

Pengaruh *Discovery Learning* Berbantuan Simulasi PhET terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa SMPN 1 Siatas Barita pada Materi Getaran dan Gelombang

The Influence of Discovery Learning Assisted by PhET simulation on Students' Interest and Learning Outcomes at SMPN 1 Siatas Barita in the Subject of Vibrations and Waves

Johan Petra Sihotang* & Sabani

Prodi Pendidikan IPA, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Diterima: 12 Oktober 2023; Direview: 06 November 2023; Disetujui: 07 November 2023

*Corresponding Email: petraiohan948@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh model pembelajaran *Discovery Learning* dengan menggunakan simulasi interaktif PhET terhadap minat dan hasil belajar siswa di SMPN 1 Siatas Barita, khususnya pada materi Getaran dan Gelombang. PhET merupakan simulasi dengan elemen gambar animasi dan interaktif, dirancang layaknya permainan untuk memfasilitasi pembelajaran eksploratif siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah *Quasi* eksperimen dengan desain *Non Equivalent Control Grup Design*, dengan siswa kelas VIII-1 sebagai kelompok eksperimen dan kelas VIII-2 sebagai kelompok kontrol. Instrumen yang digunakan melibatkan instrumen pembelajaran dan tes tertulis, serta angket untuk pengambilan data. Analisis data dilakukan dengan uji hipotesis menggunakan *Analysis Varians Multivarians* (MANOVA). Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *PhET simulation* terhadap minat dan hasil belajar siswa dalam materi Getaran dan Gelombang di SMPN 1 Siatas Barita. Analisis homogenitas matriks varian/kovarian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan matriks varian pada minat dan hasil belajar siswa antara kelas VIII-1 dan VIII-2. Hasil uji multivariate menunjukkan nilai signifikansi yang rendah, sehingga disimpulkan bahwa model pembelajaran *Discovery Learning* dengan bantuan *PhET simulation* memiliki pengaruh positif terhadap minat dan hasil belajar siswa dalam materi tersebut.

Kata kunci: Simulasi PhET; Minat Belajar; Hasil Belajar; *Discovery Learning*

Abstract

This research aims to evaluate the impact of the Discovery Learning model using interactive PhET simulations on students' interest and learning outcomes at SMPN 1 Siatas Barita, particularly in the subject of Vibrations and Waves. PhET simulations incorporate animated and interactive elements, designed akin to games to facilitate exploratory learning for students. The research employed a Quasi-experimental method with a Non-Equivalent Control Group Design, where class VIII-1 served as the experimental group and class VIII-2 as the control group. The instruments utilized included learning tools, written tests, and questionnaires for data collection. Data analysis was conducted through hypothesis testing using Multivariate Analysis of Variance (MANOVA). The results revealed a significant influence of the Discovery Learning model assisted by PhET simulation on students' interest and learning outcomes in Vibrations and Waves at SMPN 1 Siatas Barita. Homogeneity analysis of the variance/covariance matrix indicated no variance matrix differences in the interest and learning outcomes of students between classes VIII-1 and VIII-2. The multivariate test results showed a low significance level, leading to the conclusion that the Discovery Learning model with PhET simulation assistance has a positive impact on students' interest and learning outcomes in the specified subject.

Keywords: *PhET simulation; Learning Interests; Learning Outcomes; Discovery Learning*

How to Cite: Sihotang, J.P. & Sabani. (2023). Pengaruh Pembelajaran *Discovery* Berbantuan Simulasi PhET terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa SMPN 1 Siatas Barita pada Materi Getaran dan Gelombang. *Journal of Natural Sciences*. 4 (3): 144-151



PENDAHULUAN

Perkembangan pesat di bidang teknologi dan ilmu pengetahuan menuntut peningkatan mutu sumber daya manusia. Pendidikan memiliki peran kunci dalam menciptakan individu dan anggota masyarakat Indonesia yang memiliki kualitas baik. Meningkatkan mutu sumber daya manusia dapat diperoleh dengan menyediakan pendidikan berkualitas (Mardhiyah et al., 2021).

Pendidikan di Indonesia sangat terkait dengan proses pembelajaran di lingkungan sekolah (Putri & Sulastri, 2017). Keberhasilan pencapaian tujuan pendidikan sangat dipengaruhi oleh kualitas proses pembelajaran yang terjadi di dalamnya. Perubahan hasil belajar siswa dapat diamati, dibuktikan, dan diukur melalui kemampuan atau prestasi yang diperoleh siswa sebagai hasil dari pengalaman dan minat belajar yang terbentuk selama proses pembelajaran (Supardi, 2015; Wahyuningsih, 2020).

