

Pengaruh Pendekatan Multi Representasi dalam Pembelajaran Fisika Terhadap Kemampuan Kognitif Siswa SMA

Laras Widianingtyas^{a)}, Siswoyo, Fauzi Bakri

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur 13220

Email: ^{a)}widianingtyas@yahoo.com

Abstract

The aim of this research is to know the effect of multiple representations approach in teaching physics towards cognitive ability of senior high school students. Multiple representations have five advantages such 1) Accomodate the difference of intelligence capabilities, 2) Visualization of brain, 3) Help to construct other forms of representation, 4) Some of representations are useful for qualitative reasoning, and 5) Abstract mathematical representation is used to qualitative reasoning. The multiple representations which are used in this research are verbal representation, visual representation and mathematical representation. The research was carried out using a quasi-experimental method with non-randomized control group pretest-posttest design. The sample was taken by purposive sampling technique. This research was conducted at SMAN 7 Bekasi with the subject of the research are student of X MIA 3 as the experimental class and the X MIA 1 as the control class. Data collection techniques were a multiple choice objective test to determine students's cognitive abilities. The cognitive abilities that will be examined according to Anderson taxonomy. Based on the result of hypothesis test (test - T) with a significance level of 5% and $dk = 86$ obtained t_{count} at 6.11 and t_{table} at 1.671, so that it can be seen that H_0 is refused and H_1 is accepted. It can be concluded that the multiple representation approach give a positive effect on students' cognitive abilities.

Keywords: multiple representations approach, cognitive ability, Anderson taxonomy

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendekatan multi representasi dalam pembelajaran fisika terhadap kemampuan kognitif siswa SMA. Pendekatan multirepresentasi memberikan 5 manfaat, yaitu 1) Mengakomodasi kemampuan intelegensi yang berbeda; 2) Visualisasi bagi otak; 3) Membantu mengkonstruksi bentuk lain dari representasi; 4) Beberapa representasi berguna untuk penalaran kualitatif; dan 5) Representasi matematik yang abstrak digunakan untuk penalaran kuantitatif. Multirepresentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah representasi verbal, representasi visual dan representasi matematis. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain *nonrandomized control group pretest-posttest*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dengan dengan teknik *purposive sampling*. Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 7 Bekasi dengan subjek penelitian siswa kelas X MIA 3 sebagai kelas eksperimen dan siswa kelas X MIA 1 sebagai kelas kontrol. Teknik pengumpulan data menggunakan tes objektif pilihan ganda untuk mengetahui kemampuan kognitif siswa. Adapun kemampuan kognitif yang akan diteliti menurut taksonomi Anderson. Berdasarkan hasil uji hipotesis (uji-T) dengan taraf signifikansi 5% dan $dk = 86$ didapatkan

nilai t_{hitung} sebesar 6,11 dan t_{tabel} sebesar 1,671 sehingga dapat diketahui bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan multi representasi memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan kognitif siswa.

Kata-kata kunci: Pendekatan Multirepresentasi, Kemampuan Kognitif, Taksonomi Anderson

PENDAHULUAN

Sejak 15 Juli 2013 pendidikan di Indonesia menerapkan kurikulum 2013. Proses pembelajaran pada kurikulum 2013 untuk semua jenjang dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan *scientific*, yaitu pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Salah satu kriteria dalam pendekatan *scientific* adalah materi pembelajaran berbasis fakta atau fenomena yang dapat dijelaskan dengan logika atau penalaran tertentu, bukan sebatas kira-kira, khayalan, legenda atau dongeng semata (Fauziah 2013). Hal tersebut menjelaskan bahwa setiap konsep yang ada pada setiap bidang studi harus dapat dijelaskan dan digambarkan berdasarkan keadaan nyata.

