, yang membekali ilmu dan pengetahuan serta memberikan arahan, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama penulis menjalani studi.
8. Ibu Rini Rahmayanti Amir, S.Pd. dan Ibu Hj. Nani Rohayati S.Pd. selaku guru pamong penulis, siswa-siswi kelas XI MIPA 3, 4, 5, 6, serta seluruh tenaga pendidik dan kependidikan SMA Negeri 13 Bandung, yang senantiasa membantu dalam kelancaran penelitian serta memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
9. “Penghuni Mekartani” yang terdiri dari Anjani Nurfitriana, Tinda Lisetiawati, Bibi Runtia Eka Dewi, dan Tete Rinrin Rizky Nurfitri sebagai rumah kedua, yang senantiasa memberikan nasihat, dukungan, dan motivasi serta menjadi tempat berbagi dalam hal apa pun selama penulis menjalani studi dan dalam penyusunan skripsi ini.
10. “Buhajah Berjamaah” yang terdiri dari Auliya Verina Lutfiyah dan Rosyi Rahmawati sebagai sahabat seperjuangan, yang senantiasa memberikan nasihat, dukungan, dan motivasi serta menjadi tempat berbagi dalam hal apa pun selama penulis menjalani studi dan dalam penyusunan skripsi ini.
11. Teman-teman “Keluarga AA” Pendidikan Biologi A 2019 sebagai rekan seperjuangan, yang telah berbagi banyak cerita dan bantuan terkait perkuliahan selama penulis menjalani studi dan dalam penyusunan skripsi ini.
12. Seluruh pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Semoga semua kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang lebih dari Allah SWT.

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji tentang profil keterampilan berpikir sistem siswa pada materi biologi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai gambaran keterampilan berpikir sistem siswa SMA pada materi sistem ekskresi manusia. Keterampilan berpikir sistem merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang berdasar pada model hierarki berpikir sistem yang terbagi menjadi tiga level. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Subjek penelitian berjumlah 83 siswa SMA kelas XI MIPA di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes yang terdiri dari sebelas butir soal pilihan majemuk. Soal diberikan setelah siswa selesai mempelajari materi sistem ekskresi manusia. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa keterampilan berpikir sistem siswa pada setiap indikator adalah mencapai kategori baik pada indikator dua dan indikator tiga, mencapai kategori cukup pada indikator satu, indikator lima, dan indikator tujuh, serta mencapai kategori kurang pada indikator empat dan indikator enam. Kemudian, keterampilan berpikir sistem siswa berdasarkan model hierarki berpikir sistem adalah mencapai kategori baik pada tingkat pertama (level A), mencapai kategori cukup pada tingkat kedua (level B), serta kategori kurang pada tingkat ketiga (level C). Dengan kategori persentase tertinggi siswa yang memiliki keterampilan berpikir sistem secara berturut-turut dari level terendah ke tertinggi, yaitu baik, cukup, dan kurang.

Kata Kunci: berpikir sistem, keterampilan tingkat tinggi, sistem kompleks biologis, sistem ekskresi manusia

ABSTRACT

This study examines the profile of students' systems thinking skills in biology material. The purpose of this study was to obtain information regarding the description of the systems thinking skills of high school students in the human excretory system material. Systems thinking skills is high order thinking skills based on a system thinking hierarchical model which is divided into three levels. The research method used is descriptive quantitative. The research subjects were 83 senior high school students of eleventh class majoring science at one of the public high schools in Bandung City. The research instrument used was a test consisting of eleven multiple choice questions. The questions are given after students have finished studying the human excretory system material. The results of the research showed that students' systems thinking skills in each indicator were in the good category in indicator two and indicator three, in the sufficient category in indicator one, indicator five, and indicator seven, and in the poor category in indicator four and indicator six. Then, students' system thinking skills based on the system thinking hierarchical model are achieving a good category at the first level (level A), achieving a sufficient category at the second level (level B), and a poor category at the third level (level C). With the category of the highest percentage of students who have system thinking skills successively from the lowest level to the highest, namely good, poor, and poor.

