

ANALISIS PEMAHAMAN SISWA SMA DI KOTA PONTIANAK MENGENAI MATERI GENETIKA

^{1*}Prayogi Waskito, ¹Wolly Candramilla, ¹Yokhebed

¹ Prodi Pendidikan Biologi, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 15 Feb 20
Direvisi 31 July 20
Dipublikasikan 05 Nov 20

ABSTRACT

This research aimed to find out students' conceptions and factors causing misconceptions on the topic of genetics of XII grade science class at Pontianak City Senior High School of 2018/2019 Academic Year. The method used in this research was descriptive survey. The research sample was determined using random sampling technique with a total number of respondents of 100. The research was conducted by delivering twenty-four questions of diagnostic test in the form of essay test which include four concepts in genetics: genetic material, cell division, Mendel's genetic law and mutation. The result showed that the students' understanding was still low, with the percentage of 27.55%. Meanwhile, students who have misconceptions and do not understand the concepts were 33.21% and 39.25% respectively. The result showed highest frequencies of misconceptions were found on the topic of Mendel's genetic law while the lowest were on mutation. The students' thinking factors causing misconceptions come from intuitive thinking (31%), incomplete reasons (27.5%), student ability (24.2%), cognitive development stage (8.8%), preconception (6,6%) and associative thinking (3.3%). Meanwhile, misconceptions came from humanistic thinking were not found.

KEY WORDS: *Factors Causing Misconceptions, Genetics Topic, High School, Concept*

Pendahuluan

Genetika adalah salah satu cabang ilmu dalam biologi yang masih sulit dipahami karena mengandung konsep yang abstrak (Etobro and Banjoko, 2017; Kilic and Saglam, 2014) sehingga masih banyak ditemukan miskonsepsi (Shaw *et al.*, 2008; Tasthan *et al.*, 2008; Dikmenli, 2010; Nurlaila *et al.*, 2017). Misalnya, dalam penelitian Maulidi (2014) ditemukan terdapat enam kelompok konsep esensial dalam genetika yang masih mengalami miskonsepsi mencakup konsep pertama mengenai ruang lingkup genetika, konsep kedua mengenai gen, DNA, dan kromosom, konsep ketiga mengenai hubungan gen, DNA-RNA-polipeptida dan proses sintesis protein, konsep keempat mengenai prinsip genetika dalam mekanisme pewarisan sifat, konsep kelima mengenai pembelahan sel dan hubungannya dengan pewarisan sifat, serta konsep keenam mengenai mutasi.

Diluar semua kesulitan yang telah ditemukan, konsep-konsep genetika memiliki peranan penting untuk memahami cabang ilmu biologi lainnya. Misalnya, beberapa materi biologi yang dipelajari di SMA kelas XII seperti bioteknologi dan evolusi mengharuskan siswa untuk menguasai konsep-konsep yang terdapat pada materi genetika dengan benar. Oleh karena itu, konsep genetika dijadikan sebagai konsep dasar yang harus dikuasai untuk memahami konsep biologi lainnya (Tekkaya, 2002; Lanie *et al.*, 2013). Selain itu, memahami konsep genetika juga akan membantu siswa memahami perkembangan permasalahan-permasalahan penting dalam masyarakat seperti pengujian genetik suatu penyakit dan perubahan makanan (Cisterna *et al.*, 2013). Seiring dengan itu, ilmu yang berhubungan dengan genetika juga telah banyak berkembang, seperti teknologi DNA rekombinan dan munculnya rekayasa genetika pada pangan dan makhluk hidup (Dawson dan Schibeci, 2003).

Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa selain terjadi pada siswa (Dikmenli, 2010; Shaw *et al.*, 2008; Mustika dkk., 2014), miskonsepsi juga terjadi baik pada guru (Nurlaila *et al.*, 2017; Etobro and Banjoko, 2017) maupun buku (Nusantari, 2014). Hasil penelitian Maulidi (2014) di Kelas XII IPA 1 dan IPA 2 MAN 1 Pontianak menemukan bahwa miskonsepsi tertinggi yang dialami siswa pada materi genetika terdapat pada konsep menentukan karyotipe pada sel sperma. Selanjutnya, diikuti dengan konsep

*email korespondensi: waskito2prayogi@gmail.com

Published by FKIP Universitas Tanjungpura

menjelaskan perbedaan hukum I dan Hukum II Mendel, menjelaskan pengertian transkripsi dan translasi, menjelaskan akibat dari mutasi gen dan kromosom, dan pengidentifikasian pembelahan fase metafase II. Selanjutnya Jika membandingkan dengan hasil penelitian Adrianto (2016), salah satu miskonsepsi evolusi yang ditemukan pada siswa kelas XII SMA Don Bosco Sanggau adalah bahwa mutasi dapat dikontrol oleh organisme yang bersangkutan. Persamaan konsep dasar tentang mutasi yang salah dipahami oleh siswa membuktikan bahwa kesalahan memahami konsep dalam genetika dapat mengarah pada kesalahan pemahaman konsep pada pembelajaran tingkat berikutnya.

Untuk mengetahui permasalahan miskonsepsi dan faktor penyebabnya pada materi genetika, penelitian sebaiknya dilakukan pada siswa SMA yang telah mempelajari materi genetika namun tidak terbatas hanya pada siswa sekolah tertentu. Untuk mengidentifikasi faktor penyebab miskonsepsi juga diperlukan instrumen yang tepat. Menurut Suparno (2013), lima hal faktor utama penyebab miskonsepsi pada siswa yaitu siswa, pengajar, buku teks, konteks, dan cara mengajar. Langkah yang umum digunakan untuk mengetahui penyebab miskonsepsi adalah dengan pemberian soal tes diagnostik bentuk esai kepada siswa dan dilanjutkan dengan analisis pada jawaban siswa untuk menentukan deskripsi jenis miskonsepsi siswa. Deskripsi jenis miskonsepsi siswa akan dapat digunakan sebagai pedoman untuk memulai wawancara guna mengetahui faktor penyebab miskonsepsi. Menurut Suparno (2013), faktor penyebab miskonsepsi dapat dinilai dari aspek prakonsepsi, pemikiran asosiatif, pemikiran humanistik, alasan yang tidak lengkap, intuisi yang salah, tahap perkembangan kognitif, kemampuan dan minat belajar siswa.

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan lanjutan penelitian Maulidi (2014) dengan pengembangan tentang analisis miskonsepsi siswa pada materi genetika SMA kelas XII IPA di Kota Pontianak. Selain itu, perlu juga diungkap faktor penyebab utama munculnya miskonsepsi pada siswa sehingga dapat ditemukan solusi untuk menangani masalah tersebut agar dapat menurunkan jumlah siswa yang mengalami miskonsepsi dalam materi genetika.

Metode Penelitian

Bagian Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan bentuk penelitian survei. Dalam penelitian ini, metode ini digunakan dengan tujuan untuk memberikan gambaran secara luas mengenai konsepsi, miskonsepsi dan faktor penyebab miskonsepsi yang muncul dalam pemikiran siswa. Survei dilakukan dengan tujuan untuk mencari fakta-fakta guna mendukung pengumpulan data yang berkaitan dengan miskonsepsi siswa.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XII IPA SMA di Kota Pontianak, Tahun Ajaran 2018/2019. Siswa yang berpartisipasi dalam penelitian ini sebanyak 100 siswa. Sampel ditentukan dengan menggunakan teknik pengambilan sampel secara acak (*random sampling*) yang disesuaikan dengan proporsi jumlah siswa SMA di masing-masing kecamatan di Kota Pontianak.

Teknik pengumpulan data diawali dengan melakukan perijinan ke SMA Negeri di Kota Pontianak untuk meminta kesediaan sekolah melakukan penelitian miskonsepsi pada siswa kelas XII IPA. Setelah itu, menentukan waktu pelaksanaan tes.

Tabel 1.