Berdasarkan hasil observasi awal di kelas VIII SMP Negeri 1 Siatas Barita, diketahui bahwa nilai kriteria ketuntasan minimal yang ditetapkan adalah 75. Melalui hasil wawancara dengan guru IPA kelas VIII di sekolah tersebut, terungkap bahwa nilai rata-rata siswa masih rendah, yaitu sekitar 59. Kondisi ini mengindikasikan perlunya kegiatan remedial untuk meningkatkan nilai pembelajaran IPA. Permasalahan ini juga sejalan dengan rendahnya minat belajar siswa terhadap setiap materi yang diajarkan oleh guru, yang disebabkan oleh kurangnya variasi dalam metode pembelajaran.

Model pembelajaran *Discovery Learning* memiliki keunggulan dalam mendukung partisipasi aktif siswa, merangsang rasa ingin tahu, mendorong ide-ide kreatif, personalisasi pengalaman belajar, dan mendorong peran aktif siswa dalam proses sains fisika (Saridewi et al., 2017; Octovi et al., 2017; Muliani et al., 2022). Untuk meningkatkan optimalitas kegiatan pembelajaran melalui model *Discovery Learning*, penggunaan media pembelajaran menjadi suatu aspek penting. Media pembelajaran berperan sebagai alat atau sarana untuk menyampaikan materi pelajaran yang dapat merangsang minat belajar siswa (Putrayasa et al., 2014; Sari et al., 2020).

Dalam konteks ini, perkembangan teknologi informasi berdampak pada evolusi software pembelajaran, termasuk aplikasi *PhET simulation*. *PhET simulation* merupakan simulasi interaktif dengan gambar animasi, bersifat interaktif, dan dirancang layaknya permainan, memungkinkan siswa belajar melalui eksplorasi (Thohari et al., 2019). PhET menciptakan pengalaman belajar yang unik, memudahkan penjelasan materi fisika yang



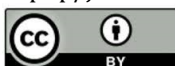
abstrak, dan memberikan kejelasan pada peserta didik (Nurahman et al., 2018). Dengan *PhET simulation*, visualisasi materi memungkinkan interaksi, respons, dan komunikasi siswa, menghasilkan pemahaman yang lebih tahan lama dan mudah diingat (Supurwoko et al., 2017).

Penelitian sebelumnya oleh Thohari et al. (2019) menunjukkan bahwa penggunaan model *Discovery Learning* dengan bantuan *PhET simulation* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik. Dengan dasar tersebut, penelitian ini penting untuk dilanjutkan dengan fokus pada materi yang berbeda, menggali aspek minat belajar dan hasil belajar siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2023 di SMP Negeri 1 Siatas Barita Kab. Tapanuli Utara semester Ganjil 2023/2023. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif yang menggunakan metode quasi eksperimen dengan pemilihan sampel secara acak. Dalam quasi eksperimen, terdapat kelas kontrol dan kelas eksperimen. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas VIII SMP Negeri 1 Siatas Barita, yang terdiri dari lima kelas: VIII-1, VIII-2, VIII-3, VIII-4, dan VIII-5. Sampel penelitian terdiri dari siswa kelas VIII-1 sebagai kelas eksperimen dan kelas VIII-2 sebagai kelas kontrol. Desain penelitian yang digunakan adalah *Non Equivalent Control Grup Design*. Kedua kelas diberikan pre-test sebelum pembelajaran dimulai, serta angket minat belajar dan post-test setelah pembelajaran selesai. Dalam penelitian ini, peneliti melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, sebagai data dasar untuk perbandingan. Rancangan penelitian ini melibatkan dua kelompok objek, yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kedua kelompok ini mendapat perlakuan pengajaran yang serupa dalam hal tujuan dan isi materi pembelajaran, dengan perbedaan terletak pada model pembelajaran yang diterapkan. Kelas eksperimen diajarkan menggunakan Model *Discovery Learning* Berbantuan *PhET simulation*, sementara kelas kontrol diajarkan tanpa menggunakan model tersebut.

