

PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES *FOUR-TIER* UNTUK MENGIDENTIFIKASI MISKONSEPSI SISWA PADA MATERI OPERASI BENTUK AKAR

Lovi Leoni¹, Maison², Muslim³

^{1,2,3}PascaSarjana Pendidikan Matematika, Universitas Jambi. Jalan Raden Mataher No. 16-Jambi
lovileoni@gmail.com

Abstract

This research is set in the difficulties of students working on root forms. After an interview with learners, it is obtained that some learners have a wrong concept that is not in accordance with the opinions of scientists. Misconceptions are a problem in mathematics learning often experienced by learners. Based on a literature study, four-tiered can be used to identify the misconceptions experienced by students. However, this test has not been developed especially in mathematics. Therefore, this research aims to produce a valid and reliable four-tier instrument so that it can be used to identify student misconceptions. This type of research is R & D (Research and Development).. The research is using Model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). The research was conducted in two schools, among them at the test stage was conducted at SMAN 5 Kota Jambi, and at the stage of implementation held at SMAN 12 Kota Jambi. After validation by validators and conducting data analysis with SPSS application, from the test of the item is obtained that 9 of these items are said to be valid and reliable. So the instrument can be used to identify student misconceptions.

Keywords: *Misconceptions, Diagnostic Tests, Four Tiers, Root-Form Operations*

Abstrak

Penelitian ini berlatar belakang kesulitan siswa dalam mengerjakan soal bentuk akar. Setelah dilakukan wawancara terhadap peserta didik, diperoleh bahwa beberapa peserta didik memiliki konsep yang salah yang tidak sesuai dengan pendapat para ilmuwan. Miskonsepsi merupakan suatu masalah dalam pembelajaran matematika yang sering dialami oleh peserta didik. Berdasarkan studi literatur, *four-tier* dapat digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami siswa. Akan tetapi meskipun demikian, tes ini belum banyak dikembangkan khususnya dalam pelajaran matematika. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan instrumen *four-tier* yang valid dan reliabel sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Jenis penelitian ini adalah R & D (Research and Development).. Adapun penelitian ini menggunakan model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). Penelitian ini dilakukan di dua sekolah, diantaranya pada tahap ujicoba dilakukan di SMAN 5 Kota Jambi, dan pada tahap penerapan dilaksanakan di SMAN 12 Kota Jambi. Setelah dilakukan validasi oleh validator dan melakukan analisis data dengan aplikasi SPSS, dari ujicoba soal diperoleh bahwa 9 soal ini dikatakan valid dan reliabel. Sehingga instrumen dapat digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa.

Kata kunci: *Miskonsepsi, Tes Diagnostik, Four Tier, Operasi Bentuk Akar*

PENDAHULUAN

Berbagai penelitian tentang instrumen tes diagnostik *four-tier* pada operasi bentuk akar hampir belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya. Padahal masih banyak siswa yang belum memiliki konsep benar secara utuh terhadap materi ini (Kirbulut & Omer, 2014). Konsep yang salah salah satunya membuat siswa mengalami miskonsepsi (Mintzes & Joel J, 2005). Hal ini dikarenakan kesalahan siswa yang terbiasa dalam mengasimilasi konsep-konsep yang baru mereka temukan (Suparno, 2013). Oleh karena itu, peneliti memilih untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Sehingga diakhir penelitian diharapkan siswa tidak lagi mengalami miskonsepsi khususnya pada materi operasi bentuk akar. Salah satu cara yang sering digunakan dalam mengidentifikasi

miskonsepsi adalah dengan menggunakan tes diagnostik. *Four-tier* adalah instrumen yang baik dalam menilai pemahaman siswa dibandingkan dengan tes konvensional lainnya karena *four-tier* juga dapat membedakan konsep alternatif siswa dari kurangnya pemahaman siswa terhadap materi (Cetin-dindar & Geban, 2011). Selain itu, instrumen tes diagnostik *four-tier* dapat mengkategorikan siswa paham konsep, *false positive*, *false negativ*, *lack of knowledge*, dan miskonsepsi.

