

## PENGUATAN KETERAMPILAN GENERIK SAINS PESERTA DIDIK SMA MELALUI BIMBINGAN PRAKTIKUM PADA MATERI TERMOKIMIA DAN PENURUNAN TITIK BEKU LARUTAN

Albaiti<sup>1)\*</sup>, Agnes Aryesam<sup>2)</sup>, Clara Esterlina Kwamtagai<sup>3)</sup>,  
Celine Dion Ayu Naema Sawaki<sup>4)</sup>

Universitas Cenderawasih, Indonesia

\*Corresponding author: [albaiti@fkip.uncen.ac.id](mailto:albaiti@fkip.uncen.ac.id)

### ABSTRAK

Keterampilan generik sains merupakan kemampuan berpikir kritis dan analitis, berkontribusi pada pengembangan kualitas sumber daya manusia yang diperlukan di era abad 21. Salah satu SMA YPK di Kabupaten Jayapura memiliki tantangan tersendiri dalam mewujudkan tujuan ini karena keterbatasan fasilitas laboratorium dan rendahnya pengalaman peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Materi termokimia dan pemahaman tentang penurunan titik beku larutan merupakan aspek penting dalam pelajaran kimia yang mengintegrasikan pemahaman konseptual dengan keterampilan praktis. Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah penguatan keterampilan generik sains peserta didik melalui kegiatan praktikum terstruktur pada materi termokimia dan penurunan titik beku larutan. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi (1) Praktikum terstruktur tentang Termokimia dan Penurunan Titik Beku Larutan menggunakan pendekatan demonstrasi, eksperimen kelompok, dan diskusi hasil eksperimen. (2) Pendampingan langsung dan evaluasi kegiatan praktikum untuk memastikan penguasaan keterampilan generik sains peserta didik. Bimbingan praktikum berbasis keterampilan generik sains mengembangkan kemampuan pengamatan, penalaran kausal, bahasa simbolik, dan pemodelan matematis peserta didik. Berdasarkan hasil penilaian keterampilan generik sains peserta didik maka kegiatan ini dikatakan berhasil karena telah memenuhi kriteria minimal dari indikator keberhasilan yaitu minimal 50% peserta didik memperoleh kriteria penilaian baik.

**Kata Kunci:** Keterampilan generik sains, praktikum, termokimia, penurunan titik beku larutan.

### PENDAHULUAN

Pendidikan sains diharapkan tidak hanya mengedepankan pemahaman teoritis, tetapi juga mengembangkan keterampilan generik sains pada peserta didik untuk mempersiapkan mereka menghadapi tantangan kehidupan modern. Tujuan utama dari integrasi hakikat sains (Nature of Science, NOS) ke dalam kurikulum sains adalah untuk memfasilitasi peserta didik dalam memecahkan masalah sains dan teknologi yang kompleks. Selain itu, Irsan (2021) menyatakan literasi sains dalam pendidikan sangat penting untuk menunjukkan pemahaman akan ilmu sebagai senjata untuk menghadapi tantangan berkaitan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Keterampilan generik sains, yang merupakan kemampuan berpikir kritis dan analitis, berkontribusi pada pengembangan

kualitas sumber daya manusia yang diperlukan di era abad 21. Putu dan Wijaya menunjukkan bahwa keterampilan ini menduduki posisi penting dalam pemecahan masalah dan penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari (Putu & Wijaya, 2023). Penerapan pendekatan berbasis proyek dalam pembelajaran dianggap efektif dalam meningkatkan keterampilan generik sains peserta didik, karena memberikan mereka kesempatan untuk berpartisipasi aktif dalam kegiatan ilmiah dan mendorong inovasi (Putu & Wijaya, 2023; Fuadi et al., 2020).

Suatu studi menunjukkan bahwa penerapan berbagai metode dan pendekatan, termasuk pembelajaran yang mengedepankan interaksi dan kolaborasi antara peserta didik, dapat meningkatkan literasi sains (Hasanah et al., 2024). Reformasi pendidikan yang dilakukan lewat

kurikulum, seperti Kurikulum 2013, bertujuan untuk menjaga relevansi pendidikan sains dengan kebutuhan masyarakat modern (Nurmilawati et al., 2021). Dalam hal ini, guru memiliki peran penting dalam mendesain pengalaman pembelajaran yang mendorong keterampilan generik (Dwisetiarezi & Fitria, 2021). Hal ini penting agar peserta didik tidak hanya mengumpulkan pengetahuan, tetapi juga membangun keterampilan yang perlu mereka miliki untuk mengkaji dan menerapkan informasi ilmiah dalam kehidupan sehari-hari.

