


# Penguatan Literasi Numerasi Guru Kimia melalui Inovasi E-Modul Berbasis Project-Based Learning dan Pendekatan STEM di Kabupaten Donggala

<sup>1)</sup>Afadil\*, <sup>2)</sup>Pathuddin, <sup>3)</sup>Anang Wahid M. Diah, <sup>4)</sup>Sitti Rahmawati

<sup>1,3,4)</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia

Email Corresponding: [sittirahmawati.q3a@gmail.com](mailto:sittirahmawati.q3a@gmail.com)\*

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<b>Kata Kunci:</b> E-modul Guru Kimia STEM PjBL Literasi Numerasi	Kegiatan ini bertujuan memperkuat literasi numerasi guru kimia melalui pengembangan e-modul berbasis Project-Based Learning (PjBL) dengan pendekatan STEM di Kabupaten Donggala. Berdasarkan wawancara dengan ketua MGMP Kimia, guru-guru masih menghadapi kendala dalam merancang e-modul yang menarik, interaktif, dan sesuai dengan prinsip pembelajaran berbasis proyek serta integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika. Permasalahan ini terjadi karena keterbatasan pemahaman mengenai desain e-modul, teknik pembuatan e-modul berbasis PjBL-STEM, serta penerapan pembelajaran berbasis proyek secara efektif. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan pelatihan dan workshop yang mencakup: (1) prinsip desain e-modul interaktif, (2) pembuatan e-modul berbasis PjBL-STEM, dan (3) analisis materi kimia terkait integrasi STEM dalam pembelajaran proyek. Hasil kegiatan menunjukkan guru anggota MGMP Kimia mampu mengembangkan e-modul berbasis PjBL-STEM secara mandiri, kemudian dipublikasikan serta diolah menjadi buku ber-ISBN dan HaKI. Dengan demikian, kegiatan ini berhasil meningkatkan kemampuan guru dalam menyusun media pembelajaran inovatif sekaligus memperkuat literasi numerasi mereka.
<b>Keywords:</b> E-modules Chemistry Teachers STEM PjBL Numeracy Literacy	<b>ABSTRACT</b>  This activity aims to strengthen the numeracy literacy of chemistry teachers through the development of Project-Based Learning (PjBL)-based e-modules with a STEM approach in Donggala Regency. Based on interviews with the chair of the Chemistry Teacher Working Group, teachers still face obstacles in designing e-modules that are interesting, interactive, and in line with the principles of project-based learning and the integration of science, technology, engineering, and mathematics. This problem occurs due to limited understanding of e-module design, techniques for creating PjBL-STEM-based e-modules, and the effective implementation of project-based learning. To overcome this, training and workshops were conducted covering: (1) the principles of interactive e-module design, (2) the creation of PjBL-STEM-based e-modules, and (3) the analysis of chemistry material related to STEM integration in project-based learning. The results of these activities showed that teachers who are members of the Chemistry MGMP were able to independently develop PjBL-STEM-based e-modules, which were then published and compiled into books with ISBN and intellectual property rights. Thus, these activities succeeded in improving teachers' ability to develop innovative learning media while strengthening their numeracy literacy.
	This is an open access article under the <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/">CC-BY-SA</a> license.
	

## I. PENDAHULUAN

Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia Kabupaten Donggala merupakan wadah pengembangan profesional guru dalam bidang pembelajaran kimia di tingkat SMA. Berdasarkan data Daftar Keadaan Guru (DKG) pada Tabel 1, MGMP Kimia Kabupaten Donggala memiliki anggota aktif sekitar 26 orang guru, yang tersebar di 17 sekolah negeri dan swasta. Namun demikian, tingkat partisipasi aktif guru dalam kegiatan MGMP masih rendah, hanya sekitar 35% dari total anggota yang secara konsisten mengikuti kegiatan rutin MGMP. Hal ini menjadi indikasi bahwa keberfungsian MGMP sebagai sarana peningkatan kapasitas guru belum optimal. Beberapa faktor yang mempengaruhi rendahnya partisipasi tersebut antara lain

adalah akses geografis, minimnya dukungan TIK, dan rendahnya motivasi atau kesadaran akan pentingnya pengembangan profesional berkelanjutan.

