



# Implementasi Pembelajaran Integrasi Ilmu Pengetahuan Alam Dengan Matematika Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa

Iqbal Limatahu<sup>1</sup>, Chumidach Roini<sup>2</sup>, Tuti Gailea<sup>3</sup>, Dyana Umanailo<sup>3</sup>, Risnawati Sadali<sup>3</sup>, Jani Fatgehipon<sup>3</sup>, Djaitun Hardin<sup>3</sup>, Dwi Sukmawati A. Yusup<sup>3</sup>, Bangbang Taryono<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program studi Magister Pendidikan IPA, FKIP, Universtas Khairun, Indonesia

<sup>2</sup> Program studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Khairun, Indonesia

<sup>3</sup> Tim Peneliti pendidikan IPA, FKIP, Universitas Khairun, Indonesia

Email: iqbal.limatahu@unkhair.ac.id

## ARTICLE INFO

### Keywords:

Interdisipliner IPA;  
Matematika;  
CCDSR;  
Keterampilan Proses Sains;

### Article history:

Received 2025-8-12

Revised 2025-9-10

Accepted 2025-10-18

## ABSTRACT

The integration of Natural Sciences (IPA) with Mathematics is an important requirement in 21st-century science education to develop students' critical thinking, creative thinking, and numeracy literacy. This study aims to analyze the implementation of integrated learning of Science and Mathematics based on the CCDSR (*Condition, Construction, Development, Simulation, Reflection*) model in improving the science process skills of students in the Master of Science Education Study Program, Universitas Khairun in the Integrated Science Studies course. The method used is a pre-experimental one group pretest–posttest design with a sample of 12 students in the odd semester of 2025. The results of the study showed a significant increase in science process skills (SPS) with an average N-gain in the medium-high category (0.62-0.88). This finding confirms the importance of innovative model-based science-mathematics integration to improve students' scientific thinking skills.

*This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.*



### Corresponding Author:

Iqbal Limatahu

Prodi magister pendidikan IPA, FKIP, Universitas Khairun; iqbal.limatahu@unkhair.ac.id

## PENDAHULUAN

Pembelajaran sains abad ke-21 menuntut mahasiswa tidak hanya memahami konsep IPA, tetapi juga menguasai keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan literasi numerasi. Integrasi IPA



dengan Matematika menjadi pendekatan penting karena keduanya saling melengkapi dalam menjelaskan fenomena alam secara konseptual dan kuantitatif. Sayangnya, proses pembelajaran di perguruan tinggi sering masih terpisah sehingga mahasiswa kesulitan mengaitkan konsep matematika dengan aplikasinya dalam sains.

Pendidikan sains tidak hanya menuntut penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan berpikir ilmiah dan pemecahan masalah. Keterampilan Proses Sains (KPS) merupakan indikator penting yang mencakup keterampilan mengamati, merumuskan masalah, mengidentifikasi variabel, merancang percobaan, dan menarik kesimpulan (Alkan & Alkan, 2016; Limatahu et al., 2018). Namun, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa KPS mahasiswa calon guru sains masih berada pada kategori rendah hingga sedang (Maison et al., 2019; Rahman & Limatahu, 2020).

