

MODEL PBL BERBASIS SIMULASI VIRTUAL DAN PRAKTIKUM, HASIL BELAJAR DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS.

Agung Ma'rufin¹, Syahmani^{2}, Mella Mutika Sari³*

^{1,3)} Program Studi Pendidikan IPA FKIP Universitas Lambung Mangkurat

²⁾ Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lambung Mangkurat

Jalan Brigjend. H. Hasan Basry Banjarmasin, Indonesia

**email: syahmani_kimia@ulm.ac.id*

Abstract. *This study aims to determine the differences in learning outcomes and students' science process skills between classes using PBL models based on virtual simulations, PBL models based on practicum, and conventional learning. This quasi-experimental research uses nonequivalent control group design. The population of this research is VIII grade students of MTsN 2 Banjarmasin. The research sample is class VIII E as the control class, class VIII F as the experimental class I, and class VIII G as the experimental class II. Data collection uses test and observation techniques. Data analysis techniques use the Kruskal-Wallis test and descriptive analysis. The results showed that (1) There were differences in knowledge learning outcomes between experimental class I, experimental class II, and control class (2) There were differences in students' science process skills between experimental class I, experimental class II, and control class.*

Keywords: *Problem Based Learning, Virtual Simulation, Practicum, Knowledge Learning Results, Science Process Skills*

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar dan keterampilan proses sains siswa antara kelas dengan menggunakan model PBL berbasis simulasi virtual, model PBL berbasis praktikum, dan pembelajaran konvensional. Penelitian eksperimen semu ini menggunakan nonequivalent control group design. Populasi penelitian ini adalah siswa kelas VIII MTsN 2 Banjarmasin. Sampel penelitian adalah kelas VIII E sebagai kelas kontrol, kelas VIII F sebagai kelas eksperimen I, dan kelas VIII G sebagai kelas eksperimen II. Pengumpulan data dengan menggunakan teknik tes dan observasi. Teknik analisis data menggunakan uji Kruskal-Wallis dan analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Terdapat perbedaan hasil belajar pengetahuan antara kelas eksperimen I, kelas eksperimen II, dan kelas kontrol (2) Terdapat perbedaan keterampilan proses sains siswa antara kelas eksperimen I, kelas eksperimen II, dan kelas kontrol.*

Kata kunci: *Problem Based Learning, Simulasi Virtual, Praktikum, Hasil Belajar Pengetahuan, Keterampilan Proses Sains*

PENDAHULUAN

Kemampuan abad ke-21 yang dibutuhkan di dunia usaha dan industri adalah: (1) keterampilan dan belajar berinovasi; (2) kehidupan dan karir; dan (3) keterampilan teknologi dan media informasi. Pendidikan adalah proses yang dilakukan siswa untuk terjun ke dunia usaha dan dunia industri (Wijaya, Sudjimat, & Nyoto, 2016) relevan

dengan kurikulum 2013 yang menekankan aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Salah satu keterampilannya yaitu keterampilan proses sains (KPS)

Keterampilan proses sains (KPS) sangatlah diperlukan dalam pembelajaran abad 21, sehingga KPS harus dilatih dan dikembangkan dalam proses pembelajaran. KPS harus dimiliki peserta didik untuk menghadapi globalisasi

yang menuntut adanya persaingan antar manusia. KPS sangat penting dikembangkan dalam pendidikan karena merupakan kompetensi dasar untuk mengembangkan sikap ilmiah dan keterampilan dalam memecahkan masalah. Supaya nantinya dapat membentuk pribadi peserta didik yang kreatif, kritis, inovatif, dan kompetitif dalam persaingan global di masyarakat (Turiman P. , Omar, Daud, & Osman, 2012). KPS juga dapat membantu siswa dalam menyelesaikan masalah dan dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Hasil belajar merupakan sesuatu yang diperoleh dari suatu proses kegiatan belajar yang dapat diukur dengan menggunakan tes guna melihat kemajuan siswa (Slameto, Proses belajar mengajar, 2008). Pengukuran dan penilaian kompetensi siswa secara nasional disebut dengan ujian nasional. Salah satu manfaat ujian nasional adalah pemetaan mutu program pendidikan dan satuan pendidikan untuk meningkatkan kualitas sekolah di masing-masing daerah. Hasil ujian nasional yang diperoleh dapat diakses dan kemudian dapat dicari solusi untuk meningkatkan hasil belajar siswa daya serap materi.

Berdasarkan data UN 2017, daya serap siswa pada materi Tekanan di Banjarmasin masih rendah. Nilai UN 2017 IPA SMP di Banjarmasin mempunyai rata-rata 45,55, sedangkan rata-rata di tingkat provinsi 52,55. Hal ini tentu daya serap materi tekanan di Banjarmasin masih rendah. Data UN 2018 juga menunjukkan bahwa hasil UN IPA pada materi uji pengukuran, zat, dan sifatnya sangat rendah yaitu dengan nilai 41,19 dan nilai ini adalah nilai yang paling rendah. Di tingkat provinsi dan nasional hasil UN 2018 mempunyai nilai 41,56 dan 42,73. Rendahnya hasil belajar siswa pada materi pengukuran, zat, dan tekanannya perlu adanya rekonstruksi pada proses pembelajaran.

Hasil belajar siswa bisa ditingkatkan dengan penggunaan *treatment* tertentu pada proses

pembelajaran yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hal penting dalam proses pembelajaran adalah kegiatan menanamkan makna belajar bagi pembelajar agar hasil belajar bermanfaat untuk kehidupannya pada masa sekarang dan masa yang akan datang. Salah satu faktor yang menentukan adalah proses belajar dan mengajar dapat berjalan sebagaimana yang diharapkan. Pembelajaran yang bermakna merupakan proses belajar mengajar yang diharapkan bagi siswa dimana siswa dapat terlibat langsung dalam proses pembelajaran serta menemukan langsung pengetahuan tersebut. Ada banyak pembelajaran yang melibatkan siswa secara langsung, salah satunya adalah pembelajaran berbasis eksperimen. Pembelajaran ini dapat membuat siswa terlibat secara langsung dan menemukan langsung pengetahuannya sehingga siswa lebih maksimal dalam memahami konsep yang telah dipelajari. Pembelajaran berbasis eksperimen mempunyai pemahaman konsep yang berbeda pada siswa yang diberikan metode pembelajaran konvensional (Hani, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran eksperimen dapat meningkatkan mutu dari pembelajaran IPA.