Berdasarkan dokumentasi kegiatan (Gambar 1, Tim pengabdian pemateri PTK di MGMP), sebagian besar kegiatan MGMP masih berfokus pada hal-hal administratif dan konvensional, seperti penyusunan perangkat pembelajaran (RPP), evaluasi pembelajaran, serta Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Topik-topik esensial dan inovatif seperti integrasi teknologi dalam pembelajaran, pengembangan media interaktif, atau penerapan model pembelajaran abad ke-21 belum tersentuh secara maksimal.

Padahal, tantangan pendidikan saat ini menuntut guru untuk dapat menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi dan mampu menciptakan pembelajaran yang aktif, partisipatif, dan kontekstual. Guru perlu menguasai pendekatan-pendekatan inovatif seperti *Project-Based Learning* (PjBL) dan pendekatan STEM, serta mampu memanfaatkan TIK untuk menghasilkan bahan ajar yang adaptif dan menarik. Karena itu masih banyak permasalahan-permasalahan yang esensial yang dibutuhkan di sekolah-sekolah belum terungkap di MGMP yang tidak kalah pentingnya adalah peran teknologi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, seperti penggunaan model, pendekatan dan media pembelajaran interaktif (Daryanto, 2013). Para guru Kimia dituntut untuk dapat mengembangkan kemampuan mereka dalam menggunakan teknologi untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik dan relevan bagi siswa, seperti penggunaan model dan media pembelajaran yang tepat.

Tabel 1 Daftar Keadaan Guru Kimia Kabupaten Donggala

No	Nama Sekolah	Pendidikan (S1)	Golongan					Non PNS
			III/a	III/b	III/c	III/d	IV/a	
1.	SMAN 1 Banawa	3		3				
2.	SMAN 1 Sindue	4		1				3
3.	SMAN 1 Sirenja	3				3		
4.	SMAN 3 Balaesang	1						1
5.	SMAN 1 Balaesang	2	1					1
6.	SMAN 2 Balaesang	4	2				1	1
7.	SMAN 1 Dampelas	1		1				
8.	SMAN 2 Dampelas	2		1	1			
9.	SMAN 1 Sojol	2						2
10.	SMAN 2 Sojol	0						
11.	SMAN 1 Rio Pakava	1						1
12.	SMAS Nasional Wani	0						
13.	SMAN 1 Banawa Tengah	1						1
14.	SMAN 1 Sindue Tombusabora	2			1			1
15.	SMAN I Sindue Tobata	0						
16.	SMAN 1 Balaesang Tanjung	0						
17.	SMAS YPTB Ketong	0						
Jumlah		26	3	6	2	3	1	11

Media pembelajaran interaktif yang dapat digunakan dapat berupa modul elektronik (e-modul). E-modul adalah modul versi elektronik, dimana akses dan penggunaannya dilakukan melalui alat elektronik seperti komputer, laptop, tablet, atau bahkan smartphone (Nopiani et al., 2021). Kelebihan e-modul dari bahan ajar cetak adalah e-modul lengkap dengan media interaktif seperti video, audio, animasi dan fitur interaktif lain yang dapat dimainkan dan diputar ulang oleh peserta didik saat menggunakan e-modul. E-modul dinilai bersifat inovatif karena dapat menampilkan bahan ajar yang lengkap, menarik, interaktif, dan mengemban fungsi kognitif yang bagus. Modul digunakan untuk memudahkan peserta didik memahami materi yang disajikan secara mandiri atau melalui bimbingan pendidik dengan isi materi modul yang menarik (Hamid & Alberida, 2021).

Agar modul lebih menarik, maka para guru juga perlu inovasi dalam mengembangkan modul, yaitu modul berbasis pendekatan, metode atau model. Permasalahan terkait dengan model pembelajaran abad 21 yang populer dan banyak diimplementasikan, meliputi model pembelajaran Project Based Learning (PjBL), Inquiry Based Learning (IBL), dan yang saat ini sedang gencar dipublikasikan adalah pendekatan STEM-PjBL (Triana et al., 2020). STEM merupakan akronim dari science, technology, engineering, and mathematics (Davidi et al., 2016). Perpaduan penerapan pendekatan STEM dengan model pembelajaran project based learning (PjBL) dapat mendorong terjalin kerja sama antara lembaga pendidikan dan industri. Model PjBL menekankan

pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM yang menuntut integrasi antara ilmu pengetahuan alam, teknologi, rekayasa, dan matematika. Perpaduan tersebut dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif pada siswa mereka.

