

# Pelatihan penyusunan modul praktikum bermuatan numerasi bagi guru biologi SMA melalui webinar pembelajaran

Puti Siswandari\*, Suhara, Mimin Nurjhani Kusumastuti,  
Hardini Puspitaningrum, Rani Siti Khoerunnisa

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

## Article Info

### Article history:

Received September 5, 2025

Accepted October 20, 2025

Published May 1, 2026

### Keywords

Modul ajar  
Praktikum biologi  
Numerasi  
Guru SMA

## ABSTRAK

Dalam implementasi pembelajaran numerasi, penguasaan guru dalam menyusun kegiatan pembelajaran yang melatih keterampilan numerasi siswa berperan penting. Untuk mendukung peningkatan kompetensi guru, Tim Pengabdian Praktikum Biologi Numerasi menyelenggarakan webinar pembelajaran numerasi. Kegiatan webinar bertujuan untuk memberikan pelatihan bagi guru biologi SMA dalam menyusun modul praktikum berbasis numerasi. Melalui kegiatan webinar terdapat tujuh modul ajar yang disusun oleh guru yang berpartisipasi. Analisis modul ajar difokuskan pada kegiatan pembelajaran bermuatan numerasi. Konten numerasi yang dianalisis berupa keterlibatan aritmatika, pengolahan data, aljabar, grafik, dan geometri dalam pengolahan data hasil praktikum. Sebanyak 86% modul ajar mengimplementasikan pengolahan data, sedangkan 14% mengimplementasikan aritmatika. Modul ajar yang dibuat guru masih terbatas dalam melibatkan numerasi sebagai target kompetensi siswa. Berdasarkan hasil kegiatan webinar ini terungkap bahwa konten numerasi yang umum diimplementasikan guru dalam pembelajaran adalah pengolahan data. Kegiatan pelatihan bagi guru dalam mengembangkan kegiatan pembelajaran atau praktikum biologi bermuatan numerasi penting untuk menguatkan konten numerasi dalam pembelajaran.



## Corresponding Author:

Puti Siswandari

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia,

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, Indonesia

Email: \*puti.siswandari@upi.edu

## 1. PENDAHULUAN

Keterampilan yang berhubungan dengan pembelajaran dan inovasi di abad 21 yang sangat dibutuhkan saat ini meliputi pemikiran kritis dan pemecahan masalah, komunikasi, kolaborasi, serta kreativitas dan inovasi [1]. Keterampilan abad 21 seharusnya mendorong peningkatan kompetensi dasar siswa, tetapi kurikulum yang sudah terlaksana belum tercapai optimal [2]. Proses pembelajaran biologi saat ini berorientasi pada kelulusan ujian sehingga guru hanya menjelaskan materi dan memberikan tugas tanpa merujuk pada model pembelajaran terstruktur [3]. Implikasi dari pola ini terlihat pada rendahnya keterampilan numerasi siswa [4].

Salah satu penyebab rendahnya keterampilan numerasi siswa adalah kurangnya variasi dan inovasi dalam penggunaan model dan media pembelajaran oleh guru yang berdampak pada rendahnya minat dan pemahaman siswa terhadap konsep numerasi [5]. Studi [6] mengungkap bahwa pembelajaran yang tidak kontekstual dan minim keterlibatan aktif siswa dapat berdampak negatif terhadap kemampuan numerasi siswa dalam aspek pemecahan masalah berbasis data dan interpretasi data yang bersifat kuantitatif. Rendahnya kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal literasi numerasi pada tes PISA (*Programme of International Students Assessment*) dan TIMSS

(*Trends in International Mathematics and Science Study*) dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: 1) peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami teks, membuat representasi, serta menerapkan strategi penyelesaian masalah; 2) peserta didik belum terbiasa mengerjakan soal-soal pemecahan masalah yang berkaitan dengan literasi, matematika, dan sains yang kontekstual yang memerlukan penalaran, berpikir kritis, reflektif, dan kreatif dari segi materi, konten, proses, dan konteks [7], [8]. Hal ini menuntut adanya upaya serius untuk dapat memperbaiki metode pembelajaran yang lebih berbasis pada pengembangan keterampilan numerasi.