Untuk memperoleh data dalam melakukan penelitian ini, penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data antara lain:



a. Data Minat Belajar Siswa

Tabel 1. Kisi – kisi Lembar Angket Minat Belajar Siswa

No	Indikator	No Pernyataan Positif	Jumlah Pernyataan
1	Adanya perasaan senang saat belajar	5, 10	2
2	Adanya ketertarikan didalam belajar	7, 8,	2
3	Adanya perhatian terhadap belajar	1,2,4	3
4	Adanya hasrat dan keinginan berhasil	3, 6, 8	3
Jumlah		10	

b. Tes, merupakan metode pengumpulan data penelitian yang berfungsi untuk mengukur ada atau tidaknya serta seberapa besar kemampuan atau prestasi objek tes dalam penelitian.

Selanjutnya untuk membuktikan Pengaruh Model Pembelajaran *Discovery Learning* Berbantuan *PhET simulation* Terhadap Minat Belajar Dan Hasil Belajar Siswa Di Smp Negeri 1 Siatas Barita Pada Materi Getaran Dan Gelombang maka akan digunakan analisis data yaitu *Analysis Varians Multivarians* (MANOVA). Manova merupakan metode statistik untuk mengeksplorasi hubungan pada beberapa variabel independen dengan beberapa variabel dependen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh data dari hasil penelitian yang selanjutnya akan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan dari hasil penelitian.

Tabel 2. Output Test of Between Subject Effect

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	Minat belajar	425.391 ^a	1	425.391	48.810	.000	.440
	Hasil Belajar	7547.266 ^b	1	7547.266	71.244	.000	.535
Intercept	Minat belajar	64961.266	1	64961.266	7453.771	.000	.992
	Hasil Belajar	310109.766	1	310109.766	2927.359	.000	.979
kelas	Minat belajar	425.391	1	425.391	48.810	.000	.440
	Hasil Belajar	7547.266	1	7547.266	71.244	.000	.535
Error	Minat belajar	540.344	62	8.715			
	Hasil Belajar	6567.969	62	105.935			
Total	Minat belajar	65927.000	64				
	Hasil Belajar	324225.000	64				
Corrected Total	Minat belajar	965.734	63				
	Hasil Belajar	14115.234	63				

a. R Squared = .440 (Adjusted R Squared = .431)

b. R Squared = .535 (Adjusted R Squared = .527)

Dari Tabel 2 di atas untuk Sig diperoleh nilai signifikansi $\leq 0,05$ yaitu 0,000. Karena nilai signifikansi $< 0,05$ yaitu 0,000 sehingga H_0 diterima yaitu terdapat pengaruh model



pembelajaran *Discovery Learning* Berbantuan *PhET simulation* terhadap minat belajar siswa pada materi Getaran dan Gelombang kelas VIII SMPN 1 Siatas Barita.

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui nilai angket di kelas eksperimen (VIII-1) dan kelas kontrol (VIII-2) di SMPN 1 Siatas Barita. Kedua kelas tersebut mengalami perlakuan yang berbeda dalam model pembelajaran, di mana kelas eksperimen menerapkan *Discovery Learning* berbantuan *PhET simulation*, sementara kelas kontrol menggunakan metode konvensional. Setelah menganalisis data, didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,000 dari Tabel 2. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai signifikansi (0,000) lebih rendah dari tingkat signifikansi 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari penerapan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *PhET simulation* terhadap minat belajar siswa pada materi Getaran dan Gelombang kelas VIII di SMPN 1 Siatas Barita.

Tabel 3. *Output Test of Between Subject Effect*

Tests of Between-Subjects Effects							
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	Minat belajar	425.391 ^a	1	425.391	48.810	.000	.440
	Hasil Belajar	7547.266 ^b	1	7547.266	71.244	.000	.535
Intercept	Minat belajar	64961.266	1	64961.266	7453.771	.000	.992
	Hasil Belajar	310109.766	1	310109.766	2927.359	.000	.979
kelas	Minat belajar	425.391	1	425.391	48.810	.000	.440
	Hasil Belajar	7547.266	1	7547.266	71.244	.000	.535
Error	Minat belajar	540.344	62	8.715			
	Hasil Belajar	6567.969	62	105.935			
Total	Minat belajar	65927.000	64				
	Hasil Belajar	324225.000	64				
Corrected Total	Minat belajar	965.734	63				
	Hasil Belajar	14115.234	63				

a. R Squared = .440 (Adjusted R Squared = .431)

b. R Squared = .535 (Adjusted R Squared = .527)

Dari Tabel 3 di atas untuk Sig diperoleh nilai signifikansi $\leq 0,05$ yaitu 0,000. Karena nilai signifikansi $< 0,05$ yaitu 0,000 sehingga H_0 diterima yaitu terdapat pengaruh model pembelajaran *Discovery Learning* Berbantuan *PhET simulation* terhadap Hasil belajar siswa pada materi Getaran dan Gelombang kelas VIII SMPN 1 Siatas Barita.