Analisis Kategori Pemahaman Konsep pada Tipe Soal Esai

Poin	Penjelasan	Kategori Pemahaman
4	Jawaban benar, jelas dan lengkap	Paham
3	Jawaban benar, tetapi tidak mengandung semua komponen atau kurang lengkap	Paham Sebagian
2	Jawaban sebagian benar, tetapi mengandung unsur miskonsepsi	Miskonsepsi Sebagian
1	Jawaban jelas-jelas miskonsepsi meliputi salah pengertian atau salah paham dan konsep yang benar-benar salah	Miskonsepsi
0	Jawaban kosong, jawaban sama sekali tidak logis, dan menjawab tanpa disertai alasan	Tidak Paham

Sumber: Nusantari (2012).

Pada saat pelaksanaan, kegiatan penelitian diawali dengan pemberian tes diagnostik berbentuk uraian yang mengacu pada penelitian Maulidi (2014) untuk mengetahui konsepsi dan miskonsepsi yang dialami siswa kelas XII IPA SMA di Kota Pontianak Tahun Ajaran 2018/2019 mengenai materi genetika. Selanjutnya, hasil deskripsi miskonsepsi berdasarkan jawaban siswa pada tes diagnostik esai tersebut digali kembali melalui wawancara tidak terstruktur untuk mengungkap faktor penyebab miskonsepsi yang dialami siswa. Faktor penyebab miskonsepsi yang diamati adalah faktor internal yang muncul dalam pemikiran siswa disebabkan oleh adanya prakonsepsi (PK), pemikiran asosiatif (PA), pemikiran humanistik (PH), alasan tidak lengkap (ATL), pemikiran intuitif/

intuisi yang salah (PI), tahap perkembangan kognitif (TKP) dan kemampuan siswa (KP) mengacu pada Suparno (2013). Selanjutnya, dibuat rekapitulasi masing-masing konsepsi, jenis miskonsepsi dan faktor penyebab yang muncul dalam pemikiran siswa.

Validasi instrumen dilakukan oleh satu orang dosen Jurusan Biologi FMIPA Untan, satu guru Biologi SMAN 7 Pontianak, dan satu guru Biologi SMAN 9 Pontianak. Dengan mempertimbangkan saran dan perbaikan dari validator, maka validitas isi instrumen secara keseluruhan dinyatakan sudah layak digunakan (LD) dengan reliabilitas sebesar 0,65. Data dianalisis dengan teknik analisis kategori pemahaman konsep yang diadopsi dari Nusantari (2012), seperti terangkum dalam Tabel 1 di atas.

Hasil dan Pembahasan

Terdapat empat konsep yang diteliti dalam penelitian ini, yaitu materi genetik, pembelahan sel, hukum Mendel dan penyimpangan semu hukum Mendel dan mutasi. Hasil analisis berupa persentase pemahaman siswa pada materi genetika disajikan dalam Tabel 2. Rata-rata pemahaman konsep siswa sebesar 27,54% dengan persentase tertinggi ditemukan pada konsep pembelahan sel sebesar 34,2%. Pemahaman konsep mengalami penurunan pada konsep hukum Mendel dan penyimpangan semu hukum Mendel sebesar 17% setelah mengalami peningkatan dari konsep materi genetik sebesar 28,9%. Kemudian, mengalami peningkatan kembali pada konsep mutasi sebesar 33%. Penurunan pemahaman konsep juga terlihat dari meningkatnya siswa yang tidak memahami konsep dari keempat konsep yang telah diteliti. Persentase tertinggi pada kategori tidak memahami konsep terjadi pada konsep mutasi yaitu sebesar 40%. Sedangkan miskonsepsi paling tinggi ditemukan pada konsep hukum Mendel dan penyimpangan semu hukum Mendel dengan persentase sebesar 43,33%.

Disisi lain, pemahaman siswa terhadap konsep dasar masih dibawah 50% namun pada konsep lanjutan seperti pembelahan sel dan mutasi mengalami peningkatan dengan persentase berturut-turut sebesar 34,2% dan 33%.

