

**MISKONSEPSI MAHASISWA PENDIDIKAN FISIKA  
PADA MATERI EFEK FOTOLISTRIK**

**Restina Muji Mulyati<sup>1</sup>, Agus Yulianto<sup>2</sup>, Budi Astuti<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Prodi Magister Pendidikan Fisika Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang  
Jl. Kelud Utara III, Semarang, 50237

**Abstract**

*An understanding of the photoelectric effect is the key to understanding the basics of quantum physics. The photoelectric effect can explain the quantization of energy that cannot be explained using classical physics theory. This study aims to determine the level of understanding of the concept of sixth semester physics education students of Semarang State University about the photoelectric effect. The data collection method used is a test method that contains a number of questions to reveal the students' conception of the photoelectric effect. Data analysis techniques in this study are quantitative and qualitative analysis. The results showed that as many as 61% -64% of students still had difficulty in distinguishing the effect of the frequency and intensity of light on the photoelectric effect. In addition, more than 83% of students have not been able to understand the function of the potential difference given between the cathode and anode plate in the photoelectric effect experiment. Based on the results of this study, it can be concluded that the level of understanding of the concept of students is still low, which is characterized by the existence of several types of misconceptions about the photoelectric effect.*

**Keywords:** Photoelectric effect, photoelectric effect misconception, physics education student.

**Abstrak**

Pemahaman tentang efek fotolistrik merupakan kunci untuk memahami dasar fisika kuantum. Efek fotolistrik dapat menjelaskan kuantisasi energi yang tidak dapat dijelaskan menggunakan teori fisika klasik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman konsep mahasiswa pendidikan fisika semester VI Universitas Negeri Semarang tentang efek fotolistrik. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode tes yang berisi sejumlah pertanyaan untuk mengungkap konsepsi mahasiswa tentang efek fotolistrik. Teknis analisis data pada penelitian ini adalah analisis kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 61%-64% mahasiswa masih kesulitan dalam membedakan pengaruh frekuensi dan intensitas sinar terhadap efek fotolistrik. Selain itu, lebih dari 83% mahasiswa belum dapat memahami fungsi beda potensial yang diberikan antara plat katoda dan anoda dalam eksperimen efek fotolistrik. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat pemahaman konsep mahasiswa masih rendah, yakni ditandai oleh adanya beberapa jenis miskonsepsi tentang efek fotolistrik.

**Kata kunci:** Efek fotolistrik, miskonsepsi efek fotolistrik, mahasiswa pendidikan fisika.

## **PENDAHULUAN**

Tujuan program studi pendidikan fisika di Indonesia adalah menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi pedagogik, kepribadian, sosial, dan profesional. Salah satu standar kompetensi profesional guru fisika adalah memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika serta penerapannya secara fleksibel (Permendiknas No. 16, 2007). Hasil penelitian Kumorowati pada tahun 2015 terhadap profil kompetensi profesional calon guru fisika menunjukkan bahwa sebagian besar calon guru fisika masih memiliki tingkat penguasaan konsep yang rendah pada beberapa kompetensi mapel. Salah satu kompetensi mapel tersebut adalah fisika modern, di mana salah satu pembahasan penting dalam fisika modern adalah fenomena efek fotolistrik. Fakta-fakta eksperimen efek fotolistrik dapat dijelaskan jika kita menganggap cahaya sebagai partikel. Albert Einstein memberikan postulat bahwa “energi yang dibawa oleh cahaya terdistribusi secara diskrit dalam bentuk paket-paket energi, bukan terdistribusi secara kontinu sebagaimana dinyatakan oleh teori gelombang”. Paket-paket energi ini disebut foton. Energi untuk setiap foton adalah

$$E = hf \quad 1)$$

di mana  $f$  adalah frekuensi cahaya dan  $h$  dikenal sebagai tetapan Plank yaitu  $h = 6,626 \times 10^{-34}$  Js.