Dalam pembelajaran, fisika menuntut siswa untuk menguasai representasi-representasi berbeda (percobaan, grafik, konseptual, rumus, gambar, diagram) (Mahardika 2013). Menurut Izsak dan Saherin (Rosyid 2013) pengajaran dengan melibatkan multi representasi memberikan konteks yang kaya bagi siswa untuk memahami suatu konsep. Tampilan berbagai representasi dalam penanaman suatu konsep akan dapat lebih membantu peserta didik memahami konsep yang dipelajari. Hal ini terkait dengan setiap peserta didik memiliki kemampuan spesifik yang lebih menonjol dibanding kemampuan lainnya. Ada peserta didik yang lebih menonjol kemampuan verbalnya dibanding kemampuan spasial dan kuantitatifnya, tetapi ada juga yang sebaliknya. Jika sajian konsep hanya ditekankan pada satu atau dua representasi saja, maka akan menguntungkan sebagian peserta didik dan tidak menguntungkan bagi yang lainnya. Misalnya sajian konsep hanya dinyatakan dalam representasi verbal, maka peserta didik yang lebih menonjol kemampuan spasialnya akan sulit memahami konsep yang disajikan (Suhandi 2012).

Representasi dalam pembelajaran fisika dapat digunakan untuk meminimalisasi kesulitan siswa dalam belajar fisika. Sebagaimana dinyatakan Brenner (dalam Kartini 2009) bahwa proses pemecahan masalah yang sukses bergantung kepada keterampilan merepresentasi masalah seperti mengonstruksi dan menggunakan representasi matematik di dalam kata-kata, grafik, tabel dan persamaan-persamaan, penyelesaian dan manipulasi simbol. Hal ini dikarenakan multi representasi dapat memberikan tiga manfaat utama yaitu sebagai pelengkap informasi, pembatas interpretasi dan pembangun pemahaman (Ainsworth 1999).

Dalam pembelajaran sains, multi representasi mengacu pada pembelajaran sains yang menggambarkan suatu konsep dan proses yang sama dalam format yang berbeda, termasuk format verbal, grafik dan format numerik (Tytler 2013). Multi representasi adalah penggunaan dua atau lebih representasi untuk menggambarkan suatu sistem atau proses nyata. Multi representasi dapat menggambarkan aspek yang berbeda dari suatu keadaan nyata atau menggambarkan aspek yang sama dengan cara yang berbeda (Van Der Meij 2007). Menurut Prain dan Waldrip (Putri 2012) multi representasi berarti merepresentasi ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, gambar, grafik dan matematik. Pengertian yang paling umum, representasi adalah suatu konfigurasi yang dapat menggambarkan sesuatu yang lain dalam beberapa cara (Kartini 2009). Pendekatan multi representasi adalah pendekatan yang menggunakan berbagai representasi untuk menyampaikan konsep dalam proses pembelajarannya.

Someren (1997) membagi bentuk-bentuk Multi Representasi menjadi 4 kategori, yaitu 1) Multi Representasi dalam Penalaran Manusia, multi representasi dapat mendukung pembentukan pemahaman seseorang akan suatu informasi. Dimana setiap orang memiliki multi intelegensi masing-masing sehingga membutuhkan tampilan yang berbeda-beda dari informasi yang didapatkannya agar lebih mudah dipahami. 2) Multi Representasi dalam Pembelajaran, menurut Dufresne (Astuti 2013), representasi yang khusus digunakan dalam pembelajaran fisika mempunyai tiga cara (modes). Ketiga cara tersebut adalah: (a) sebagai cara atau alat yang menguraikan persoalan (problems) yang terjadi ketika peserta didik membuat atau menggambar sketsa situasi fisis dan melengkapi informasi, (b) sebagai pokok persoalan ketika peserta didik secara eksplisit diminta untuk membuat grafik atau mencari nilai suatu besaran fisis menggunakan grafik, (c) sebagai langkah atau prosedur formal

ketika peserta didik diminta untuk menggambar diagram benda bebas sebagai salah satu langkah awal untuk memecahkan soal. 3) Multi Representasi dalam Pengajaran, Pengajar dapat menggunakan multi representasi untuk menjelaskan konsep yang abstrak dengan mengubah konsep tersebut ke dalam bentuk representasi visual. Sehingga peserta didik dapat memahami makna dari konsep tersebut. dan 4) Multi Representasi dalam Penyelesaian Masalah, Keberhasilan representasi dalam mengarahkan peserta didik untuk memahami suatu informasi dan pengetahuan memberikan kemudahan pada peserta didik untuk menyelesaikan berbagai masalah.