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah mata pelajaran yang dapat menanamkan dan mengembangkan nilai-nilai ilmiah, keterampilan, dan sikap pada siswa (Zulfiani, Feronika, & Suartini, 2009). Mata pelajaran IPA di sekolah merupakan program yang berfungsi untuk menanamkan dan mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kepada siswa. Pembelajaran IPA diharapkan siswa dapat memahami konsep-konsep IPA dan memiliki keterampilan proses untuk mengembangkan pengetahuan dan ide tentang alam. Diharapkan selain terampil, siswa juga pandai memanfaatkan teknologi. Kombinasi yang diperlukan seorang pendidik yaitu antara teknologi dan penilaian dalam K13 (pengetahuan, keterampilan, dan sikap) dapat

memberikan kemajuan yang pesat dibidang pendidikan di Indonesia.

Seorang pendidik sangat berperan dalam memilih model pembelajaran agar dapat memfasilitasi siswa dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan proses sains. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru pada tingkat SMP adalah model *Problem Based Learning* (PBL) atau pembelajaran berdasarkan masalah. Pembelajaran ini akan mengajak siswa untuk membentuk suatu pengetahuan dengan sedikit bimbingan atau arahan guru. Selain berpusat pada siswa, model PBL membuat guru bertindak sebagai fasilitator bukan sebagai agen ilmu. Siswa belajar mengaitkan pengetahuan sebelumnya kedalam materi yang sedang dipelajari, mengkomunikasikan sendiri pemahamannya, sehingga siswa tidak hanya sekedar menghafal.

Pembelajaran berbasis masalah berusaha membantu siswa menjadi pembelajar yang mengatur diri mereka sendiri. Guru terus-menerus mendorong dan menggandar mereka bertanya dan mencari solusi bagi masalah nyata. Siswa belajar untuk menampilkan tugas-tugas ini secara mandiri dalam hidup mereka selanjutnya (Arends, 2013). Penerapan model PBL membuat siswa menjadi terlibat secara aktif pada saat proses pembelajaran berlangsung. Hal tersebut membuat pengetahuan yang diperoleh menjadi lebih bermakna dan mempermudah siswa dalam memahaminya. Sehingga dengan demikian hasil belajar dan prestasi akademik siswa dapat meningkat (Charif, 2010).

Penyelesaian masalah pada pembelajaran PBL dapat dilakukan dengan riset atau eksperimen. Perkembangan abad 21 menuntut siswa untuk menguasai perkembangan teknologi, sehingga memungkinkan siswa untuk melakukan riset lewat teknologi.

Berdasarkan situs internet phet.education.edu, PhET merupakan simulasi interaktif dengan pendekatan berbasis-riset. Pada simulasi PhET akan memungkinkan siswa untuk menggabungkan fenomena kehidupan nyata dan ilmu yang mendasarinya. Diharapkan hal ini dapat memperdalam pemahaman, keterampilan proses sains, dan minat mereka dalam ilmu IPA (PhET, 2018).

Pembelajaran dengan percobaan nyata dan simulasi PhET sama-sama telah merangsang pengetahuan kualitas dan pemahaman peserta didik daripada pembelajaran tradisional (Ajredini, Izairi, & Zajkov, 2013). Kualitas dan pemahaman dari peserta didik dapat kita lihat pada hasil belajarnya. Hasil belajar tersebut bisa dari kognitif, psikomotorik, dan afektifnya. Penelitian yang dilakukan oleh Ajredini dkk tersebut menggunakan pembelajaran berbasis eksperimen dan pembelajaran konvensional. Sehingga, pembelajaran eksperimen sendiri bisa dengan menggunakan Eksperimen langsung atau menggunakan simulasi PhET (*Phisycs Education Tecnology*). Pembelajaran berbasis eksperimen sangat diminati oleh siswa karena dapat membuat mereka tertarik dan termotivasi dalam belajar. Penggunaan simulasi ini biasanya dapat membuat guru lebih mudah dalam mengajar karena tidak perlu repot dalam menyiapkan percobaan. Penggunaan Eksperimen di laboratorium sendiri dapat juga memiliki keunggulan yaitu siswa dapat belajar dengan benda nyata sehingga pembelajarannya lebih konkrit.

Berdasarkan uraian di atas, penulis sangat tertarik untuk melakukan penelitian dengan tentang “Implementasi Model PBL Berbasis Simulasi Virtual dan Eksperimen terhadap Hasil Belajar Siswa dan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas VIII MTsN 2 Kota Banjarmasin Pada Materi Tekanan”

METODE PENELITIAN

Rancangan yang digunakan dalam penelitian eksperimen ini adalah *nonequivalent control group design* dengan metode quasi eksperimen (eksperimen semu). Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 18 Maret hingga 8 April 2019. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII MTsN 2 Kota Banjarmasin tahun ajaran 2018/2019, dengan sampel yaitu 3 kelas dari total 8 kelas. Teknik sampling yang digunakan adalah *cluster random sampling* (Sugiyono, 2007). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), 2) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), 3) Instrumen penilaian hasil belajar pengetahuan, dan 4) Instrumen penilaian KPS.

Hasil belajar pengetahuan siswa dianalisis dengan menggunakan perbandingan persentase dari kelas eksperimen I, eksperimen II, dan kontrol. Pada penelitian ini kelas eksperimen I adalah kelas dengan pembelajaran model PBL berbasis simulasi virtual. Kelas eksperimen II adalah kelas dengan pembelajaran model PBL berbasis praktikum. Kelas kontrol adalah kelas dengan pembelajaran konvensional. Pemberian skor siswa perkelas menggunakan rumus:

$$\text{Skor total} = \frac{\text{skor perolehan}}{\text{skor maksimal}} \times \text{bobot (Arifin, 2009)}$$

Kriteria hasil belajar pengetahuan siswa (Djamarah & Zain, 2010) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria tingkat hasil belajar

Hasil belajar (%)	Kriteria
> 95	Istimewa
86 – 95	Baik sekali
75 - 85	Baik
< 75	Kurang

Keterampilan proses sains siswa dianalisis untuk mengetahui KPS yang dimiliki siswa. Data yang diperoleh dari hasil tes ditentukan dalam kategori (Rahayu & Anggraeni, 2017) berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Kategori keterampilan proses sains

Nilai	Kategori
0 – 25	Sangat rendah
26 – 50	Rendah
51 – 75	Sedang
76 – 100	Tinggi

Peningkatan hasil belajar pengetahuan dan KPS siswa diuji dengan menggunakan uji Wilcoxon (Santoso, 2015). Hipotesis nol dalam uji Wilcoxon ini adalah pembelajaran tidak meningkatkan hasil belajar pengetahuan siswa. Kesimpulan diperoleh dengan membandingkan z hitung dengan z tabel. Efektifitas pembelajaran menggunakan *Monte Carlo* dengan membandingkan alfa pengujian 0,05.