Postulat ini menjelaskan mengapa dalam efek fotolistrik diperlukan energi ambang. Hal ini juga menjelaskan bahwa energi kinetik elektron sebanding dengan frekuensi cahaya yang diberikan, bukan intensitasnya. Dalam efek fotolistrik, intensitas cahaya tidak memengaruhi besar energi kinetik elektron. Hal ini bertentangan dengan pandangan fisika klasik bahwa energi cahaya sebanding dengan intensitas. Menurut Einstein, intensitas cahaya diartikan sebagai energi tiap foton dikalikan cacah foton yang menembus satu satuan luas permukaan secara tegak lurus tiap satuan waktu. Dengan demikian intensitas cahaya menunjukkan besar kecilnya cacah foton. Kenaikan intensitas cahaya menunjukkan kenaikan cacah foton yang membentur permukaan logam, akibatnya semakin tinggi intensitas cahaya semakin besar arus fotolistrik yang dihasilkan (Sutopo, 2004).

Studi tentang konsepsi mahasiswa pada materi efek fotolistrik telah banyak dilakukan oleh para peneliti. Yildiz & Büyükkasap mendapatkan bahwa pemahaman mahasiswa tentang efek fotolistrik berada pada tingkat rendah. Sebanyak 30,6%

mahasiswa tidak dapat menuliskan persamaan tentang efek fotolistrik. McKagan et al juga menjelaskan bahwa kesalahan umum paling banyak yang dilakukan oleh hampir separuh (42%) dari jumlah mahasiswa adalah kesalahan mengaplikasikan hukum Ohm, yaitu menganggap bahwa beda potensial diperlukan oleh arus listrik untuk melawan fungsi kerja logam. Kesalahan kedua, yaitu sekitar 5% dari total mahasiswa menyatakan bahwa jika energi foton lebih kecil dari fungsi kerja logam, maka intensitas sinar harus ditingkatkan agar elektron dapat terlepas. Selain itu, hasil pretest mahasiswa pada penelitian Leone & Oberem menunjukkan bahwa hanya 2 dari 11 mahasiswa memahami hubungan antara kuat arus dan beda potensial antar plat.

Asikainen & Hirvonen melakukan studi terhadap guru fisika pre-service dan in-service tentang tingkat pemahaman konsep efek fotolistrik. Guru fisika pre-service adalah lulusan jurusan fisika yang telah menempuh pendidikan fisika selama tiga sampai lima tahun. Guru fisika in-service adalah lulusan jurusan matematika dan kimia yang telah mengajar fisika sebagai subjek minor yang menempuh pendidikan lanjut dan telah lolos kualifikasi sebagai guru fisika. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa hanya sedikit dari subjek penelitian yang mampu menjelaskan fenomena efek fotolistrik secara mendalam.

Studi tentang konsepsi efek fotolistrik juga dilakukan terhadap siswa SMK. Hasil penelitian Habibulloh et al menunjukkan bahwa beberapa miskonsepsi yang dialami siswa SMK, yaitu menganggap jika frekuensi cahaya bertambah maka intensitas cahaya juga bertambah, ada pengaruh intensitas cahaya terhadap efek fotolistrik saat frekuensi cahaya lebih kecil dari frekuensi ambang logam, serta menganggap besar potensial penghenti adalah sama dengan besar energi cahaya yang datang.

Masih banyaknya miskonsepsi efek fotolistrik baik yang dialami siswa, mahasiswa, maupun guru fisika menunjukkan bahwa perlu diadakan penelitian terhadap pemahaman konsep efek fotolistrik calon guru fisika. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh konsepsi mahasiswa pendidikan fisika Universitas Negeri Semarang pada materi efek fotolistrik.