Kemampuan kognitif berorientasi pada kemampuan berfikir yang mencakup kemampuan intelektual (Haryati 2009). Ranah kognitif berkenaan dengan hasil belajar intelektual yang menurut Lorin W. Anderson dan David R. Karthwohl terdiri dari enam aspek, yakni mengingat (C1, *remember*), mengerti (C2, *understand*), memakai (C3, *apply*), menganalisis (C4, *analyze*), menilai (C5, *evaluate*) dan mencipta (C6, *create*). Keenam aspek di atas disusun berdasarkan struktur piramidal dari aspek yang paling sederhana hingga aspek yang paling kompleks. Adapun kemampuan kognitif seseorang dibagi menjadi dua bagian, yaitu kemampuan kognitif tingkat rendah dan kemampuan kognitif tingkat tinggi. Kemampuan kognitif tingkat rendah merupakan tiga level terendah dalam taksonomi Anderson, yaitu mengingat, memahami dan memakai (Purwanti, 49). Menurut Anderson dan Krathwohl (Nofiana 2014) indikator untuk mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi meliputi menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan. Kemampuan kognitif siswa dalam penelitian ini diukur dari hasil belajar kognitifnya.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang dilakukan adalah kuasi eksperimen. Metode ini digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap kelas lain yang terkendalikan (Sugiyono 2008).

Desain penelitian yang digunakan adalah *Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Designs*. Desain penelitian ini digunakan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pendekatan multi representasi terhadap kemampuan kognitif siswa antara siswa yang diberi perlakuan pendekatan multi representasi dalam pembelajaran dengan siswa yang proses pembelajarannya tidak menggunakan pendekatan multi representasi. Desain ini dipergunakan dalam kondisi tidak dapat dilakukan pemilihan sampel secara acak (Mudyahardjo 2002).

TABEL 1. Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Designs

<i>Kelas</i>	<i>Pretes</i>	<i>Variabel Terikat</i>	<i>Postes</i>
Eksperimen (KE)	Y ₁	X ₁	Y ₂
Kontrol (KK)	Y ₁	X ₂	Y ₂

Keterangan:

KE : Kelas eksperimen, kelas yang diberi perlakuan penggunaan multi representasi dalam proses pembelajaran

KK : Kelas kontrol, kelas yang tidak diberi perlakuan (proses pembelajaran secara konvensional)

X₁ : Perlakuan dengan penggunaan multi representasi

X₂ : Tidak diberi perlakuan

Y₁ : Pemberian pretest

Y₂ : Pemberian posttest

Tahap awal dari penelitian ini adalah memberikan *pre test* kepada siswa di kelas kontrol dan kelas eksperimen untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Soal *pre test* yang diujikan berupa 15 soal pilihan ganda. Setelah diuji homogenitas, kedua kelas memiliki kemampuan awal yang homogen.

Selanjutnya proses pembelajaran dilakukan selama 12 jam pelajaran atau 4 kali tatap muka. Menurut Depdiknas, fungsi pendekatan dalam kegiatan pembelajaran adalah sebagai acuan pengorganisasian bahan ajar yang akan dipelajari oleh peserta didik selama proses pembelajaran. Multi representasi merupakan pendekatan pembelajaran, sehingga dalam pelaksanaan proses pembelajaran pengajar menggunakan model pembelajaran sebagai acuan tahapan-tahapan pembelajaran dan memfasilitasi siswa dalam mempelajari bahan ajar. Model pembelajaran yang

digunakan dalam penelitian ini adalah *Problem Based Learning*. Berikut aktivitas pembelajara dengan pendekatan multi representasi.