Tabel 2

Persentase Pemahaman Siswa Pada Keempat Konsep Genetika

Subjek Penelitian	Kategori Pemahaman Konsep	Persentase Pemahaman Subjek pada Setiap Konsep (%)				Rata-rata (%)
		Materi Genetik	Pembelahan Sel	Hukum Mendel dan Penyimpangan Semu Hukum Mendel	Mutasi	
SMA di Kota Pontianak (n = 100)	Memahami Konsep	28,9	34,2	17	33	27,54
	Miskonsepsi	31,5	28,2	43,33	27	33,21
	Tidak Memahami Konsep	39,6	37,6	39,67	40	39,25

Hasil analisis data Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase ketidakpahaman siswa lebih tinggi dibandingkan siswa yang memahami konsep. Peningkatan pemahaman konsep siswa diikuti dengan penurunan persentase siswa yang mengalami miskonsepsi dan tidak memahami konsep. kondisi ini ditemukan pada konsep pembelahan sel, sebaliknya penurunan pemahaman konsep siswa diikuti dengan meningkatnya jumlah subjek yang mengalami miskonsepsi bahkan tidak memahami konsep. kondisi dapat ditemukan pada persentase konsep hukum Mendel dan penyimpangan semu hukum Mendel.

Selain itu, mengacu pada hasil analisis kategori pemahaman konsep siswa SMA kelas XII IPA di Kota Pontianak, faktor penyebab yang muncul dalam pemikiran siswa memiliki pengaruh yang besar munculnya miskonsepsi pada materi genetika dengan persentase sebesar 30,75% dari pemikiran intuitif, 27,45% dari alasan tidak lengkap, 24,15% dari kemampuan siswa, 8,77% dari tahap perkembangan kognitif, 6,57% dari prakonsepsi dan 3,28% dari pemikiran asosiatif. Sementara, miskonsepsi yang berasal dari pemikiran humanistik tidak ditemukan. Persentase ketujuh faktor tersebut disajikan dalam Tabel 3.

Pada tabel tersebut tampak bahwa pada konsep materi genetik, penyebab miskonsepsi tertinggi ditemukan berasal dari pemikiran intuitif siswa sedangkan penyebab miskonsepsi terendah berasal dari prakonsepsi dan pemikiran asosiatif siswa. Hal serupa juga terjadi dalam konsep pembelahan sel dan mutasi, miskonsepsi yang terjadi juga disebabkan oleh pemikiran intuitif siswa sedangkan penyebab miskonsepsi paling rendah berturut-turut berasal dari prakonsepsi siswa dan kemampuan siswa. Sementara pada konsep hukum Mendel dan penyimpangan semu hukum Mendel, penyebab miskonsepsi tertinggi berasal dari alasan tidak lengkap sedangkan penyebab miskonsepsi terendah berasal dari pemikiran asosiatif dan tahap perkembangan kognitif siswa.

Tabel 3

Persentase Faktor Internal Yang Muncul Dalam Pemikiran Siswa

	Konsep yang dikaji	Persentase Penyebab Miskonsepsi (%)						
		PK	PA	PH	ATL	PI	TPK	KP
1	Materi Genetik	2.19	2.19	-	15.38	16.48	4.39	13.18
2	Pembelahan Sel	2.19	-	-	4.39	6.59	3.29	5.49
3	Hukum Mendel dan Penyimpangan Semu Hukum Mendel	-	1.09		5.49	4.39	1.09	4.39
4	Mutasi	2.19	-	-	2.19	3.29	0	1.09
	Total	6.57	3.28	0	27.45	30.75	8.77	24.15

Keterangan: PK (Prakonsepsi), PI (Pemikiran Intuitif), PA (Pemikiran Asosiatif), TPK (Tahap Perkembangan Kognitif), PH (Pemikiran humanistik), KP (Kemampuan Peserta Didik), dan ATL (Alasan Tidak Lengkap).

Secara umum, pemahaman siswa SMA kelas XII IPA di Kota Pontianak pada materi genetika masih rendah. Hal ini disebabkan oleh tingginya miskonsepsi dan tidak memahami konsep. Diantara keempat konsep dalam materi genetika, miskonsepsi dengan persentase paling tinggi ditemukan pada konsep hukum Mendel dan penyimpangan semu hukum Mendel sebesar 43,33%. Hal ini didukung oleh peningkatan persentase siswa yang tidak paham sebesar 24% yang menyebabkan rendahnya pemahaman siswa sebesar 17%. Hal yang sama juga diikuti oleh konsep materi genetika dengan persentase miskonsepsi sebesar 31,5% yang memiliki pengaruh besar dan menjadi penyebab rendahnya pemahaman siswa sebesar 28,9%. Penyebab utama dibalik rendahnya pemahaman siswa disebabkan karena tingginya persentase siswa yang tidak memahami konsep sebesar 39,6% dibandingkan siswa yang mengalami miskonsepsi.

