

Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek yang Difasilitasi dengan *E-learning* terhadap Keterampilan Proses dan Hasil Belajar Sains

I Kadek Agustian Bayu Atmajaya¹, Ketut Suma^{1*}, A. A. I. A. Rai Sudiatmika¹

¹*Program Studi S2 Pendidikan IPA, Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha, Jl. Udayana, Singaraja, Bali, Indonesia*

*Corresponding author: ketut.suma@undiksha.ac.id

Abstrak

Keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa masih merupakan isu yang menjadi perhatian para peneliti. Banyak strategi pembelajaran yang telah dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa, salah satunya adalah model pembelajaran berbasis proyek. Studi model pembelajaran berbasis proyek sudah banyak dilakukan, namun demikian studi tentang pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* dalam pengembangan keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh model pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* terhadap keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu dengan rancangan *pretest-posttest nonequivalent control group*. Terdapat 63 orang siswa yang terlibat dalam penelitian ini, dimana 32 orang ditetapkan sebagai kelompok eksperimen dan 31 orang ditetapkan sebagai kelompok kontrol. Kelompok eksperimen dibelajarkan dengan model pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning*, sedangkan kelompok kontrol dibelajarkan dengan model pembelajaran konvensional. Data tentang keterampilan proses sains dikumpulkan dengan tes keterampilan proses sains dengan indeks reliabilitas $r = 0,864$, dan data tentang hasil belajar sains dikumpulkan dengan tes hasil belajar dengan indeks reliabilitas $r = 0,919$. Data dianalisis dengan teknik MANCOVA. Hasil penelitian menunjukkan: (1) terdapat perbedaan keterampilan proses dan hasil belajar sains secara simultan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dimana rata-rata skor kelompok eksperimen lebih besar dari kelompok kontrol; (2) terdapat perbedaan keterampilan proses sains antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dimana rata-rata skor kelompok eksperimen lebih besar dari kelompok kontrol; (3) terdapat perbedaan hasil belajar sains antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dimana rata-rata skor kelompok eksperimen lebih besar dari kelompok kontrol. Model pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* efektif dalam mengembangkan keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa.

Kata-kata kunci: *pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan e-learning; keterampilan proses sains; hasil belajar sains*

Abstract

Students' process skills and science learning outcomes were still issue of concern to researchers. Learning strategies have been widely developed to improve students' process skills and science learning outcomes, one of which was a project-based learning model. Research on project-based learning model have been widely carried out, however research on project-based learning facilitated by e-learning in developing students' process skills and science learning outcomes were still limited. This research aimed to investigate of project-based learning facilitated by e-learning on students' process skills and science learning outcomes. This research was a quasi-experiment research with pretest-posttest nonequivalent control group design. There were 63 students involved in this study, of which 32 were assigned to the experimental group and 31 were assigned to the control group. The experimental group was taught using a project-based learning model facilitated by e-learning, while the control group was taught using a conventional learning model. Data on science process skills were collected with a science process skills test with a reliability index of $r = 0.864$, and data on science learning outcomes was collected with a learning outcome test with a reliability index of $r = 0.919$. Data were analyzed by MANCOVA. The results show: (1) there are differences in process skills and science learning outcomes simultaneously between the experimental group and the control group, where the average score of the experimental group is greater than the control group; (2) there are differences in science process skills between

the experimental group and the control group, where the average score of the experimental group is greater than the control group; (3) there are differences in science learning outcomes between the experimental group and the control group, where the average score of the experimental group is greater than the control group. The project-based learning model facilitated by e-learning is effective in developing students' process skills and science learning outcomes.

Keywords: *project-based learning facilitated by e-learning; science process skills; science learning outcomes*

Pendahuluan

Upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia menjadi fokus sentral bagi suatu negara untuk dapat menghadapi tantangan dan persaingan yang makin ketat pada era revolusi industri 4.0 ini. Revolusi industri 4.0 merupakan transformasi komprehensif pada keadaan industri abad XXI dari keseluruhan aspek produksi melalui penggabungan teknologi digital dan internet (Merkel, 2014).

Berkaitan dengan hal tersebut, Indonesia sebagai negara berkembang yang memiliki tujuan prioritas untuk menjadi negara maju, fokus mempersiapkan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas. Hal ini direalisasikan melalui perbaikan pada bidang pendidikan dengan menerapkan Kurikulum 2013. Menurut Permendikbud Nomor 35 Tahun 2018, Kurikulum 2013 bertujuan mempersiapkan manusia Indonesia agar memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi dan warga negara yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, dan afektif serta mampu berkontribusi pada kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan peradaban dunia. Selain itu, Kurikulum 2013 juga mengintegrasikan keterampilan abad XXI atau diistilahkan dengan 4C (*creative, critical thinking, communicative, and collaborative*) dan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang tertuang dalam Permendikbud Nomor 21 Tahun 2016.