TABEL 2. Tahapan-tahapan Pembelajaran dengan Pendekatan Multi Representasi

Aktivitas Multi Representasi
<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan apersepsi dengan video atau gambar • Menyajikan peristiwa, kejadian, fenomena fisis yang sering dilihat dan dialami siswa dalam keseharian dengan video atau simulasi
<ul style="list-style-type: none"> • Membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar dengan lembar kerja siswa
<ul style="list-style-type: none"> • Mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai • Melaksanakan praktikum • Melaksanakan demonstrasi
<ul style="list-style-type: none"> • Mengolah data hasil praktikum yang sesuai dengan lembar kerja siswa • Membuat grafik berdasarkan data hasil praktikum • Melakukan perhitungan dengan data hasil praktikum
<ul style="list-style-type: none"> • Menyajikan peta konsep sebagai kesimpulan • Menyajikan ilustrasi konsep pada fenomena-fenomena lain yang sejenis

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling* dan didapatkan kelas X MIA 3 sebagai kelas eksperimen dan X MIA 1 sebagai kelas kontrol di SMAN 7 Bekasi.

Ilustrasi pembelajaran dengan pendekatan multi representasi dalam materi suhu dan kalor dapat dilihat pada TABEL 3.

Setelah proses pembelajaran selesai, siswa diberikan *post test* untuk mengetahui kemampuan kognitif siswa setelah diberikan perlakuan dan untuk menganalisis pengaruh pendekatan multi representasi terhadap kemampuan kognitif siswa berdasarkan hasil belajar kognitifnya. Soal *post test* yang diberikan berupa 25 soal pilihan ganda. Soal *pre test* dan soal *post test* yang diujikan pada siswa memenuhi aspek kognitif tingkat rendah dan aspek kognitif tingkat tinggi. Selanjutnya dilakukan analisis data yaitu uji normalitas dengan chi kuadrat dan uji homogenitas dengan uji-F.

TABEL 3. Multi Representasi pada Pembahasan Suhu dan Kalor

Format Visual (Grafik dan diagram)						
	Grafik Perubahan Wujud Benda		Diagram Perubahan Wujud Benda			
Format Verbal	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	A-F
	Benda menerima kalor, kalor mengubah suhu benda (Suhu naik)	Benda menerima kalor, kalor mengubah wujud benda (Zat padat ke zat cair, contoh es yang melebur)	Benda menerima kalor, kalor mengubah suhu (Suhu naik, hingga 100°C zat cair (air) mendidih)	Benda menerima kalor, kalor mengubah wujud benda (Zat cair ke gas, contoh air mendidih yang menghasilkan uap)	Benda menerima kalor, kalor mengubah suhu benda (Suhu naik)	Benda menerima kalor, kalor mengubah wujud benda (Zat padat ke gas, contoh kapur barus yang habis dipakai)

	B-A	C-B	D-C	E-D	F-E	F-A
	Benda melepas kalor, kalor mengubah suhu benda (Suhu turun)	Benda melepas kalor mengubah wujud benda (Zat cair ke zat padat, contoh air membeku)	Benda melepas kalor, kalor mengubah suhu (suhu turun)	Benda melepas kalor, kalor mengubah wujud benda (Gas ke zat cair, contoh embun)	Benda melepas kalor, kalor mengubah suhu benda (Suhu turun)	Benda melepas kalor, kalor mengubah wujud benda (Gas ke zat padat, contoh jelaga pabrik di cerobong asap)
Format Matematis	$Q = m c \Delta T$	$Q = m L$	$Q = m c \Delta T$	$Q = m U$	$Q = m c \Delta T$	$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$
		Kalor lebur (L) = Kalor beku		Kalor Uap (U) = Kalor Embun		

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Deskripsi Hasil Penelitian

1) Persiapan Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dimulai dari tanggal 24 April 2015 sampai dengan 29 Mei 2015. Sebelum penelitian dilaksanakan, peneliti menyusun perangkat pembelajaran, yaitu Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS) dan instrumen soal untuk kelas eksperimen. Sedangkan perangkat pembelajaran untuk kelas kontrol menyesuaikan dengan perangkat pembelajaran yang dimiliki oleh guru.