Dalam penelitian ini, data hasil tes dikumpulkan dari kelas eksperimen (VIII-1) dan kelas kontrol (VIII-2) di SMPN 1 Siatas Barita yang telah menerima perlakuan berbeda dalam model pembelajaran. Kelas eksperimen diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *PhET simulation*, sementara kelas kontrol mengikuti metode konvensional. Setelah menganalisis data dengan merujuk pada Tabel 3, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa nilai signifikansi



(0,000) lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *PhET simulation* terhadap hasil belajar siswa pada materi Getaran dan Gelombang kelas VIII di SMPN 1 Siatas Barita.

Dengan merujuk pada hasil perhitungan menggunakan SPSS 26 yang menyimpulkan adanya pengaruh dari model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *PhET simulation* terhadap hasil belajar siswa, dapat dinyatakan bahwa pembelajaran *Discovery Learning* melibatkan siswa secara aktif dalam menyelesaikan masalah. Siswa terlibat langsung dalam berdiskusi, memberikan jawaban, atau mengajukan pertanyaan, sehingga diperlukan penggunaan media yang dapat mendukung pemahaman siswa.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas Varian Minat Belajar dan Hasil Belajar

Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a

Box's M	2.961
F	.952
df1	3
df2	691920.000
Sig.	.414

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept + kelas

Berdasarkan uji Levene's pada Tabel 4 di atas didapat signifikansi nilai post test sebesar 0,543 dan angket 0,297. Berdasarkan nilai post test $0,543 > 0,05$ dan nilai angket $0,297 > 0,05$ sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kedua varian post test dan angket homogen sehingga dapat berlanjut ke uji manova.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Matriks

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Minat belajar	Based on Mean	1.106	1	62	.297
	Based on Median	.958	1	62	.332
	Based on Median and with adjusted df	.958	1	55.987	.332
	Based on trimmed mean	1.112	1	62	.296
Hasil Belajar	Based on Mean	.374	1	62	.543
	Based on Median	.233	1	62	.631
	Based on Median and with adjusted df	.233	1	61.441	.631
	Based on trimmed mean	.376	1	62	.542

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + kelas



Berdasarkan uji di atas nilai Box's M didapat 2,961 dengan taraf signifikansi 0,414. Ini menunjukkan bahwa $0,414 > 0,05$. Dengan demikian H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa matriks covarian dari variabel dependen sama dan analisis manova dapat dilanjutkan.

Tabel 6. Hasil uji Multivariate test

Multivariate Tests						
	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	.659	58.915 ^a	2.000	61.000	.000	.659
Wilks' lambda	.341	58.915 ^a	2.000	61.000	.000	.659
Hotelling's trace	1.932	58.915 ^a	2.000	61.000	.000	.659
Roy's largest root	1.932	58.915 ^a	2.000	61.000	.000	.659

Each F tests the multivariate effect of kelas. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Berdasarkan hasil analisis data Tabel 6 Multivariate Test diperoleh nilai signifikansi untuk *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace* dan *Roy's Largest Root* sebesar 0,000. Jadi nilai Sig. $< 0,05$ yaitu $0,000 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *PhET simulation* terhadap minat dan hasil belajar siswa pada materi Getaran dan Gelombang kelas VIII di SMPN 1 Siatas Barita.

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan uji homogenitas matriks varian/kovarian diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,414. Berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, dapat diambil kesimpulan bahwa bersifat homogen yaitu tidak ada perbedaan matrik varian pada minat dan hasil belajar siswa kelas VIII - 1 dan VIII - 2.

Hasil dalam penelitian ini sejalan dengan temuan beberapa penelitian terdahulu. Penelitian pertama oleh Masitoh & Prasetyawan (2018) menyimpulkan adanya pengaruh positif dari model pembelajaran *Discovery Learning* dengan pendekatan saintifik terhadap minat dan hasil belajar peserta didik. Penelitian kedua yang dilakukan oleh Sakti & Astuti (2021) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran autoplay media studio dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. Temuan dari penelitian ketiga, yang dilakukan oleh Kartini et al., (2021), menyatakan bahwa model pembelajaran *Discovery Learning* lebih efektif dalam meningkatkan minat dan hasil belajar siswa.