Sangat penting untuk mengetahui miskonsepsi siswa terutama dalam pembelajaran matematika (Hendriana, Heris, & Soemarmo, 2014). Hal ini dikarenakan matematika adalah pembelajaran yang bersifat hirarki dimana satu konsep dan konsep lainnya saling berkaitan sehingga hal ini dapat menjadi miskonsepsi yang berulang terus menerus antar satu materi dengan materi yang lain. Sebuah penelitian terdahulu menyebutkan penyebab miskonsepsi tertinggi adalah diri mereka sendiri (Bayuni, Sopandi, & Sujana, 2018). Sehingga diperlukan sebuah pengembangan instrumen tes untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Adapun berdasarkan observasi dan wawancara siswa dan guru, masih banyak siswa yang tidak paham konsep terhadap materi operasi bentuk akar. Sedangkan belum ada penelitian yang membahas dan mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi tersebut. Maka dari itu peneliti memilih untuk mengembangkan instrumen tes diagnosis *four-tier* untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa.

Tes ini juga dapat memantau kemajuan dari keberhasilan pembelajaran siswa karena nilai yang dihasilkan dalam tes ini valid dan reliabel sehingga tes ini dapat mengukur presentase dari tingkat pemahaman siswa. Dalam tes ini juga dapat membedakan antara siswa yang mengalami miskonsepsi dan tidak paham konsep (*lack of knowledge*) dengan ditambahkan pertanyaan keyakinan siswa daripada soal sebelumnya.

Adapun penelitian yang relevan yang menggunakan tes *four tier* adalah (Cetin-dindar & Geban, 2011) menyimpulkan bahwa *four tier test* adalah instrumen yang baik dalam menilai pemahaman siswa dibandingkan dengan tes konvensional pilihan ganda biasa, karena dengan menggunakan *four tier test* juga dapat membedakan konsep alternatif siswa dari kurangnya pemahaman siswa terhadap materi. Disamping itu, (Siti Jubaedah, Samsudin, Suyana, & Suhendi, 2017) memaparkan keunggulan yang dimiliki tes diagnostik *four-tier* adalah 1) guru dapat membedakan tingkat keyakinan jawaban dan tingkat keyakinan alasan yang dipilih siswa sehingga dapat menggali lebih dalam tentang kekuatan pemahaman konsep siswa, 2) mendiagnosis miskonsepsi yang dialami siswa lebih dalam, 3) menentukan bagian-bagian materi yang memerlukan penekanan lebih, dan 4) merencanakan pembelajaran yang lebih baik untuk mengurangi miskonsepsi siswa.

Peneliti bermaksud untuk mengembangkan instrumen tes diagnostik ini terhadap materi operasi bentuk akar. Hal ini berdasarkan hasil penelitian oleh A.Sulistyarini yang menemukan bahwa terdapat kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal bilangan bentuk akar. Kesulitan diantaranya meliputi kesalahan konseptual dan prosedural. Faktor yang penyebab kesulitan tersebut antara lain

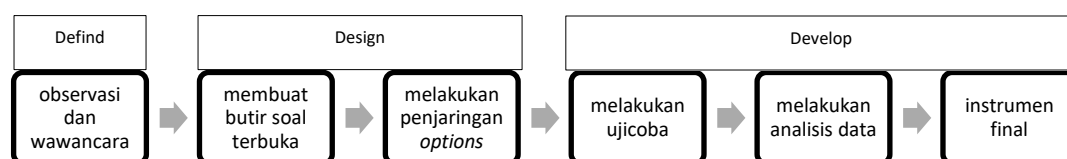
kurang kuatnya konsep bentuk akar yang dimiliki siswa sehingga terjadi miskonsepsi siswa (Sulistyarini, 2016).

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2002 tentang Sistem nasional penelitian, pengembangan, dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi Bab 1 Pasal 1 Ayat 5 yakni yang dimaksud dengan penelitian pengembangan adalah kegiatan ilmu pengetahuan dan teknologi yang bertujuan memanfaatkan kaidah atau teori ilmu pengetahuan yang telah terbukti kebenarannya untuk meningkatkan fungsi, manfaat, dan aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ada, atau menghasilkan teknologi baru.