Namun kenyataan dilapangan berdasarkan wawancara dengan ketua MGMP kimia kabupaten Donggala, belum tersedia e-modul pembelajaran kimia yang berbasis PjBL dengan pendekatan STEM untuk guru dan siswa di Kabupaten Donggala. Hal tersebut disebabkan masih banyak guru yang belum memiliki keterampilan yang memadai tentang 1) prinsip-prinsip dan desain e-modul yang menarik dan interaktif serta aplikasi/software yang digunakan. dalam: pembuatan e-modul, 2) penerapan Project Based Learning (PjBL) yang efektif dan sesuai dengan kurikulum, 3). Pendekatan STEM, yang menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa kemampuan guru khususnya yang bergabung dalam MGMP kimia kabupaten Donggala dalam menyusun e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, dalam upaya membantu guru meningkatkan pemahamannya tentang pembuatan e-modul tersebut, perlu diadakan suatu pelatihan bagi guru-guru. Tim pengabdian tergugah untuk melaksanakan suatu kegiatan pengabdian kepada masyarakat, dengan judul "Penguatan Literasi Numerasi Guru Kimia melalui Inovasi E-Modul Berbasis Project-Based Learning dan Pendekatan STEM di Kabupaten Donggala". Melalui pelatihan ini, diharapkan para guru kimia di kabupaten Donggala dapat merespon tantangan zaman dengan memanfaatkan teknologi secara optimal dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, pelatihan ini akan memberikan kontribusi positif dalam peningkatan kualitas pendidikan di kabupaten Donggala dan mempersiapkan generasi muda menghadapi tuntutan masa depan yang semakin kompleks.

## II. MASALAH

Permasalahan yang akan ditangani yang sesuai dengan permasalahan prioritas adalah :

1. Aspek social kemasyarakatan, peningkatan kompetensi guru dalam menyusun modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM, kemampuan literasi digital dalam menyusun e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM, dengan melakukan workshop dan pelatihan tentang: a) prinsip-prinsip dan desain e-modul yang menarik dan interaktif.b) teknik pembuatan e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM pada materi kimia serta, memberikan pengalaman langsung dalam mengaplikannya pada materi kimia yang relevan. Selain itu peningkatan kolaborasi dan berbagi pengetahuan antar mitra dalam menyusun dan menerapkan emodul berbasis PjBl Pendekatan STEM diharapkan, meningkat 70%.
2. Aspek produksi, Peningkatan kemampuan guru dalam membuat buku/e-modul kimia berbasis PjBL dengan pendekatan STEM yang sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan local, serta konten materi pembelajaran yang inovatif dan menarik dengan melakukan pelatihan dan pendampingan serta memberikan pengalaman langsung pada mitra tentang: a) teknik merancang dan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek yang efektif (PjBL) sehingga dapat digunakan dalam proses belajar mengajar di sekolah dan kelasnya masing-masing. b) teknik menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran (STEM), dari dua pengalaman tersebut diharapkan mitra diharapkan akan mampu menghasilkan/memproduk buku ber-ISBN serta mendigitalkannya dalam bentuk e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM yang mitra susun serta membuat HaKi-nya.

Secara tidak langsung Aspek manajemen, juga akan terkaper yaitu kemampuan menyusun modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM dan kemampuan literasi digital kualitas pendidikan kimia dikabupaten Donggala, diharapkan akan meningkat.



Gambar 1. Salah Satu Pelaksanaan Kegiatan MGMP Kimia Kabupaten Donggala

### III. METODE

#### 1. Metode Pendekatan

Metode pendekatan yang ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan mitra adalah: 1) Penyajian materi berkaitan dengan prinsip-prinsip desain e-modul yang menarik dan interaktif. 2) Penyajian materi berkaitan dengan analisis dan interpretasi materi kimia yang berkaitan dengan pembelajaran berbasis project. 3) Penyajian materi berkaitan dengan analisis materi kimia berkaitan dengan sains, teknologi, teknik, dan matematika serta teknik penggabungannya dalam pembelajaran kimia (STEM). 4) Diskusi dan tanya jawab berkaitan dengan materi prinsip-prinsip desain e-modul yang menarik dan interaktif, PjBL dan STEM. 5) Pemberian pelatihan dan praktek penyusunan e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM, pembuatan buku bank soal ber-isbn yang dapat digunakan oleh mitra disekolah masing-masing. 6) Melakukan pendampingan untuk memastikan bahwa materi yang disampaikan kepada mitra dapat dilaksanakan dengan baik sehingga hasil yang diperoleh dapat mencapai sasaran yaitu guru-guru mitra dapat membuat e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM.