Hipotesis nol dalam uji Wilcoxon ini adalah pembelajaran tidak meningkatkan KPS siswa. Kesimpulan diperoleh dengan membandingkan z hitung dengan z tabel. Efektifitas pembelajaran menggunakan *Monte carlo* dengan membandingkan alfa pengujian 0,05.

Perbedaan hasil belajar pengetahuan dan KPS siswa pada kelas eksperimen I, eksperimen II, dan kontrol diuji menggunakan uji Kruskal-Wallis (Yusuf A. M., 2013). Hipotesis nol dalam uji Kruskal-Wallis ini adalah tidak terdapat perbedaan hasil belajar pengetahuan/keterampilan proses sains siswa. Hipotesis kerja dalam uji Kruskal-Wallis ini adalah terdapat perbedaan hasil belajar pengetahuan/keterampilan proses sains siswa. Kesimpulan dapat diperoleh dengan membandingkan H hitung dengan H tabel.

Penelitian ini menggunakan analisis nonparametrik karena data yang diperoleh tidak berdistribusi normal. Untuk pengujian kelayakan data, varian dari tiga kelompok sampel berasal dari populasi yang sama sehingga data telah homogen. Meskipun data homogen, namun data yang diperoleh tidak bisa dilakukan analisis parametrik karena data tidak berdistribusi normal. Maka analisis statistik yang digunakan adalah analisis

nonparametrik (Santoso, 2015). Perhitungan normalitas dan homogenitas dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3 Normalitas data tes akhir hasil belajar pengetahuan dan KPS siswa

Kelas	Pengetahuan						Keterampilan proses sains					
	Kolmogorov-Smirnov*			Shapiro-Wilk			Kolmogorov-Smirnov*			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig	Statistic	Df	Sig	Statistic	Df	Sig	Statistic	Df	Sig
Kontrol	0,163	38	.012**	0,939	38	0,038**	0,165	38	0,011**	0,936	38	0,032**
Eksperimen I	0,157	38	.019**	0,915	38	0,007**	0,226	38	0,000**	0,886	38	0,001**
Eksperimen II	0,133	38	.086***	0,938	38	0,036**	0,261	38	0,000**	0,855	38	0,000**

Keterangan: *) Lilliefors significance correction; **) Sig < 0,05, ***) Sig > 0,05

Tabel 4 Homogenitas tes akhir hasil belajar pengetahuan dan KPS siswa

	Hasil belajar pengetahuan siswa					Keterampilan proses sains				
	Levene Statistic	Df1	Df2	Sig*	Levene Statistic	Df1	Df2	Sig*		
Based on Mean	0,762	2	111	0,469	1,434	2	111	0,243		
Based on Median	0,589	2	111	0,556	1,416	2	111	0,247		
Based on trimmed mean	0,731	2	111	0,484	1,429	2	111	0,244		

Keterangan: *) Sig > 0,05

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Belajar Pengetahuan Siswa

Data hasil tes pengetahuan siswa yang diperoleh dari tes akhir berdasarkan kriteria dapat dilihat pada Tabel 5. Data hasil belajar pengetahuan dari ketiga kelas selanjutnya dikategorikan berdasarkan standar ketuntasan

yang berlaku. Adapun data hasil standar ketuntasan belajar minimal (SKBM) dapat dilihat pada Tabel 6. SKBM tersebut mengacu pada standar yang berlaku untuk mata pelajaran IPA di MTsN 2 Kota Banjarmasin yaitu 75.

Tabel 5 Daftar nilai tes awal dan tes akhir hasil belajar pengetahuan siswa

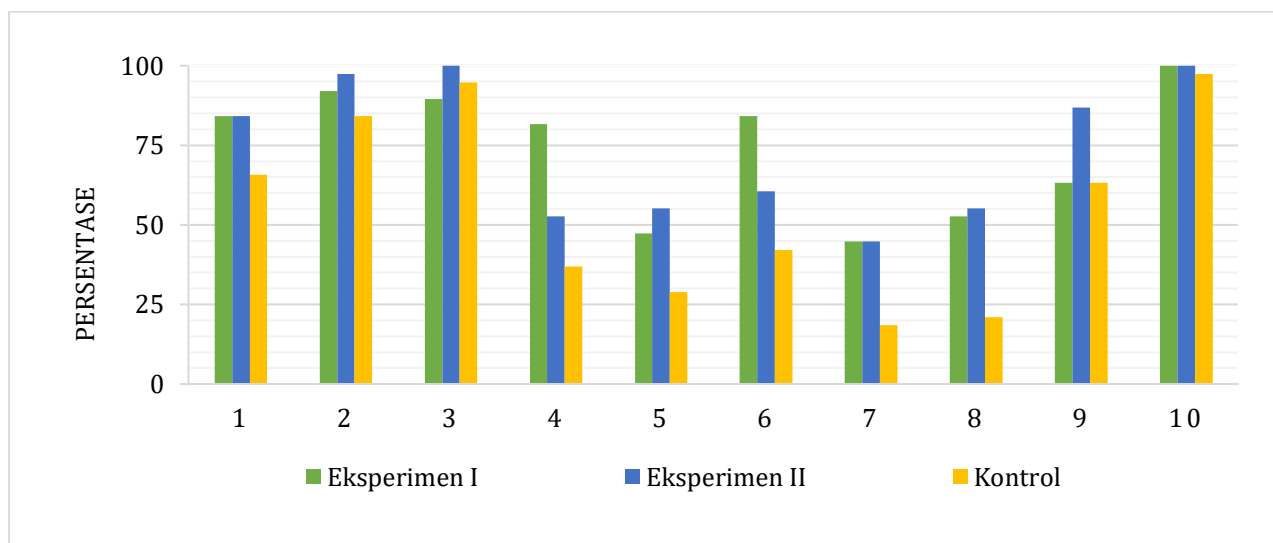
Hasil belajar	Kategori	f					
		Kelas eksperimen I		Kelas eksperimen II		Kelas kontrol	
		Tes awal	Tes akhir	Tes awal	Tes akhir	Tes awal	Tes akhir
> 95	Istimewa	0	4	0	6	0	0
86-95	Baik sekali	0	9	0	3	0	1
75 - 85	Baik	1	7	0	8	0	2
< 75	Kurang	37	18	38	21	38	35
Jumlah		38	38	38	38	38	38

Tabel 6 Standar ketuntasan belajar mengajar

Nilai	Kelas eksperimen I		Kelas eksperimen II		Kelas kontrol		Keterangan
	f	Persentase	f	Persentase	f	Persentase	
< 75	18	47,37 %	21	55,26 %	35	92,11 %	Tidak tuntas
≥ 75	20	52,63 %	17	44,74 %	3	7,89 %	Tuntas

Tabel 6 menunjukkan bahwa ketuntasan kelas eksperimen I dan II lebih besar dari pada kelas kontrol secara berurutan, yaitu 52,63%, 44,74%, dan 7,89%. Tingkat pemahaman siswa

terhadap materi tekanan dapat dilihat pada hasil perbandingan persentase jawaban benar tiap indikator pada Gambar 1.