Selanjutnya, partisipasi aktif dalam pembelajaran sains yang terintegrasi dengan konteks lebih luas, termasuk literasi sains berbasis isu sosio-saintifik, juga mendukung perkembangan keterampilan generik peserta didik (Nurmilawati et al., 2021; Setiawan et al., 2022). Ini menunjukkan pentingnya kurikulum yang tidak hanya menyediakan pengetahuan dasar, tetapi juga memberikan kontekstualisasi yang relevan agar peserta didik dapat memanfaatkan pengetahuan tersebut dengan baik dalam kehidupan sehari-hari.

Dengan memasukkan keterampilan berpikir kritis dan pendekatan yang adaptif dalam pendidikan sains, kita dapat memastikan bahwa pendidikan tersebut tidak hanya mengedepankan penguasaan konsep, tetapi juga kemahiran praktis yang diperlukan dalam memecahkan permasalahan sains dan teknologi yang ada (Mauladhani et al., 2023). Lebih jauh lagi, pembelajaran menyeluruh ini bisa menjadi langkah awal untuk meningkatkan literasi sains di kalangan generasi muda, sehingga peserta didik siap menghadapi tantangan global di masa depan (Nuriyani & Sari, 2024; Setiawan et al., 2022).

Salah satu SMA YPK di Kabupaten Jayapura memiliki tantangan tersendiri dalam mewujudkan tujuan ini karena keterbatasan fasilitas laboratorium dan rendahnya pengalaman peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Materi termokimia dan pemahaman tentang penurunan titik beku larutan merupakan aspek penting dalam pelajaran kimia yang mengintegrasikan pemahaman konseptual

dengan keterampilan praktis. Termokimia, yang merupakan bagian dari ilmu kimia, menggambarkan hubungan antara perubahan energi dan proses kimia yang terjadi, serta memerlukan pemahaman yang mendalam mengenai konsep-konsep dasar seperti entalpi dan kalor (Yuliana & Sholichah, 2021). Dalam konteks pendidikan, pemahaman terhadap materi ini tidak hanya diperlukan untuk menyelesaikan soal-soal akademik tetapi juga untuk aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam proses memasak atau pembuatan produk berbasis kimia.

Pengembangan modul pembelajaran yang berbasis multi representasi dalam termokimia, seperti yang dibahas oleh Yuliana dan Sholichah, menunjukkan bahwa menggunakan pendekatan yang berbeda (grafik, eksperimen, dan teori) dapat meningkatkan literasi kimia peserta didik dan pemahaman mereka terhadap konsep termokimia (Yuliana & Sholichah, 2021). Penelitian juga menunjukkan bahwa dengan mengintegrasikan konteks lokal, seperti tradisi atau praktik sehari-hari yang melibatkan prinsip-prinsip termodinamika, peserta didik dapat lebih termotivasi dalam belajar dan lebih memahami konsep-konsep yang diajarkan (Rizky & Andromeda, 2024).

Kesulitan peserta didik dalam memahami materi termokimia sering kali diakibatkan oleh ketidakpuasan dalam membedakan antara kalor dan suhu, serta pemahaman yang kurang dalam prinsip kalorimeter dan perubahan energi pada reaksi kimia (Sagala & Sinaga, 2021). Dalam hal ini, penerapan metode pembelajaran berbasis proyek dapat membantu peserta didik dalam menyelesaikan masalah praktis yang berkaitan dengan termokimia dan penurunan titik beku larutan, memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep-konsep tersebut melalui pengalaman langsung (Sagala & Sinaga, 2021). Sebagai contoh, analogi tentang penurunan titik beku dapat dengan mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti penggunaan garam untuk mencairkan es di jalanan yang beku, yang merupakan penerapan nyata dari prinsip termokimia. Ini menunjukkan

pentingnya menghubungkan konsep dengan aplikasinya dalam situasi sehari-hari, yang dapat menambah kepercayaan diri peserta didik dalam menggunakan ilmu kimia (Rizky & Andromeda, 2024).

Menggunakan prinsip-prinsip ini dalam pendidikan kimia tidak hanya membuat pembelajaran menjadi lebih menarik tetapi juga berkaitan langsung dengan pengalaman praktis yang dapat meningkatkan daya tarik materi termokimia. Sebagai kesimpulan, integrasi antara pemahaman konseptual dengan keterampilan praktis dalam materi termokimia dan penurunan titik beku larutan sangat penting, karena dapat membantu peserta didik menerapkan ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari dengan lebih efektif. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian melalui bimbingan praktikum ini penting dilaksanakan guna meningkatkan kompetensi peserta didik secara holistik, baik dari sisi kognitif maupun keterampilan generik sains. Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah penguatan keterampilan generik sains peserta didik melalui kegiatan praktikum terstruktur pada materi termokimia dan penurunan titik beku larutan.