#### 2. Pelaksanaan Kegiatan

Program pengabdian pada mitra MGMP Kimia dilaksanakan di SMAN 1 Sindue yang merupakan sekolah yang mudah dijangkau oleh semua peserta kegiatan. Tahapan pelaksanaan kegiatan yang dilaksanakan adalah: a) Sosialisasi dilaksanakan dengan instansi terkait, ketua MGMP kimia kabupaten Donggala, kepala sekolah tempat pelaksanaan kegiatan pengabdian, b). Pelatihan/workshop, praktek dan pendampingan yang meliputi, penyampaian materi dan diskusi tentang: 1) Pengembangan Literasi Digital, Desain e-modul, Interpretasi Materi kimia berbasis PjBL-STEM dan Teknik penyusunan e-modul berbasis PjBL-STEM serta pembagian kelompok. Kegiatan dilaksanakan secara interaktif melalui tatap muka, sesi dibagi kedalam penyampaian materi dilanjutkan dengan diskusi berupa feedback dalam proses pencapaian pengetahuan sesuai tujuan PkM. Kegiatan pada tahapan ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi mitra yaitu terjadi peningkatan pedagogic-chem mitra melalui penguatan literasi-numerasi digital serta meningkatnya wawasan mitra dalam mendesain e-modul kimia berbasis PjBL-STEM. 2) melaksanakan praktek penyusunan e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM dalam aplikasi digital. Manfaat yang diharapkan pada tahapan ini adalah terjadinya peningkatan wawasan mitra dalam menyusun e-modul berbasis literasi digital. 3) pendampingan Proses integrasi digital e-modul (canva-flipbook), Pembuatan e-modul PjBL-STEM (materi kelas X-XII). Pada tahapan ini menjadi bahan masukan dalam pencapaian tujuan pelaksanaan PkM, mitra selaku sasaran dalam kegiatan PKM harus telah memiliki kemampuan dan strategi dalam penyusunan modul/e-modul, namun jika ada temuan kelemahan pada proses pedagogic-chem dan literasi digital maka Tim PkM akan melakukan pendampingan pada proses tersebut selanjutnya mendampingi dalam pembuatan modul.e-modul untuk materi kelas X-XII (e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM).

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pelaksanaan Pelatihan

Pelaksanaan pengabdian diawali dengan sosialisasi dengan instansi terkait, kepala sekolah tempat kegiatan dilaksanakan, dan ketua MGMP kimia Kabupaten Donggala. Sosialisasi ini bertujuan untuk memberi informasi kepada instansi terkait mengenai pengabdian dan agar peserta mengetahui maksud dari pelaksanaan program tersebut oleh tim pelaksana agar tidak terjadi kesalahan informasi. Selanjutnya setelah penyampaian

rencana program secara menyeluruh dilanjutkan dengan pemberian pelatihan yang berkenaan dengan tema pengabdian yaitu : Penguatan Literasi Numerasi Guru Kimia melalui Inovasi E-Modul Berbasis Project-Based Learning dan Pendekatan STEM di Kabupaten Donggala. Pelatihan dilaksanakan di SMAN 1 Sindue (Gambar 2-4). Dalam pelaksanaan pelatihan tersebut, peserta yang terlibat adalah anggota MGMP kimia kabupaten Donggala. Jumlah peserta yang diikuti dalam pelatihan ini sebanyak 30 orang, 25 guru kimia anggota MGMP, lima orang guru matematika, fisika dan biologi SMAN 1 Sindue berdasarkan permintaan kepala sekolah SMAN 1 Sindue.

Materi pelatihan meliputi: Prinsip-prinsip desain e-modul yang menarik dan interaktif, Teknik Analisis dan interpretasi materi kimia berbasis PjPL dengan pendekatan STEM, Teknik pembuatan modul/e-modul berbasis PjBL pendekatan STEM serta Teknik Pembuatan Hak cipta (HaKi) serta mempraktekkan secara langsung serta untuk memberikan pengalaman langsung menyusun modul/e-modul untuk materi kimia kelas 10 sampai 12 serta pendampingan pembuatan modul/e-modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM materi Kimia kelas X - XII.