Adapun item-item yang menjadi pilihan dalam jawaban adalah jawaban penjebak yang acap kali menjadi jawaban lain dari siswa yang mengalami kesalahan konsep. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi miskonsepsi siswa dalam menyelesaikan soal operasi bentuk akar berdasarkan tes diagnostik *four tier*. Hal ini tentunya dilandasi dengan adanya pengembangan sebuah instrumen yang telah tervalidasi dengan baik untuk dapat mengukur miskonsepsi siswa. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi guru dan siswa. Dimana, instrumen yang telah dibuat nantinya dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi miskonsepsi yang ada didiri siswa. Sehingga guru dapat mencegah dan mengatasi terjadinya kekeliruan yang dialami siswa. Sehingga kedepannya siswa tidak mengalami kesalahan konsep dan dapat mengikuti materi lanjutan dengan konsep yang benar. Oleh karena itu, peneliti menganggap bahwa perlu dilakukannya pengembangan instrumen miskonsepsi pada operasi bentuk akar dengan menggunakan *four tier test* berdasarkan kategori konsepsi. Sehingga data dapat teranalisis melalui sebuah instrumen yang baik dan benar dalam mendeteksi miskonsepsi siswa. Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk lebih jauh membahas tentang masalah ini dalam sebuah tesis yang berjudul “Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Four-tier untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Bentuk Akar”.

METODE

Metode pengembangan ini menggunakan metode 4-D oleh Thiagrajan yakni *Defind, Design, Develop, Disseminate* serta modifikasi dari penelitian oleh (Kaltakci-gurel, Eryilmaz, & Mcdermott, 2017) dengan tahapan yang dapat dilihat pada gambar 1. Adapun pada penelitian ini hanya sampai tahap ujicoba dan melakukan analisis data untuk menguji apakah soal valid dan reliabel untuk dapat mengidentifikasi miskonsepsi siswa.



Gambar 1. Prosedur penelitian

Tujuan dari pelaksanaan observasi dan wawancara adalah untuk mengidentifikasi kesulitan yang dialami siswa (Yang & Lin, 2015). Sedangkan alasan memilih soal terbuka adalah untuk menggali lebih dalam pemikiran dan konsep yang dimiliki siswa (Kaltakci-gurel et al., 2017). Pada tahap penjarangan *option* diperoleh jawaban terbanyak siswa untuk dimasukkan kedalam pilihan berganda soal. Selanjutnya setelah melakukan validasi soal maka dilakukan ujicoba serta melakukan analisis data. Setelah analisis data menyatakan bahwa instrumen valid dan reliabel maka soal dapat disebarkan kembali untuk memperoleh deskripsi miskonsepsi yang dimiliki siswa (Pallant, 2007).

Sedangkan populasi dalam penelitian ini adalah siswa SMA yang telah mempelajari materi operasi bentuk akar. Untuk kemudahan aksesibilitas, maka dipilih SMA Negeri 5 Kota Jambi. Secara keseluruhan populasi yang digunakan sebanyak 214 siswa. 214 siswa ini terdiri dari 3 orang untuk wawancara awal dari SMA Negeri 5 Kota Jambi, selanjutnya 36 siswa untuk tes terbuka dan 175 siswa untuk uji coba.

HASIL

Pada tahap definisi dilakukan wawancara kepada 3 orang peserta didik secara acak ditemukan bahwa 2 dari 3 orang peserta didik mengalami kesalahpahaman dan meyakini jawaban mereka terhadap materi bentuk akar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Mutmainna, Mania, & Sriyanti, 2018) yang menyatakan bahwa perlunya pengembangan instrumen tes miskonsepsi. Hal ini dikarenakan penelitian yang ia lakukan yang tidak mempertanyakan keyakinan siswa dalam menjawab pertanyaan membuat guru sulit untuk menemukan apakah siswa memahami konsep yang sebenar-benarnya atau tidak. Untuk itu diperlukan sebuah tes yang dapat mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami oleh siswa. Sebelum mendesain instrumen tes, dilakukan analisis konsep untuk mengetahui konsep-konsep apa saja yang ada pada materi operasi bentuk akar. Hal ini sejalan dengan pendapat (Hendriana et al., 2014) bahwa untuk menyusun tes matematika yang baik, diperlukan beberapa persiapan yaitu salah satunya adalah menganalisis karakteristik tes secara keseluruhan dan karakter butir tes.