#### **METODE KEGIATAN**

Kegiatan penguatan keterampilan generik sains peserta didik salah satu SMA YPK di Kabupaten Jayapura selama dua hari melalui bimbingan praktikum pada materi termokimia dan penurunan titik beku larutan merupakan fokus penting dalam pendidikan sains. Penguatan keterampilan ini bisa dicapai melalui penerapan berbagai model pembelajaran yang interaktif dan berbasis inquiry, yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan generik sains peserta didik.

Salah satu model pembelajaran yang efektif untuk tujuan ini adalah Siklus belajar yang terbukti meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi termokimia (Ratulangi et al., 2020). Penelitian ini menunjukkan bahwa model ini, yang mengintegrasikan metode dan sikap ilmiah, dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep sains secara lebih mendalam (Khoiri &

Fauziyah, 2020). Siklus belajar memungkinkan peserta didik untuk belajar secara berurutan melalui tahapan berinkuiri, sehingga mengoptimalkan pemahaman mereka terhadap materi praktikum (Ratulangi et al., 2020).

Selain itu, penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) dan *Guided Inquiry* juga menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan keterampilan generik sains. Dalam penelitian, model PBL terbukti meningkatkan retensi keterampilan generik sains dengan memberikan pengalaman belajar yang bermakna (Laili et al., 2022). Penggunaan PBL dan *Guided Inquiry* memungkinkan peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran, yang tidak hanya membantu mereka memahami teori tetapi juga menerapkan pengetahuan dalam konteks praktis, seperti dalam praktikum termokimia (Noviandayati, 2021).

Penerapan bimbingan praktikum yang terencana dalam konteks ini sangat penting. Sebagai contoh, penggunaan alat praktikum yang relevan dan modifikasi alat lama dapat meningkatkan pemahaman peserta didik mengenai reaksi termokimia. Melalui percobaan praktis ini, peserta didik dapat secara langsung mengamati fenomena fisik dan kimia yang terjadi, termasuk penurunan titik beku larutan (Sari et al., 2022). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa alat praktikum yang baik dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik, serta membawa dampak positif pada keterampilan generik sains mereka (Sari et al., 2022).

Sementara itu, pengajaran berbasis proyek dan simulasi virtual juga dapat menjadi alat yang efektif dalam meningkatkan keterampilan generik sains peserta didik. Dalam situasi pembelajaran yang mendukung interaksi dan kolaborasi, peserta didik dapat saling bertukar ide dan strategi, yang pada gilirannya memperkaya pengalaman belajar mereka. dengan demikian, penting untuk memastikan bahwa aktivitas pembelajaran ini memberikan ruang bagi peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif. Melalui penerapan keterampilan generik sains seperti

mengobservasi, berinferensi, dan membangun konsep, peserta didik tidak hanya belajar tentang sains, tetapi mereka juga dilatih untuk menjadi pemecah masalah yang baik dalam konteks kehidupan sehari-hari (Safitri et al., 2022). Semua elemen ini, jika dikombinasikan dengan metode pengajaran yang tepat, dapat menghasilkan penguatan yang signifikan dalam keterampilan generik sains peserta didik.

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi:

1. Praktikum terstruktur tentang Termokimia dan Penurunan Titik Beku Larutan menggunakan pendekatan demonstrasi, eksperimen kelompok, dan diskusi hasil eksperimen.
2. Pendampingan langsung dan evaluasi kegiatan praktikum untuk memastikan penguasaan keterampilan generik sains

peserta didik.

Dengan demikian, melalui kegiatan pengabdian ini, peserta didik diharapkan mampu mengintegrasikan pengetahuan teoritis dan keterampilan praktis, sehingga tercipta pembelajaran sains yang bermakna dan berkelanjutan.



