

Pengaruh Penerapan Pembelajaran *Scientific Method* Terhadap Kemampuan Pemahaman Konseptual Dan Kemandirian Belajar

Hadi Hasan^{1*}, Aan Hendrayana², Syamsuri³

^{1,2,3}Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten

Article Info

Article History:

Received Jun 12, 2024

Revised Mar 21, 2025

Accepted Mar 26, 2025

Kata Kunci:

Pembelajaran *Scientific Method*;
Pemahaman Konseptual;
Kemandirian Belajar;
Matematika

Keywords:

Scientific Method Learning;
Conceptual Understanding;
Learning Independence;
Mathematics,

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan pembelajaran *scientific method* terhadap kemampuan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar siswa dalam matematika. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen kuasi (*Quasi Experimental Design*). Dengan teknik *purposive sampling*, sampel yang digunakan yaitu 78 siswa SMK Negeri 2 Pandeglang kelas XI jurusan APL (*analisis pengelolaan laboratorium*), 36 siswa untuk kelas eksperimen dan 32 siswa untuk kelas kontrol. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes tertulis dan kuesioner dengan teknik analisis data menggunakan anova (*Analysis of Variance*) dan manova (*Multivariate Analysis of Variance*). Hasil menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan *scientific method* memiliki pemahaman konseptual dan kemandirian belajar yang lebih tinggi secara signifikan ($p < 0,05$) dengan interpretasi efek sangat besar ($d \geq 2.00$) dibandingkan siswa yang belajar dengan metode konvensional.

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the effect of implementing the scientific method on students' conceptual understanding and learning independence in mathematics. This study employs a quantitative approach with a quasi-experimental design. Using purposive sampling, the sample consisted of 78 students from Grade XI of SMK Negeri 2 Pandeglang majoring in Laboratory Management Analysis (APL), with 36 students in the experimental class and 32 students in the control class. The instruments used in this study were written tests and questionnaires. Data analysis techniques included ANOVA (Analysis of Variance) and MANOVA (Multivariate Analysis of Variance). The results showed that students who were taught using the scientific method had significantly higher conceptual understanding and learning independence ($p < 0.05$), with a very large effect size ($d \geq 2.00$), compared to students who were taught using conventional methods.

Copyright © 2025 JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)
All rights reserved.

Corresponding Author:

Hadi Hasan,

Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117.

Email: hasanradyan@gmail.com

How to Cite:

Hasan, H., Hendrayana, A., & Syamsuri. (2025). Pengaruh Penerapan Pembelajaran *Scientific Method* Terhadap Kemampuan Pemahaman Konseptual Dan Kemandirian Belajar Pada Siswa SMK Materi Peluang. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)* 9(1), 66-79.

Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu faktor utama dalam membentuk kualitas sumber daya manusia dan menentukan arah pembangunan suatu bangsa. Dalam konteks global, kualitas pendidikan suatu negara memiliki hubungan yang erat dengan indeks pembangunan manusia (Human Development Index/HDI). Berdasarkan laporan *Human Development Report* (UNDP, 2022), salah satu indikator utama HDI adalah tingkat pendidikan, yang mencakup harapan lama sekolah dan rata-rata lama sekolah. Negara-negara dengan kualitas pendidikan tinggi cenderung memiliki indeks pembangunan manusia yang lebih baik, karena pendidikan mampu meningkatkan produktivitas, kreativitas, dan daya saing sumber daya manusia. Laporan World Bank Education (2020) juga menunjukkan korelasi yang kuat antara kualitas sistem pendidikan dengan pertumbuhan ekonomi dan stabilitas sosial suatu negara. Oleh karena itu, peningkatan kualitas pendidikan menjadi kunci utama bagi Indonesia dalam menghadapi tantangan global abad ke-21.

Di Indonesia, peningkatan kualitas pendidikan masih menjadi tantangan utama, terutama dalam pembelajaran matematika. Matematika merupakan mata pelajaran fundamental yang mendasari pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, berdasarkan data *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS, 2019) dan *Programme for International Student Assessment* (PISA, 2018), performa siswa Indonesia dalam matematika masih di bawah rata-rata internasional. Secara khusus, aspek pemahaman konseptual dan pemecahan masalah menjadi titik lemah yang konsisten dari tahun ke tahun (Kemendikbud, 2020). Hal ini menunjukkan perlunya intervensi pembelajaran yang tidak hanya bersifat prosedural, tetapi juga konseptual dan reflektif.