Tahap selanjutnya adalah design diperoleh sebuah instrumen terbuka yakni 9 item yang dirancang sedemikian rupa, sehingga sesuai dengan kisi-kisi soal. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Pesman & Eryilmaz, 2010) yang melakukan tes terbuka untuk mengetahui segala konsep yang ada pada peserta didik. Akan tetapi, pada penelitiannya analisis data yang dilakukan hanya sedikit dan tidak melibatkan analisis uji realibilitas. Adapun butir soal merupakan soal essay yang selanjutnya dilakukan tes terbuka untuk memperoleh *option* pada jawaban soal pilihan ganda. Adapun pilihan jawaban pada tes terbuka dipilih berdasarkan pengecoh yang dipilih adalah pengecoh dengan kriteria apabila paling sedikit dijawab oleh 5% pengikut tes (Arikunto, 2013). Instrumen tes terbuka ini juga divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi. Setelah dilakukan revisi terhadap produk instrumen dari saran yang diberikan oleh validator, maka validator menyatakan bahwa instrumen layak untuk diujicobakan ke tahap selanjutnya.

Tahap yang ketiga adalah *develop* diperoleh sebuah instrumen yang telah memiliki *option* jawaban serta telah divalidasi dan dilakukan analisis data secara keseluruhan. Sebelumnya instrumen yang telah divalidasi selanjutnya instrumen diujicobakan kepada peserta didik. Setelah data diberikan, selanjutnya dilakukan analisis data. Dari hasil analisis data diperoleh data bahwa soal valid dan reliabel, dan taraf kesukarannya tergolong sedang. Akan tetapi taraf kesukaran sesungguhnya tidak mempengaruhi instrumen miskonsepsi. Semua jenis tingkat kesukaran dapat digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Hal ini dikarenakan instrumen miskonsepsi tidak mencari siswa dengan pengetahuan diatas rata-rata (jika soal dikatakan sukar dan siswa tidak yakin dengan jawabannya), hanya saja instrumen miskonsepsi diterapkan untuk mengetahui siswa yang miskonsepsi yakni yakin dengan jawabannya yang tidak tepat. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Yang & Lin, 2015) bahwa untuk mengidentifikasi miskonsepsi, siswa hanya perlu menjawab soal dengan hasil yang bisa benar atau salah. Jika soal dijawab dengan salah itu tidak menunjukkan miskonsepsi akan tetapi jika dia yakin dengan jawabannya yang salah itulah yang dimaksud dengan miskonsepsi. Sehingga semua kriteria soal dapat digunakan dalam penelitian ini. Akan tetapi perbedaannya adalah pada penelitian mereka tidak mengembangkan instrumen dan hanya mengaplikasikannya ke peserta didik dan mereka tidak melakukan analisis faktor untuk mengkategorikan soal. Adapun kategori konsepsi yang dapat dilihat dari tes *four-tier* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1

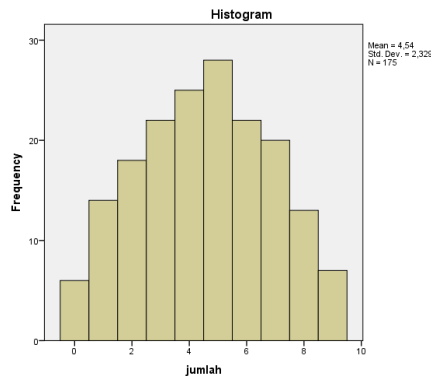
Identifikasi Miskonsepsi Menggunakan Tes Diagnostik berformat Four Tier