## **METODE PENELITIAN**

Subjek penelitian ini adalah 37 mahasiswa pendidikan fisika semester VI Universitas Negeri Semarang. Pengambilan sampel dilakukan secara acak. Metode

pengumpulan data yang digunakan adalah metode tes. Sejumlah pertanyaan diberikan kepada mahasiswa untuk mengetahui tingkat pemahaman mereka tentang konsep efek fotolistrik. Daftar pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) *Berdasarkan pengetahuan yang telah anda peroleh tentang peristiwa efek fotolistrik, manakah pernyataan berikut yang benar dan yang salah? Berikan alasanmu!*
  - (a) *Intensitas sinar memengaruhi energi kinetik elektron*
  - (b) *Frekuensi sinar memengaruhi kuat arus yang dihasilkan*
  - (c) *Intensitas sinar memengaruhi kuat arus yang dihasilkan*
  - (d) *Frekuensi sinar memengaruhi energi kinetik elektron*
- 2) *Pada suatu eksperimen efek fotolistrik didapatkan kuat arus 1A. Dengan memberikan beda potensial di antara katoda dan anoda ternyata laju elektron yang terlepas menjadi bertambah. Bagaimana besar kuat arus yang dihasilkan setelah penambahan beda potensial ini?*

Pertanyaan pertama menguji pemahaman mahasiswa tentang pengaruh frekuensi dan intensitas sinar terhadap efek fotolistrik. Pertanyaan kedua menguji pemahaman mahasiswa tentang fungsi beda potensial dalam eksperimen efek fotolistrik.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menghitung persentase mahasiswa yang menjawab benar setiap pertanyaan dengan menggunakan persamaan (2) berikut ini:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\% \quad 2)$$

$P$  adalah persentase mahasiswa menjawab benar,  $f$  adalah jumlah mahasiswa yang menjawab benar, dan  $n$  adalah jumlah total mahasiswa (Sudijono, 2008). Analisis kualitatif dilakukan dengan cara menganalisis alasan atau penjelasan mahasiswa terhadap masing-masing jawaban yang diberikan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian telah dilakukan terhadap 37 mahasiswa pendidikan fisika semester VI Universitas Negeri Semarang. Dari daftar pertanyaan yang diberikan, dihitung

banyaknya mahasiswa yang menjawab dengan benar masing-masing pertanyaan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase mahasiswa menjawab benar

<b>Pertanyaan</b>	<b>Jumlah mahasiswa menjawab benar</b>
1a	81%
1b	38%
1c	35%
1d	86%
2	16%

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa terdapat kecenderungan mahasiswa menjawab dengan benar pada pertanyaan 1a dan 1d, yaitu lebih dari 80% mahasiswa menjawab dengan benar. Untuk pertanyaan 1b dan 1c, hanya 35%-38% mahasiswa menjawab dengan benar. Untuk pertanyaan nomor 2, tidak lebih dari 16% mahasiswa dapat menjawab pertanyaan dengan benar.

Berdasarkan hasil analisis data di atas, terlihat bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep efek fotolistrik. Jika kita cermati, sebagian besar mahasiswa salah dalam menjawab pertanyaan 1b dan 1c, yaitu pertanyaan tentang hubungan frekuensi sinar terhadap kuat arus dan intensitas sinar terhadap kuat arus yang dihasilkan. Dengan kata lain, mahasiswa masih belum memahami faktor apa yang memengaruhi kuat arus dalam eksperimen efek fotolistrik.

Analisis lebih lanjut dilakukan terhadap penjelasan mahasiswa terhadap jawaban yang mereka berikan. Dari hasil analisis tersebut, terdapat beberapa miskonsepsi yang dialami oleh mahasiswa tentang konsep efek fotolistrik. Jenis-jenis miskonsepsi tersebut antara lain adalah (a) energi kinetik elektron sebanding dengan banyaknya elektron yang terlepas dari plat, (b) intensitas sinar tidak memengaruhi banyaknya elektron yang terlepas, (c) intensitas sinar memengaruhi energi kinetik elektron, (d) tidak dapat membedakan antara energi foton dan energi kinetik elektron, (e) intensitas sinar sebanding dengan panjang gelombang, (f) menganggap hukum Ohm berlaku pada efek fotolistrik, (g) frekuensi memengaruhi banyaknya elektron yang terlepas atau kuat arus, (h) kuat arus sebanding dengan laju elektron atau energi kinetik elektron, dan (i) dalam

teori klasik, yang berperan adalah intensitas sinar, sedangkan dalam teori kuantum yang berperan adalah frekuensi sinar.