Untuk meningkatkan keterampilan numerasi siswa, praktikum biologi memiliki potensi sebagai media integratif keterampilan dan konsep. Penelitian [9] menemukan bahwa praktikum (*hands-on*) efektif dalam menggabungkan kemampuan manipulatif dalam mengubah variabel pengamatan dan pemahaman konseptual (*minds-on*). Selain itu, pembelajaran berbasis proyek seperti STEM secara signifikan meningkatkan keterampilan literasi dan numerasi siswa [10]. Berdasarkan hasil angket yang kami sebar melalui MGMP Biologi Jawa Barat, guru mendapatkan informasi mengenai muatan numerasi dari laman resmi kementerian pendidikan atau mengikuti bimbingan teknis maupun *workshop*. Dari praktik mandiri yang dilakukan guru, sebanyak 66% sudah menerapkan numerasi dalam pembelajaran, sedangkan 33% lainnya belum menerapkan muatan numerasi dalam pembelajarannya. Terdapat 50 responden guru yang menyatakan bahwa penguatan muatan numerasi pada pembelajaran biologi menjadi penting untuk mendukung proses pembelajaran. Berikut tanggapan responden mengenai pentingnya *workshop* dalam pengembangan pembelajaran biologi. Responden 1: “*Kami sangat membutuhkan pemahaman mengenai numerasi dalam pembelajaran biologi beserta penerapan sebagai penguatan.*”. Responden 2: “*Jika ada kegiatan seminar literasi numerasi, sebaiknya difokuskan untuk mapel biologi dan diadakan secara offline agar hasilnya lebih maksimal.*”

Tanggapan tersebut berdasarkan pada kebutuhan pemahaman guru dalam menerapkan muatan numerasi untuk mendukung Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) nasional. Selain itu, tanggapan lainnya menyatakan bahwa guru membutuhkan pendampingan dalam memahami konsep biologi secara menyeluruh. Tanggapan responden: “*Semoga lebih banyak pelatihan tentang pendalaman materi biologi.*”

Oleh sebab itu, penting untuk memberikan pembekalan wawasan pada guru dalam merancang pembelajaran berbasis numerasi yang tidak hanya meningkatkan penguasaan konten biologi, tetapi juga meningkatkan keterampilan numerasi siswa melalui praktikum. Pembelajaran praktikum berbasis *scientific approach* memberikan ruang kepada peserta didik untuk melakukan eksperimen dan analisis data melalui pengalaman nyata sehingga literasi sainsnya akan meningkat secara signifikan [11]. Integrasi elemen numerasi ke dalam praktikum biologi, termasuk interpretasi grafik, penggunaan persamaan matematika, dan visualisasi struktur biologis dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami konsep melalui pendekatan kualitatif [12]. Berdasarkan hal tersebut, kami melaksanakan kegiatan pengabdian berupa seminar pembelajaran numerasi bagi guru SMA yang bertujuan untuk menyusun pembelajaran melalui modul ajar praktikum biologi berbasis numerasi dan menganalisis persepsi guru biologi dalam menyusun modul praktikum bermuatan numerasi.

## 2. METODE

Webinar pembelajaran numerasi merupakan kegiatan pengabdian (PkM) yang diselenggarakan oleh tim dosen Pendidikan Biologi UPI. Partisipan dalam kegiatan seminar ini adalah 50 guru biologi SMA se-Jawa Barat. Pelaksanaan webinar dilakukan secara daring yang terbagi menjadi tiga sesi, yaitu pemaparan, diskusi, dan tugas terstruktur tampak terlihat pada [Gambar 1](#). Materi webinar terdiri dari: a) Literasi Numerik: Pintu untuk Memahami Fenomena Biologi Lebih Baik oleh Dr. Mimin Nurjhani K, M.Pd; b) Pengembangan Pembelajaran Biologi Menggunakan Praktikum Berbasis Numerasi bagi Guru SMA oleh Drs. Suhara, M.Pd. Kegiatan pelatihan ini memberikan kesempatan pada guru untuk menyusun modul ajar berbasis numerasi pada kegiatan tugas terstruktur untuk mendapatkan umpan balik dari dosen ahli.