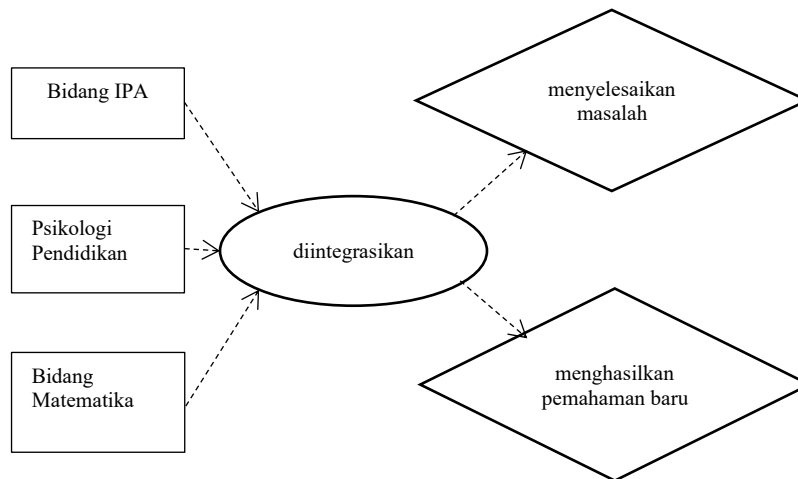
Model CCDSR hadir sebagai solusi inovatif dengan mengintegrasikan kondisi awal, konstruksi pengetahuan, pengembangan konsep, simulasi pengalaman, dan refleksi hasil belajar (Limatahu et al., 2018). Model pembelajaran CCDSR merupakan model inovatif yang mendorong keterhubungan konsep dan aktivitas ilmiah karena memberi pengalaman belajar yang menuntun mahasiswa dalam membangun konsep, bereksperimen, mensimulasikan penerapan, dan merefleksi proses belajar. Hasil penelitian tindakan kelas terdahulu menunjukkan bahwa model pembelajaran CCDSR mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa dari kategori rendah menjadi tinggi (Limatahu et al., 2018; Rahman & Limatahu, 2020). Integrasi IPA dengan Matematika dalam konteks pembelajaran berbasis CCDSR menjadi penting karena matematika berperan sebagai bahasa sains, membantu mahasiswa menganalisis data, memungkinkan deskripsi, analisis, dan pemodelan fenomena alam secara sistematis. Dengan matematika, mahasiswa dapat mengolah data observasi menjadi bentuk kuantitatif; menyusun model konseptual yang menjelaskan hubungan antar variabel; dan mengevaluasi hipotesis melalui pengukuran dan perhitungan. Misalnya dalam kerangka literasi STEM, peran matematika sangatlah sentral dalam pemahaman IPA, karena matematika mendukung analisis, pemodelan, dan pengambilan keputusan berbasis data dalam sains dan teknologi (English, 2016; Escobar, 2023; Goos et al., 2023; Harlow, 2010; Leng, 2021; Porgo et al., 2019; Zhan & Niu, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, maka penting dilakukan penelitian yang mengimplementasikan pembelajaran integrasi IPA dengan Matematika berbasis model CCDSR untuk mengevaluasi peningkatan keterampilan proses sains mahasiswa magister Pendidikan IPA, Universitas Khairun.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan menggunakan desain one group pretest–posttest. Sampel (Subjek Penelitian) terdiri dari 12 mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan IPA, FKIP, Universitas Khairun semester ganjil 2025. Penelitian dilakukan pada matakuliah Kajian IPA

Terintegrasi menggunakan model pembelajaran CCDSR. Instrumen berupa Tes KPS dengan 9 indikator (merumuskan masalah, hipotesis, variabel, mendefinisikan operasional, merancang percobaan, mengumpulkan data, membuat tabel, analisis, kesimpulan). Prosedur dalam penelitian meliputi: (1) Pre-test KPS, (2) Pembelajaran integrasi IPA dengan Matematika menggunakan model CCDSR selama 4 pertemuan, (3) Post-test KPS. Model pembelajaran integrasi IPA dengan Matematika yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Model Transdisiplin Ilmu dalam Penelitian (Rahman & Limatahu, 2020)

Keterampilan proses sains dianalisis berdasarkan skor yang diperoleh mahasiswa sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan model pembelajaran CCDSR. Analisis data dilakukan menggunakan perhitungan skor rata-rata, N-gain dan kategori peningkatannya seperti dicantumkan pada Tabel 1, dan peningkatan Nilai Keterampilan Proses Sains (NKPS) mahasiswa serta kategori derajat peningkatannya dianalisis berdasarkan kriteria pada Tabel 2.

Tabel 1. Kriteria Pencapaian Skor Keterampilan

Proses Sains	
Rentang Skor	Kriteria
$0 \leq x \leq 1,33$	Rendah
$1,33 < x \leq 2,66$	Sedang
$2,66 < x \leq 4,00$	Tinggi

Tabel 2. Kriteria N-gain

Nilai N-Gain	Kriteria
$0,70 < N-Gain$	Tinggi
$0,30 \leq N-Gain \leq 0,70$	Sedang
$N-Gain < 0,30$	Rendah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian dalam bentuk nilai pretest dan postest keterampilan proses sains mahasiswa pada 9 indikator KPS yang diteliti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pretest dan Postest Tiap Indikator Keterampilan Proses Sains