Banyaknya mahasiswa untuk masing-masing miskonsepsi dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase miskonsepsi mahasiswa

Jenis miskonsepsi	Jumlah mahasiswa
(a)	11%
(b)	11%
(c)	14%
(d)	3%
(e)	3%
(f)	46%
(g)	30%
(h)	46%
(i)	43%

Berikut merupakan jawaban mahasiswa atau reponden 1 (R-1) terhadap pertanyaan 1a:

*“Pada percobaan efek fotolistrik, ketika intensitas sinar diperbesar, ternyata tidak memengaruhi banyaknya elektron yang keluar dari plat, sehingga dapat disimpulkan bahwa intensitas sinar tidak memengaruhi energi kinetik elektron.”*

Awal kalimat pada penjelasan di atas menunjukkan bahwa mahasiswa menganggap intensitas sinar tidak memengaruhi banyaknya elektron yang terlepas. Hal ini masuk dalam kategori miskonsepsi jenis (b). Secara tersirat, mahasiswa tersebut juga menganggap energi kinetik elektron sebanding dengan banyaknya elektron yang terlepas dari plat, yang dalam hal ini dikategorikan miskonsepsi jenis (a).

Selain itu, berikut adalah jawaban dari R-12 terhadap pertanyaan 1a:

*“Apabila intensitas sinar lebih besar dari frekuensi ambang logam, maka dengan ditambahkannya intensitas sinar, energi kinetik elektron semakin besar.”*

Penjelasan di atas menunjukkan bahwa R-12 menganggap intensitas sinar dapat

memengaruhi energi kinetik elektron. Anggapan tersebut merupakan pandangan fisika klasik di mana intensitas berbanding lurus dengan energi. Miskonsepsi ini adalah miskonsepsi jenis (c).

Selanjutnya, penjelasan R-4 terhadap pertanyaan 1b adalah sebagai berikut:

*“Menurut teori klasik ketika peristiwa efek fotolistrik terjadi, semakin besar intensitas sinar maka elektron yang terlepas semakin banyak, sehingga membutuhkan energi kinetik elektron yang lebih besar pula yang menjadikan elektron terlepas.”*

Dari penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa R-4 tidak dapat membedakan energi foton dengan energi kinetik elektron. Mahasiswa beranggapan bahwa yang menyebabkan elektron terlepas adalah energi kinetik elektron, bukan energi foton. Miskonsepsi ini adalah miskonsepsi jenis (d).

Untuk miskonsepsi jenis (e), hanya satu mahasiswa yang mengalaminya, yaitu R-32. Berikut adalah penjelasan dari R-32 terhadap pertanyaan 1a:

*“Intensitas sinar yang ditembakkan pada plat percobaan efek fotolistrik tidak memengaruhi besar kecilnya energi kinetik elektron, namun intensitas sinar berpengaruh terhadap panjang gelombang.”*

Dari penjelasan di atas, terlihat bahwa R-32 memahami bahwa intensitas sinar tidak memengaruhi besar kecilnya energi kinetik elektron. Akan tetapi, ia beranggapan intensitas berpengaruh terhadap panjang gelombang. Padahal panjang gelombang tidak ada hubungannya dengan intensitas. Panjang gelombang berhubungan dengan frekuensi sinar melalui persamaan 3).

$$f = c / \lambda \quad 3)$$

Untuk miskonsepsi jenis (f), sebagian besar mahasiswa mengalaminya pada saat menjawab pertanyaan 2. Berikut adalah salah satu contoh penjelasan dari R-36 terhadap pertanyaan 2:

*“Jika beda potensial di antara katoda dan anoda ditambah, maka menghasilkan kuat arus yang besar sesuai dengan hukum ohm yaitu  $I = V / R$  dan ini ditandai dari laju elektron itu sendiri yang ternyata lajunya yang terlepas menjadi bertambah, sehingga diperoleh kesimpulan bahwa frekuensi mempengaruhi kuat arus dan nantinya mempengaruhi energi kinetik elektron itu sendiri.”*

Dari penjelasan di atas, R-36 menyadari bahwa beda potensial akan memengaruhi laju elektron. Tidak ada yang salah dengan pernyataan tersebut. Akan tetapi, dia

mengalami miskonsepsi yaitu menganggap hukum ohm berlaku pada efek fotolistrik. Akibatnya, R-36 menganggap bahwa kuat arus sebanding dengan laju elektron. Anggapan tersebut juga menunjukkan bahwa R-36 juga mengalami miskonsepsi jenis (h).