Jawaban	Tingkat Keyakinan	Alasan	Tingkat Keyakinan	Keputusan
Benar	Yakin	Benar	Yakin	Paham konsep
Benar	Yakin	Benar	Tidak yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Benar	Tidak yakin	Benar	Yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Benar	Tidak yakin	Benar	Tidak yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Benar	Yakin	Salah	Yakin	<i>False positive</i>
Benar	Yakin	Salah	Tidak yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Benar	Tidak yakin	Salah	Yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Benar	Tidak yakin	Salah	Yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Salah	Yakin	Benar	Yakin	<i>False negative</i>
Salah	Yakin	Benar	Tidak yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Salah	Tidak yakin	Benar	Yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Salah	Tidak yakin	Benar	Tidak yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Salah	Yakin	Salah	Yakin	Miskonsepsi
Salah	Yakin	Salah	Tidak yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Salah	Tidak yakin	Salah	Yakin	<i>Lack of knowledge</i>
Salah	Tidak yakin	Salah	Tidak yakin	<i>Lack of knowledge</i>

(Kaltakci, Eryilmaz, & Mcdermott, 2015)

Setelah dilakukan analisis data, hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa rata-rata nilai siswa 4,54 dengan standar deviasi 2,329. Hasil tersebut menunjukkan bahwa standar deviasi < rata-rata yang mana berarti sampel mengelompok disekitara rata-rata. Selain itu, dari statistik deskriptif diperoleh nilai skewness yakni -0,019 dan nilai kurtosis -0,808 sehingga dapat dikatakan bahwa data

berdistribusi normal (Pallant, 2007). Adapun hasil analisis statistik deskriptif dapat dilihat dalam gambar 1.



Gambar 2. Kurva distribusi normal

Validitas dan Reliabilitas

Agar soal dapat diterapkan, sebelumnya soal harus dinyatakan valid dan reliabel (Arikunto, 2013). Untuk memperoleh bukti validitas yang menunjukkan bahwa indikator yang dipilih mengkonstruksikan faktor-faktor sesuai dengan cara yang diharapkan digunakan analisis faktor (Brown, 2006). Berdasarkan analisis data diperoleh terdapat 3 faktor yang mempengaruhi instrumen tes. Diantaranya dapat dilihat pada tabel 1. Sedangkan untuk melihat deskripsi analisis faktornya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2.

Rotasi Matrik

	Component		
	1	2	3
soal_1	,597		
soal_2	,747		
soal_3	,581		
soal_4	,844		
soal_5		,719	
soal_6			,800
soal_7			,733
soal_8		,865	
soal_9	,758		

Tabel 3.

Deskripsi analisis faktor

Variabel	Faktor
Soal 1, soal 2, soal 3, soal 4 , soal 9	Faktor 1
Soal 5, soal 8	Faktor 2
Soal 6, soal 7,	Faktor 3

Adapun faktor 1 adalah penjumlahan dan pengurangan bentuk akar, faktor 2 adalah perkalian bentuk akar, dan faktor 3 adalah pembagian bentuk akar. Selanjutnya untuk realibilitas data diginakan

uji dengan alfa cronbach dengan nilai cronbach's alfa yakni 0,678. Hal ini berarti bahwa dengan jumlah item 9 soal dan r tabel untuk n=175 adalah 0,1240. Maka dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa r hitung > r tabel. Maka dapat disimpulkan bahwa data reliabel (Pallant, 2007). Sehingga secara keseluruhan soal dinyatakan valid dan reliabel. Adapun contoh soal dari pengembangan instrumen ini dapat dilihat dalam gambar 2.

1. Nilai dari $\frac{5}{\sqrt{3} + \sqrt{2}}$ adalah...

- $\frac{5\sqrt{3} + 5\sqrt{2}}{5 + 2\sqrt{6}}$
- $\frac{5}{\sqrt{5}}$
- $5\sqrt{3} - 5\sqrt{2}$

Apakah anda yakin dengan jawaban anda?

- Yakin
- Tidak yakin

Alasan yang melandasi penyelesaian soal tersebut adalah...