Gambar 1 Persentase tiap indikator hasil belajar pengetahuan

Keterangan Indikator:

- 1: Menjelaskan konsep tekanan zat padat.
- 2: Menjelaskan konsep tekanan hidrostatik.
- 3: Menyajikan data hasil percobaan hidrostatik.
- 4: Mengaplikasikan tekanan hidrostatik.
- 5: Menjelaskan hukum Archimedes.
- 6: Menerapkan hukum archimedes pada kehidupan sehari-hari.
- 7: Menjelaskan hukum Pascal
- 8: Menerapkan hukum pascal dalam kehidupan sehari-hari.
- 9: Menjelaskan konsep tekanan zat gas.
- 10: Menerapkan tekanan zat gas pada benda dalam kehidupan sehari-hari

Ada tiga indikator pengetahuan yang masih rendah jika kita lihat pada gambar 1 yaitu indikator lima menjelaskan hukum archimedes, indikator tujuh menjelaskan hukum pascal, dan indikator delapan menerapkan hukum pascal. Rendahnya hasil belajar pengetahuan siswa pada indikator lima menurut peneliti yaitu disebabkan karena pada proses pembelajaran guru berfokus pada penerapan hukum archimedes sehingga pada indikator penerapan hukum Archimedes siswa memperoleh nilai yang lebih tinggi dari pada indikator menjelaskan hukum Archimedes jika dilihat dari hasil belajar pengetahuan yang diperoleh siswa. Hasil penelitian yang dilakukan oleh

(Sudewi, Subagia, & Tika, 2014) pada aspek mengingat dan memahami tidak terdapat perbedaan hasil belajar kelas PBL. Maka model PBL tidak terlalu mempengaruhi indikator memahami materi siswa. Rendahnya pemahaman siswa karena siswa kurang maksimal dalam mencari penjelasan tentang materi tersebut pada buku dan sumber belajar yang sudah ada.

Indikator tujuh dan delapan saling berkaitan, dimana siswa akan kesusahan menerapkan hukum pascal jika siswa sendiri belum memahami hukum Pascal. Hal ini sesuai dengan pendapat Lorin Anderson Krathwohl menurutnya, sebelum kita menerapkan konsep

maka kita harus memahami materinya terlebih dahulu (Utari & Madya, 2011). Pada indikator tujuh siswa belum bisa memahami materi, sehingga pada indikator delapan siswa otomatis kesulitan dalam menerapkan maka hasil belajar pengetahuannya pada penerapan hukum pascal rendah.

Data tes hasil belajar pengetahuan siswa yang diperoleh dari hasil tes awal dan tes akhir kemudian diuji menggunakan uji Wilcoxon. Uji Wilcoxon digunakan untuk mengetahui pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar siswa atau tidak. Data hasil perhitungan uji Wilcoxon hasil belajar pengetahuan siswa dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil uji Wilcoxon hasil belajar pengetahuan kelas eksperimen I, eksperimen II, dan kontrol

Kelas	N	Tes	Rata-rata	Z	<i>p</i> Asym (Sig.)	<i>p</i> (Sig.)(1-tailed)	Kesimpulan
Kontrol	38	Tes awal	50,56	-0,755	0,450*	0,237**	H ₀ diterima H ₁ ditolak
		Tes akhir	52,63				
Eksperimen I	38	Tes awal	55,00	-4,076	0,000*	0,000**	H ₀ ditolak H ₁ diterima
		Tes akhir	73,95				
Eksperimen II	38	Tes awal	46,32	-4,943	0,000*	0,000**	H ₀ ditolak H ₁ diterima
		Tes akhir	73,42				

Keterangan: *) Wilcoxon Signed Rank Test $p < 0,05$ (2-tailed), **) Monte Carlo $p < 0,05$ (1-tailed)

Berdasarkan uji Wilcoxon pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semua kelas eksperimen menolak H₀ dimana kesimpulannya yaitu pembelajaran pada kelas eksperimen dapat meningkatkan hasil belajar pengetahuan siswa. Untuk kelas kontrol, H₀ diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa pembelajaran tidak dapat meningkatkan hasil belajar pengetahuan siswa. Perbedaan hasil perolehan pada kelas kontrol dan eksperimen disebabkan karena perlakuan yang berbeda disetiap kelas.

Uji Wilcoxon jika menggunakan SPSS dalam proses perhitungannya, maka akan didapat nilai *Monte Carlo* yang dapat digunakan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran. Pada kelas kontrol memperoleh nilai (Sig.): 0,237 > alfa pengujian (0,05), maka H₀ diterima. Ini berarti bahwa pembelajaran pada kelas kontrol tidak efektif untuk meningkatkan hasil belajar pengetahuan siswa. Kelas eksperimen I dan eksperimen II memperoleh nilai (Sig.): 0,000 < alfa pengujian

(0,05), maka H₀ ditolak. Ini berarti bahwa pembelajaran kelas eksperimen efektif untuk meningkatkan hasil belajar pengetahuan siswa.

Menurut Dryden dan Vos (1994) mengemukakan bahwa, hasil belajar siswa dapat meningkat dengan memberikan suasana belajar yang menyenangkan. Pembelajaran akan sangat efektif jika pada saat belajar siswa merasa senang (Dryden & Vos, 1994). Pada pembelajaran berlangsung, peneliti melihat siswa yang sangat antusias dan senang pada proses pembelajaran. Inilah salah satu penyebab hasil belajar siswa meningkat. Sebuah tinjauan literatur yang dilakukan oleh Ken Masters dengan judul “*Edgar Dale’s Pyramid of Learning in medical education*” yang meninjau tentang kerucut pengalaman yang dikemukakan oleh Edgar Dale (Masters, 2013). Hasil temuan penelitian ini sesuai dengan kerucut pengalaman yang dikemukakan Edgar Dale, dimana pengalaman belajar yang diperoleh siswa dapat melalui proses perbuatan

atau mengalami sendiri apa yang dipelajari, proses mengamati dan mendengarkan media tertentu. Semakin nyata siswa mempelajari bahan pengajaran, maka semakin banyak pengalaman yang diperoleh siswa. Jika semakin banyak pengalaman yang diperoleh, maka hasil belajar siswa dapat meningkat.