Pemahaman konseptual adalah kemampuan siswa untuk memahami, mengorganisasi, dan mengintegrasikan konsep-konsep matematika secara bermakna, serta mampu menghubungkan konsep tersebut dengan situasi nyata atau representasi yang berbeda (Van de Walle, 2014). Pemahaman ini melampaui sekadar menghafal rumus atau prosedur; siswa dituntut untuk mengetahui *mengapa* suatu prosedur digunakan dan *bagaimana* konsep-konsep saling berhubungan. Menurut National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2021), pemahaman konseptual merupakan dasar bagi pengembangan kemampuan berpikir kritis dan kemampuan menyelesaikan masalah kompleks. Pemahaman ini

juga sangat berperan dalam membantu siswa beradaptasi terhadap tantangan pembelajaran matematika di jenjang yang lebih tinggi.

Selain pemahaman konseptual, kemandirian belajar merupakan kompetensi yang sangat penting dalam menghadapi dinamika pendidikan abad ke-21. Kemandirian belajar mengacu pada kemampuan siswa untuk mengelola, memantau, dan mengevaluasi proses belajar mereka sendiri tanpa tergantung sepenuhnya pada guru (Zimmerman, 2002). Siswa yang mandiri dalam belajar cenderung memiliki motivasi intrinsik, menetapkan tujuan belajar secara jelas, serta mampu menggunakan strategi belajar yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Dalam konteks revolusi industri 4.0 dan pembelajaran berbasis digital, kemandirian belajar sangat diperlukan agar siswa dapat menjadi pembelajar sepanjang hayat (*lifelong learners*) yang adaptif dan kreatif.

Kedua aspek tersebut yaitu pemahaman konseptual dan kemandirian belajar memiliki keterkaitan erat dalam proses pembelajaran. Siswa yang memiliki pemahaman konseptual yang baik cenderung lebih percaya diri dalam mengelola pembelajaran secara mandiri, karena mereka mampu menyusun strategi belajar berdasarkan pemahaman yang telah dimiliki. Sebaliknya, siswa yang memiliki kemandirian belajar tinggi cenderung mampu menggali dan mengonstruksi sendiri konsep-konsep matematika yang dipelajari secara aktif dan reflektif. Oleh karena itu, pengembangan kedua aspek ini secara simultan sangat krusial untuk menghasilkan pembelajar yang tangguh dan berkualitas.

Untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar siswa, diperlukan penerapan metode pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Salah satu pendekatan yang potensial dan mulai banyak diterapkan adalah *scientific method* atau pendekatan ilmiah. *Scientific method* adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir ilmiah melalui tahapan: mengamati, merumuskan masalah, menyusun hipotesis, melakukan eksperimen atau eksplorasi, menganalisis data, dan menarik kesimpulan (Smith, 2020; Sari & Widodo, 2024). Pendekatan ini selaras dengan prinsip pembelajaran aktif (*active learning*) yang memungkinkan siswa terlibat secara langsung dalam proses konstruksi pengetahuan.

Scientific method bukan hanya berperan dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematika melalui eksplorasi dan pembuktian, tetapi juga berkontribusi dalam membangun kemandirian belajar karena siswa dilatih untuk merumuskan pertanyaan, menemukan solusi, dan mengevaluasi hasil belajar secara mandiri. Oleh sebab itu, pendekatan ini sangat relevan untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika di sekolah menengah.

Meskipun beberapa studi sebelumnya telah menunjukkan dampak positif dari penerapan pembelajaran berbasis scientific method terhadap peningkatan hasil belajar (Widodo, 2020; Setiawan, 2021), namun masih terdapat beberapa celah yang belum banyak diteliti. Di antaranya adalah masih minimnya penelitian yang secara simultan menganalisis pengaruh scientific method terhadap dua variabel penting, yaitu pemahaman konseptual dan kemandirian belajar dalam konteks pembelajaran matematika. Selain itu, sebagian besar studi sebelumnya dilakukan di jenjang sekolah dasar atau di daerah perkotaan dengan pendekatan kualitatif. Penelitian dengan pendekatan kuantitatif kuasi-eksperimen yang mengukur pengaruh langsung pada tingkat SMP, khususnya di wilayah dengan sumber daya pendidikan terbatas, masih jarang ditemukan (Rahman & Iskandar, 2022).