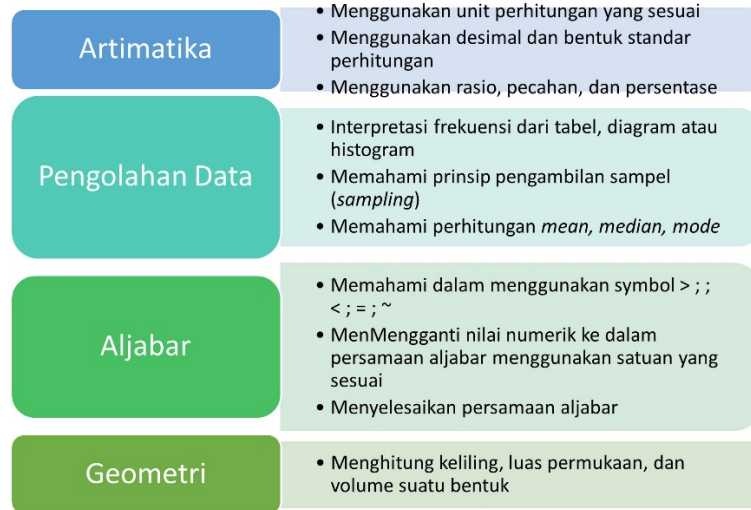
**Gambar 1.** Kegiatan Pengabdian Webinar Numerasi

Analisis modul ajar difokuskan pada inti kegiatan pembelajaran dengan menyisipkan muatan numerasi. Terdapat tujuh guru yang bersedia menjadi partisipan dalam kegiatan analisis modul ajar. Metode analisis modul ajar dilakukan secara deskriptif terhadap komponen numerasi. Komponen numerasi yang dianalisis berupa keterlibatan aritmatika, pengolahan data, aljabar, dan geometri dalam pengolahan data hasil praktikum.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kegiatan Webinar Pembelajaran Numerasi, peserta mendapatkan penguatan konsep numerasi serta implementasinya dalam pembelajaran biologi. Topik diskusi webinar mengenai pengembangan pembelajaran biologi menggunakan praktikum berbasis numerasi, materi difokuskan pada karakteristik komponen numerasi dan teknik mengembangkan soal bermuatan numerasi. Materi literasi numerik berfokus pada pemilihan metode ajar yang sesuai dengan konten biologi serta identifikasi komponen numerasi yang sesuai dengan topik tersebut. Contoh komponen numerasi aritmatika pada topik keanekaragaman makhluk hidup dapat ditampilkan grafik jumlah hewan tertentu pada periode sepuluh tahun untuk diamati selisih peningkatan atau penurunannya. Selain itu, dapat pula didiskusikan mengenai prediksi jumlah hewan selama lima tahun jika terdapat faktor internal maupun eksternal yang memengaruhinya. Pada topik sistem pencernaan, komponen numerasi yang dapat diterapkan berupa aritmatika dan aljabar ketika menghitung rasio dan persentase komposisi nutrisi dan kebutuhan kalori pada makanan yang dikonsumsi. Dalam pembelajaran juga dapat dibahas tren konsumsi masyarakat berdasarkan infografis yang bersumber dari Badan Statistik atau Kementerian Kesehatan. Penjelasan materi berdasarkan data dan kasus sehari-hari dapat meningkatkan keterampilan literasi dan numerasi sains dalam konteks kehidupan nyata [13].

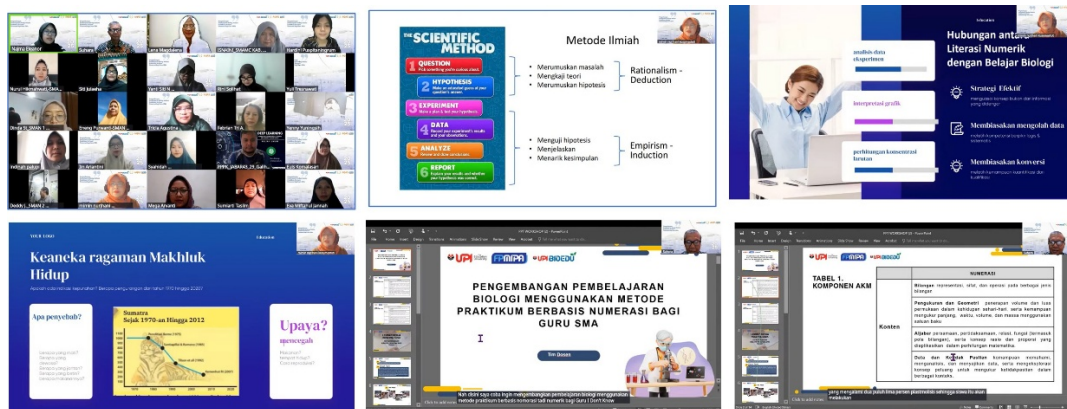
Literasi numerasi dalam praktikum biologi sangat penting untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan kuantitatif dalam menafsirkan data, mengenali pola, membuat prediksi berdasarkan informasi numerik, serta representasi grafik yang berkontribusi signifikan terhadap perubahan konseptual mereka [14]. Hal ini menunjukkan bahwa pentingnya guru merancang pembelajaran yang menggabungkan elemen numerasi dalam tahapan pembelajaran, termasuk dalam pelaksanaan praktikum. Pada kegiatan pelatihan, guru memiliki persepsi positif terhadap integrasi numerasi dalam pembelajaran biologi namun tetap membutuhkan panduan lebih lanjut [15]. Data menunjukkan bahwa 84% guru merasa cukup memahami literasi numerasi, tetapi mayoritas mereka menyatakan perlunya pendampingan lanjutan untuk mengoptimalkan praktik di kelas. Studi [16] juga menyatakan bahwa PjBL dalam pendidikan sains membantu guru menerapkan kombinasi aspek *hands-on*, *minds-on*, dan konteks nyata dalam merancang kegiatan praktikum seperti yang tampak pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Komponen Numerasi