Data tes akhir hasil belajar pengetahuan siswa dari kelas eksperimen I, eksperimen II, dan kelas kontrol di uji menggunakan uji Kruskal-Wallis untuk melihat apakah ada

perbedaan hasil belajar pengetahuan siswa setelah diberikan *treatment*. Pada hasil uji tes akhir hasil belajar pengetahuan diperoleh nilai *chi-square* untuk $df = 2$, $\alpha = 0,05$, sebesar 5,99. Nilai H yang diperoleh adalah 34,45 lebih besar dari nilai α sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga dapat dikatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada hasil belajar siswa antara kelas eksperimen I, kelas eksperimen II, dan kelas kontrol. Hasil uji H tes akhir hasil belajar pengetahuan siswa dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil uji H tes akhir hasil belajar pengetahuan siswa

	H	Chi-square	df	Asymp. Sig	Monte Carlo Sig.	Kesimpulan
Hasil uji Kruskal-Wallis	30,203	5,99	2	0,000	0,000*	H_0 ditolak H_1 diterima

Keterangan: *) *Monte Carlo Sig.* < 0,05

Hasil uji analisis inferensial dengan statistik nonparametrik menggunakan uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa pada tes akhir terdapat perbedaan hasil belajar antara penggunaan PBL berbasis simulasi, PBL berbasis praktikum, dan pembelajaran konvensional. Rata-rata nilai hasil belajar perolehan pada kelas eksperimen I yaitu 74, kelas eksperimen II dengan nilai 72, dan kelas kontrol dengan nilai 54.

Uji Kruskal-Wallis juga digunakan untuk menghitung perbedaan hasil belajar pengetahuan siswa antar kelas. Pengujian dilakukan pada kelas kontrol dengan kelas eksperimen I, kelas kontrol dengan eksperimen II, dan kelas eksperimen I dengan eksperimen II. Nilai *chi-square* yang digunakan yaitu $df = 2 - 1 = 1$ dan $\alpha = 0,05$, sehingga didapat nilai *chi* tabel 7,789. Untuk perhitungan uji Kruskal-Wallis dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Uji Kruskal-Wallis hasil belajar pengetahuan kelas kontrol dengan eksperimen I, kelas kontrol dengan eksperimen II, dan kelas eksperimen I dengan eksperimen II

Kelas	H	Chi-square	df	Asymp. Sig	Monte Carlo Sig.	Kesimpulan
Kontrol X Eks I	22,203	7,789	1	0,000*	0,000*	H_0 ditolak; H_1 diterima
Kontrol X Eks II	22,876		1	0,000*	0,000*	H_0 ditolak; H_1 diterima
Eks I X Eks II	0,267		1	0,606**	0,614**	H_0 diterima; H_1 ditolak

Keterangan: *) *Kruskal-Wallis Signed Rank Test and Monte Carlo* < 0,05, **) *Kruskal-Wallis Signed Rank Test and Monte Carlo* > 0,05

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis pada Tabel 9 pada kelas kontrol dengan eksperimen I dan kelas kontrol dengan eksperimen II, menunjukkan bahwa terdapat

perbedaan yang signifikan pada hasil belajar pengetahuan siswa. Sedangkan pada kelas PBL berbasis simulasi virtual dengan eksperimen PBL berbasis praktikum diuji

menggunakan uji Kruskal-Wallis dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil belajar siswa. Hal ini berarti bahwa pembelajaran PBL berbasis praktikum dapat menggantikan dengan pembelajaran PBL berbasis simulasi.

Perbedaan hasil belajar pengetahuan siswa disebabkan karena adanya *treatment* yang diberikan pada saat pembelajaran. Menurut Okmarisa, Darmana, dan Suyanti (2016) menyatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan model PBL mendapat hasil belajar lebih tinggi (Okmarisa, Darmana, & Suyanti, 2016). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ajredini, Izairi, dan Zajkov (2014). Menurut mereka pendekatan yang diberikan pada kelas eksperimen memberikan lebih banyak pengetahuan dan keterampilan yang berkualitas dari pada yang ada dikelompok

kontrol. Hasil skor yang diperoleh dalam eksperimen dan simulasi sangat berdekatan (Ajredini, Izairi, & Zajkov, 2013). Siswa sering menggunakan representasi berupa gambar, simulasi, grafik, dan diagram untuk membantu memahami masalah sebelum menggunakan persamaan matematis untuk pemecahan masalah kuantitatif. Kompetensi representasi sangat penting untuk pemahaman yang bermakna dalam pemecahan masalah [(Talanquer, 2011); (Syahmani, Suyono, & Imam Supardi, 2017)]. Hasil penelitian yang diperoleh sudah sejalan dengan teori yang ada.

Keterampilan Proses Sains Siswa

Data hasil tes keterampilan proses sains siswa berdasarkan kriteria dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai tes awal dan tes akhir keterampilan proses sains siswa

Nilai	Kategori	Frekuensi kelas eksperimen I		Frekuensi kelas eksperimen II		Frekuensi kelas kontrol	
		Tes awal	Tes akhir	Tes awal	Tes akhir	Tes awal	Tes akhir
0 - 25	Sangat rendah	7	1	11	0	17	13
26 - 50	Rendah	22	7	20	5	18	18
51 - 75	Sedang	5	11	4	10	2	5
76 - 100	Tinggi	4	19	3	23	1	2
Jumlah		38	38	38	38	38	38

Tabel 10 menunjukkan kelas eksperimen II memiliki KPS tertinggi dengan jumlah 23 orang. Kelas eksperimen I memiliki jumlah siswa yang memiliki KPS dengan kategori tinggi sebanyak 19 siswa. Kelas kontrol memiliki jumlah siswa yang memiliki KPS dengan kategori tinggi sebanyak 2 orang. Secara keseluruhan, klasifikasi persentase tes akhir pada indikator keterampilan proses sains kelas eksperimen I, eksperimen II, dan kontrol terdapat pada Gambar 2.