Dalam penelitian ini, pemahaman konseptual didefinisikan sebagai kemampuan siswa untuk memahami, menjelaskan, dan menerapkan konsep-konsep matematika secara logis dan bermakna, serta mengaitkan konsep-konsep tersebut dalam berbagai representasi (Van de Walle, 2014). Indikator dari pemahaman konseptual meliputi kemampuan menjelaskan konsep dengan kata sendiri, membuat representasi visual, serta menyelesaikan soal yang memerlukan transfer pengetahuan. Sementara itu, kemandirian belajar diartikan sebagai kemampuan siswa untuk merencanakan, mengontrol, dan mengevaluasi aktivitas belajar secara mandiri tanpa ketergantungan pada pihak lain (Zimmerman, 2002). Indikatornya mencakup perencanaan tujuan belajar, pengelolaan waktu, pemilihan strategi belajar, dan evaluasi diri terhadap hasil belajar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan pembelajaran dengan pendekatan scientific method terhadap kemampuan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar siswa pada mata pelajaran matematika di tingkat SMK. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi pembelajaran matematika berbasis scientific method yang dapat diterapkan oleh guru untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah menengah.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkuat dasar empiris bagi pengambilan keputusan dalam perencanaan pembelajaran inovatif. Untuk itu, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen, guna memperoleh gambaran yang lebih objektif mengenai pengaruh scientific method terhadap dua variabel utama dalam pembelajaran matematika. Formulasi hipotesis pun disusun untuk diuji secara statistik dalam rangka menjawab rumusan masalah penelitian secara tepat dan terukur.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi eksperimen, melalui desain *Nonequivalent Control Group Design*. Desain ini melibatkan dua kelompok, yakni kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan pembelajaran dengan pendekatan *scientific method*, dan kelompok kontrol yang menerima pembelajaran secara konvensional. Meskipun kedua kelompok memperoleh perlakuan berbeda, penetapan subjek tidak dilakukan secara acak, sehingga sesuai dengan karakteristik kuasi eksperimen (Sugiyono, 2022). Kedua kelompok diberi *pretest* dan *posttest* untuk mengukur kemampuan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar.

Pelaksanaan penelitian dilakukan selama 1,5 bulan pada semester genap, mencakup empat kali pertemuan pembelajaran dan dua kali pertemuan untuk pelaksanaan *pretest* dan *posttest*. Pembelajaran pada kelompok eksperimen difokuskan pada tahapan pendekatan *scientific method*—mengamati, menanya, mengumpulkan data, menalar, dan mengomunikasikan—sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran dengan pendekatan konvensional yang bersifat ceramah dan tanya jawab.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI SMK Negeri 2 Pandeglang. Pemilihan populasi ini dilandaskan pada pertimbangan bahwa siswa pada jenjang tersebut telah memiliki kompetensi dasar dalam matematika yang memadai untuk mengikuti pembelajaran dengan pendekatan *scientific method*. Penentuan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan subjek berdasarkan kriteria tertentu. Pertimbangan pemilihan sampel meliputi homogenitas kemampuan siswa, kesiapan jadwal, serta dukungan pihak sekolah terhadap pelaksanaan pembelajaran inovatif. Teknik ini sesuai dengan pandangan Creswell (2020) yang menyatakan bahwa *purposive sampling* digunakan dalam penelitian eksperimental ketika peneliti memiliki dasar tertentu dalam memilih subjek yang dianggap representatif. Berdasarkan teknik tersebut, ditetapkan dua kelas sebagai sampel: kelas XI APL 1 sebagai kelompok eksperimen sebanyak 36 siswa, dan kelas XI APL 2 sebagai kelompok kontrol sebanyak 32 siswa.

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri atas tes tertulis dan angket kuesioner. Tes tertulis digunakan untuk mengukur kemampuan pemahaman konseptual siswa, terdiri atas 10 butir soal uraian dengan rentang skor antara 0 hingga 10 poin per soal. Sementara itu, angket kuesioner digunakan untuk mengukur tingkat kemandirian belajar siswa, terdiri dari 40 pernyataan dengan skala Likert 5 poin (1 = sangat tidak setuju sampai 5 = sangat setuju). Kedua instrumen telah melalui uji validitas isi oleh dua ahli, yaitu dosen pendidikan matematika Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan guru matematika dari sekolah negeri di Kota Pandeglang.

Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen kemampuan pemahaman konseptual memiliki koefisien reliabilitas sebesar 0,796, sedangkan instrumen kemandirian belajar memiliki koefisien reliabilitas sebesar 0,991. Kedua nilai tersebut berada di atas ambang batas minimal reliabilitas yaitu 0,70, sehingga instrumen dinyatakan reliabel dan layak digunakan dalam penelitian ini.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik ANOVA (*Analysis of Variance*) dan MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*). ANOVA digunakan untuk menguji perbedaan hasil antara kelompok eksperimen dan kontrol secara terpisah pada masing-masing variabel dependen, yakni kemampuan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar. Sementara itu, MANOVA digunakan untuk menguji pengaruh pendekatan *scientific method* terhadap kedua variabel secara simultan, sehingga dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas intervensi yang diberikan.

Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini terdapat dua ahli yang menjadi validator yaitu, satu dosen pendidikan matematika dari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan 1 guru matematika dari sekolah negeri di Kota Pandeglang mencakup tentang Pemahaman Konseptual dan kemandirian belajar siswa. Dari hasil uji validasi yang dilakukan tidak ada soal dan pernyataan yang harus direvisi telah siap digunakan pada uji validasi di lapangan. Setelah dilakukan pengujian oleh para ahli, kuisisioner kemudian diuji cobakan kepada 15 siswa kelas XI SMK Negeri 2 Pandeglang. Selanjutnya peneliti melakukan uji validitas dengan menggunakan korelasi product moment.

Tabel. 1 Hasil Uji Coba Validitas Instrumen Pemahaman Konseptual

No.	r_{hitung}	r_{tabel}	Hasil	Keterangan
1	0.993		Valid	
2	0.956		Valid	
3	0.979		Valid	
4	0.967		Valid	
5	0.989	0.514	Valid	Instrumen valid jika Apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$,
6	0.989		Valid	
7	0.979		Valid	
8	0.979		Valid	
9	0.989		Valid	
10	0.979		Valid	

Berdasarkan tabel 1 Uji validitas Instrumen Pemahaman Konseptual dilakukan dengan menghitung korelasi antara skor tiap butir soal dengan skor konstruk atau variabel. Hal ini dapat dilakukan dengan uji signifikansi yang membandingkan r_{hitung} dan r_{tabel} untuk degree of freedom ($df = n - k$). Pada kasus ini, besarnya $df = 13$ dengan alpha 0,05 ($\alpha = 5\%$), didapat r_{tabel} 0.514 Apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka butir soal tersebut dapat dikatakan valid, dan sebaliknya apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$, maka butir soal

tersebut tidak valid. Berdasarkan uji coba validitas instrument pemahaman konseptual dari 10 soal uraian didapatkan hasilnya valid semua.

Tabel 2 Validitas Instrumen kemandirian Belajar

No.	r_{hitung}	r_{tabel}	Hasil	Keterangan
1	0.936		Valid	
2	0.822		Valid	
3	0.910		Valid	
4	0.790		Valid	
5	0.879		Valid	
6	0.938		Valid	
7	0.784		Valid	
8	0.876		Valid	
9	0.811		Valid	
10	0.838		Valid	
11	0.797		Valid	
12	0.884		Valid	
13	0.859		Valid	
14	0.909		Valid	
15	0.875		Valid	
16	0.936		Valid	
17	0.822		Valid	
18	0.910		Valid	
19	0.790		Valid	
20	0.879	0.514	Valid	Instrumen valid jika Apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$,
21	0.938		Valid	
22	0.811		Valid	
23	0.873		Valid	
24	0.811		Valid	
25	0.838		Valid	
26	0.797		Valid	
27	0.884		Valid	
28	0.859		Valid	
29	0.909		Valid	
30	0.875		Valid	
31	0.936		Valid	
32	0.822		Valid	
33	0.910		Valid	
34	0.790		Valid	
35	0.879		Valid	
36	0.938		Valid	
37	0.784		Valid	
38	0.866		Valid	
39	0.811		Valid	
40	0.869		Valid	

Berdasarkan tabel 2 Uji validitas Instrumen Kemandirian Belajar Siswa dilakukan dengan menghitung korelasi antara skor tiap butir pernyataan dengan skor konstruk atau variabel. Hal ini dapat dilakukan dengan uji signifikansi yang

membandingkan r_{hitung} dan r_{tabel} untuk degree of freedom ($df = n - k$). Pada kasus ini, besarnya $df = 13$ dengan $\alpha = 0,05$ ($\alpha = 5\%$), didapat $r_{tabel} = 0.514$. Apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka butir pernyataan tersebut dapat dikatakan valid, dan sebaliknya apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$, maka butir pernyataan tersebut tidak valid.

Berdasarkan uji coba validitas instrument kemandirian belajar siswa dari 40 item pernyataan didapatkan hasilnya valid semua.

Adapun reliabilitas dua buah variabel pada validitas empiris dengan menggunakan rumus di atas diperoleh nilai untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil uji reabilitas pada uji eksternal

No	Jenis Variabel	Nilai Reabilitas
1	Kemampuan Konseptual	0.796
2	Kemandirian Belajar	0.991

Berdasarkan Tabel 3. hasil reabilitas menunjukkan bahwa kemampuan konseptual yaitu $0.796 > 0.70$ dan kemandirian belajar memiliki nilai reabilitas $0.991 > 0.70$ maka dapat dinyatakan bahwa instrument pemahaman konseptual dan kemandirian belajar reliable.