- Merasionalkannya dengan mengalikan akar pembagi, dimana $\frac{a}{\sqrt{b} + \sqrt{c}} = \frac{a}{\sqrt{b} + \sqrt{c}} \times \frac{\sqrt{b} + \sqrt{c}}{\sqrt{b} + \sqrt{c}}$
- Menjumlahkan bilangan dibawah akar, dimana $\frac{a}{\sqrt{b} + \sqrt{c}} = \frac{a}{\sqrt{b+c}}$
- merasionalkannya dengan mengalikan akar sekawan dari pembagi, dimana, $\frac{a}{\sqrt{b} + \sqrt{c}} = \frac{a}{\sqrt{b} + \sqrt{c}} \times \frac{\sqrt{b} - \sqrt{c}}{\sqrt{b} - \sqrt{c}}$

Apakah anda yakin dengan jawaban anda?

- Yakin
- Tidak yakin

Gambar 3. Contoh instrumen tes diagnostik four-tier yang telah dikembangkan

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, pada tahap *define* diperoleh terdapat kesalahpahaman siswa dalam memahami materi operasi bentuk akar yang telah mereka pelajari sebelumnya. Untuk itu, sebuah instrumen tes diperlukan untuk mengidentifikasi kesalahpahaman yang mereka miliki. Pada tahap *design* dirancang sebuah instrumen tes untuk mengidentifikasi miskonsepsi yang diawali dengan pemberian soal terbuka. Tahap ketiga dari penelitian ini adalah *develop* dimana instrumen dikembangkan untuk melihat apakah soal layak untuk dapat dijadikan instrumen tes untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Adapun hasil akhir dari pengembangan instrumen ini adalah diperoleh 9 soal yang valid dan reliabel untuk dapat digunakan sebagai instrumen diagnostik miskonsepsi siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Erlangga.
- Bayuni, Sopandi, & Sujana. (2018). Identification misconception of primary school teacher education students in changes of matters using a five-tier diagnostic test Identification misconception of primary school teacher education students in changes of matters using a five-tier diagnostic. *International Seminar of Mathematics, Science and Computer Science Education*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012086>
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. New York, London: The Guilford Press.
- Cetin-dindar, A., & Geban, O. (2011). Development of a three-tier test to assess high school students ' understanding of acids and bases. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 600–604. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.147>
- Hendriana, Heris, & Soemarmo, U. (2014). *Penelitian Pembelajaran Matematika*. Bandung: Refika Aditama.
- Kaltakci-gurel, D., Eryilmaz, A., & Mcdermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers ' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science & Technological Education*, 5143(April), 238–260. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Kaltakci, D. G., Eryilmaz, A., & Mcdermott, L. C. (2015). *A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students ' Misconceptions in Science*. 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Kirbulut, Z. D., & Omer, G. (2014). *Using Three-Tier Diagnostic Test to Asse ss Students ' Misconceptions of States of Matter*. 10(5), 509–521. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1128a>
- Mintzes, & Joel J. (2005). *Assesing Science Understanding*. California: Elsevier Academic Press.
- Mutmainna, D., Mania, S., & Sriyanti, A. (2018). Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Pilihan Ganda Dua Tingkat untuk Mengidentifikasi Pemahaman Konsep Matematika. *Jurnal Matematika Dan Pembelajaran*, 6, 56–69.
- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual: A step guide to data analysis using SPSS windows 3 edition*. Maidenhead: Open University Press.
- Pesman, haki, & Eryilmaz, A. (2010). Development of a Three-Tier Test to Assess Misconception about Simple Electric Circuit. *The Journal of Educational Research*, (May 2016). <https://doi.org/10.1080/00220670903383002>
- Siti Jubaedah, D., Samsudin, A., Suyana, I., & Suhendi, E. (2017). PENGEMBANGAN TES DIAGNOSTIK BERFORMAT FOUR-TIER UNTUK MENGIDENTIFIKASI. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, VI.
- Sulistyarini, D. A. (2016). Analisis kesulitan siswa smk citra medika sukoharjo dalam menyelesaikan soal bentuk akar dan alternatif pemecahannya. *Eurasia Journal of Mathematic, Science, & Technology*, 10, 605–614.
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep Pendidikan Fisika*. Jakarta: Grasindo.
- Yang, D., & Lin, Y. (2015). Assessing 10- to 11-year-old children ' s performance and misconceptions in number sense using a four-tier diagnostic test. *Educational Research*, (March 2016). <https://doi.org/10.1080/00131881.2015.1085235>