Keywords: system thinking, high order thinking skills, complex biological system, human excretory system

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	7
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	7
BAB II KETERAMPILAN BERPIKIR SISTEM DAN MATERI SISTEM	
EKSKRESI MANUSIA	10
2.1 Keterampilan Berpikir Sistem	10
2.2 Materi Sistem Ekskresi Manusia.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Metode dan Desain Penelitian	22
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	23
3.3 Definisi Operasional.....	23
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.5 Alur Penelitian.....	25
3.6 Instrumen Penelitian.....	26
3.7 Analisis Data	31
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Setiap Indikator	
Keterampilan Berpikir Sistem	33

4.2 Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA Berdasarkan Model Hierarki Berpikir Sistem	49
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	60
5.1 Simpulan.....	60
5.2 Implikasi	60
5.3 Rekomendasi	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Berpikir Sistem	16
Tabel 2.2 KI dan KD Materi Sistem Ekskresi Manusia Kurikulum 2013 Revisi .	20
Tabel 3.1 Indeks Validitas Butir Soal	26
Tabel 3.2 Indeks Reliabilitas Butir Soal	27
Tabel 3.3 Indeks Tingkat Kesukaran Butir Soal	27
Tabel 3.4 Indeks Daya Pembeda Butir Soal.....	28
Tabel 3.5 Rekapitulasi Analisis Butir Soal Tes Keterampilan Berpikir Siswa SMA	28
Tabel 3.6 Kisi-Kisi Soal Tes Keterampilan Berpikir Siswa SMA.....	29
Tabel 3.7 Kategori Perolehan Nilai.....	31
Tabel 3.8 Kategori Perolehan Nilai.....	32
Tabel 4.1 Rekapitulasi Analisis Statistik Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Sistem	34
Tabel 4.2 Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Sistem	35
Tabel 4.3 Rekapitulasi Analisis Statistik Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Setiap Tingkat/Level Berdasarkan Model Hierarki Keterampilan Berpikir Sistem	50
Tabel 4.4 Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Setiap Tingkat/Level Berdasarkan Model Hierarki Keterampilan Berpikir Sistem	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	25
Gambar 4.1 Nilai Rata-Rata Keterampilan Berpikir Sistem Setiap Indikator pada Tiap Tingkat/Level Keterampilan Berpikir Sistem	51
Gambar 4.2 Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA Berdasarkan Model Hierarki Berpikir Sistem Tingkat Pertama (Level A).....	52
Gambar 4.3 Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA Berdasarkan Model Hierarki Berpikir Sistem Tingkat Kedua (Level B).....	55
Gambar 4.4 Keterampilan Berpikir Sistem Siswa SMA Berdasarkan Model Hierarki Berpikir Sistem Tingkat Ketiga (Level C)	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	67
Lampiran 2. Lembar Validasi Judgement Instrumen Keterampilan Berpikir Sistem oleh Dosen Ahli	77
Lampiran 3. Instrumen Keterampilan Berpikir Sistem (Revisi Setelah Judgement Dosen Ahli dan Uji Coba)	98
Lampiran 4. Rekapitulasi Hasil Tes Keterampilan Berpikir Sistem	102
Lampiran 5. Rekapitulasi Penilaian Hasil Tes Keterampilan Berpikir Sistem ...	107
Lampiran 6. Hasil Analisis Uji Coba Instrumen Keterampilan Berpikir Sistem Menggunakan Software ANATES V4	112
Lampiran 7. Hasil Uji Statistik Hasil Tes Keterampilan Berpikir Sistem Menggunakan Software IBM SPSS Statistics 26	135
Lampiran 8. Contoh Jawaban Tes Keterampilan Berpikir Sistem Siswa	138
Lampiran 9. Surat Permohonan Izin Penelitian	139
Lampiran 10. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	140
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian	141

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2009). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ben-Zvi Assaraf, O., Dodick, J., & Tripto, J. (2011). High School Students' Understanding of the Human Body System. *Research in Science Education*, 43(1), 33–56. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9245-2>
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- 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., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2012). *BIOLOGI (Edisi 8, Jilid 3)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Daneri, D. R. (2017). Teaching systems thinking to 4th and 5th graders using Environmental Dashboard display technology. *PLoS ONE*, 12(4), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176322>
- Douvdevany, O., Dreyfus, A., & Jungwirth, E. (1997). Diagnostic instruments for determining junior high-school science teachers' understanding of functional relationships within the 'living cell.' *International Journal of Science Education*, 19(5), 593–606. <https://doi.org/10.1080/0950069970190507>
- 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>
- Fauziah, A. (2022). *Profil Keterampilan Riset dan Sikap Ilmiah Siswa di Salah Satu SMP Kota Bandung*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education (Eighth Edition)*. New York: McGraw-Hill.
- Gilbert, L. A., Gross, D. S., & Kreutz, K. J. (2019). Developing undergraduate students' systems thinking skills with an InTeGrate module. *Journal of Geoscience Education*, 67(1), 34–49. <https://doi.org/10.1080/10899995.2018.1529469>