Tabel 2 menunjukkan bahwa miskonsepsi dengan jumlah mahasiswa terbanyak yaitu miskonsepsi jenis (f) dan (h). Sekitar 46% mahasiswa menganggap bahwa hukum Ohm ( $V = IR$ ) berlaku pada efek fotolistrik. Hal ini mengakibatkan sebagian besar mahasiswa menganggap bahwa  $V_{\text{stop}}$  memengaruhi besar kuat arus yang dihasilkan dalam eksperimen efek fotolistrik. Hasil ini sesuai dengan analisis data sebelumnya bahwa 84% mahasiswa tidak dapat menjawab pertanyaan nomor 2 dengan benar di mana sebagian besar penjelasan yang diberikan adalah menggunakan hukum Ohm. Sebagian lagi tidak memahami fungsi  $V_{\text{stop}}$  dan sebagian lagi tidak memberikan alasan yang berkaitan dengan pertanyaan.

Sekitar 46% mahasiswa beranggapan bahwa laju elektron atau energi kinetik elektron berpengaruh terhadap besarnya kuat arus yang dihasilkan. Mahasiswa yang mengalami miskonsepsi ini beranggapan bahwa semakin besar laju elektron, maka banyaknya elektron yang menumbuk plat per detik akan semakin banyak, akibatnya besar kuat arus meningkat. Mereka menggunakan persamaan hubungan kuat arus dengan muatan per detik yaitu:

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad 4)$$

Persamaan 4) menunjukkan bahwa kuat arus merupakan jumlah muatan yang mengalir per detik. Sebagian besar mahasiswa menganggap bahwa semakin besar laju elektron atau energi kinetik elektron, maka muatan yang mengalir akan semakin banyak. Padahal jumlah muatan yang mengalir per detik dalam efek fotolistrik bergantung pada jumlah elektron yang terlepas dari logam per detik di mana jumlah ini dipengaruhi oleh besarnya intensitas sinar. Walaupun laju elektron sangat besar, tetapi jumlah elektron yang melintas persatuan waktu hanya sedikit, maka kuat arusnya kecil. Sebaliknya, jika laju elektron sangat kecil, tetapi jumlah elektron yang melintas sangat banyak, maka kuat arusnya besar.

Untuk miskonsepsi jenis (g), berikut adalah contoh penjelasan dari R-34.

*“frekuensi mempengaruhi kuat arus yang dihasilkan karena semakin besar frekuensi maka elektron yang terlepas semakin banyak, sehingga arus listrik yang*

*Restina Muji Mulyati, Agus Yulianto, Budi Astuti/ Phenomenon Vol. 08, No. 1, Juli 2018*  
*dihasilkan semakin besar. Arus listrik merupakan aliran elektron.”*

Dari penjelasan di atas, dapat diamati bahwa R-34 menganggap bahwa frekuensi dapat mempengaruhi banyaknya elektron yang terlepas dan kuat arus. Anggapan tersebut merupakan miskonsepsi jenis (g).

R-34 juga mengalami miskonsepsi untuk menjawab pertanyaan 1a dan 1c. Berikut adalah kutipan penjelasan dari R-34 untuk pertanyaan 1a dan 1c:

*“Pernyataan yang salah:*

*-pernyataan (a)*

*-pernyataan (c)*

*Untuk kedua pernyataan bahwa diketahui intensitas tidak mempengaruhi banyaknya elektron yang lepas ataupun energi karena:*