Keterampilan proses sains menjadi salah satu dimensi penting pengonstruksi pengetahuan sains. Dahar (1996) menyatakan bahwa keterampilan proses sains adalah kemampuan siswa untuk menerapkan metode ilmiah. Metode ilmiah sendiri merupakan jembatan untuk berkembangnya ilmu pengetahuan, dengan jalan menyediakan pedoman untuk melakukan langkah-langkah operasional yang mendukung terciptanya pengetahuan. Hal ini sesuai dengan pendapat Harlen (1992), yang menyatakan bahwa keterampilan proses dalam pelaksanaan kerja ilmiah sangat memengaruhi pemahaman IPA yang diperoleh. Siswa yang didorong untuk belajar melalui proses kerja ilmiah dapat membentuk pola berpikir siswa secara ilmiah. Berdasarkan hal tersebut, pengembangan keterampilan proses sains dapat berimplikasi pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa (*higher order thinking skills*) yang sangat diperlukan di dalam pemecahan masalah-masalah kompleks di dalam kehidupan nyata.

Selain keterampilan proses sains, pengetahuan ilmiah juga merupakan dimensi penting lainnya dalam mengonstruksi pembelajaran IPA. Pengetahuan ilmiah yang dimiliki siswa dapat ditunjukkan dari hasil belajar IPA di kelas. Hasil belajar jika dilihat secara harfiah adalah tingkat

keberhasilan yang dicapai dari suatu kegiatan atau usaha yang dapat memberikan kepuasan emosional dan dapat diukur dengan alat atau tes tertentu (Wahab, 2016). Berdasarkan revisinya, terhadap *Taxonomy* Bloom, Anderson dan Krathwohl (2001) menjelaskan dimensi proses kognitif untuk mengukur hasil belajar, meliputi: mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6). Menurut Permendikbud Nomor 21 Tahun 2016 mengukur hasil belajar IPA diharapkan pada dimensi proses kognitif jenjang C4, C5, dan C6 yang digolongkan *high order thinking skills* (HOTS).

Fakta di lapangan menunjukkan, kualitas pendidikan sains di Indonesia masih tergolong rendah terkait relevansinya terhadap kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara global. Berdasarkan *World Education Ranking* yang diterbitkan oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) tahun 2019, terungkap hasil tes *Program for International Student Assessment* (PISA) 2018 pada bidang sains adalah 396. Indonesia berada pada peringkat ke-71 dari 79 negara peserta survei.

Pada saat berupaya meningkatkan kualitas pendidikan umumnya dan kualitas pendidikan IPA khususnya, Indonesia dihadapkan pada kondisi pandemi *Corona Virus Disease* 2019 (Covid-19) yang menyebabkan terjadinya interupsi yang luas terhadap aktivitas pembelajaran tatap muka di seluruh tingkat pendidikan. Sejak diterapkannya Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) di Indonesia telah berdampak pada terganggunya pelaksanaan pendidikan di semua jenjang. Pembelajaran yang biasanya dominan dilakukan dengan tatap muka seketika berubah menjadi pembelajaran dalam jaringan (daring).

Berkaitan dengan pelaksanaan pembelajaran pada masa pandemi Covid-19, Menteri Pendidikan dan Kebudayaan telah mengeluarkan Surat Edaran Nomor 4 Tahun 2020. Surat edaran tersebut menegaskan bahwa proses belajar dilakukan dari rumah melalui pembelajaran dalam jaringan (daring)/jarak jauh dengan tanpa terbebani tuntutan menuntaskan seluruh capaian kurikulum. Selain itu, Surat Edaran Kemendikbud Nomor 15 Tahun 2020 tentang pedoman penyelenggaraan belajar dari rumah ditegaskan guru wajib memfasilitasi pelaksanaan pembelajaran jarak jauh (PJJ) secara daring, luring, maupun kombinasi keduanya sesuai kondisi dan ketersediaan sarana pembelajaran.

Terdapat perubahan radikal pada sistem pembelajaran dari tatap muka ke pembelajaran dalam jaringan. Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 mengatur bahwa kegiatan inti pelaksanaan pembelajaran menggunakan model pembelajaran, metode pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar yang disesuaikan dengan karakteristik siswa dan mata pelajaran. Selain itu, dalam Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 juga mengisyaratkan penerapan pembelajaran yang menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah (*project-based learning*) untuk mendorong siswa menghasilkan karya kreatif dan kontekstual, baik individu maupun kelompok.