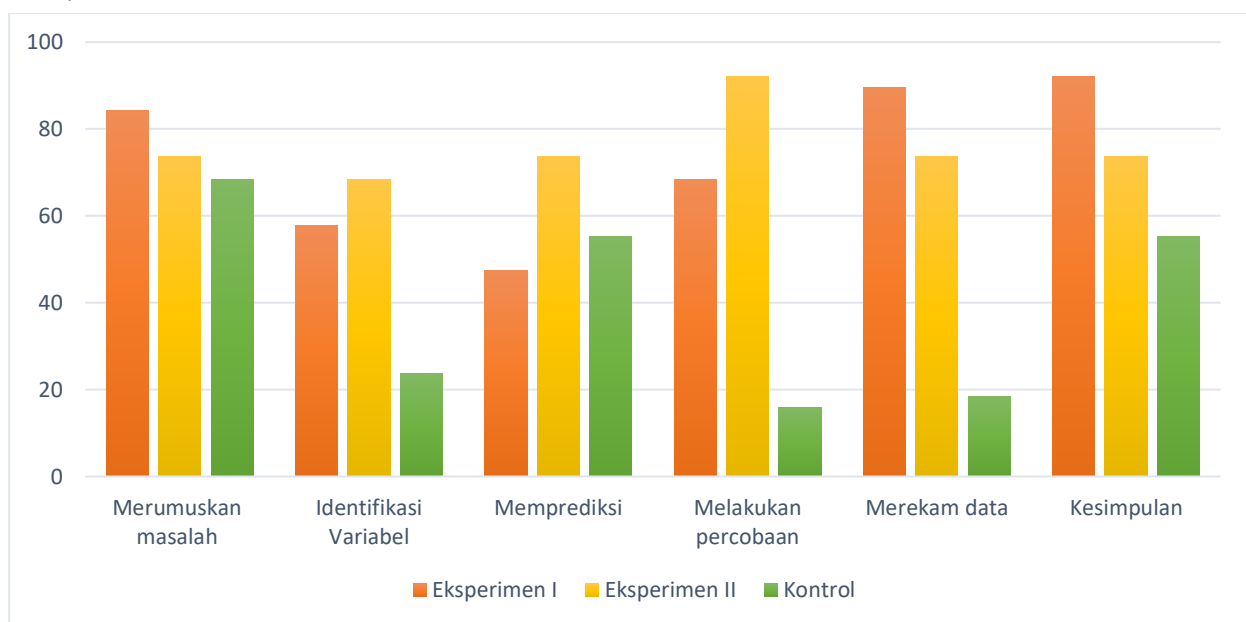
Ada dua indikator KPS yang lemah dari Gambar 2 yaitu mengidentifikasi variabel dan memprediksi. Siswa dapat mengidentifikasi variabel dari hasil temuannya di merumuskan

masalah. Namun, siswa dalam hal ini belum pernah diajarkan bagaimana caranya mengidentifikasi variabel sehingga hasil persentase KPS pada indikator mengidentifikasi variabel masih rendah. Rendahnya indikator kedua ini menyebabkan indikator ketiga juga ikut rendah, karena kedua indikator ini sangat berkaitan. Ketika siswa menyusun hipotesis, maka acuan yang digunakan siswa adalah indentifikasi variabel. Jika salah dalam mengidentifikasi variabel, maka siswa juga akan salah dalam menyusun hipotesis. Menurut Sadena, Renda, dan Widiana (2016), keterampilan proses sains siswa pada indikator memprediksi termasuk

kedalam kondisi rendah sehingga perlu rekonstruksi indikator memprediksi supaya mncapai kategori tinggi (Sedana, Renda, & Widiana, 2016).

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa kelas eksperimen II memperoleh persentase keterampilan proses sains yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas eksperimen I dan kelas kontrol. Data tes KPS siswa diperoleh dari hasil tes awal dan tes akhir kemudian mencari efektivitas pembelajaran pada masing-masing kelas dengan uji Wilcoxon. Data hasil uji Wilcoxon hasil belajar pengetahuan siswa dapat dilihat pada Tabel 11.

Perbandingan kualitas pembelajaran KPS siswa pada kelas eksperimen I, kelas eksperimen II, dan kelas kontrol dapat diketahui dengan menggunakan uji Wilcoxon. Dari hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran pada kelas eksperimen I, dan eksperimen II dapat meningkatkan KPS siswa. Sedangkan untuk kelas kontrol dapat disimpulkan bahwa pembelajaran tidak meningkatkan KPS siswa. Selain mencari peningkatan KPS, uji Kruskall-Wallis juga dapat digunakan untuk mengetahui efektifitas pembelajaran.



Gambar 2. Persentase tiap indikator KPS siswa

Tabel 11 Hasil uji Wilcoxon KPS siswa kelas eksperimen I, kelas eksperimen II, dan kelas kontrol.

Kelas	N	Tes	Rata-rata	Z	p Asym (Sig.)	p (Sig.)(1-tailed)	Kesimpulan
Kontrol	38	Tes awal	30,74	-1,039	0,421*	0,184**	H ₀ diterima
		Tes akhir	36,42				H ₁ ditolak
Eksperimen I	38	Tes awal	43,82	-4,687	0,000*	0,000**	H ₀ ditolak
		Tes akhir	71,00				H ₁ diterima
Eksperimen II	38	Tes awal	38,50	-5,104	0,000*	0,000**	H ₀ ditolak
		Tes akhir	75,79				H ₁ diterima

Keterangan: *) Wilcoxon Signed Rank Test $p < 0,05$ (2-tailed), **) Monte Carlo $p < 0,05$ (1-tailed)

Uji Wilcoxon jika menggunakan SPSS dalam proses perhitungannya, maka akan didapat nilai *Monte Carlo* yang dapat digunakan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran. Efektivitas pembelajaran didapat dengan membandingkan nilai (*Sig.*)(1-tailed) dengan alfa pengujian yaitu 0,05. Hasil perbandingan (*Sig.*)(1-tailed) pada Tabel 9 dengan alfa pengujian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran di kelas eksperimen efektif dalam meningkatkan KPS siswa.

Perbedaan yang terjadi pada kelas eksperimen I, kelas eksperimen II, dan kelas kontrol terjadi karena dalam pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan *treatment* sedangkan pada kelas kontrol menggunakan pembelajaran seperti biasa di kelas. Antar kelas eksperimen pun mempunyai nilai keterampilan proses sains yang berbeda, namun masih dapat dikatakan sama jika dilakukan pembulatan. Meskipun perbedaannya tipis, perbedaan hasil ini karena *treatment* yang digunakan juga berbeda dimana untuk kelas eksperimen I menggunakan model PBL berbasis simulasi dan kelas eksperimen II menggunakan model PBL berbasis praktikum. Penggunaan model ini diharapkan siswa mampu menerapkan materi sudah dipelajari menjadi nyata sehingga

pembelajaran lebih bermakna. Hal ini sesuai dengan teori belajar Ausubel tentang pembelajaran bermakna. Menurut Ausubel (1978), mengemukakan bahwa pengetahuan yang sudah dimiliki siswa akan sangat menentukan berhasil tidaknya suatu pembelajaran (Ausubel, 1978). Siswa yang memiliki pengetahuan kemudian mereka melakukan langsung maka pengetahuan tersebut tidak akan mudah untuk dilupakan.