Sementara itu, penelitian keempat oleh Novyarti et al., (2014) menyimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran dengan *Adobe Flash* dan *Autoplay* media studio dalam pembelajaran berbasis inquiri pada materi garis dan sudut kelas VII SMP dapat dianggap efektif.

SIMPULAN

Simpulan dari penelitian menyatakan bahwa penerapan model pembelajaran *Discovery Learning* dengan dukungan simulasi PhET pada siswa kelas VIII memiliki pengaruh signifikan terhadap minat belajar dan hasil belajar pada materi Getaran dan Gelombang di SMPN 1 Siatas Barita (signifikansi: 0,000).

DAFTAR PUSTAKA

- Kartini, P., Bahar, A., & Elvinawati, E. (2021). Studi Perbandingan Model Pembelajaran Learning Cycle 5E Dan Guided Discovery Learning Menggunakan Media Video Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa. *Alotrop*, 5(1), 11-18.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40.
- Masitoh, L. F., & Prasetyawan, E. (2019). The effectiveness of scientific approach with open-ended problem based learning worksheet viewed from learning achievement, creative thinking ability, interest, and mathematics self-efficacy. *Daya Matematis: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 7(3), 292-308.
- Muliani, S., Sugitmi, S., & Huda, M. K. (2022). Peran Metode Discovery Learning dalam pembelajaran IPA Terpadu. *Journal of Natural Sciences*, 3(1), 1-7
- Novyarti, E., Marzal, J., & Rohati, R. (2014). Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Adobe Flash Dan Autoplay Media Studio Dalam Pembelajaran Yang Berbasis Inquiry Pada Materi Garis Dan Sudut Kelas VII SMP. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(02).
- Nurahman, A., Widodo, W., Ishafit, I., & Saulon, B. O. (2018). The development of worksheet based on guided discovery learning method helped by phet simulations interactive media in newton's laws of motion to improve learning outcomes and interest of vocational education 10th grade students. *Indonesian Review of Physics*, 1(2), 37-41.
- Octovi, C., Dewi, L. S., & Suciati, S. (2017). Analisis Kualitas Pertanyaan pada Penggunaan Model Discovery Learning disertai Dialog Socrates. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 2(2), 158-162.
- Putrayasa, I. M., Syahrudin, S. P., & Margunayasa, I. G. (2014). Pengaruh model pembelajaran discovery learning dan minat belajar terhadap hasil belajar IPA siswa. *Mimbar PGSD Undiksha*, 2(1).
- Putri, S. M., & Sulastri, S. (2017). Mempersiapkan Generasi Peduli Lingkungan Melalui Pembelajaran Senyawa Karbon Bermuatan Nilai Karakter. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 5(2), 103-107.
- Sakti, H. G., & Astuti, E. R. P. (2021). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Aplikasi Autoplay Quis Maker Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Ipa Terpadu Kelas VIII SMP Negeri 3 Sakra Timur. *Lentera Pendidikan Indonesia: Jurnal Media, Model, dan Pengembangan Pembelajaran*, 2(2), 51-58.
- Sari, D. P., Rifai, H., & Emagri, W. (2020, March). Design and manufacture of teaching edupark physics Mifan water park Padang Panjang, Indonesia with discovery learning model. In *Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1481, No. 1, p. 012097)*. IOP Publishing.
- Saridewi, N., Suryadi, J., & Hikmah, N. (2017). The implementation of discovery learning method to increase learning outcomes and motivation of student in senior high school. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 3(2), 124-133.
- Supardi, U. S. (2015). Peran berpikir kreatif dalam proses pembelajaran matematika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 2(3).



- Supurwoko, S., Cari, C., Sarwanto, S., Sukarmin, S., Budiharti, R., & Dewi, T. S. (2017). Virtual lab experiment: physics educational technology (PhET) photo electric effect for senior high school. In *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series* (Vol. 2, No. 1, p. 381).
- Thohari, U. H., Madlazim, M., & Rahayu, Y. S. (2019). Developing learning tools guided discovery models assisted PhET simulations for training critical thinking skills high school students. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 6(4), 401-407.
- Wahyuningsih, E. S. (2020). Model pembelajaran mastery learning upaya peningkatan keaktifan dan hasil belajar siswa. Deepublish.