No	Inisial Mahasiswa	INDIKATOR KETERAMPILAN PROSES SAINS																	
		Merumuskan masalah		Merumuskan hipotesis		Mengidentifikasi variabel		Mendefinisikan operasional variabel		Merancang percobaan		Mengumpulkan data		Membuat tabel pengamatan		Melakukan analisis		Merumuskan kesimpulan	
		01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02
1	M1	1	3	0	4	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	4
2	M2	1	3	0	4	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	4
3	M3	1	3	0	4	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	4
4	M4	1	3	0	4	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	4
5	M5	1	3	0	4	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
6	M6	1	4	0	4	0	3	0	3	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4
7	M7	1	4	0	4	0	3	0	3	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4
8	M8	0	1	0	2	0	1	0	1	0	2	0	2	0	1	0	2	0	2
9	M9	1	3	0	4	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
10	M10	1	4	0	4	0	3	0	3	0	4	0	4	0	4	0	3	0	4
11	M11	0	1	0	2	0	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
12	M12	0	1	0	2	0	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
	Skor Total	9	33	0	42	0	30	0	30	0	36	0	36	0	35	0	35	0	40
	Rerata	0,8	2,8	0,0	3,5	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	2,9	0,0	2,9	0,0	3,3

Keterangan: 01= pretes; 02= postes

Berdasarkan Tabel 3 tersebut diketahui bahwa sebaran data pretest menunjukkan bahwa keterampilan proses sains mahasiswa masih berada pada titik awal yang sangat rendah, dengan hampir semua indikator memperoleh skor 0. Hanya indikator *merumuskan masalah* yang menunjukkan sedikit variasi, namun tetap terbatas pada skor 0–1. Pola ini mengindikasikan bahwa mahasiswa belum terbiasa menggunakan keterampilan ilmiah secara sistematis sebelum intervensi pembelajaran, sehingga menjadi dasar yang kuat untuk menerapkan model pembelajaran yang lebih terstruktur.

Setelah pembelajaran berbasis CCDSR diterapkan, sebaran data mengalami pergeseran yang nyata ke arah skor tinggi. Mayoritas indikator memiliki median pada skor 3, yang mencerminkan penguasaan keterampilan pada kategori cukup–baik, dengan beberapa indikator seperti *merumuskan hipotesis* dan *merumuskan kesimpulan* didominasi oleh skor 4. Hasil ini menunjukkan peningkatan yang merata di seluruh indikator, meskipun masih ditemukan sedikit variasi pada keterampilan awal seperti *merumuskan masalah* dan keterampilan representasi data seperti *membuat tabel pengamatan* serta *melakukan analisis*, yang memerlukan penguatan tambahan. Secara umum, pola sebaran ini menggambarkan keberhasilan model CCDSR dalam menggeser kemampuan mahasiswa dari tingkat dasar menuju tingkat yang lebih tinggi dan lebih konsisten di hampir semua aspek keterampilan proses sains.

Berdasarkan pemikiran tersebut maka dilakukan analisis data peningkatan nilai KPS mahasiswa dari pretes ke postes, kategori, serta sensitivitas setiap indikator KPS. Data hasil analisis disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis *N-gain* dan Sensitivitas Tiap Indikator Keterampilan Proses Sains

Inisial Mahasiswa	INDIKATOR KETERAMPILAN PROSES SAINS																	
	Merumuskan masalah		Merumuskan hipotesis		Mengidentifikasi variabel		Mendefinisikan operasional variabel		Merancang percobaan		Mengumpulkan data		Membuat tabel pengamatan		Melakukan analisis		Merumuskan kesimpulan	
	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02
Skor Total	9	33	0	42	0	30	0	30	0	36	0	36	0	35	0	35	0	40
Rerata	0,8	2,8	0,0	3,5	0,0	2,5	0,0	2,5	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	2,9	0,0	2,9	0,0	3,3
Nilai Indikator	18,8	68,8	0,0	87,5	0,0	62,5	0,0	62,5	0,0	75,0	0,0	75,0	0,0	72,9	0,0	72,9	0,0	83,3
Kriteria	Re nd ah	Tin ggi	Ren dah	Ting gi	Ren dah	Seda ng	Re nd ah	Seda ng	Re nd ah	Ti nggi	Re nd ah	Tin ggi	Re nd ah	Ting gi	Re nd ah	Ting gi	Re nd ah	Ti nggi
Koefisien <i>N-gain</i>	0,62		0,88		0,63		0,63		0,75		0,75		0,73		0,73		0,83	
<i>N-gain</i>	Sedang		Tinggi		Sedang		Sedang		Tinggi		Tinggi		Tinggi		Tinggi		Tinggi	
Koefisien Sensitivitas	0,67		1,17		0,83		0,83		1,00		1,00		0,97		0,97		1,11	
Sensitivitas	Sensitif		Sensitif		Sensitif		Sensitif		Sensitif		Sensitif		Sensitif		Sensitif		Sensitif	