Instrumen soal yang dibuat berjumlah 75 butir soal pilihan ganda yang kemudian diuji coba di SMAN 6 Bekasi untuk menganalisis validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya pembeda soal. Sebelum diuji coba, soal dibagi menjadi 3 paket yang kemudian diuji coba di 3 kelas berbeda dengan masing-masing koresponden berjumlah 34 siswa.

2) Validitas instrumen

Setelah soal diuji coba, peneliti melakukan analisis data yang meliputi validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya pembeda. Untuk menganalisis validitas soal, peneliti menggunakan persamaan *r product moment* dengan menggunakan r_{tabel} *one tailed* (satu arah). Dari 75 soal yang diuji coba, didapatkan 35 soal valid yang akan digunakan sebagai soal *post test* disaat penelitian.

3) Pelaksanaan Penelitian

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah kemampuan kognitif siswa yang meliputi kognitif tingkat rendah dan kognitif tingkat tinggi dari kelas eksperimen (X MIA 3) dan kelas kontrol (X MIA 1) berdasarkan hasil belajar ranah kognitifnya.

Sebelum memberikan perlakuan di kelas eksperimen, kedua kelas diberikan pre test untuk mengetahui kemampuan awal kedua kelas. Hasil pre test kedua kelas diolah dengan uji-F untuk mengetahui kesetaraan kemampuan awal kedua kelas. Setelah data hasil penelitian dihitung, didapatkan nilai F_{hitung} sebesar 0,97 dengan taraf signifikansi 0,05 jumlah koresponden pada kelas kontrol 43 dan jumlah koresponden pada kelas eksperimen 45, digunakan nilai F_{tabel} sebesar 1,68. $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka dapat disimpulkan bahwa kedua kelas memiliki kemampuan awal yang homogen atau setara.

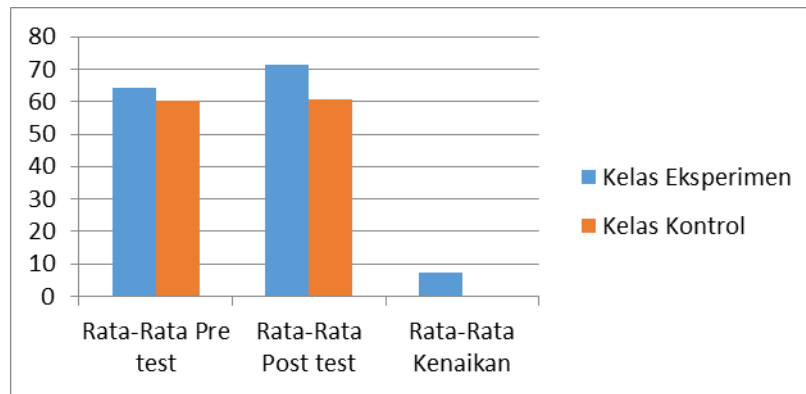
Hasil Penelitian

Data hasil penelitian yang dianalisis adalah kemampuan kognitif siswa. Berikut data kemampuan kognitif siswa hasil penelitian :

TABEL 4. Kemampuan Kognitif Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen Hasil *Pretest* dan *Posttest*

<i>Kelas</i>	<i>Rata-Rata Pre test</i>	<i>Rata-Rata Post test</i>	<i>Rata-Rata Kenaikan</i>
Kelas Eksperimen	64,13	71,29	7,14
Kelas Kontrol	60,33	60,65	0,32

Berikut histogram berdasarkan data pada TABEL 3



GAMBAR 1. Histogram Data Hasil Analisis *Pre test* dan *Post test*

Berdasarkan data pada TABEL 3 dan GAMBAR 1 maka dapat dilihat bahwa kenaikan rata-rata kemampuan kognitif pada kelas eksperimen lebih besar jika dibandingkan dengan kenaikan rata-rata kemampuan kognitif kelas kontrol.

Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah diuraikan di atas ditunjukkan bahwa pembelajaran fisika dengan pendekatan multi representasi memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan kognitif siswa yang diukur berdasarkan hasil belajar kognitifnya. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan rata-rata hasil belajar siswa. Saat pre test, siswa pada kelas eksperimen mendapatkan rata-rata hasil belajar 64,13 kemudian pada saat post test mendapatkan rata-rata hasil belajar 71,29. Hal ini menunjukkan terdapat peningkatan sebesar 7,14% pada kelas eksperimen. Siswa pada kelas kontrol saat pre test mendapatkan rata-rata hasil 60,33, kemudian pada saat post test mendapatkan rata-rata hasil belajar 60,65. Hal ini menunjukkan terdapat peningkatan sebesar 0,32% pada kelas kontrol. Dengan begitu dapat dilihat bahwa peningkatan hasil belajar lebih besar pada kelas eksperimen sehingga dapat disimpulkan pendekatan multi representasi memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan kognitif siswa.

Pendekatan multi representasi berpengaruh positif terhadap kemampuan kognitif siswa dikarenakan multi representasi dapat membangun pemahaman siswa dengan memberikan informasi yang lengkap dari berbagai bentuk yang disajikan. Peserta didik belajar dengan cara memahami gambar yang lengkap dengan penjelasan kalimat, membuat resume dari video yang ditonton dengan bahasa sendiri, melakukan praktikum berdasarkan video yang ditonton, membuat grafik berdasarkan data hasil praktikum, melakukan perhitungan data hasil praktikum, hingga membuat kesimpulan sendiri berdasarkan berbagai informasi yang diterimanya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pendekatan multi representasi dapat memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan kognitif siswa yang meliputi kognitif tingkat rendah dan kognitif tingkat tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada guru pengajar fisika kelas X di SMAN 7 Bekasi Bapak Minardi dan pihak-pihak terkait yang membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Abdurrahman. *et al.* 2011. Impelementasi Pembelajaran Berbasis Multi Representasi untuk Peningkatan Penguasaan Konsep Fisika Kuantum. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 30 (1): 30-45
- Ainsworth, S. 1999. The Functions of Multiple Representations. *Journal Computers and Education*, 33 : 131-152
- Astuti, Y. W. 2013. Bahan Ajar Fisika SMA dengan Pendekatan Multi Representasi. *Jurnal Pendidikan Sains*, 1(4): 382-389.
- Fauziah, R. *et al.* 2013. Pembelajaran Sainifik Elektronika Dasar Berorientasi Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Invotec*, 9(2): 28-35.
- Haryati, M. 2009. Model dan Teknik Penilaian pada Tingkat Satuan Pendidikan. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Kartini. 2009. Peranan Representasi dalam Pembelajaran Matematika. *Prosiding dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*, 361-372.
- Mahardika, I. K. 2013. Penerapan Model Pembelajaran Interaktif Berbasis Konsep untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Verbal, Matematik, dan Gambar Fisika Siswa Kelas VIII-A MTs N 1 Jember Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(3): 272-277.
- Nofiana. 2014. Pengembangan Instrumen Evaluasi Two-Tier Multiple Choice Question untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi pada Materi Kingdom Plantae. *Jurnal Inkuiri*, 3 (II) : 60-74.
- Putri, Anggarita. M. 2012. Model Pembelajaran Free Inquiry (Inkuiri Bebas) dalam Pembelajaran Multi Representasi Fisika di MAN 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(3): 324-327.
- Rosyid. *et al.* 2013. Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Menggunakan Model Orientasi IPA (PBL dan Multi Representasi) pada Konsep Mekanika di SMA. *Jurnal Pancaran*, 2(3): 1-12.
- Suhandi, A. 2012. Pendekatan Multi Representasi dalam Pembelajaran Usaha-Energi dan Dampak Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 8, 1-7.
- Someren, M. W, dkk. 1997. Learning with Multiple Representations. United Kingdom: Pergamon.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Tytler, Russell. 2013. Constructing Representations to Learn in Science. Australia: Sense Publisher.
- Van Der Meij, Jan. 2007. Support for Learning with Multiple Representations. Netherlands : NWO.