Wismaningati *et al.* (2019) menemukan bahwa pembelajaran berbasis proyek yang dipadukan dengan sains dan teknologi serta dampak teknologi terhadap masyarakat dan lingkungan atau yang sering disebut dengan SETS berdampak positif pada keterampilan proses sains peserta didik. Pada keterampilan berhipotesis, peserta didik mendapatkan persentase nilai sebesar 54,90% yang masuk dalam kategori cukup. Pada tahap pelaksanaan proyek, keterampilan proses sains peserta didik yang terlibat adalah dalam penggunaan alat dan bahan dengan persentase nilai 68,87% dan terkategori baik. Begitu juga pada tahap pembuatan produk dan kesimpulan proyek diperoleh persentase nilai 69,73% dan 67,40% yang berada pada kategori baik. Penelitian ini menunjukkan bahwa model *project-based learning* dapat diterapkan pada peserta didik SMP untuk meningkatkan keterampilan proses sainsnya.

Inovasi pembelajaran yang memadukan pembelajaran inovatif dengan pembelajaran dalam jaringan perlu dilakukan dalam menjembatani kondisi pandemi Covid-19 dan Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016. Salah satu model yang dapat diterapkan adalah model pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* (*e-PjBL*). Integrasi *e-learning* dalam *project-based learning* dimaksudkan untuk menyediakan fasilitas belajar bagi siswa, sehingga siswa dapat mengakses materi dan tugas secara *online*.

Kompetensi yang diharapkan dalam pembelajaran sains yang dicapai siswa adalah keterampilan proses sains (dimensi proses sains) dan pemahaman konten sains (dimensi produk) yang berwujud hasil belajar. Berdasarkan pertimbangan terhadap kompetensi yang harus dicapai siswa dalam pembelajaran sains dan gagasan model pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* (*e-PjBL*), perlu dilakukan studi tentang “Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek yang Difasilitasi dengan *E-learning* terhadap Keterampilan Proses dan Hasil Belajar Sains”

Metode

Penelitian ini menerapkan *pretest-posttest nonequivalent control group design*. Pemilihan *nonequivalent control group design* mengikuti jenis penelitian yang dilaksanakan, yaitu penelitian eksperimen semu (tidak melakukan *random assignment of subjects to the groups*). Populasinya adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 3 Kuta semester genap tahun pelajaran 2020/2021 yang berjumlah 188 orang. Siswa kelas VIII tersebut terdistribusi ke dalam enam kelas yang terbentuknya secara acak dan tidak adanya kelas yang diunggulkan, yaitu: kelas VIII A, VIII B, VIII C, VIII D, VIII E, dan VIII F. Sampel ditentukan dengan teknik pembagian acak atau *random assignment*, tepatnya *random assignment of intact groups*, sehingga mendapatkan kelas VIII B dan VIII D berturut-turut sebagai kelas kontrol dan eksperimen.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi: (1) data keterampilan proses sains dan (2) data hasil belajar sains untuk materi tekanan zat. Data keterampilan proses sains diperoleh dengan metode tes. Metode ini dipilih berdasarkan pertimbangan situasi dan kondisi pandemi Covid-19 yang

tidak memungkinkan penulis melakukan observasi langsung. Tes yang diberikan berjumlah 13 butir soal uraian dengan indeks reabilitas tes sebesar 0,864. Data hasil belajar sains juga diperoleh dengan metode tes berjumlah 13 butir soal uraian dengan indeks reabilitas tes sebesar 0,919.

Adapun indikator yang menjadi dasar pengukuran keterampilan proses sains dan hasil belajar sains ditunjukkan berturut-turut pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Indikator tes keterampilan proses sains

Aspek Keterampilan Proses Sains	Indikator Tes Keterampilan Proses Sains
Mengobservasi	Mengobservasi fenomena pancuran air dari bejana berisi air yang dilubangi dengan posisi lubang berbeda-beda. Mengobservasi fenomena telur yang dicelubkan pada zat cair yang berbeda.
Mengklasifikasikan	Mengklasifikasikan benda padat yang terapung pada air tawar berdasarkan Hukum Archimedes. Mengklasifikasikan benda padat yang melayang pada air tawar berdasarkan Hukum Archimedes.
Mengukur	Membaca hasil pengukuran suatu benda dengan menggunakan mistar. Membaca hasil pengukuran suatu benda dengan menggunakan jangka sorong. Membaca hasil pengukuran suatu benda dengan menggunakan mikrometer sekrup. Membaca hasil pengukuran suatu benda dengan menggunakan neraca Ohaus.
Mengomunikasikan	Membuat grafik hasil percobaan tekanan hidrostatis dengan dilengkapi penjelasan fisis. Mengomunikasikan secara kualitatif tabel data hasil percobaan hukum Archimedes.
Menginferensi	Menginferensi hasil observasi terhadap uang logam yang diletakkan dengan posisi vertikal dan horizontal pada plastisin. Menginferensi hasil observasi pemanasan terhadap erlenmeyer berisi air yang ditutup dengan balon karet.
Memprediksi	Memprediksi data lanjutan percobaan berdasarkan pola luas permukaan dan gaya yang disajikan dalam tabel.