Tabel 4. Statistik Variabel Kamandirian Belajar siswa

Deskripsi	Statistik
Rata-rata	146.4
Tertinggi	192
Terendah	92
Simpangan Baku	39.9
Varians	1592.6
Median	169
Banyaknya siswa	68

Berdasarkan Tabel 4. diperoleh skor rata-rata variabel kemandirian belajar siswa sebesar 146.4, skor tertinggi 192, skor terendah 92, dan simpangan baku 39.9 dengan median 169. Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa mayoritas siswa memiliki tingkat kemandirian belajar yang cukup hingga tinggi. Namun, penyebaran data yang luas mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antarindividu. Hal ini penting untuk menjadi perhatian dalam proses pembelajaran, di mana strategi pengajaran perlu mengakomodasi kebutuhan siswa dengan tingkat kemandirian belajar yang berbeda-beda.

Tabel 5. Kategori kemandirian belajar siswa

Kategori	Rentang	Frekuensi	Persentase
Tinggi	$X \geq 186$	16	24
Sedang	$107 \leq X < 186$	31	46
Rendah	$X < 107$	21	31
Total		68	

Berdasarkan Tabel 5. terlihat bahwa sebanyak 16 siswa atau 24% variabel kemandirian belajar siswa SMK Negeri 2 Pandeglang Jurusan XI APL berada pada kategori tinggi. Mayoritas berada pada kategori sedang, artinya siswa memiliki kemandirian belajar matematika yang cukup untuk menunjang dirinya dalam mencapai kemampuan pemahaman konseptual secara optimal.

Tabel 6. Statistik Variabel Pemahaman Konseptual

Deskripsi	Statistik
Rata-rata	70
Tertinggi	93
Terendah	46
Simpangan Baku	14
Varians	184
Median	67
Banyaknya siswa	68

Berdasarkan Tabel 6. diperoleh skor rata-rata data variabel pemahaman konseptual sebesar 70, skor tertinggi 93, skor terendah 46, simpangan baku sebesar 14, varians 184 dan median sebesar 67. Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa kemampuan pemahaman konseptual siswa berada pada tingkat cukup baik dengan penyebaran nilai yang cukup merata, meskipun terdapat beberapa siswa dengan nilai yang jauh di atas maupun di bawah rata-rata. Hal ini mencerminkan adanya pengaruh positif dari penerapan metode pembelajaran *scientific method*, namun juga mengisyaratkan pentingnya pendekatan diferensiasi untuk mengakomodasi siswa dengan pemahaman lebih rendah.

Tabel 7. Kategori pemahaman konseptual siswa

Kategori	Rentang	Frekuensi	Persentasi
Tinggi	$X \geq 84$	16	24
Sedang	$57 \leq X < 84$	41	60
Rendah	$X < 57$	11	16
Total		68	

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa sebanyak 41 siswa atau 60% kategori pemahaman konseptual siswa SMK Negeri 2 Pandeglang Kelas XI Jurusan APL berada pada kategori sedang. Artinya siswa memiliki pemahaman konseptual yang baik untuk menunjang dirinya dalam mencapai pemahaman konsep matematika yang optimal.

Berdasarkan uji Anova diperoleh nilai rata-rata pemahaman konseptual dengan pembelajaran *scientific method* lebih besar dari nilai rata-rata pemahaman konseptual dengan pembelajaran konvensional yaitu $79.91 > 59.65$ dengan nilai signifikansi uji homogenitas $0.202 > 0.05$ dimana terdapat perbedaan varians yang signifikan antara kelompok. Artinya, asumsi homogenitas varians terpenuhi,

sehingga analisis statistik yang mempersyaratkan varians homogen seperti anova dapat dilanjutkan.

Tabel 8. Uji Anova Pemahaman Konseptual

ANOVA					
LagY	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6860.217	1	6860.217	82.182	.000
Within Groups	5425.962	65	83.476		
Total	12286.179	66			

Berdasarkan tabel 8 dalam uji anova. Nilai $F = 82.182$ dengan nilai signifikansi $0.000 < 0.05$ artinya H_0 ditolak sehingga ada perbedaan kemampuan pemahaman konseptual antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *scientific method* dan pembelajaran konvensional artinya pembelajaran dengan metode *scientific method* memberikan dampak yang nyata terhadap hasil tersebut dibandingkan dengan pembelajaran secara konvensional. Ini berarti perlakuan atau kelompok yang dibandingkan berpengaruh secara nyata terhadap nilai *LagY*. Nilai *LagY* ini berlaku untuk nilai pemahaman konseptual untuk homogenitas < 0.05 .