**Gambar 1.** Alur Metode Pelaksanaan Diagram.

**Tabel 1.** Tahapan, Indikator Capaian, dan Tugas Tim.

No	Tahapan Kegiatan	Indikator Capaian	Tugas Tim Pengabdian
1.	Persiapan dan koordinasi dengan mitra sekolah	Tercapainya kesepakatan bersama antara tim pengabdian dan mitra (sekolah) terkait teknis pelaksanaan kegiatan	- Mengadakan pertemuan koordinasi awal - Menyusun jadwal pelaksanaan kegiatan bersama guru mitra
2.	Penyusunan dan validasi modul praktikum berbasis keterampilan generik sains	Modul praktikum tervalidasi oleh ahli dengan kategori minimal "baik"	- Merancang modul praktikum berbasis keterampilan generik sains - Melaksanakan validasi modul praktikum oleh ahli
3.	Pelaksanaan kegiatan bimbingan praktikum di kelas dengan peserta didik	Minimal 50% peserta didik mengikuti praktikum secara aktif dan terlibat penuh dalam kegiatan	- Membimbing pelaksanaan praktikum bersama guru mitra - Mengamati proses dan interaksi selama praktikum
4.	Evaluasi keterampilan generik sains peserta didik selama kegiatan praktikum	Minimal 50% peserta didik menunjukkan penilaian keterampilan generik sains pada kategori minimal "baik"	- Melakukan evaluasi melalui lembar observasi dan hasil pengerjaan LKPD keterampilan generik sains - Mengolah dan menganalisis data capaian

**Tabel 2.** Rubrik Penilaian Praktikum Termokimia.

Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Pengamatan Langsung	Mengamati perubahan suhu saat pencampuran	Pencatatan cermat & rinci	Pencatatan cukup baik	Kurang lengkap	Banyak data hilang
Bahasa Simbolik	Menuliskan reaksi: $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \Delta\text{H}$	Lengkap & tepat	Ada sedikit kesalahan	Sebagian tidak tepat	Banyak salah atau kosong
Pemodelan Matematika	Menghitung $q = m \times c \times \Delta T$	Langkah logis & benar	Langkah kurang rapi	Banyak kekeliruan hitung	Tidak memahami alur hitung
Pemodelan Matematika	Menyusun grafik suhu vs waktu	Grafik lengkap & jelas	Grafik kurang lengkap	Grafik kurang tepat	Tidak membuat grafik
Berpikir Logis dan Kausal	Menyimpulkan reaksi termasuk reaksi eksoterm atau endoterm	Simpulan logis dan tepat	Simpulan masih umum	Kurang logis	Tidak menyimpulkan

**Tabel 3.** Rubrik Penilaian Praktikum Penurunan Titik Beku Larutan.

Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Bahasa Simbolik	Menuliskan rumus $\Delta T_f = K_f \times m$ dan semua notasi ilmiah dengan benar	Lengkap & tepat	Ada sedikit kesalahan	Sebagian tidak tepat	Banyak salah atau kosong
Pemodelan Matematika	Mampu menyusun langkah perhitungan $\Delta T_f$ , molalitas, dan $M_r$ dari data	Langkah logis & benar	Langkah kurang rapi	Banyak kekeliruan hitung	Tidak memahami alur hitung
Pemodelan Matematika	Menyajikan data dalam bentuk grafik titik beku vs waktu	Grafik lengkap & jelas	Grafik kurang lengkap	Grafik kurang tepat	Tidak membuat grafik
Pengamatan Langsung	Mampu mencatat perubahan suhu selama eksperimen secara teliti dan sistematis	Pencatatan cermat & rinci	Pencatatan cukup baik	Kurang lengkap	Banyak data hilang
Berpikir Logis dan Kausal	Menyimpulkan hubungan jumlah zat terlarut dengan penurunan titik beku secara ilmiah	Simpulan logis dan tepat	Simpulan masih umum	Kurang logis	Tidak menyimpulkan

Data yang diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan kriteria Hamalik (1993) : 85-100% (Sangat Baik);

70-84% (Baik); 55-69% (Cukup); 40-54% (Kurang), dan 0-39% (Sangat Kurang).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Praktikum Termokimia dilakukan pada kelas XII IPA dan XII IPS. Peserta didik dibagi menjadi 4 kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 6-7 orang. Tujuan dari praktikum termokimia yaitu menghitung kalor reaksi penetralan larutan Asam Klorida dengan larutan Natrium Hidroksida. Sebelum membimbing praktikum, Praktikum Termokimia dimulai dengan penyampaian tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan yang digunakan

serta langkah- langkah/prosedur praktikum oleh team yang bertugas. Selanjutnya anggota team membimbing dan megarahkan peserta didik pada masing-masing kelompok untuk melakukan praktikum. Saat praktikum, peserta didik sangat antusias dalam melakukan praktikum Termokimia ditandai dengan banyaknya peserta didik yang bertanya selama praktikum berlangsung. Setelah praktikum berakhir team membimbing peserta didik dalam pengisian LKPD.



**Gambar 2.** Pelaksanaan Praktikum Termokimia.

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh KGS peserta didik pada materi termokimia disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Penilaian KGS Peserta Didik Pada Materi Termokimia.