Tabel 2. Indikator tes hasil belajar sains

Indikator Pembelajaran	Dimensi HOTS	
	Pengetahuan	Proses Kognitif
Menganalisis kondisi uang logam yang didorong ke dalam plastisin berdasarkan konsep tekanan.	Konseptual	Menganalisis (C4)
Menganalisis hubungan antara gaya dan luas permukaan terhadap besarnya tekanan.	Prosedural	Menganalisis (C4)
Menganalisis tekanan zat cair pada kedalaman tertentu.	Prosedural	Menganalisis (C4)
Memeriksa besarnya tekanan hidrostatis pada dasar tabung berdasarkan volume zat cair dalam tabung.	Prosedural	Menilai (C5)
Menganalisis penerapan Hukum Pascal pada benda dalam kehidupan	Prosedural	Menganalisis

Indikator Pembelajaran	Dimensi HOTS	
	Pengetahuan	Proses Kognitif
sehari-hari.		(C4)
Memeriksa pergeseran piston pada sebuah pengungkit hidrolik.	Prosedural	Menilai (C5)
Menganalisis penerapan Hukum Archimedes pada benda yang terapung, melayang, dan tenggelam di dalam air.	Prosedural	Menganalisis (C4)
Memeriksa bagian balok yang terapung di permukaan suatu zat cair berdasarkan Hukum Archimedes.	Prosedural	Menilai (C5)
Mengombinasikan Hukum I Newton dan Hukum Archimedes untuk menentukan jumlah penumpang kapal agar kapal dapat berlayar dengan aman.	Prosedural	Mencipta (C6)

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik deskriptif dan teknik analisis multivariat kovarian (MANCOVA). Teknik analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan nilai rata-rata dan simpangan baku hasil tes keterampilan proses dan hasil tes hasil belajar sains. Pedoman pengklasifikasian keterampilan proses dan hasil belajar sains melalui penerapan pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* dalam pembelajaran IPA mengacu pada penilaian acuan patokan (PAP) yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pedoman klasifikasi nilai keterampilan proses dan hasil belajar sains

No.	Rentang Nilai	Klasifikasi
1	89 – 100	Sangat baik (A)
2	77 – 88	Baik (B)
3	65 – 76	Cukup (C)
4	0 – 64	Kurang (D)

(Sumber: Pedoman Penilaian SMP Negeri 3 Kuta)

Teknik analisis multivariat kovarian (MANCOVA) dipilih karena penelitian menggunakan dua variabel terikat (keterampilan proses dan hasil belajar sains) dan terdapat variabel kovariat (*pretest* hasil belajar sains). Adapun beberapa asumsi yang harus dipenuhi dalam melakukan analisis multivariat kovarian, yaitu (1) sebaran data terdistribusi normal, (2) homogenitas matriks varians kovarians, (3) ada hubungan linier antara variabel dependen dan variabel kovariat, (4) koefisien bidang regresi homogen antarperlakuan, dan (5) variabel kovariat tidak berkorelasi dengan perlakuan yang dicobakan.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 4 menunjukkan ringkasan hasil analisis deskriptif skor keterampilan proses sains siswa kelompok eksperimen (KE) dan kelompok kontrol (KK) setelah pembelajaran.

Tabel 4. Ringkasan hasil analisis deskriptif skor keterampilan proses sains

Analisis Deskriptif	KE	KK
Minimum	23,0	12,0
Maksimum	96,0	85,0
Rata-rata (<i>M</i>)	61,2	36,0
Standar Deviasi (<i>SD</i>)	20,9	17,5
Varian (<i>SD</i> ²)	436,8	306,2

Berdasarkan Tabel 4, dengan berpedoman pada penilaian acuan patokan (Tabel 3), dapat diketahui bahwa rata-rata skor keterampilan proses sains antara kelompok eksperimen dan kelompok

kontrol sama-sama berada pada kualifikasi kurang. Namun demikian, rata-rata skor keterampilan proses sains kelompok eksperimen lebih tinggi dari kelompok kontrol.