### 3.1 Diskusi Penyusunan Modul Ajar Praktikum Bermuatan Numerasi

Pada sesi diskusi ditemukan bahwa kasus pembelajaran biologi di sekolah tampak terburu-buru sehingga guru terbatas dalam mengembangkan pembelajaran yang dapat menguatkan *hard skill* maupun *soft skill*, seperti penguatan numerasi. Untuk mengatasi hal tersebut, guru biologi diharapkan dapat melakukan analisis CP (Capaian Pembelajaran) yang ditargetkan secara nasional. Kegiatan diskusi bersama MGMP, mengikuti seminar, dan bimtek dapat dilakukan untuk meningkatkan kompetensi guru [17]. Buku teks bukan menjadi acuan penyampaian materi, tetapi menjadi sumber bacaan untuk menambah khazanah pengetahuan. Setelah analisis CP, guru diharapkan dapat memilah materi esensial dan non esensial yang akan didiskusikan dalam pembelajaran. Materi esensial merupakan materi yang belum diajarkan kepada siswa, sedangkan materi non esensial berupa materi yang pernah diajarkan pada siswa pada jenjang sebelumnya. Contoh pada materi sistem pencernaan, materi non esensial berupa penjelasan nama organ dan fungsinya. Materi tersebut sudah pernah diajarkan pada jenjang SMP. Untuk tingkat SMA, guru disarankan untuk menjelaskan kaitan struktur organ dengan fungsi sehingga siswa dapat mengintegrasikan konsep yang telah mereka pelajari sebelumnya. Untuk memastikan kesiapan siswa terhadap materi baru, guru juga perlu melakukan tes diagnostik untuk menganalisis tingkat pemahaman konsep yang telah dimiliki siswa [18]. Dengan demikian, guru dapat merancang pembelajaran yang lebih efektif dengan fokus pada materi esensial sekaligus mendorong literasi numerasi secara kontekstual [19].



Gambar 3. Tangkapan layar pelaksanaan webinar pembelajaran numerasi saat sesi diskusi