Keterangan: 01= pretes; 02= postes

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa hasil analisis *N-gain* menunjukkan bahwa hampir semua indikator keterampilan proses sains mengalami peningkatan pada kategori sedang hingga tinggi. Indikator dengan capaian tertinggi adalah *merumuskan hipotesis* (*N-gain* = 0,88) dan *merumuskan kesimpulan* (0,83), yang keduanya masuk kategori tinggi. Hal ini menggambarkan bahwa mahasiswa mampu melakukan penalaran ilmiah dan menarik kesimpulan berbasis bukti secara lebih baik setelah mengikuti pembelajaran berbasis CCDSR. Indikator lain seperti *merancang percobaan*, *mengumpulkan data*, *membuat tabel pengamatan*, dan *melakukan analisis* juga berada pada kategori tinggi (0,73–0,75), menunjukkan bahwa keterampilan prosedural dan analitik mahasiswa telah berkembang secara merata.

Tiga indikator awal *merumuskan masalah*, *mengidentifikasi variabel*, dan *mendefinisikan operasional variabel* masih berada pada kategori sedang (0,62–0,63). Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun terjadi peningkatan, tahap awal penyelidikan ilmiah masih membutuhkan penguatan. Proses *problem framing* dan *operasionalisasi variabel* umumnya memerlukan latihan yang lebih banyak, contoh kontekstual, dan bimbingan yang lebih eksplisit agar mahasiswa dapat mengidentifikasi masalah penelitian dengan tepat dan menetapkan variabel secara jelas.

Semua indikator menunjukkan koefisien sensitivitas di atas 0,60 yang berarti cukup hingga sangat peka dalam mendeteksi perubahan kemampuan mahasiswa. Indikator dengan sensitivitas tertinggi adalah *merumuskan hipotesis* (1,17) dan *merumuskan kesimpulan* (1,11),



yang memperkuat temuan bahwa kedua keterampilan ini paling responsif terhadap intervensi pembelajaran berbasis CCDSR. Selain itu, indikator *merancang percobaan* dan *mengumpulkan data* juga memiliki koefisien sensitivitas yang tinggi (1,00), menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis praktik dan simulasi yang diberikan efektif dalam meningkatkan kemampuan mahasiswa pada aspek prosedural.

Secara keseluruhan, temuan ini mengonfirmasi efektivitas model CCDSR dalam mendorong peningkatan keterampilan proses sains mahasiswa, terutama pada keterampilan tingkat tinggi seperti merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, dan menarik kesimpulan. Namun demikian, hasil ini juga memberikan sinyal bahwa perlu dilakukan penguatan khusus pada aspek konseptual awal penyelidikan agar kualitas keterampilan berpikir ilmiah mahasiswa semakin komprehensif. Strategi penguatan dapat berupa pemberian contoh masalah nyata yang lebih bervariasi, latihan identifikasi variabel melalui *scaffolding*, dan diskusi kelompok terarah sebelum memasuki fase simulasi dan refleksi.

Berdasarkan hasil analisis N-gain dan sensitivitas, model pembelajaran berbasis CCDSR yang diterapkan menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam mengembangkan keterampilan proses sains mahasiswa Magister Pendidikan IPA Universitas Khairun. Peningkatan yang signifikan pada indikator seperti merumuskan hipotesis, merancang percobaan, mengumpulkan data, membuat tabel pengamatan, melakukan analisis, dan merumuskan kesimpulan menandakan bahwa pembelajaran ini berhasil menumbuhkan keterampilan ilmiah secara komprehensif. Hal ini selaras dengan pandangan bahwa keterampilan proses sains merupakan kompetensi penting dalam pendidikan sains abad ke-21, mencakup kemampuan merumuskan masalah, merancang eksperimen, menginterpretasi data, dan menarik kesimpulan berbasis bukti (Maison et al., 2019).