Disisi lain, meskipun persentase siswa yang memahami konsep mutasi lebih tinggi (33%) dibandingkan persentase siswa yang mengalami miskonsepsi, namun masih banyak ditemukan persentase siswa yang tidak memahami konsep sebesar 40%. Selain itu, kondisi yang sama juga ditemukan pada konsep pembelahan sel yang menunjukkan bahwa persentase siswa yang mengalami miskonsepsi lebih rendah dibandingkan persentase siswa yang memahami konsep (34,2%) yakni sebesar 28,2%. Namun, rata-rata siswa yang tidak memahami konsep juga masih banyak ditemukan sebesar 37,6%.

Peningkatan miskonsepsi dan tidak memahami konsep dipicu oleh faktor internal yang muncul dalam pemikiran siswa. Dalam penelitian ini, faktor internal yang muncul dalam pemikiran siswa didominasi oleh pemikiran, intuitif, alasan tidak lengkap, kemampuan siswa, tahap perkembangan kognitif, prakonsepsi dan pemikiran asosiatif.

Menurut Henrique (2002), pemikiran intuitif berasal dari suatu pemikiran yang berasal dari pemahaman sendiri yang terjadi secara spontan terhadap suatu konsep tanpa didasari data penelitian yang ilmiah. Kondisi ini ditemukan pada konsepsi siswa yang menyatakan bahwa kromosom homolog adalah dua buah kromosom yang mempunyai karakteristik yang hampir sama sedangkan kromatid saudara dan kromosom merupakan sesuatu yang sama yaitu mempunyai empat lengan.

Selanjutnya, faktor kedua disebabkan oleh alasan tidak lengkap. Dalam hal ini, berkaitan dengan pemahaman yang salah karena ketidaklengkapan informasi yang diterima siswa (Mustami, 2016). Kondisi ini ditemukan pada konsepsi seperti 22A+X atau 22A+Y merupakan karyotipe sel sperma manusia karena karyotipe ini menggambarkan karakter kromosom kelamin dan sifatnya ada yang berpasangan dan tidak berpasangan.

Faktor ketiga disebabkan oleh kemampuan siswa. Dalam hal ini, berkaitan dengan ketidakmampuan siswa yang masih sulit untuk memahami konsep dalam genetika (Tsui and Treagust, 2010). Kondisi ini ditemukan pada konsepsi siswa seperti sindrom termasuk mutasi tingkat gen, karena dapat mempengaruhi munculnya alel baru dan menjadi dasar munculnya banyak variasi baru pada spesies. Selanjutnya, faktor keempat disebabkan oleh tahap perkembangan kognitif. Dalam hal ini, ketidakmampuan siswa dalam memahami konsep yang abstrak karena batasan kognitif. Menurut Coley and Tanner (2015), batasan kognitif adalah cara berpikir intuitif baik cara menjelaskan, penalaran terhadap suatu konsep. Kondisi ini ditemukan pada konsepsi siswa yang menyatakan bahwa rRNA tetap berada di ribosom sedangkan tRNA dan mRNA terlibat dalam sintesis protein.

Faktor kelima disebabkan oleh prakonsepsi. Menurut Avwiri (2016) dan De'Kock (2005), prakonsepsi disebut juga sebagai *gathered knowledge* yang berarti gabungan ide/ pemikiran yang telah terbentuk sebelumnya berdasarkan pengalaman pribadi. Kondisi ini ditemukan pada konsepsi siswa yang menyatakan bahwa Semua mutasi memiliki dampak merugikan karena mengakibatkan kecacatan. Berikutnya, faktor keenam disebabkan oleh pemikiran asosiatif. Pemikiran ini terjadi karena siswa salah menafsirkan istilah konsep dalam genetika atau hubungan antar konsep yang satu dengan konsep lainnya. Kondisi ini ditemukan

pada konsepsi siswa yang menyatakan bahwa genetika adalah ilmu mempelajari tentang keanekaragaman makhluk hidup dan sifat-sifat yang diturunkan.