Sementara dalam uji anova untuk kemandirian belajar, diperoleh nilai rata-rata kemandirian belajar dengan pembelajaran *scientific method* lebih besar dari nilai rata-rata kemandirian belajar dengan pembelajaran konvensional yaitu $183.39 > 104.81$ dengan nilai signifikansi uji homogenitasnya $0.096 > 0.05$ berarti tidak terdapat perbedaan kovarian/ matriks varian antara model pembelajaran sehingga sampel homogen.

Tabel 9. Uji Anova Kemandirian Belajar

ANOVA					
Kemandirian_Belajar	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	104599.040	1	104599.040	3282.037	.000
Within Groups	2103.431	66	31.870		
Total	106702.471	67			

Berdasarkan tabel 9 dalam uji anova Nilai $F = 3282.037$ dengan nilai signifikansi $0.000 < 0.05$ artinya H_0 ditolak sehingga ada perbedaan kemandirian belajar antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *scientific method* dan pembelajaran konvensional artinya pembelajaran dengan metode *scientific method* memberikan dampak yang nyata terhadap kemandirian siswa di bandingkan dengan pembelajaran secara konvensional.

Selain itu, dalam uji manova diperoleh nilai rata-rata pemahaman konseptual dengan model pembelajaran *scientific method* lebih besar dari pembelajaran konvensional yaitu $80.11 > 58.91$. nilai rata-rata kemandirian belajar dengan model pembelajaran *scientific method* lebih besar dari pembelajaran konvensional yaitu $183.39 > 104.41$ dengan nilai signifikansi uji homogenitas $0.189 > 0.05$ berarti tidak terdapat perbedaan kovarian/ matriks varian antara kelompok sehingga sampel homogen.

Tabel 10. Uji Multivariate

		Multivariate Tests ^a					
Effect		Value	F	Hypot		Sig.	Partial Eta Squared
				df	Error df		
Intercept	Pillai's Trace	.999	24391.819 ^b	2.000	65.000	.000	.999
	Wilks' Lambda	.001	24391.819 ^b	2.000	65.000	.000	.999
	Hotelling's Trace	750.518	24391.819 ^b	2.000	65.000	.000	.999
	Roy's Largest Root	750.518	24391.819 ^b	2.000	65.000	.000	.999
Model_Pembe lajaran	Pillai's Trace	.981	1685.562 ^b	2.000	65.000	.000	.981
	Wilks' Lambda	.019	1685.562 ^b	2.000	65.000	.000	.981
	Hotelling's Trace	51.863	1685.562 ^b	2.000	65.000	.000	.981
	Roy's Largest Root	51.863	1685.562 ^b	2.000	65.000	.000	.981
		Root					

a. Design: Intercept + Model_Pembelajaran
b. Exact statistic

Berdasarkan tabel 10 dalam uji multivariate. Nilai F = 1685.562 dengan nilai signifikansi $0.000 < 0.05$ artinya H_0 ditolak sehingga ada perbedaan kemampuan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *scientific method* dan pembelajaran konvensional artinya pembelajaran dengan metode *scientific method* memberikan hasil yang lebih baik untuk pemahaman konseptual dan kemandirian belajar siswa dibandingkan dengan pembelajaran secara konvensional.

Sementara dalam hubungan antar variabel dengan kemampuan pemahaman konseptual memiliki signifikansi $0.000 < 0.05$. hal ini berarti terdapat perbedaan kemampuan pemahaman konseptual antara siswa yang belajar dengan model pembelajaran *scientific method* dan konvensional. Hubungan antara model pembelajaran dengan kemandirian belajar memiliki signifikansi $0.000 < 0.05$. hal ini berarti terdapat perbedaan kemandirian belajar antara siswa yang belajar dengan model pembelajaran *scientific method* dan konvensional. Maka dapat disimpulkan bahwa hubungan variable kemampuan pemahaman konseptual dan kemandirian

belajar dengan pembelajaran scientific method lebih baik dari pembelajaran secara konvensional.

Tabel 11. Group Statistics Pemahaman Konseptual dan Kemandirian Belajar Berdasarkan Model Pembelajaran

Group Statistics					
	Model_Pembelajaran	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pemahaman_Konseptual	Pembelajaran Scientific Method	36	80.11	9.316	1.553
	Pembelajaran Konvensional	32	58.91	7.368	1.302
Kemandirian_Belajar	Pembelajaran Scientific Method	36	183.39	6.384	1.064
	Pembelajaran Konvensional	32	104.81	4.673	.826

Berdasarkan tabel 11 untuk pemahaman konseptual diperoleh nilai Mean₁ (80.11), SD₁ (9.316), N₁ (36), Mean₂ (58.91), SD₂ (7.368), N₂ (32). Setelah dilakukan perhitungan didapatkan $SD_{pooled} = 8.456$ dan untuk Cohens' $d = 2.51$. sehingga dapat diambil kesimpulan $d > 2.00$ maka interpretasi efek sangat besar, artinya penerapan model *Pembelajaran Scientific Method* lebih efektif daripada model pembelajaran konvensional dalam meningkatkan pemahaman konseptual.