Peningkatan pada skor posttest yang disertai nilai sensitivitas tinggi menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis CCDSR tidak hanya efektif tetapi juga mampu memicu keterampilan berpikir ilmiah mahasiswa pada level yang lebih tinggi. Tahapan *Condition–Construction–Development* mendorong mahasiswa membangun hipotesis dan merancang eksperimen, sedangkan *Simulation–Reflection* memperkuat kemampuan menganalisis data dan merumuskan kesimpulan. Integrasi matematika dalam proses ini, seperti penggunaan tabel dan grafik untuk menyajikan hasil percobaan, semakin memperkaya pengalaman belajar dan membantu mahasiswa mengembangkan literasi numerasi yang penting dalam analisis ilmiah (English, 2016). Dengan demikian, hasil ini mengonfirmasi bahwa pengembangan keterampilan proses sains dapat dicapai secara optimal melalui model pembelajaran inovatif yang terstruktur dan integratif (Goos et al., 2023; Mihret et al., 2022).

Indikator konseptual awal seperti merumuskan masalah, mengidentifikasi variabel, dan mendefinisikan operasional variabel masih menunjukkan peningkatan yang lebih moderat (kategori sedang). Meski demikian, peningkatan tersebut konsisten dan disertai sensitivitas yang memadai. Ini mengisyaratkan bahwa walaupun mahasiswa pada tingkat pascasarjana



memiliki latar belakang IPA yang memadai, keterampilan framing masalah penelitian dan operasionalisasi variabel masih memerlukan latihan dan scaffolding tambahan agar menjadi lebih kuat. Hasil-hasil ini sejalan dengan temuan penelitian terdahulu yang menggunakan model CCDSR, misalnya penelitian Limatahu et al. (2018) yang menunjukkan bahwa CCDSR terbukti valid, praktis, dan efektif meningkatkan science process skills pada calon guru fisika. ERIC+1 Model CCDSR memang mendesain aktivitas ilmiah sedemikian rupa sehingga mahasiswa terlibat dalam seluruh tahapan: kondisi awal, konstruksi, pengembangan, simulasi, dan refleksi. Tahapan-tahapan ini secara sistematis mendukung indikator-indikator prosedural dan inferensial seperti eksperimen, analisis, dan kesimpulan (Limatahu et al., 2018).

Integrasi IPA dan Matematika mempermudah mahasiswa melakukan perhitungan, membuat model, dan memvisualisasikan data. Hal ini mendukung temuan, yang menekankan pentingnya integrasi matematika dalam pembelajaran STEM (Ben Ouahi et al., 2021; Goos et al., 2023; Mihret et al., 2022). Integrasi materi IPA dengan matematika dalam konteks Program Magister Pendidikan IPA menjadi elemen kunci yang terbukti dari capaian data penelitian. Indikator seperti membuat tabel pengamatan dan melakukan analisis menuntut keterampilan numerasi, mulai dari pengorganisasian data, perhitungan, hingga interpretasi dalam bentuk tabel dan grafik. Skor tinggi dan sensitivitas yang baik pada kedua indikator tersebut ( $\sim 0,97$ ) menunjukkan bahwa mahasiswa mampu memanfaatkan matematika bukan sekadar sebagai pelengkap, tetapi sebagai bahasa ilmiah untuk membangun model konseptual, mengevaluasi hipotesis, dan menarik kesimpulan berbasis data. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa matematika adalah “bahasa sains” yang memungkinkan deskripsi fenomena alam secara kuantitatif dan sistematis, sehingga mendukung pengembangan keterampilan proses sains yang lebih komprehensif (Goos et al., 2023; Limatahu et al., 2018; Pérez-Escobar & Sarikaya, 2024).