Skor Kelompok	Aspek yang Diamati					Nilai	Kriteria
	1	2	3	4	5		
Kelompok 1	4	4	4	4	4	100	Sangat Baik
Kelompok 2	3	3	4	3	4	85	Sangat Baik
Kelompok 3	3	3	4	3	4	85	Sangat Baik
Kelompok 4	3	3	4	3	4	85	Sangat Baik

Praktikum PenurunanTitik Beku juga dilakukan pada kelas XII IPA dan XII IPS. Peserta didik dibagi menjadi 4 kelompok masing-masing kelompok terdiri dari 6-7 peserta didik. Tujuan dari praktikum Penurunan titik beku yaitu menentukan penurunan titik beku dari naftalena berwarna dan tidak berwarna (kapur barus berwarna dan tidak berwarna). Sebelum membimbing praktikum, Praktikum penurunan titik beku dimulai dengan penyampaian tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan yang digunakan serta

langkah- langkah/prosedur praktikum oleh team yang bertugas. Selanjutnya anggota team membimbing dan megarahkan peserta didik pada masing-masing kelompok untuk melakukan praktikum. Saat praktikum, peserta didik sangat antusias dalam melakukan praktikum penurunan titik beku ditandai dengan banyaknya peserta didik yang bertanya selama praktikum berlangsung. Setelah praktikum berakhir tim membimbing peserta didik dalam pengisian LKPD.



**Gambar 3.** Pelaksanaan Praktikum Penurunan Titik Beku.

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh keterampilan praktikum peserta didik pada materi penurunan titik beku larutan disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Penilaian KGS Peserta Didik Pada Materi Penurunan Titik Beku Larutan.

Skor Kelompok	Aspek yang Diamati					Nilai	Kriteria
	1	2	3	4	5		
Kelompok 1	4	4	3	3	4	90	Sangat Baik
Kelompok 2	4	3	3	3	4	85	Sangat Baik
Kelompok 3	4	3	3	3	4	85	Sangat Baik
Kelompok 4	4	4	3	3	4	90	Sangat Baik

Peningkatan keterampilan generik sains (KGS) merupakan salah satu indikator penting keberhasilan pendidikan sains abad ke-21. KGS mencakup kemampuan mengamati, menafsirkan data, menggunakan bahasa simbolik ilmiah, berpikir kausal, serta melakukan pemodelan matematis terhadap fenomena alam (Hofstein & Kind, 2021). Di Indonesia, hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 menunjukkan bahwa literasi sains peserta didik Indonesia masih berada di bawah rata-rata OECD, khususnya pada aspek penalaran ilmiah dan pemecahan masalah (OECD, 2023). Kondisi ini menunjukkan perlunya intervensi inovatif di bidang pembelajaran sains, terutama di wilayah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium seperti Papua.

Kegiatan pengabdian “Penguatan Keterampilan Generik Sains Peserta Didik salah satu SMA YPK di Kabupaten Jayapura melalui Bimbingan Praktikum pada Materi Termokimia dan Penurunan Titik Beku Larutan” dilatarbelakangi oleh kebutuhan mendesak untuk memberikan pengalaman langsung (*hands-on*) dan penalaran reflektif (*minds-on*) kepada

peserta didik. Dalam konteks sekolah mitra, keterbatasan alat laboratorium dan rendahnya intensitas praktikum menyebabkan peserta didik lebih terbiasa dengan hafalan konsep daripada pengalaman empiris. Dengan demikian, program pengabdian ini berupaya menjadi model pembelajaran kontekstual yang menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah sekaligus meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Program ini juga mendukung implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan *student agency* dan pembelajaran berbasis proyek. Sejalan dengan pandangan Bybee (2021), literasi sains tidak dapat dibangun hanya melalui ceramah, melainkan melalui keterlibatan peserta didik dalam proses inkuiri, eksperimen, dan refleksi. Oleh karena itu, bimbingan praktikum ini tidak sekadar melatih keterampilan prosedural, tetapi juga membentuk cara berpikir ilmiah melalui aktivitas observasi, analisis, dan inferensi terhadap data eksperimen yang diperoleh secara langsung.