Sementara untuk kemandirian belajar diperoleh nilai Mean₁ (183.39), SD₁ (6.384), N₁ (36), Mean₂ (104.81), SD₂ (4.673), N₂ (32). Setelah dilakukan perhitungan didapatkan $SD_{pooled} = 5.643$ dan untuk Cohens' $d = 13.92$. sehingga dapat diambil kesimpulan $d > 2.00$ maka interpretasi efek sangat besar, artinya penerapan model *Pembelajaran Scientific Method* lebih efektif daripada model pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa.

Berdasarkan hasil keseluruhan dari penelitian, Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan scientific method secara signifikan meningkatkan pemahaman konseptual siswa pada materi peluang. Siswa yang belajar melalui tahapan observasi, menanya, menyusun hipotesis, eksperimen, analisis, kesimpulan, dan komunikasi mampu mengonstruksi konsep secara aktif. Pendekatan ini mendukung prinsip konstruktivisme dan mendorong pemahaman yang lebih mendalam. Hal ini sejalan dengan temuan Nardi & Steward (2020), Duran & Truran (2022), serta Yuliana et al. (2023) yang menyatakan bahwa pendekatan ini efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep abstrak dan mengurangi miskonsepsi (Hasanah & Wibowo, 2024). Penerapan scientific method juga berdampak signifikan terhadap peningkatan kemandirian belajar. Siswa terlibat aktif dalam proses belajar, sehingga menumbuhkan tanggung jawab, inisiatif, dan rasa percaya diri. Hal ini didukung oleh Poudel & Sharma (2023) yang menyatakan bahwa scientific method mendorong critical thinking dan kemandirian belajar. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa self-regulated learning berkorelasi

positif dengan hasil belajar matematika (Arsyad et al., 2022; Aryani & Hasyim, 2018; Sholiha et al., 2022). Hasil uji MANOVA menunjukkan bahwa pembelajaran *scientific method* berpengaruh signifikan secara simultan terhadap pemahaman konseptual dan kemandirian belajar. Nilai Wilks' Lambda yang signifikan menunjukkan kontribusi besar pendekatan ini dalam aspek kognitif dan afektif siswa. Efeknya tergolong sangat besar (Cohen's *d*), yang menegaskan keunggulan *scientific method* dalam pembelajaran bermakna. Sesuai teori Bruner dan Zimmerman, model ini membentuk pemahaman dan kemandirian dengan memberi ruang bagi eksplorasi, penemuan, dan pengaturan strategi belajar secara mandiri.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang pengaruh penerapan pembelajaran *scientific method* terhadap kemampuan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar pada siswa SMK materi peluang dalam uji manova (*Multivariate Analysis of Variance*) maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut. (1) Penerapan pembelajaran *scientific method* terbukti memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan pemahaman konseptual siswa dalam matematika, khususnya pada materi peluang. Hal ini ditunjukkan oleh adanya rata-rata peningkatan skor pemahaman konseptual pada kelompok eksperimen yang menggunakan pendekatan *scientific method* dibandingkan dengan kelompok kontrol yang menggunakan metode konvensional, (2) Penerapan pembelajaran *scientific method* juga berpengaruh secara positif terhadap peningkatan kemandirian belajar siswa. Siswa menjadi lebih terbiasa untuk mencari informasi sendiri, mengembangkan strategi penyelesaian masalah, dan bertanggung jawab atas proses belajarnya, (3) Secara simultan, pembelajaran *scientific method* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kedua variabel, yaitu kemampuan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar siswa. Hasil analisis menunjukkan nilai rata-rata pemahaman konseptual dengan model pembelajaran *scientific method* lebih besar dari pembelajaran konvensional sehingga ada perbedaan kemampuan pemahaman konseptual dan kemandirian belajar antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *scientific method* dan pembelajaran konvensional.