Aspek definisi operasional variabel dalam penelitian menuntut integrasi yang erat dengan konsep matematika dan statistika, karena setiap variabel harus didefinisikan secara terukur dengan unit, skala, dan prosedur pengukuran yang dapat dioperasionalkan secara numerik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator ini masih berada pada kategori sedang, yang menandakan perlunya penguatan pembelajaran pada topik seperti statistika dasar, desain eksperimen, dan pemilihan skala pengukuran. Pendekatan ini penting dalam Program Magister Pendidikan IPA untuk membekali mahasiswa dengan keterampilan mendesain penelitian yang kuantitatif, valid, dan dapat direplikasi, sehingga hasil penelitian dapat diinterpretasikan secara ilmiah dan mendukung literasi numerasi yang menjadi tuntutan pendidikan sains abad ke-21 (Harlow, 2010; Pérez-Escobar & Sarikaya, 2024).

Peningkatan yang sangat signifikan pada indikator merumuskan hipotesis dan merumuskan kesimpulan mencerminkan kemampuan mahasiswa yang semakin matang dalam berpikir ilmiah dan melakukan penalaran inferensial setelah mengikuti pembelajaran



berbasis CCDSR. Tahap construction dan development pada model ini memberikan ruang bagi mahasiswa untuk mengeksplorasi variabel, merumuskan model hipotesis yang logis, serta melakukan eksperimen yang relevan. Selanjutnya, tahap simulation dan reflection membantu mahasiswa menguji hipotesis tersebut dan menarik kesimpulan berbasis data secara kritis. Integrasi IPA–Matematika memperkuat proses ini karena mahasiswa dilatih menggunakan konsep numerik, analisis statistik, dan interpretasi grafik untuk memverifikasi hasil, sehingga menghasilkan kesimpulan yang lebih valid dan berbasis bukti (English, 2016; Goos et al., 2023; Limatahu et al., 2018).

Tingginya nilai sensitivitas pada seluruh indikator menunjukkan bahwa instrumen penilaian yang digunakan memiliki kemampuan yang sangat baik untuk mendeteksi perubahan keterampilan proses sains mahasiswa, bahkan pada perbedaan skor yang kecil sekalipun. Hal ini sangat penting di tingkat Magister, di mana latar belakang akademik dan pengalaman mahasiswa cenderung beragam sehingga diperlukan instrumen yang mampu memberikan gambaran perkembangan belajar secara akurat. Instrumen dengan sensitivitas tinggi tidak hanya mendukung penilaian hasil belajar yang objektif, tetapi juga menjadi dasar bagi Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Khairun untuk melakukan evaluasi berkelanjutan, menyempurnakan kurikulum, serta merancang strategi pembelajaran yang lebih adaptif dan responsif terhadap kebutuhan mahasiswa (Limatahu et al., 2018; Rasmawan, 2018; Zhan & Niu, 2023).

Berkaitan dengan kurikulum yang diterapkan pada Program Studi Magister Pendidikan IPA, temuan penelitian ini menegaskan pentingnya penguatan integrasi IPA dan matematika dalam mata kuliah Kajian IPA Terintegrasi pada Program Magister Pendidikan IPA. Pengajaran sebaiknya tidak hanya menyajikan konsep-konsep fisika, biologi, dan kimia secara terpisah, tetapi juga secara eksplisit melibatkan keterampilan matematis seperti statistik dasar, pemodelan kuantitatif, analisis data, serta representasi grafik dan tabel. Pendekatan ini akan membekali mahasiswa untuk tidak hanya menguasai teori, tetapi juga mampu merancang dan melaksanakan penelitian berbasis data serta mengembangkan argumentasi ilmiah yang berbobot. Integrasi ini selaras dengan tuntutan literasi STEM abad ke-21 yang menekankan konektivitas antar-disiplin dan penggunaan matematika sebagai bahasa sains yang esensial dalam proses penyelidikan ilmiah (English, 2016; Goos et al., 2023; Zhan & Niu, 2023).

Meskipun sebagian besar indikator keterampilan proses sains menunjukkan peningkatan yang tinggi, hasil penelitian ini juga mengungkap bahwa keterampilan konseptual awal, seperti perumusan masalah dan identifikasi variabel, masih memerlukan perhatian khusus. Mahasiswa tampaknya membutuhkan scaffolding tambahan melalui studi kasus kontekstual, proyek mini berbasis fenomena lokal, dan praktik langsung yang memfasilitasi mereka untuk mengenali, merumuskan, dan mengoperasikan variabel penelitian secara tepat. Selain itu, penguatan literasi matematika yang relevan-termasuk statistik deskriptif, pemahaman variansi, standar deviasi, dan ukuran efek-perlu diintegrasikan secara eksplisit dalam



pembelajaran agar mahasiswa mampu melakukan analisis data yang valid dan mendalam. Upaya ini penting untuk memastikan bahwa keterampilan berpikir ilmiah mahasiswa berkembang secara menyeluruh, sekaligus mendukung tercapainya capaian pembelajaran lulusan yang menuntut kompetensi penelitian berbasis data dan argumentasi kuantitatif (Fadlelmula et al., 2022; Goos et al., 2023).