Pembelajaran berbasis pendekatan STEM adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada hubungan pengetahuan dan keterampilan science, technology, engineering, and mathematics (STEM) dengan memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan pembelajaran berbasis pendekatan STEM adalah agar pemahaman dan pengetahuan peserta didik mengenai pendekatan STEM dapat meningkat, sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dan membuat suatu keputusan untuk kemajuan manusia. Pembelajaran berbasis pendekatan STEM penting diterapkan dalam proses belajar mengajar karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain: (1) Dapat menyiapkan generasi penerus yang siap menghadapi perkembangan zaman, (2) Membantu mengembangkan inovasi dalam kehidupan, (3) Meningkatkan ketertarikan peserta didik terkait profesi dibidang science, technology, engineering, and mathematics (STEM), (4) Menjadikan pembelajaran makin sesuai dengan kehidupan, (5) Membantu peserta didik untuk membangun konsep diri secara aktif, dan (6) Meningkatkan literasi peserta didik mengenai STEM.

Pembelajaran berbasis pendekatan STEM juga dapat dikaitkan dengan kebutuhan pengembangan keterampilan abad 21 bagi peserta didik, yakni keterampilan critical thinking, creativity, collaboration, dan communication. Sejalan dengan hal tersebut, pembelajaran berbasis pendekatan STEM juga menuntut peserta didik untuk mengidentifikasi suatu masalah, menciptakan sesuatu guna menyelesaikan permasalahan, berkolaborasi dengan teman-teman sekelas untuk memecahkan masalah, serta berkomunikasi secara efektif serta menanggapi ide satu sama lain. Untuk menerapkan pembelajaran berpendekatan STEM, peserta didik didorong untuk menemukan cara sistematis dan berulang untuk merancang objek, proses, dan sistem untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia (engineering).

Unsur engineering dalam pendekatan STEM dapat dimulai dari suatu masalah, kebutuhan, atau keinginan dengan kriteria terukur yang kemudian diuji untuk mengidentifikasi kendala atau batasan. Kegiatan pengembangan inovasi tersebut, dapat dilakukan didalam kelas dengan mengadopsi serangkaian proses yang digunakan engineer (insinyur) dalam menciptakan sebuah produk atau teknologi tertentu agar sesuai kriteria yang sudah ditetapkan.

Model pembelajaran project based learning (PjBL) bertujuan untuk memfokuskan peserta didik pada permasalahan kompleks yang diperlukan dalam memahami pelajaran melalui investigasi. Model ini membimbing peserta didik dalam sebuah proyek kolaboratif yang mengintegrasikan sebagai subyek (materi) kurikulum, memberikan kesempatan kepada para peserta didik untuk menggali konten (materi) dengan menggunakan berbagai cara bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif. Model tersebut menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman dan beraktifitas secara nyata (Switrayni et al., 2022); (Rafi et al., 2019).

Model pembelajaran project based learning (PjBL) memiliki manfaat, yaitu peserta didik menjadi lebih aktif dalam memecahkan masalah, memperoleh pengetahuan dan keterampilan baru, melatih kolaborasi atau kerja sama kelompok, dan memberi kesempatan peserta didik untuk mengorganisasi proyek. Pengorganisasian proyek dilakukan dengan cara peserta didik membuat sebuah kerangka kerja untuk menyelesaikan masalah yang sudah ditentukan. Kemudian peserta didik merancang proses pekerjaan tersebut mulai dari mencari dan mengelola informasi, melakukan proses pengerjaan proyek sampai mengevaluasi hasil pekerjaan.