Daftar Pustaka

- Ardaya, D. A. (2016). Penerapan Pendekatan Saintifik Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Materi Ipa Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(1), 72–83.
- Bahri, S. (2020). The Application of Blended Learning Method using Scientific Approach in Physics Curriculum Study II Course. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.26618/jpf.v8i1.2608>
- Banjarnayar, D. I. S. D. N. (2024). *Terhadap Kemandirian Belajar Siswa Kelas V*. 1(2), 77–89.
- Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The Effects of Classroom Mathematics Teaching on Students' Learning. *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 371–404.
- Jehadus, E., Tamur, M., Jelatu, S., Pantaleon, K. V., Nendi, F., & Defrino, S. S. (2020). *Journal Of Educational Experts (JEE)*, 3(2), 53. <https://doi.org/10.30740/jee.v3i2p53-59>

- Kadarisma, G. (2017). Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa Smp Dalam Matematika Dengan Menggunakan Pendekatan Saintifik. *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, 1, 61–66. <https://doi.org/10.23969/symmetry.v1i1.214>
- Laksono, R. K. S., Nurcahyo, H., & Wibowo, Y. (2023). Penerapan e-book berbasis socio-scientific issues dalam meningkatkan kemandirian belajar pada materi sistem sirkulasi darah. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(1), 58–69. <https://doi.org/10.22219/jinop.v9i1.22843>
- Lupiyoadi. (2014). Daftar Pustaka Daftar Pustaka. *Pemikiran Islam Di Malaysia: Sejarah Dan Aliran*, 20(5), 40–43. https://books.google.co.id/books?id=D9_YDwAAQBAJ&pg=PA369&lpg=PA369&dq=Prawirohardjo,+Sarwono.+2010.+Buku+Acuan+Nasional+Pelayanan+Kesehatan++Maternal+dan+Neonatal.+Jakarta+:+PT+Bina+Pustaka+Sarwono+Prawirohardjo.&source=bl&ots=riWNmMFyEq&sig=ACfU3U0HyN3I
- Nurfadilah, S., & Lukman Hakim, D. (2019). Kemandirian Belajar Siswa Dalam Proses Pembelajaran Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika Sesiomadika 2019*, 1214–1222.
- Putri, K., & Irmawita, I. (2023). the Relationship Between the Application of the Problem Method Based Learning With Participant Learning Outcomes Computer Course At Smart College Padang. *KOLOKIUM Jurnal Pendidikan Luar Sekolah*, 11(3), 425–431. <https://doi.org/10.24036/kolokium.v11i3.681>
- Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2014). Developing Conceptual and Procedural Knowledge of Mathematics. *The Oxford Handbook of Numerical Cognition*, 1118–1134. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.014>
- Sabina, F. (2019). Penerapan Discovery Learning Dengan Pendekatan Scientific Dalam Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep dan Kemampuan Penalaran Matematis serta Dampaknya Terhadap Self Regulated Learning Siswa SMP. *Jurnal Madani: Ilmu Pengetahuan, Teknologi, Dan Humaniora*, 2(2), 201–215. <https://doi.org/10.33753/madani.v2i2.52>
- Schuchardt, A. M., & Schunn, C. D. (2016). Modeling Scientific Processes With Mathematics Equations Enhances Student Qualitative Conceptual Understanding and Quantitative Problem Solving. *Science Education*, 100(2), 290–320. <https://doi.org/10.1002/sce.21198>
- Siswanto, Yusiran, & Fajarudin, M. F. (2016). Keterampilan Proses Sains dan Kemandirian Belajar Siswa: Profil dan Setting Pembelajaran untuk Melatihkannya. *Gravity*, 2(2), 190–202.
- Sofianti, F., & Afrilianto, M. (2021). Penerapan Pendekatan Saintifik untuk Menumbuhkan Kemandirian Belajar Pada Siswa SMK Kelas XI. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 4(3), 667–674. <https://doi.org/10.22460/jpmpi.v4i3.667-674>
- Solahudin, I. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran dan Kemandirian Belajar Terhadap Pemahaman Konsep Matematika. *METATIKA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 12–24.
- Sulisworo, D., & Sutadi, N. (2017). Science Learning Cycle Method to Enhance the Conceptual Understanding and the Learning Independence on Physics Learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 6(1), 64. <https://doi.org/10.11591/ijere.v6i1.6348>
- Taşar, M. F., Editor, S., Flick, B. L. B., & Eds, N. G. L. (2008). *Book Reviews SCIENTIFIC INNQUIRY AND NATURE OF*. 4(2), 191–193.
- Ulia, N. (2016). Peningkatan Pemahaman Konsep Matematika Materi Bangun Datar dengan Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation dengan Pendekatan Saintifik di SD. *Jurnal Tunas Bangsa*, 3(11), 56–68.
- Yani, V. P., Haryono, Y., & Lovia, L. (2022). Hubungan Pemahaman Konsep Matematis dengan Kemandirian Belajar Siswa pada Kelas VIII SMP. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(3), 439–448. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v2i3.1118>