Ringkasan analisis deskriptif skor hasil belajar sains kelompok eksperimen (KE) dan kelompok kontrol (KK) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan hasil analisis deskriptif skor hasil belajar sains

Analisis Deskriptif	KE		KK	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Minimum	9,2	29,2	4,6	18,5
Maksimum	93,8	96,9	76,9	87,7
Rata-rata (<i>M</i>)	44,2	66,4	26,7	45,3
Standar Deviasi (<i>SD</i>)	19,5	15,1	12,5	12,9
Varian (<i>SD</i> ²)	378,9	226,7	156,4	165,8

Berdasarkan Tabel 5, dengan mengacu kepada pedoman konversi skor rata-rata (Tabel 3), rata-rata skor hasil belajar sains siswa kelompok eksperimen berada dalam kategori cukup, sementara itu rata-rata skor hasil belajar sains siswa kelompok kontrol berada dalam kategori kurang. Rata-rata skor kelompok eksperimen lebih tinggi dari rata-rata skor kelompok kontrol. Dengan kata lain rata-rata skor siswa yang belajar dengan model pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang belajar dengan model pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh tersebut, dapat dipahami bahwa seluruh aspek keterampilan proses sains dasar kurang berkembang optimal, baik di kelompok eksperimen maupun di kelompok kontrol. Hal ini dapat terjadi karena siswa belum terbiasa menjawab tes keterampilan proses sains dan kurang optimal dalam memanfaatkan bukti-bukti yang ada dalam sebuah fenomena, serta kurang terampil dalam memanfaatkan pengetahuan awal yang mereka miliki untuk menjawab suatu permasalahan. Begitu juga dengan hasil belajar sains, dimana seluruh jenjang kognitif yang dikategorikan ke dalam berpikir tingkat tinggi (HOTS) kurang berkembang optimal pada kedua kelompok perlakuan. Hal ini dapat terjadi karena siswa belum terbiasa menjawab tes dalam bentuk uraian dan diperburuk dengan siswa belum pernah menjawab tes dengan jenjang kognitif yang dikategorikan ke dalam berpikir tingkat tinggi (HOTS) sebelumnya.

Terdapat tidaknya perbedaan rata-rata skor keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan mengontrol pengetahuan sains awal siswa diuji menggunakan uji MANCOVA. Sebelum uji MANCOVA digunakan telah dilakukan uji persyaratan analisis yang meliputi: uji normalitas sebaran data, uji matriks varians kovarians, uji

hubungan linier antara variabel dependen dan variabel kovariat, koefisien bidang regresi homogen antarperlakuan, dan variabel kovariat tidak berkorelasi dengan perlakuan yang dicobakan.

Uji statistik *Kolmogorov-Smirnov Test* untuk normalitas sebaran data menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,200 (*sig.* < 0,05), yang berarti sebaran data keterampilan proses dan hasil belajar sains berdistribusi normal. Uji matriks varians kovarians menggunakan *Box'M Test* memperoleh nilai signifikansi 0,413 (*sig.* > 0,05), yang berarti matriks varians kovarian antara variabel keterampilan proses dan hasil belajar sains adalah homogen. Uji hubungan linier antara variabel dependen dan kovariat dengan uji *Wilk's Lambda* mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,0001 (*sig.* < 0,05). Hasil ini mengartikan bahwa terdapat hubungan linier antara nilai keterampilan proses dan hasil belajar sains terhadap nilai *pretest* hasil belajar IPA. Pengujian homogenitas koefisien regresi antara variabel dan variabel kovariat dilakukan dengan *Analysis Homogeneity of Regression Slopes* memperoleh nilai signifikansi yaitu 0,420 untuk keterampilan proses sains dan 0,101 untuk hasil belajar sains. Hasil kedua nilai signifikansi tersebut jelas lebih besar daripada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Hal ini mengartikan koefisien regresi homogen antarperlakuan. Terakhir, pengujian variabel kovariat tidak berkorelasi dengan perlakuan, didapatkan nilai signifikansi *pretest* hasil belajar sains terhadap kelas (perlakuan yang dicobakan) sebesar 0,072. Hasil signifikansi ini lebih besar daripada $\alpha = 0,05$, sehingga dapat dinyatakan nilai *pretest* hasil belajar sains tidak berkorelasi dengan model pembelajaran yang diterapkan. Semua hasil uji asumsi menunjukkan bahwa uji MANCOVA dapat dilakukan.

Pengujian hipotesis pertama dilakukan dengan menggunakan analisis MANCOVA. Uji ini bertujuan untuk menunjukkan apakah terdapat perbedaan keterampilan proses dan hasil belajar sains antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dengan mengontrol *pretest* hasil belajar sains. Tabel 4 menunjukkan ringkasan hasil analisis MANCOVA.