Gambar 2. Prinsip-prinsip Desain E-Modul yang Menarik Dan Interaktif Serta Teknik Pembuatan Hak Cipta (HaKi)



Gambar 3. Teknik Analisis dan Interpretasi Materi Kimia Berbasis PjPL dengan Pendekatan STEM



Gambar 4. Teknik Pembuatan Modul/e-modul Berbasis PjBL Pendekatan STEM

## 2. Kerja Praktek Penyusunan Bahan Ajar

Praktek penyusunan modul/e-modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM peserta dibagi menjadi 3 kelompok yaitu: kelompok materi kelas X, kelompok materi kelas XI dan materi kelas XII, dengan masing-

4722

masing kelompok didampingi oleh tim pelaksana pengabdian dan tenaga lapangan. Kegiatan yang dilaksanakan pada kerja praktek adalah para peserta dibimbing/didampingi mulai dari mengidentifikasi materi yang akan dibuat modul/e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM, teknik pembuatan modul/e-modul, sehingga tujuan pengabdian yang diinginkan dapat tercapai. Selanjutnya peserta dibimbing membuat modul berdasarkan materi/pokok bahasan (Gambar 5). Semua kegiatan tersebut dilakukan sedemikian rupa agar memudahkan peserta pelatihan melakukan hal tersebut secara berkelanjutan. Adapun langkah-langkah model pembelajaran project based learning (PjBL) yang dipadukan dengan pendekatan STEM :

1. Refleksi (Reflection)  
Tujuan tahap pertama adalah untuk membawa peserta didik dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi untuk hal-hal yang dapat di selidiki oleh peserta didik (Hariyadi et al., 2022). Fase ini juga di maksudkan untuk menghubungkan apa yang diketahui dengan apa yang perlu di pelajari (Calloway et al., 2019).
2. Research (Riset)  
Tahap kedua pembelajaran PjBL-STEM, berupa proses penelitian peserta didik. Guru sebagai memfasilitasi peserta didik untuk memilih bacaan yang relevan, atau metode lain untuk mengumpulkan informasi yang relevan (Hariyadi et al., 2022). Pada proses pembelajaran ini, peserta didik berkembang dari pemahaman konkrit ke abstrak tentang masalah (Calloway et al., 2019). Selama fase penelitian, guru memimpin diskusi untuk menentukan apakah peserta didik sedang mengembangkan pemahaman konseptual yang tepat dari proyek dan konsep yang relevan (Di Vaio et al., 2024).
3. Discovery (penemuan)  
Tahap ketiga pembelajaran PjBL-STEM adalah penemuan. Proses dalam tahapan ini menjembatani penelitian dan informasi yang di ketahui dengan kebutuhan proyek. Langkah ini adalah ketika peserta didik mulai mengambil alih proses pembelajaran dan menentukan apa yang masih belum di ketahui (Di Vaio et al., 2024). Beberapa model proyek pendekatan STEM memecah peserta didik menjadi kelompok kerja kecil untuk menyajikan solusi yang mungkin untuk masalah, untuk berkolaborasi dengan sesama peserta didik (Hariyadi et al., 2022). Model lain menggunakan langkah ini untuk mengembangkan kemampuan peserta didik untuk merefleksikan “kebiasaan pikiran” bahwa proses di rancang untuk membangun (Calloway et al., 2019).
4. Application (Aplikasi)  
Pada tahap keempat pembelajaran PjBL-STEM adalah penerapan. Penerapan atau aplikasi tujuannya adalah untuk memodelkan solusi yang cukup memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, peserta didik menguji model terhadap persyaratan, yang hasilnya mengarahkan peserta didik untuk mengulangi langkah sebelumnya (Calloway et al., 2019). Dalam model lain, tahap ini memperluas pembelajaran ke konteks diluar pendekatan STEM (Di Vaio et al., 2024).
5. Comunication (Komunikasi)  
Tahap kelima pembelajaran PjBL-STEM adalah komunikasi. Tahap ini merupakan langkah penting dalam proses pembelajaran karena keinginan untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif (Calloway et al., 2019). Seringkali, pengulas menilai penilaian otentik (rubrik) berdasarkan penyelesaian langkah terakhir ini (Di Vaio et al., 2024).



Gambar 5. Penerapan Teknologi Berupa Praktek Pembuatan Modul/E-Modul Berbasis Pjbl Dengan Pendekatan STEM, Didampingi Tim Pengabdian

E-modul atau modul elektronik merupakan modul digital non-cetak yang dikembangkan dengan aplikasi khusus dengan berbantuan komputer, serta diberikan elemen multimedia untuk lebih menarik dan interaktif. E-modul disebut juga media untuk belajar mandiri karena telah dilengkapi petunjuk untuk belajar sendiri. E-modul dapat diisi materi dalam bentuk pdf, video serta animasi yang mampu membuat user belajar secara aktif

Karakteristik e-modul tidak beda jauh dengan modul cetak. Menurut Anwar & Ilham (Bansal & Misra, 2021) karakteristik e-modul, yaitu : 1) *Self instructional*, siswa mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain. 2) *Self contained*, seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul utuh. 3) *Stand alone*, modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain. 4) Adaptif, modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. 5) *User friendly*, modul hendaknya juga memenuhi kaidah akrab bersahabat/akrab dengan pemakainya.