Data tes akhir keterampilan proses sains siswa dari kelas eksperimen I, eksperimen II, dan kelas kontrol di uji menggunakan uji Kruskal-Wallis untuk melihat apakah ada perbedaan keterampilan proses sains pengetahuan siswa setelah diberikan *treatment*.

Pada hasil uji tes akhir dengan nilai *chi-square* db $3 - 1 = 2$. Nilai db = 2, $\alpha = 0,05$, sebesar 5,99. Nilai H yang diperoleh adalah 46,714 lebih besar dari nilai α sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima., sehingga dapat dikatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada keterampilan proses sains siswa antara kelas eksperimen I, kelas eksperimen II, dan kelas kontrol. Hasil uji H tes akhir hasil belajar keterampilan proses sains siswa dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil uji H tes akhir hasil belajar KPS siswa

	H	Chi-square	df	Asymp. Sig	Monte Carlo Sig.	Kesimpulan
Hasil uji Kruskal-Wallis	46,714	5,99	2	,000	,000*	H_0 ditolak H_1 diterima

Keterangan: *) *Monte Carlo Sig.* < 0,05

Berdasarkan analisis inferensial menggunakan uji Kruskal-Wallis pada kelas eksperimen I, kelas eksperimen II, dan kelas kontrol menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan hasil keterampilan proses sains antara kelas eksperimen I, kelas eksperimen II, dan kelas kontrol. Adapun rata-rata dari setiap kelas pada tes akhir yaitu pada kelas eksperimen I sebesar 73,9, kelas

eksperimen II sebesar 74, dan kelas kontrol 37. Pencapaian keterampilan proses sains pada kelas eksperimen jauh lebih tinggi daripada siswa kelas kontrol. Uji Kruskal-Wallis juga digunakan untuk menguji perbedaan KPS siswa pada kelas kontrol dengan eksperimen I, kelas kontrol dengan eksperimen II, dan kelas eksperimen I dengan eksperimen II. Dari pengujian yang telah dilaksanakan, pengujian

kelas kontrol dengan eksperimen I dan kelas kontrol dengan eksperimen II disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan KPS siswa. Sedangkan pengujian pada kelas eksperimen I dan eksperimen II disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada KPS siswa. Hal ini terjadi karena pada kelas eksperimen, siswa dilatih untuk menguasai keterampilan proses sains. Peningkatan KPS dimungkinkan dapat terjadi jika dalam pembelajaran siswa difasilitasi untuk melatih KPS tersebut (Ramdan & Hamidah, 2015).

Tabel 13 Uji Kruskal-Wallis KPS kelas kontrol dengan eksperimen I, kelas kontrol dengan eksperimen II, dan kelas eksperimen I dengan eksperimen II.

Kelas	H	Chi-square	df	Asymp. Sig	Monte Carlo Sig.	Kesimpulan
Kontrol X Eks I	30,609	7,789	1	,000*	,000*	H ₀ ditolak; H ₁ diterima
Kontrol X Eks II	37,276		1	,000*	,000*	H ₀ ditolak; H ₁ diterima
Eks I X Eks II	1,174		1	,279**	,329**	H ₀ diterima; H ₁ ditolak

Keterangan: *) *Kruskall-Wallis Signed Rank Test and Monte Carlo* <0,05, **) *Kruskall-Wallis Signed Rank Test and Monte Carlo* >0,05

Tabel 13 menunjukkan bahwa nilai H hitung antar kelas kontrol dengan kelas eksperimen berada di atas nilai *chi* tabel. Maka H₀ ditolak dengan keterangan terdapat perbedaan yang signifikan pada KPS siswa. Namun, antara kelas eksperimen I dengan eksperimen II mempunyai nilai H hitung dibawah nilai *chi* tabel. Maka H₀ diterima dengan keterangan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada KPS siswa. Hal ini berarti kelas eksperimen I dan eksperimen II efektif dalam melatih KPS pada proses pembelajaran. Kesimpulan ini dilihat berdasarkan hasil uji Wilcoxon untuk mengetahui efektifitasnya dan uji Kruskal-Wallis untuk mengetahui perbedaan perolehan hasil antar kelas. Pada proses pembelajaran jika siswa dilatihkan untuk menguasai aspek KPS siswa, maka siswa kemungkinan besar akan memiliki KPS yang diajarkan tersebut.

Berdasarkan pembelajaran yang dilakukan pada tiap tahap pembelajaran, maka model

Uji Kruskal-Wallis juga digunakan untuk menghitung perbedaan KPS siswa kelas kontrol dengan kelas eksperimen I, kelas kontrol dengan eksperimen II, dan kelas eksperimen I dengan eksperimen II. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelas mana yang lebih efektif dalam pembelajaran. Dengan nilai *chi-square* db 2 – 1 = 1 dan $\alpha = 0,05$, sehingga didapat nilai *chi* tabel 7,789. Untuk perhitungan uji Kruskal-Wallis tersebut dapat dilihat pada Tabel 13.

pembelajaran PBL dapat melatih indikator KPS siswa. KPS yang dilatihkan meliputi keterampilan mengamati, mengidentifikasi variabel, merumuskan hipotesis, melakukan percobaan, merekam data, dan kesimpulan. Peningkatan KPS siswa dimungkinkan dapat terjadi karena tahapan dalam pembelajaran PBL berbasis simulasi virtual dan praktikum memberikan fasilitas untuk berkembangnya aspek-aspek KPS tersebut [(Tobin & Capie, 1982); (Basaga, Geban, & Tekkaya, 1994); (Darwis & Rustaman, 2015)].