- Gilissen, M. G. R., Knippels, M. C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2020). Bringing systems thinking into the classroom. *International Journal of Science Education*, 42(8), 1253–1280. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1755741>
- Hmelo-Silver, C. E., & Azevedo, R. (2009). Understanding Complex Systems: Some Core Challenges. *Journal of the Learning Sciences*, September 2011, 37–41. <https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501>
- Hmelo-Silver, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to Learn About Complex Systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247–298. <http://miwalab.cog.human.nagoya-u.ac.jp/database/resume/2002-09-24.pdf%5Cnpapers3://publication/uuid/C176EBB3-4D0E-4568-B356-B911F3D77D35>
- Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Eberbach, C., & Sinha, S. (2017). Systems learning with a conceptual representation: a quasi-experimental study. *Instructional Science*, 45(1), 53–72. <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9392-y>
- Hmelo-Silver, C. E., Marathe, S., & Liu, L. (2007). Fish swim, rocks sit, and lungs breathe: Expert-novice understanding of complex systems. *Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 307–331. <https://doi.org/10.1080/10508400701413401>
- Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11–34. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_4
- Lin, C. Y., & Hu, R. (2003). Student's understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis, and respiration. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1529–1544. <https://doi.org/10.1080/0950069032000052045>
- 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. <https://doi.org/10.1002/tea.20297>
- 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*, 55(4), 341–367. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1687105>
- Nazir, M. (1988). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

- Nisak, N. Z. (2021). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Biologi untuk Siswa SMA Ditinjau dari Tingkat Kesulitan Materi, Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi, dan Keaktifan Belajar Siswa. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 1(2), 128. <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v1i2.9629>
- Nuraeni, R., Setiono, & Himatul, A. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Sistem Siswa Kelas XI SMA pada Materi Sistem Pernapasan. *Pedagogi Hayati*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.31629/ph.v4i1.2123>
- Nurkholisoh, S., Ducha, N., & Indana, S. (2016). *Kelayakan Lembar Kegiatan Siswa Berbasis Penemuan Terbimbing pada Materi Sistem Ekskresi Manusia Kelas XI SMA*. 5(3), 226–234.
- Nurmalina, R. (2017). Berpikir Sistem (System Thinking) Dalam Pendekatan Sistem (System Approach). In *Agribusiness Series Institut Pertanian Bogor* (Issue June).
- Rachmi, R. A. (2021). *Profil Pengalaman Belajar Peserta Didik dalam Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah (studi deskriptif pada pembelajaran ipa/biologi di sekolah menengah pertama secara luring dan daring)*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Raved, L., & Yarden, A. (2014). Developing seventh grade students' systems thinking skills in the context of the human circulatory system. *Frontiers in Public Health*, 2(DEC), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00260>
- Reiss, M. J., & Tunnicliffe, S. D. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, 31(3), 383–399. <https://doi.org/10.1023/A:1013116228261>
- Riess, W., & Mischo, C. (2010). *Biology Lessons Promoting Systems Thinking through*. December 2014, 37–41. <https://doi.org/10.1080/09500690902769946>
- Salim, & Prajono, R. (2018). Profil Kemampuan Literasi Matematis. *Digital Journal of Mathematics and Education*, 5(9), 594–602.
- Schuler, S., Fanta, D., Rosenkraenzer, F., & Riess, W. (2018). 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*, 42(2), 192–204. <https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1339264>
- Sembiring, I. (2017). *Pengembangan Bahan Ajar Terintegrasi STEM pada Materi Pokok Sistem Organisasi Kehidupan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMP*. (Tesis). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

- Simorangkir, A., & Napitupulu, M. A. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.24114/jpp.v8i1.11247>
- Snapir, Z., Eberbach, C., Ben-Zvi Assaraf, O., Hmelo-Silver, C., & Tripto, J. (2017). Characterising the development of the understanding of human body systems in high-school biology students – A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2092–2127. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1364445>
- 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. (2017). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Tripto, J., Ben-Zvi Assaraf, O., & 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>
- Tripto, J., Ben-Zvi Assaraf, O., Snapir, Z., & Amit, M. (2016). How is the body's systemic nature manifested amongst high school biology students? *Instructional Science*, 45(1), 73–98. <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9390-0>
- Verhoeff, R. P., Knippels, M. C. P. J., Gilissen, M. G. R., & Boersma, K. T. (2018). The Theoretical Nature of Systems Thinking. Perspectives on Systems Thinking in Biology Education. *Frontiers in Education*, 3(June), 1–11. <https://doi.org/10.3389/educ.2018.00040>
- 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>
- Yoon, S. A., Goh, S. E., & Park, M. (2018). Teaching and Learning About Complex Systems in K–12 Science Education: A Review of Empirical Studies 1995–2015. *Review of Educational Research*, 88(2), 285–325. <https://doi.org/10.3102/0034654317746090>
- Zion, M., & Klein, S. (2015). Conceptual Understanding of Homeostasis. *International Journal Of Biology Education*, 4(1). <https://doi.org/10.20876/ijobed.12279>