Untuk menangani miskonsepsi yang disebabkan oleh faktor internal yang muncul dalam pemikiran siswa, berbagai penelitian telah dilakukan mengenai metode yang tepat untuk mengajarkan materi genetika khususnya submateri mutasi. May *et al.* (2013) menawarkan metode pembelajaran konstruktivisme dengan cara diskusi berpasangan yang disebut *biological dialogues*. siswa akan memilih pasangan yang sesuai berdasarkan kosakata yang telah disediakan mengenai konsep yang akan dipelajari didalam kelas. Metode ini digunakan untuk memudahkan siswa dalam memahami terminologi dalam materi genetika khususnya topik mutasi.

Selain itu, penggunaan analogi dalam pembelajaran juga akan membantu siswa dalam memahami kosakata-kosakata sulit dalam genetika (Iding, 1997). Menurut (Woody and Himelblau, 2013) mempelajari genetika sebagaimana kita mempelajari bahasa asing. Setiap istilah memiliki maknanya tersendiri. Banyak istilah dalam genetika didefinisikan berlawanan tetapi memiliki istilah-istilah yang hampir sama. Misalnya, homozigot-heterozigot. Jika siswa tidak mampu membedakan salah satu istilah tersebut, maka siswa tidak mampu memahami istilah yang lainnya. Selain itu, model pengajaran berbasis proyek juga akan membantu siswa memahami konsep secara relevan (Alozie *et al.*, 2010). Misalnya, dalam konsep mutasi tentang perbedaan dan persamaan warna mata, warna kulit, dan tinggi manusia dari beberapa negara seperti indonesia, afrika, amerika, australia, mesir dan korea selatan.

Disisi lain, berkaitan dengan ketidakpahaman siswa yang disebabkan oleh kurangnya pengetahuan siswa tentang konsep genetika, guru perlu memberikan tambahan materi mengenai konsep yang belum dipahami oleh siswa. Dalam hal tersebut, perlu dilakukan identifikasi konsepsi di awal pembelajaran. Sehingga, guru dapat memberikan perlakuan yang tepat hanya pada konsep yang belum dipahami oleh siswa.

Kesimpulan

Pemahaman konsep siswa SMA kelas XII IPA di Kota Pontianak pada materi genetika masih rendah. Hal ini disebabkan oleh tingginya ketidakpahaman konsep siswa dan miskonsepsi. Pada kondisi miskonsepsi disebabkan oleh faktor internal yang muncul dalam pemikiran siswa mencakup pemikiran intuitif, alasan tidak lengkap, kemampuan siswa, tahap perkembangan kognitif, prakonsepsi, dan pemikiran asosiatif siswa. Penanganan miskonsepsi dapat dilakukan dengan memilih metode pembelajaran yang menarik sesuai dengan kondisi siswa seperti dialog berpasangan, penggunaan analogi selama pembelajaran, dan pembelajaran berbasis proyek.