Kegiatan pendampingan (Gambar 6) dilakukan untuk memastikan bahwa materi / teknologi yang disampaikan kepada mitra dapat dilaksanakan dengan baik sehingga hasil yang diperoleh dapat mencapai sasaran. Foto Bersama dengan seluruh peserta dibagi menjadi 3 sesi (Gambar 7).



Gambar 6. Kegiatan Pendampingan



Gambar 7. Foto Bersama Guru-guru yang Tergabung Dalam MGMP Kimia Kabupaten Donggala

Luaran yang telah dicapai, adalah modul/e-modul materi kimia kelas X, XI dan XII dari mitra MGMP kimia Kabupaten Donggala.

## V. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian pada mitra Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) kimia Kabupaten Donggala untuk penguatan Literasi Numerasi Guru Kimia melalui Inovasi E-Modul Berbasis Project-Based Learning dan Pendekatan STEM, telah terlaksana dengan baik berkat kerjasama yang baik dengan berbagai pihak. Hal tersebut tergambar dengan adanya luaran berupa modul/e-modul yang telah peserta buat dari hasil pelatihan dan pendampingan pengabdian.

## UCAPAN TERIMA KASIH (jika ada)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Riset dan Pengembangan, Kementerian Tinggi, Sains, dan Teknologi serta Rektor Universitas Tadulako atas pendanaan Program PKM 2025. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia Kabupaten Donggala, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Tadulako Palu, Guru-guru serta kepala SMA Negeri 1 Sindue, Mahasiswa Program Studi Kimia, FKIP Universitas Tadulako, dan seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan pengabdian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bansal, C., & Misra, P. K. (2021). Digital Literacy of School Students in India: A Study. *Learning Community*, 12(2), 101–114. <https://doi.org/10.30954/2231-458x.02.2021.3>
- Calloway, L. J., Walker, J., O'Callaghan, S., Binbasioglu, M., Dwyer, C., & Elson, R. (2019). *Digital Literacy: Assessing Perceived Differences Among Computing Students From Two Nearby Universities*. In *EDULEARN19 Proceedings* (pp. 10378-10378). IATED. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.2608>
- Daryanto. (2013). *Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2016). Integrasi Pendekatan STEM (Science , Technology , Enggeenering

- and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22.
- Di Vaio, A., Latif, B., Gunarathne, N., Gupta, M., & D'Adamo, I. (2024). Digitalization and artificial knowledge for accountability in SCM: a systematic literature review. *Journal of Enterprise Information Management*, 37(2), 606–672. <https://doi.org/10.1108/JEIM-08-2022-0275>
- Hamid, A., & Alberida, H. (2021). Pentingnya Mengembangkan E-Modul Interaktif Berbasis Flipbook di Sekolah Menengah Atas. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 911–918. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i3.452>
- Hariyadi, E., Azzajjad, M. F., & Ahmar, D. S. (2022). The Effect of Ice Breaking and Video Making Activities in Non-Classical Learning Models on Literacy Ability of Students. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 4(2), 183–192. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci1069>
- Nopiani, R., Suarjana, I. M., & Sumantri, M. (2021). E-Modul Interaktif Pada Pembelajaran Tematik Tema 6 Subtema 2 Hebatnya Cita-citaku. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 9(2), 276–286. <https://doi.org/10.23887/jjgsd.v9i2.36058>
- Rafi, M., JianMing, Z., & Ahmad, K. (2019). Technology integration for students' information and digital literacy education in academic libraries. *Information Discovery and Delivery*, 47(4), 203–217. <https://doi.org/10.1108/IDD-07-2019-0049>
- Switrayni, N. W., Wardhana, I. G. A. W., Irwansyah, Aini, Q., & Salwa. (2022). Workshop E-Modul Interaktif Dengan Canva Untuk Pembelajaran Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Abdi Insani*, 9(2), 390-399.
- Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2020). Effectiveness of Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards 4C Skills of Students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 181–187. Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>