Tabel 4. Ringkasan hasil uji MANCOVA

<i>Effect</i>	<i>Value</i>	<i>F</i>	<i>Hypothesis df</i>	<i>Error df</i>	<i>Sig.</i>	
<i>Intercept</i>	<i>Pillai's Trace</i>	0,822	136,090	2,000	59,000	0,0001
	<i>Wilks' Lambda</i>	0,178	136,090	2,000	59,000	0,0001
	<i>Hotelling's Trace</i>	4,613	136,090	2,000	59,000	0,0001
	<i>Roy's Largest Root</i>	4,613	136,090	2,000	59,000	0,0001
<i>Pengetah</i>	<i>Pillai's Trace</i>	0,729	79,458	2,000	59,000	0,0001
<i>u-an awal</i>	<i>Wilks' Lambda</i>	0,271	79,458	2,000	59,000	0,0001
	<i>Hotelling's Trace</i>	2,693	79,458	2,000	59,000	0,0001

	<i>Effect</i>	<i>Value</i>	<i>F</i>	<i>Hypothesis</i> <i>df</i>	<i>Error</i> <i>df</i>	<i>Sig.</i>
	<i>Roy's Largest Root</i>	2,693	79,458	2,000	59,000	0,0001
Kelompok	<i>Pillai's Trace</i>	0,447	23,833	2,000	59,000	0,0001
	<i>Wilks' Lambda</i>	0,553	23,833	2,000	59,000	0,0001
	<i>Hotelling's Trace</i>	0,808	23,833	2,000	59,000	0,0001
	<i>Roy's Largest Root</i>	0,808	23,833	2,000	59,000	0,0001

Berdasarkan Tabel 4, harga F untuk *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace*, dan *Roy's Largest Root* untuk pengaruh pengetahuan awal terhadap keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa sebesar 79,458, dengan signifikansi *sig.* < 0,05, yang berarti bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pengetahuan sains awal siswa terhadap keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa. Sedangkan, nilai F *Pillai's trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace*, dan *Roy's Largest Root* pada kelompok adalah 23,833 dengan *sig.* < 0,05, berarti terdapat perbedaan rata-rata skor keterampilan proses sains dan hasil belajar sains siswa yang belajar dengan model pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* dan siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional. Dengan kata lain hipotesis null (H_0) yang menyatakan tidak terdapat perbedaan keterampilan proses sains dan hasil belajar IPA secara simultan antara kelompok siswa yang belajar dengan pembelajaran berbasis proyek berbantuan *e-learning* dan kelompok siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional ditolak.

Pengujian hipotesis kedua dan ketiga dilakukan dengan menggunakan *Test of Between Subjects Effect* untuk mengetahui: 1) adanya perbedaan keterampilan proses sains antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dan 2) adanya perbedaan hasil belajar sains antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hasil uji efek antarsubjek (*Test of Between-Subjects Effect*) ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi hasil *Test of Between-Subjects Effect*

Sumber	Variabel Dependen	df	Rata-rata Kuadrat	F	Sig.
<i>Corrected</i>	Keterampilan proses sains	2	8583,358	42,148	0,0001
<i>Model</i>	Hasil belajar IPA	2	8036,147	123,013	0,0001
<i>Intercept</i>	Keterampilan proses sains	1	13130,951	64,479	0,0001
	Hasil belajar IPA	1	17582,980	269,152	0,0001
<i>Pengetahu-</i>	Keterampilan proses sains	1	9704,735	47,655	0,0001

Sumber	Variabel Dependen	df	Rata-rata Kuadrat	F	Sig.
<i>an awal</i>	Hasil belajar IPA	1	9974,168	152,680	0,0001
Kelompok	Keterampilan proses sains	1	3792,979	18,625	0,0001
	Hasil belajar sains	1	2830,660	43,330	0,0001