Referensi

- Adrianto, O. M. (2016). *Analisis Konsepsi dan Miskonsepsi Siswa Kelas XII IPA SMA Don Bosco Sanggau pada Materi Evolusi*. Pontianak: Skripsi FKIP Untan.
- Alozie, N., Eklund, J., & Krajcik, J. (2010). Genetics In The 21st Century: The Benefits and Challenges of Incorporating a Project-Based Genetics Unit in Biology. *The American Biology Teacher*, 72(4), 225-230.
- Awiri, H. E. (2016). An Investigative Study On Student's Preconception And Level Of Assimilation Of Science Related Subjects. *International Journal of Innovative Social & Science Education Research*, 4(4), 1-7.
- Candramila, W., Adrianto, O. M., & Ariyati, E. (2016). Pemahaman Konsep Evolusi di Perguruan Tinggi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Praktek*, 1(2), 878-886.
- Carlin, J. L. (2011). Mutation are the Raw Materials of Evolution. *Nature Education Knowledge*, 3(10), 10.
- Cisterna, D., Williams, M., & Merritt, J. (2013). Student Understanding of Cell & Heredity: Patterns of Understanding in the Context of a Curriculum Implementation in Fifth & Seven Grade. *The American Biology Teachers*, 75(3), 178-184.
- Coley, J. D., & Tanner, K. (2015). Relations between Intuitive Biological Thinking and Biological Misconceptions in Biology Majors and Nonmajors. *CBE-Life Science Education*, 14, 1-9.
- Dawson, S., & Scibeci, R. (2003). Western Australian School Students Understanding of Biotechnology. *International Journal of Science Education*, 25(1), 57-69.
- De Kock, J. (2005). Science in early childhood. *ASE papers*, (16), 117-126.
- Dikmenli, M. (2010). Misconceptions Cell Divison Held by Student Teachers in Biology: a Drawing Analysis. *Scientific Research and Essay*, 5(2), 235-247.

- Etobro, B. A., & Banjoko, S. O. (2017). Misconceptions of Genetics Concepts among Pre-service Teachers. *Global Journal of Educational Research*, 16, 121-128.
- Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather. A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102, 202-215.
- Hoefenagels, M. (2012). *Biology Concepts and Investigations. Second Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Iding, M. K. (1997). How Analogies Foster Learning from Science Texts. *Instructional Science*, 4(25), 233-253.
- Kilic, D., & Saglam, N. (2014). Students' understanding of genetics concepts: the effect of reasoning ability and learning approaches. *Journal of Biological Education*, 48(2), 63-70.
- Lanie, A. D., Jayaratne, T. E., Sheldon, J. P., Kardia, S. L., Anderson, E. S., Feldbaum, M., & Petty, E. M. (2013). Exploring the Public Understanding of Basic Genetic Concepts. *Journal Genetics Council*, 13(4), 305-320.
- Losos, J. B., Arnold, S. J., Bejerano, G., Brodie III, E. D., Hibbett, D., Hoekstra, H. E., . . . Turner, T. L. (2013). Evolutionary Biology for the 21st Century. *PLOS Biology*, 11(1), 1-8.
- Maulidi, A. (2014). *Deskripsi Konsepsi Siswa pada Materi Hereditas di Man*. Pontianak: Skripsi FKIP Untan.
- May, S. R., Cook, D. L., & May, M. K. (2013). Biological Dialogues: How to teach your students to learn fluency in Biology. *The American Biology Teacher*, 75(7), 486-493.
- Mustami, M. K. (2016). Identifying the Misconception in Students' Biology Department on Genetics Concept with CRI Method. *The Social Sciences*, 11(13), 3348-3351.
- Mustika, A. A., Hala, Y., & Aarsal, A. F. (2014). Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Biologi Universitas Negeri Makassar pada Konsep Genetika dengan Metode CRI. *Jurnal Sainsmat*, 3(2), 122-129.
- Nurlaila, L., Sriyati, S., & Riyandi. (2014). Analyzing Student Biology Education Misconception and Scientific Argumentation Ability Using Diagnostic Question Clusters (Dqcs) of Molecular Genetic Concept. *Journal of Physics*, 812, 1-8.
- Nusantari, E. (2014). Genetics Misconception on High School Textbook, the Impact and Importance on Presenting the Order of Concept through Reorganization of Genetics. *Journal of Education and Practice*, 5(36), 20-28.
- Shaw, K. R., Horne, K. V., Zhang, H., & Boughm. (2008). Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Content. *Genetics Education Research*, 178, 1157-1168.
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Yogyakarta: Gramedia Widiasarana.
- Tastan, I., Dikmenli, M., & Cardak, O. (2008). Effectiveness of the conceptual change texts accompanied by concept maps about students' understanding of the molecules carrying genetical information. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1).
- Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as Barrier to Understanding Biology. *Journal Education*, 23, 259-266.
- Woody, S., & Himmelblau, E. (2013). Understanding and Teaching Genetics using Analogies. *The American Biology Teacher*, 75, 664-669.