*$E \sim f$  bukan  $E \sim I$ .”*

Jika dilihat lebih lanjut penjelasan dari R-34 terhadap pertanyaan 1a dan 1c, maka dapat dilihat bahwa R-34 salah menafsirkan persamaan 1). Persamaan tersebut sebenarnya hanya menjelaskan bahwa energi sebanding dengan frekuensi, bukan intensitas. Akan tetapi, intensitas dapat memengaruhi banyaknya elektron yang terlepas. Sebagian besar mahasiswa menganggap bahwa intensitas tidak memengaruhi baik kuat arus ataupun energi kinetik elektron karena salah dalam memahami persamaan tersebut. Mereka memahami perbedaan fisika klasik dengan fisika kuantum tidak secara menyeluruh. Mereka menganggap bahwa frekuensi yang berperan dalam eksperimen efek fotolistrik, bukan intensitas. Miskonsepsi ini dikategorikan sebagai miskonsepsi jenis (i).

Persentase mahasiswa yang mengalami miskonsepsi jenis (i) cukup tinggi, yakni sekitar 43%. Mahasiswa menganggap bahwa dalam teori klasik yang berpengaruh adalah besarnya intensitas sinar, sedangkan dalam teori kuantum (efek fotolistrik) yang berpengaruh adalah besarnya frekuensi sinar. Data ini diperoleh dengan menganalisis pola jawaban yang diberikan mahasiswa dan menyesuaikan dengan penjelasan yang diberikan. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada Tabel 1, yaitu kecenderungan mahasiswa membenarkan pernyataan 1b dan 1d tetapi menyatakan salah untuk pernyataan 1a dan 1c. Terlihat bahwa sebagian besar mahasiswa belum memahami perbedaan teori klasik dan teori kuantum secara menyeluruh.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep mahasiswa pendidikan fisika pada materi efek fotolistrik masih rendah. Sebagian besar mahasiswa masih belum dapat membedakan pengaruh frekuensi dan intensitas sinar dalam eksperimen efek fotolistrik. Mahasiswa meyakini bahwa yang berperan dalam fisika kuantum adalah frekuensi sinar dan yang berperan dalam fisika klasik adalah intensitas sinar. Mahasiswa masih belum dapat memahami fungsi beda potensial dalam eksperimen efek fotolistrik. Selain itu, mahasiswa belum memahami konsep kuat arus dalam kelistrikan dan masih salah dalam menerapkan hukum Ohm dalam eksperimen efek fotolistrik.

Saran untuk peneliti selanjutnya adalah hendaknya dilakukan wawancara untuk mendukung data hasil tes. Setiap miskonsepsi yang ditemukan diambil minimal satu mahasiswa sebagai responden wawancara. Selain itu, perlu diadakan identifikasi penyebab terjadinya miskonsepsi pada mahasiswa.

## **DAFTAR RUJUKAN**

- Asikainen, M. A. & P. E. Hirvonen. A Study of Pre- and Inservice Physics Teachers' Understanding of Photoelectric Phenomenon as Part of The Development of a Research-based Quantum Physics Course. *American Journal of Physics*, 2009, 77(7): 658-666.
- Habibulloh, M., B. Jatmiko, & W. Widodo. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Guided Discovery Berbasis Lab Virtual untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa SMK Topik Efek Fotolistrik. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, 2017, 7(1): 27-43.
- Kumorowati, B. & Sugiyanto. Profil Kompetensi Profesional Calon Guru Fisika di Indonesia. *Unnes Physics Education Journal*, 2015, 4 (1): 6-15.
- Leone, C. J. D. & Graham E. Oberem. Toward Understanding Student Conceptions of the Photoelectric Effect. *American Institute of Physics*, 2004: 85-88.
- McKagan S. B., W. Handley, K. K. Perkins, & C. E. Wieman. A Research-based Curriculum for Teaching The Photoelectric Effect. *American Journal of Physics*, 2009, 77(1): 87-94.
- Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007.
- Sudijono. 2008. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Grafindo Persada.
- Sutopo. 2004. *Pengantar Fisika Kuantum*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Yildiz, A. & E. Büyükkasap. The Level of Understanding of the Photoelectric Phenomenon in Prospective Teachers and the Effects of "Writing with Learning" On Their Success Rates. *Educational Sciences: Theory & Practices*, 2011, 11(4): 2268-2274.