Keterkaitan KPS dengan Hasil Belajar Pengetahuan Siswa

Keterkaitan antara KPS dengan hasil belajar pengetahuan tersebut sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Gultepe (2015) dan Serevina (2018), bahwa keterampilan proses sains dapat membantu siswa dalam menyelesaikan masalah dan meningkatkan hasil belajar (Gultepe & Kilic, 2015) Amelia & Syahmani, 2015). Untuk meningkatkan pengetahuan siswa

perlu ada dibantu dengan keterampilan yang mendukung salah satunya keterampilan proses sains (Serevina, Sunaryo, Raihanati, Astra, & Sari, 2018). Pada penerapannya dalam pembelajaran atau pemecahan masalah, siswa dapat memperoleh pengetahuan dengan dibantu oleh keterampilan proses sains yang saling menunjang satu sama lain. Pembelajaran menjadi lebih bermakna sehingga pengetahuan yang dipelajari akan selalu diingat oleh siswa (Ausubel, 1978)

PENUTUP

Simpulan

Terdapat perbedaan hasil belajar pengetahuan dan KPS siswa yang signifikan antara siswa yang belajar materi tekanan menggunakan model PBL berbasis simulasi, PBL berbasis praktikum, dan pembelajaran konvensional. Pengujian dilakukan dengan uji Kruskal-Wallis dengan hasil menolak H_0 . Perbedaan hasil belajar pengetahuan dan KPS siswa juga terjadi antar kelas. Kelas kontrol dengan eksperimen I dan kelas kontrol dengan eksperimen II terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil belajar.

Berdasarkan hasil penelitian dapat dikemukakan beberapa saran yaitu kepada guru mata pelajaran IPA bisa menjadi bahan pertimbangan untuk menerapkan model PBL berbasis simulasi dan berbasis praktikum yang sesuai dengan kondisi dan mudah dipahami siswa sehingga dapat meningkatkan hasil belajar pengetahuan siswa. Bagi guru maupun pihak yang akan menggunakan model PBL berbasis simulasi dan praktikum dalam kegiatan pembelajaran, sebaiknya melihat kondisi fasilitas yang tersedia di sekolah. Untuk simulasi maka akan memerlukan setidaknya satu laptop dan satu LCD, dan untuk praktikum memerlukan peralatan yang ada di laboratorium

DAFTAR RUJUKAN

- Ajredini, F., Izairi, N., & Zajkov, O. (2013). Real Experiments Versus Phet Simulations For Better High-School Students Understanding of Electrostatic Charging. *European Jurnal of Physics Education*, Vol 3 59-70.
- Amelia, D. & Syahmani. (2015). Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Melalui Pendekatan *Scientific* Materi Redoks Pada Siswa Kelas XI MS 5 SMA Negeri 2 Banjarmasin. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(2), 32-39.
- Arifin, Z. (2009). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2015). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (edisi 2)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ausubel, D. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Basaga, H., Geban, O., & Tekkaya, C. (1994). The Effect of The Inquiry Teaching Methode on Biochemistry and Science Proses Skill Achievment. *Biochemical Education*, 22(1), 29-32.
- Charif, M. (2010). *The Effects of Problem Based Learning in Chemistry Education on Middle School Students' Academic Achievment and Attitude*. Beirut: Lebanase American University.
- Darwis, R., & Rustaman, N. (2015). Pembelajaran Berbasis Inquiry dengan Aktivitas Laboratorium untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 4(1), 46-50.
- Djamarah, S. B., & Zain, A. (2010). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Dryden, G., & Vos, J. (1994). *The Learning Revolution. A Life-Long Learning*

- Program for the Word's Finest Computer; Your Amazing Brain.* California: Jalmar Press.
- Gultepe, N., & Kilic, Z. (2015). Effect of Scientific Argumentation on The Development of Scientific Process Skills In The Context of Teaching Chemistry. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11-132.
- Hani, A. R. (2011). Pembelajaran Fisika Berbasis Eksperimen: Kasus Perbedaan Pemahaman Konsep Pokok Bahasan Gerak Gaya dan Energi Pada Siswa Kelas X SMA pembangunan 3 Ponjong Gunungkidul Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Masters, K. (2013). Edgar Dale's Pyramid of Learning In Medical Education: a Literature Review. *Medical Teacher*, 35(11), e1584-e1593.
- Okmarisa, H., Darmana, A., & Suyanti, R. D. (2016, Agustus). Implementasi Bahan Ajar Kimia Terintegrasi Nilai Spiritual dengan Model Pembelajaran PBL Berorientasi Kolaboratif Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Kimia, II*, 130-135.
- PhET. (2018, Agustus 29). *University of Colorado Boulder*. Diambil kembali dari <https://phet.colorado.edu>.
- Rahayu, A. H., & Anggraeni, P. (2017). Analisis Profil Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Pesona Dasar*, 5, 22-33.
- Ramdan, S., & Hamidah, I. (2015). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Penerapan Levels Of Inquiry dalam Pembelajaran IPA Terpadu. *EDUSAINS*, 7(2), 105-113.
- Santoso, S. (2015). *Menguasai Statistik Nonparametrik*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sedana, I. A., Renda, N. T., & Widiana, I. (2016). Analisis Rekonstruksi Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran IPS Siswa Kelas IV dan V di Gugus XIII. *Mimbar PGSD Undiksha*, 4(1), 1-12.
- Serevina, V., Sunaryo, Raihanati, Astra, I. M., & Sari, I. J. (2018). Development Of e-Module Based on PBL On Heat and Temperature to Improve Student's Science Process Skill. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 17(3), 26-36.
- Slameto. (2008). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Remaja Rosdakarya.
- Sudewi, N. L., Subagia, I. W., & Tika, I. N. (2014). Studi Komparasi Penggunaan Model PBL dan Kooperatif Tipe Group Investigation Terhadap Hasil Belajar Berdasarkan Taksonomi Bloom. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 4(1), 1 - 9.
- Sugiyono. (2007). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Syahmani, Suyono, & Imam Supardi, Z. (2017). Validity of i-SMART Learning Model: An Inovation Learning to Improve Student' Metacognitive Skills and Understanding of Chemistry. *International Conference on Learning Innovation and Quality Education 2nd Series 2017*, 583-596.
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The Many Faces Of The Chemistry "Triplet". *Internastional Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.

- Tobin, K., & Capie, W. (1982). Relationships Between Formal Reasoning Ability, Locus Of Control, Academic Engagement and Integrated Process Skill Achievement. *Journal of Research Science Teaching*, 113-121.
- Turiman, P., Omar, J., Daud, M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st Century Skills Through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia, Social and Behavioral Sciences* 59, 110-116.
- Utari, R., & Madya, W. (2011). *Taksonomi bloom*. Jakarta: Pusdiklat KNPK.
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016 Universitas Kanjuruhan Malang* (hal. 263-278). Malang: Universitas Negeri Malang.
- Yusuf, A. M. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan*. Padang: PT Fajar Interpratama Mandiri.
- Zulfiani, Feronika, T., & Suartini, K. (2009). *Strategi Pembelajaran Sains*. Jakarta: Lembaga Penerbit UIN Jakarta.