Praktikum termokimia dilaksanakan pada kelas XII IPA dan XII IPS, dengan tujuan mengukur kalor reaksi penetralan antara larutan HCl dan NaOH. Sebelum

kegiatan dimulai, peserta didik diberi pengantar berupa teori dasar, tujuan, alat dan bahan, serta langkah kerja. Selanjutnya, mereka dibagi menjadi empat kelompok beranggotakan 6–7 orang dan melaksanakan praktikum secara mandiri dengan pendampingan tim pengabdian. Pendekatan ini sejalan dengan model learning cycle (5E: *engage, explore, explain, elaborate, evaluate*) yang terbukti efektif meningkatkan keterampilan proses sains (Khoiri & Fauziyah, 2020). Selama kegiatan, peserta didik menunjukkan antusiasme tinggi. Banyak peserta aktif bertanya dan mendiskusikan fenomena perubahan suhu yang terjadi. Aktivitas ini menunjukkan keterlibatan kognitif dan afektif yang kuat. Dalam pengamatan tim, suasana pembelajaran berubah dari pasif menjadi dinamis, peserta didik yang semula ragu melakukan pengukuran mulai memahami keterkaitan antara data eksperimen dan konsep kalor reaksi. Menurut Ratulangi et al. (2020), siklus belajar yang memberi ruang eksplorasi dan diskusi seperti ini memungkinkan terbentuknya pemahaman konseptual yang lebih dalam. Hasil penilaian KGS menunjukkan bahwa semua kelompok mencapai kategori “Sangat Baik” (85–100%). Nilai tertinggi terdapat pada indikator pemodelan matematis dan berpikir logis dan kausal. Peserta didik mampu menghitung kalor reaksi menggunakan rumus  $q = m \times c \times \Delta T$  dengan langkah logis dan hasil yang konsisten. Mereka juga mampu menyimpulkan reaksi termasuk reaksi eksoterm atau endoterm dengan logis dan tepat. Temuan ini menunjukkan keterampilan pemodelan matematis dan berpikir logis dan kausal yang kuat.

Dari perspektif teori pembelajaran sains, keberhasilan ini mencerminkan proses *conceptual change*, peserta didik tidak hanya menghafal konsep endoterm-eksoterm, tetapi juga memahaminya melalui bukti empiris (Bybee, 2021). Selain itu, keterlibatan peserta didik dalam observasi langsung menunjukkan peningkatan keterampilan *scientific inquiry*. Peserta didik mampu menghubungkan hasil pengukuran dengan hukum kekekalan

energi, menunjukkan penalaran kausal yang berkembang. Dengan demikian, kegiatan ini berhasil membangun kesadaran ilmiah bahwa setiap fenomena kimia memiliki dasar energi yang terukur, bukan sekadar definisi teoretis.

Praktikum kedua mengenai penurunan titik beku larutan dilakukan dengan menggunakan bahan naftalena dan kapur barus, baik berwarna maupun tidak berwarna. Tujuan kegiatan ini adalah memperkenalkan konsep koligatif, khususnya penurunan titik beku ( $\Delta T_f = K_f \times m$ ). Prosedur eksperimen disusun agar sederhana namun tetap memberikan pengalaman ilmiah yang bermakna. Pendekatan ini sesuai dengan prinsip *experiential learning* (Kolb, 1984), di mana pengetahuan dibangun melalui pengalaman konkret, refleksi, dan penerapan konsep baru. Peserta didik menunjukkan antusiasme tinggi selama kegiatan. Mereka terlibat aktif dalam mencatat perubahan suhu, membandingkan hasil antar kelompok, dan berdiskusi mengenai penyebab perbedaan data. Kegiatan semacam ini mengasah kemampuan kolaboratif dan komunikasi ilmiah, dua komponen utama dari keterampilan abad 21. Menurut Laili et al. (2022), pembelajaran yang berbasis masalah dan eksplorasi terbimbing seperti ini mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan reflektif.

Berdasarkan hasil observasi, capaian KGS peserta didik dalam praktikum penurunan titik beku berada pada kategori “Sangat Baik” (85–90%). Skor tertinggi diperoleh pada indikator penggunaan bahasa simbolik dan berpikir logis dan kausal, menunjukkan bahwa peserta didik mulai terbiasa dengan konsistensi notasi ilmiah dan konversi satuan serta mampu menyimpulkan hubungan jumlah zat terlarut dengan penurunan titik beku secara ilmiah. Indikator pengamatan langsung sedikit lebih rendah, yang diduga karena keterbatasan alat ukur suhu sederhana yang digunakan. Meski demikian, capaian ini memperlihatkan kemampuan peserta didik dalam melakukan pemodelan matematis, seperti menghitung molalitas, konstanta

penurunan titik beku, dan menggambarkan grafik titik beku terhadap waktu. Keterampilan ini penting karena menuntut integrasi antara konsep, prosedur, dan interpretasi hasil. Temuan ini konsisten dengan studi Safitri et al. (2022), yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing mampu meningkatkan kemampuan berpikir kausal peserta didik melalui proses investigasi dan refleksi ilmiah.