Berdasarkan pada Tabel 5, didapatkan nilai F untuk variabel dependen (keterampilan proses sains) sebesar 18,625 dengan nilai signifikansi sebesar $sig. < 0,05$. Ini berarti terdapat perbedaan keterampilan proses sains antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Sedangkan nilai F untuk variabel dependen (hasil belajar sains) didapatkan sebesar 43,330 dengan nilai signifikansi $sig. < 0,05$. Ini berarti terdapat perbedaan hasil belajar sains antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Hasil-hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Wijanarko *et al.* (2017), yang menunjukkan kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis proyek memiliki keterampilan proses sains dan hasil belajar sains yang lebih tinggi dibandingkan kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Selain itu, penelitian Yustina *et al.* (2020) menemukan pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek yang efektif dalam kelas *online* di kondisi pandemi Covid-19 dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan bermuara pada meningkatnya hasil belajar IPA siswa. Wismaningati *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis proyek yang dipadukan dengan sains dan teknologi serta dampak teknologi terhadap masyarakat dan lingkungan atau yang sering disebut dengan SETS berdampak positif pada keterampilan proses sains. Siswa berhadapan nyata dengan objek-objek yang dapat menyelesaikan permasalahannya dan mencari tahu kebenaran konsep yang sedang dipelajarinya, sehingga siswa belajar secara mandiri dan dapat mengembangkan aspek keterampilan proses sains. Safarudin *et al.* (2020) juga menemukan pembelajaran berbasis proyek berbantuan media elektronik dapat meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan proses sains siswa. Penerapan pembelajaran berbasis proyek berbantuan media elektronik pada pembelajaran sains ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat langsung dan mengonstruksi pengetahuannya. Selain itu, penggunaan media elektronik dalam pembelajaran pada era digital ini dapat meningkatkan minat belajar siswa. Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, dapat dijadikan sebagai dasar justifikasi bahwa kelompok siswa yang memperoleh perlakuan pembelajaran berbasis proyek berbantuan *e-learning* memiliki keterampilan proses sains sekaligus hasil belajar sains yang lebih tinggi dibandingkan kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Pembelajaran berbasis proyek sangat sesuai dengan hakikat pembelajaran sains, yaitu mampu mengemas hakikat sains sebagai sikap, proses, dan juga produk dalam suatu kegiatan belajar mengajar. Hal ini diperkuat oleh pendapat Fathurrohman (2016) yang menyatakan bahwa

pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai sarana pembelajaran untuk mencapai kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Penekanan model pembelajaran ini terletak pada aktivitas siswa yang pada akhir pembelajaran untuk dapat menghasilkan produk yang bisa bermakna dan bermanfaat. Selain itu, salah satu kelebihan dalam penerapan model pembelajaran berbasis proyek adalah meningkatkan hasil belajar siswa dengan mempraktikkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) melalui penerapan langsung dari pengetahuan faktual dalam membuat interpretasi, kesimpulan, dan penilaian kritis (Fleming, 2000). Berdasarkan kajian tersebut, dapat dinyatakan bahwa kompetensi siswa dengan mengikuti pembelajaran berbasis proyek berbantuan *e-learning* dapat berkembang secara lengkap dan optimal, khususnya keterampilan proses dan hasil belajar sains.

Pembelajaran berbasis proyek juga salah satu bentuk pembelajaran yang berpayung pada filosofi konstruktivis. Pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif dalam mempelajari, mencari, dan menemukan sendiri informasi untuk diolah menjadi konsep, prinsip, teori, atau simpulan. Pembelajaran berbasis proyek lebih mengutamakan pada penggunaan keterampilan proses yang melibatkan aktivitas fisik dan pikiran untuk memecahkan masalah, pengembangan konsep, serta mengonstruksi solusi atas permasalahan-permasalahan yang dihadapi siswa. Selama proses pembelajaran, siswa dibimbing dalam melakukan eksperimen dan menciptakan suatu produk. Implementasi pembelajaran berbasis proyek akan dapat meningkatkan penalaran dan kemampuan untuk berpikir secara bebas dan melatih keterampilan kognitif siswa dengan cara menemukan dan memecahkan masalah yang ditemui dengan pengetahuan yang dimiliki serta menghasilkan produk yang bermanfaat nyata bagi kehidupan.

Berbeda halnya dengan pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran konvensional, yakni pembelajaran yang biasanya diterapkan guru IPA di tempat penelitian cenderung memperlihatkan kegiatan pembelajaran yang mendominasi aktivitas belajar siswa adalah membaca buku, mendengarkan dan mencatat penjelasan guru, menghafal rumus-rumus, dan menyelesaikan masalah-masalah yang bersifat matematis. Masalah-masalah yang dipecahkan pun kurang bersifat kontekstual, sehingga siswa merasa kesulitan untuk memahaminya. Selain itu, belajar IPA dengan cara menghafalkan rumus-rumus tanpa memperhitungkan hubungan berbagai konsep dasar secara kualitatif, sangat riskan dalam pencapaian pemahaman konsep IPA. Dominasi guru di dalam pembelajaran, membuka peluang besar siswa untuk tidak memerhatikan penjelasan dari guru. Kurangnya tanggung jawab individu yang dilimpahkan ke setiap siswa membuat siswa cenderung melakukan hal-hal di luar lingkup pembelajaran. Berdasarkan hasil pemaparan tersebut, dapat dinyatakan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional tidak dapat secara mandiri untuk memahami masalah dan mengonstruksi makna yang terdapat dalam masalah yang dihadapi, sehingga aspek keterampilan proses sains dan hasil belajar IPA yang diperoleh rendah.

Penutup

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik tiga simpulan hasil penelitian yang merupakan jawaban atas tiga permasalahan yang diajukan dalam penelitian ini dan dijabarkan sebagai berikut.