## KESIMPULAN

Penerapan Model CCDSR pada pembelajaran yang mengintegrasikan IPA dengan matematika dalam matakuliah IPA Terintegrasi mempunyai potensi besar dalam meningkatkan keterampilan proses sains pada mahasiswa Magister Pendidikan IPA Universitas Khairun. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain kontrol, memperluas sampel, serta memasukkan pembelajaran berbasis data nyata (*real-data*) dan virtual sehingga hasil penelitian bukan hanya valid secara internal, tetapi juga relevan dan dapat diadaptasi lebih luas dalam pendidikan sains di tingkat pascasarjana.

## REFERENCES

- Alkan, F., & Alkan, F. (2016). Experiential Learning: Its effects on achievement and scientific process skills. *Journal of Turkish Science Education*, 13(2), 15–26.  
<https://doi.org/10.12973/tused.10164a>
- Ben Ouahi, M., Ait Hou, M., Bliya, A., Hassouni, T., & Al Ibrahmi, E. M. (2021). The effect of using computer simulation on students' performance in teaching and learning physics: Are there any gender and area gaps? *Education Research International*, 2021.  
<https://doi.org/10.1155/2021/6646017>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Escobar, J. A. P. (2023). A new role of mathematics in science: Measurement normativity. *Measurement*, 223, 1–10.
- Fadlelmula, F. K., Sellami, A., Abdelkader, N., & Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*, 9(2).
- Goos, M., Carreira, S., & Namukasa, I. K. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. *ZDM - Mathematics Education*, 55(7), 1199–1217. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z>
- Harlow, L. L. (2010). On scientific research: The role of statistical modeling and hypothesis testing. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 9(2), 348–358.  
<https://doi.org/10.22237/jmasm/1288584180>
- Leng, M. (2021). Models, structures, and the explanatory role of mathematics in empirical



- science. *Synthese*, 199(3–4), 10415–10440. <https://doi.org/10.1007/s11229-021-03253-x>
- Limatahu, I., Wasis, Sutoyo, S., & Prahani, B. K. (2018). Development of CCDSR teaching model to improve science process skills of pre-service physics teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 17(5), 812–827. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.812>
- Maison, Darmaji, Kurniawan, D. A., Astalini, Dewi, U. P., & Kartina, L. (2019). Analysis Of Science Process Skills In Physic Education Students. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 23(2), 197–205.
- Mihret, Z., Alemu, M., & Assefa, S. (2022). Effects of blending virtual and real laboratory experimentation on pre-service physics teachers' attitudes toward physics electricity and magnetism laboratories. *Science Education International*, 33(3), 313–322.
- Pérez-Escobar, J. A., & Sarikaya, D. (2024). Philosophical investigations into AI alignment: A wittgensteinian framework. *Philosophy & Technology*, 37(3), 80.
- Porgo, T. V., Norris, S. L., Salanti, G., Johnson, L. F., Simpson, J. A., Low, N., Egger, M., & Althaus, C. L. (2019). The use of mathematical modeling studies for evidence synthesis and guideline development: A glossary. *Research Synthesis Methods*, 10(1), 125–133. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1333>
- Rahman, R. A., & Limatahu, I. (2020). Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Sma Negeri 8 Kota Ternate Melalui Penerapan Model Pembelajaran CCDSR (Condition, Construction, Development, Simulation, Reflection). *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 9(2), 1783–1789. <https://doi.org/10.26740/jpps.v9n2.p1783-1789>
- Rasmawan, R. (2018). Pengembangan LKS Kimia Berbasis Inkuiri Untuk Meningkatkan Keterampilan Kerja Ilmiah. *Jurnal Kependidikan*, 2(Mei), 98–115.
- Zhan, Z., & Niu, S. (2023). Subject integration and theme evolution of STEM education in K-12 and higher education research. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1–14. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02303-8>