Selain aspek kognitif, kegiatan ini juga menumbuhkan rasa percaya diri peserta didik terhadap sains. Banyak peserta yang semula ragu kini merasa mampu menjelaskan fenomena fisik dengan bahasa ilmiah. Kegiatan pengabdian ini berhasil membangun hubungan erat antara teori, eksperimen, dan penalaran ilmiah. Peningkatan keterampilan generik sains yang ditunjukkan peserta didik mencerminkan keberhasilan integrasi antara *guided inquiry* dan *problem-based learning* (PBL). Dalam konteks pendidikan kimia, PBL dan inkuiri terbimbing memungkinkan peserta didik membangun makna sendiri melalui pengamatan dan analisis fenomena nyata (Noviandayati, 2021).

Selain itu, kegiatan ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan literasi sains kontekstual di Papua. Dengan memanfaatkan alat sederhana dan bahan lokal, peserta didik dapat memahami konsep sains tanpa ketergantungan pada fasilitas laboratorium mahal. Pendekatan ini sejalan dengan temuan Utami et al. (2023) yang menekankan pentingnya *contextual teaching and learning* (CTL) untuk sekolah di daerah terpencil, karena membantu peserta didik mengaitkan sains dengan kehidupan sehari-hari. Dari sisi kognitif, peserta didik menunjukkan peningkatan dalam kemampuan mengamati, menghitung, dan menginterpretasi data eksperimen. Secara afektif, terjadi peningkatan rasa percaya diri dan antusiasme terhadap pelajaran kimia. Dari sisi sosial, kegiatan praktikum kelompok memperkuat kerja sama, komunikasi, dan tanggung jawab bersama.

Menurut Hofstein & Kind (2021), dimensi sosial pembelajaran laboratorium memiliki peran penting dalam pembentukan

identitas ilmiah peserta didik. Proses diskusi dan refleksi yang difasilitasi oleh guru berkontribusi pada kemampuan berpikir ilmiah jangka panjang, bukan hanya hasil sesaat. Implikasi dari kegiatan ini cukup luas. Pertama, kegiatan ini membuktikan bahwa keterbatasan fasilitas bukan penghalang bagi pembelajaran sains yang bermakna. Kedua, bimbingan praktikum seperti ini dapat dijadikan model pelatihan guru atau *best practice* pengabdian lanjutan untuk sekolah lain di wilayah Jayapura dan sekitarnya. Ketiga, integrasi metode *guided inquiry* dengan CTL dapat diadaptasi ke dalam kurikulum IPA di sekolah menengah, selaras dengan arah kebijakan pemerintah dalam meningkatkan *scientific reasoning* peserta didik Indonesia. Selain itu, program ini mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) ke-4: Quality Education, karena secara langsung memperkuat kapasitas guru dan peserta didik dalam praktik pembelajaran yang berorientasi pada literasi sains dan keberlanjutan. Dalam jangka panjang, kegiatan ini berpotensi menjadi model pengembangan *science learning community* di Papua, yang menghubungkan universitas, sekolah, dan masyarakat dalam kolaborasi pendidikan sains yang berkelanjutan.

## PENUTUP

Kegiatan pengabdian di salah satu SMA YPK di Kabupaten Jayapura menunjukkan bahwa bimbingan praktikum berbasis keterampilan generik sains dapat mengembangkan kemampuan pengamatan, penalaran kausal, bahasa simbolik, dan pemodelan matematis peserta didik. Berdasarkan hasil penilaian keterampilan generik sains peserta didik maka kegiatan ini dikatakan berhasil karena telah memenuhi kriteria minimal dari indikator keberhasilan yaitu minimal 50% peserta didik memperoleh kriteria penilaian baik.

## DAFTAR PUSTAKA

Bybee, R. W. (2021). Science education for the contemporary citizen: A framework for scientific literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 1–12.