Terdapat perbedaan yang signifikan pada keterampilan proses dan hasil belajar sains secara simultan antara kelompok siswa yang belajar dengan menggunakan pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* dan siswa yang belajar dengan menerapkan pembelajaran konvensional. Rata-rata nilai keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* lebih tinggi dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional.

Terdapat perbedaan yang signifikan pada keterampilan proses sains antara kelompok siswa yang belajar dengan menggunakan pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* dan siswa yang belajar dengan menerapkan pembelajaran konvensional. Rata-rata nilai keterampilan proses sains siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* lebih tinggi dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional.

Terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil belajar sains antara kelompok siswa yang belajar dengan menggunakan pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* dan siswa yang belajar dengan menerapkan pembelajaran konvensional. Rata-rata nilai hasil belajar sains siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran berbasis proyek yang difasilitasi dengan *e-learning* lebih tinggi dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional.

Berdasarkan pada hasil-hasil temuan dalam penelitian ini, maka dapat diajukan saran yaitu peneliti lain disarankan untuk melaksanakan penelitian sejenis dengan pemilihan materi yang berbeda, dimensi keterampilan proses sains yang berbeda dan waktu lebih lama untuk mendapatkan gambaran yang lebih meyakinkan mengenai keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa. Hal ini dikarenakan dalam penelitian ini, peneliti menyadari bahwa perlakuan yang diberikan kepada siswa sangatlah singkat untuk mengetahui keterampilan proses dan hasil belajar sains siswa. Ada kemungkinan pokok bahasan lain dapat memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan pokok bahasan yang dijadikan materi perlakuan.

Daftar Pustaka

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Dahar, R. W. (1996). *Teori-teori belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Fathurrohman, M. (2016). *Model-model pembelajaran inovatif*. Yogyakarta: Ar-ruzz Media.

- Fleming, D. S. (2000). *A teacher's guide to project-based learning*. West Virginia: AEL, Inc.
- Harlen, W. (1992). *The teaching of science*. London: BPC Wheaton Ltd.
- Kemendikbud. (2016). *Permendikbud nomor 21 tahun 2016 tentang standar isi pendidikan dasar dan menengah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kemendikbud. (2016). *Permendikbud nomor 22 tahun 2016 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kemendikbud. (2018). *Permendikbud nomor 35 tahun 2018 tentang permendikbud nomor 58 tahun 2014 tentang kurikulum 2013 sekolah menengah pertama/madrasah tsanawiyah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kemendikbud. (2020). *Surat edaran nomor 15 tahun 2020 pedoman penyelenggaraan belajar dari rumah dalam masa darurat penyebaran corona virus disease (Covid-19)*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kemendikbud. (2020). *Surat Edaran nomor 4 tahun 2020 tentang pelaksanaan kebijakan pendidikan dalam masa darurat penyebaran corona virus disease (Covid-19)*. Jakarta: Kemendikbud.
- Killen, R. (1998). *Effective teaching strategies: lesson from research and practice*. Australia: Social Science Press.
- Kuslan, L. I. & Stone, A. H. (1968). *Teaching children science: An inquiry approach*. California: Wadsworth Publishing Company, Inc.
- Merkel, A. (2014). *The chancellor and her world*. London: Alma Books.
- Mulyasa, H. E. (2014). *Pengembangan dan implementasi kurikulum 2013*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Munir. (2009). *Pembelajaran jarak jauh berbasis teknologi informasi dan komunikasi*. Bandung: Alfabeta.
- Musfiqon & Nurdyansyah. (2015). *Pendekatan pembelajaran saintifik*. Sidoarjo: Nizamia Learning Center.
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): Excellence and equity in education*. Paris: OECD Publishing.
- Safaruddin, S., Ibrahim, N., Juhaeni, J., Harmilawati, H., & Qadrianti, L. (2020). The effect of project-based learning assisted by electronic media on learning motivation dan science process skills. *Journal of Innovation in Education and Cultural Research*, 1(1), 22-29.

- Wahab, R. (2016). *Psikologi belajar*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Wijanarko, A. G., Supardi, K. I., & Marwoto, P. (2017). Keefektifan model project-based learning terbimbing untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar IPA. *Journal of Primary Education*, 6(2), 120-125.
- Wismaningati, P., Nuswowati, M., Sulistyaningsih, T., & Eisdiantoro, S. (2019). Analisis keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran koloid berbasis proyek bervisi SETS. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2287-2294.
- Yustina, Syafii, W., & Vebrianto, R. (2020). The Effects of blended learning and project-based learning on pre-service biology teachers' creative thinking through online learning in the Covid-19 pandemic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3), 408-420.