- Dwisetiarezi, D. and Fitria, Y. (2021). Analisis kemampuan literasi sains peserta didik pada pembelajaran IPA terintegrasi di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 1958-1967. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1136>.
- Fuadi, H., Robbia, A., Jamaluddin, J., & Jufri, A. (2020). Analisis faktor penyebab rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108-116. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i2.122>.
- Hamalik, O. (1993). *Media Pendidikan*. Bandung: Citra Aditya.
- Hofstein, A., & Kind, P. M. (2021). *Teaching and Learning in the School Chemistry Laboratory*. Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781839164712>.
- Hasanah, M., Qotimah, K., & Amanda, I. (2024). Media digital dalam memberdayakan kemampuan berpikir kritis abad 21 pada pembelajaran ipa di sekolah dasar. *Indo-Mathedu Intellectuals Journal*, 5(1), 866-879. <https://doi.org/10.54373/imeij.v5i1.633>
- Irsan, I. (2021). Implementasi literasi sains dalam pembelajaran ipa di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5631-5639. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1682>.
- Khoiri, N. and Fauziah, R. (2020). Efektivitas penggunaan alat peraga dengan model pembelajaran inkuiri untuk meningkatkan keterampilan generik sains pada materi kinematika gerak kelas x sma. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 63-68. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i1.5737>.
- Laili, F., Wahyuni, S., & Setiawan, A. (2022). Problem-Based Learning untuk meningkatkan retensi keterampilan generik sains peserta didik SMA. *Journal of Physics Education Research*, 7(1), 45-52.
- Laili, B., Maryani, M., & Prihandono, T. (2022). Implementasi model problem based learning terhadap keterampilan generik sains pada materi sifat-sifat cahaya. *Paedagogia Jurnal Kajian Penelitian Dan Pengembangan Kependidikan*, 13(1), 66. <https://doi.org/10.31764/paedagogia.v13i1.8148>.
- Mauladhani, A., Safitri, I., Fakhira, A., Rohman, M., Mahardika, I., & Baktiarso, S. (2023). Profil peningkatan literasi sains peserta didik pada pembelajaran fisika di sekolah menengah pertama. *JFP*, 2(1), 51-54. <https://doi.org/10.31957/jfp.v2i1.15>.
- Nuriyani, I. and Sari, D. (2024). Penerapan lks oceanic berbasis saintifik untuk meningkatkan keterampilan literasi sains peserta didik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 11(1), 174-184. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v11i1.2051>.
- Nurmilawati, S., Agung, S., & Murniati, D. (2021). Identifikasi pengetahuan dan kompetensi sains peserta didik berdasarkan socio-scientific issues (ssi) pada materi sistem koloid. *JRPK - Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 11(1), 35-40. <https://doi.org/10.21009/jrpk.111.06>.
- Noviandayati, I. (2021). Penerapan model guided inquiry dan model problem based learning terhadap keterampilan generik sains peserta didik di smp negeri 1 candi. *Jurnal Luminous Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2(1), 28. <https://doi.org/10.31851/luminous.v2i1.5107>.

- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume II): Learning During and Beyond COVID-19. OECD Publishing.
- Putu, J. and Wijaya, I. (2023). Identifikasi keterampilan generik sains dalam model pembelajaran berbasis proyek. *Dharmas Education Journal (De\_journal)*, 4(1), 186-193. <https://doi.org/10.56667/dejournal.v4i1.951>.
- RIZKY, A. and ANDROMEDA, A. (2024). Pengembangan lembar kerja peserta didik termokimia berbasis problem based learning terintegrasi etnosains pada fase f sma. *Science Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan Ipa*, 4(4), 345-352. <https://doi.org/10.51878/science.v4i4.3500>.
- Ratulangi, W., Budiasih, E., & Wijaya, A. (2020). Pengaruh model daur belajar 5 fase terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi termokimia. *Jurnal Pendidikan Teori Penelitian Dan Pengembangan*, 5(9), 1249. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i9.14008>.
- Setiawan, A., Fardhani, I., Mulyati, Y., Chandra, S., Wulandari, T., & Nida, S. (2022). Sosialisasi literasi sains berdasarkan kerangka pisa untuk para pendidik ipa di indonesia. *JSO*, 1(2), 57-67. <https://doi.org/10.15548/jso.v1i2.4371>.
- Sagala, D. and Sinaga, M. (2021). Pengembangan modul pembelajaran kimia berbasis proyek pada pokok bahasan termokimia untuk kelas xi sma. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 3(2), 164. <https://doi.org/10.24114/jipk.v3i2.26638>.
- Safitri, S., Putra, A., & Ajizah, A. (2022). Hasil belajar dan keterampilan generik sains pada penggunaan culture literacy digital wetland lkp konsep vertebrata peserta didik kelas x sma. *Journal of Banua Science Education*, 2(2), 73-84. <https://doi.org/10.20527/jbse.v2i2.79>.
- Sari, C., Fadhilah, R., & Kurniasih, D. (2022). Validitas alat praktikum kimia berbasis bahan bekas pada materi termokimia. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 6(2), 130-144. <https://doi.org/10.24815/jipi.v6i2.24907>.
- Utami, L., Samodra, J., & Wibowo, P. (2023). Contextual teaching and learning in science education for remote area schools. *International Journal of Educational Research*, 117, 102–112.
- Yuliana, I. and Sholichah, N. (2021). Pengembangan modul termokimia berbasis multi representasi untuk melatih literasi kimia mahapeserta didik pada materi termokimia. *Chemistry Education Practice*, 4(2), 179-185. <https://doi.org/10.29303/cep.v4i2.2454>