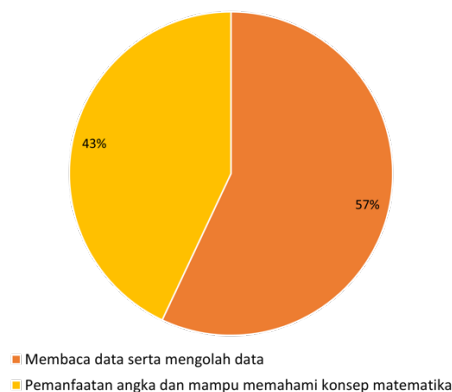


**Gambar 4.** Diskusi Kelompok Guru dalam Merancang Modul Praktikum Bermuatan Numerasi

Setelah sesi diskusi yang terlihat pada [Gambar 3](#), peserta diberikan pendampingan dalam menyusun modul ajar praktikum biologi yang bermuatan numerasi. Peserta terbagi ke dalam beberapa kelompok, tiap kelompok beranggotakan 5-6 guru untuk mendiskusikan konsep biologi yang dapat dikembangkan konten numerasinya. Tiap anggota kelompok memaparkan pendapat dan praktik baik yang pernah mereka laksanakan saat pembelajaran yang terlihat pada [Gambar 4](#). Materi pembelajaran yang umum didiskusikan adalah praktikum sistem respirasi, yaitu praktikum dalam mengukur laju respirasi hewan dan tumbuhan. Kegiatan praktikum ini dapat diberi muatan numerasi aritmatika serta pengolahan data. Muatan aritmatika yang dapat dikembangkan dalam soal adalah menghitung persentase laju respirasi. Perhitungan laju persentase melibatkan penggunaan aritmatika dasar, meliputi perkalian dan pembagian. Muatan pengolahan data yang dapat dikembangkan berupa menghitung nilai perbandingan rata-rata laju respirasi pada beberapa hewan. Dari diskusi tersebut, pemateri memberikan umpan balik dan reviu dalam diskusi peserta. Pada sesi diskusi, peserta merencanakan praktikum pada topik sistem pernapasan dengan mengukur laju pernapasan. Selama ini, praktikum pengukuran laju pernapasan hanya berupa pengamatan pada jumlah gelembung udara pernapasan. Untuk meningkatkan nilai dari kegiatan praktikum tersebut, dapat dilakukan titrasi menggunakan senyawa *phenolphthalein* untuk menghitung kadar  $\text{CO}_2$ . Rencana praktikum pada materi ekosistem berupa pemberian kasus berdasarkan jumlah keanekaragaman hewan atau tumbuhan pada suatu komunitas menggunakan Indeks Simpson. Jika memungkinkan dilakukan pengamatan di luar kelas pada suatu daerah, dapat pula dilakukan mengambil sampel suatu komunitas menggunakan metode kuadrat.

### 3.2 Analisis Persepsi Guru Biologi dalam Menyusun Modul Praktikum Bermuatan Numerasi

Berdasarkan hasil survei mengenai persepsi guru mengenai numerasi, sebanyak 57% guru menyatakan bahwa numerasi adalah kemampuan dalam membaca data serta mengolah data sehingga mampu memvisualisasikan data dalam bentuk tabel maupun grafik. Sebanyak 43%, guru menyatakan bahwa numerasi merupakan kemampuan dalam memanfaatkan angka dan mampu memahami konsep matematika dalam kehidupan sehari-hari. Persepsi guru tersebut ([Gambar 5](#)) menjadi dasar dalam menyusun modul ajar praktikum biologi sehingga pada modul ajar yang dianalisis didapatkan sebanyak 86% modul ajar bermuatan numerasi pada komponen pengolahan data, sedangkan sebanyak 14% mengandung komponen aritmatika. Hal tersebut didukung dengan rutinitas kegiatan praktikum biologi yang membahas data pengamatan yang umumnya berfokus pada pembuatan visualisasi data dalam bentuk tabel dan grafik. Akan tetapi, hasil pengamatan tersebut tidak dieksplorasi keterkaitannya dengan domain numerasi lain, seperti aritmatika maupun aljabar.



**Gambar 5.** Persepsi guru tentang keterampilan numerasi

Pada modul praktikum yang mengandung komponen numerasi pengolahan data, data yang diharapkan dapat dikumpulkan oleh siswa saat praktikum masih bersifat kualitatif. Contoh modul pada praktikum topik fotosintesis, siswa mengamati banyak atau sedikitnya jumlah gelembung hasil fotosintesis. Pada komponen numerasi, data jumlah gelembung tersebut dapat dikonversi ke dalam unit satuan baku, seperti volume  $\text{cm}^3$ . Berdasarkan tujuh modul, persepsi guru terhadap komponen numerasi berfokus pada komponen pengolahan data saja. Indikator komponen pengolahan data berupa siswa dapat mengumpulkan data dalam [Tabel 1](#) serta hasil pengamatan dibuat dalam grafik. Akan tetapi, guru belum menuntun siswa pada cara pengumpulan data dan membuat grafik.

**Tabel 1.** Temuan Kasus Muatan Numerasi pada Modul Ajar Guru

No	Komponen Numerasi	Topik	Kasus	Keterangan
1	Pengolahan Data	Sistem Koordinasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Siswa diminta melakukan uji sensorik pada kulit</li> <li>▪ Terdapat variabel bebas berupa perbedaan suhu dan waktu pemaparan</li> <li>▪ Siswa diminta membuat grafik perubahan suhu terhadap waktu pemaparan pada kulit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Data yang diamati bersifat kualitatif</li> <li>▪ Kalimat instruksi yang disampaikan pada siswa tidak lengkap</li> </ul>
2	Pengolahan Data	Fotosintesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Siswa diberikan data hasil eksperimen tentang fotosintesis</li> <li>▪ Siswa menggunakan aplikasi PhET untuk mengamati hasil pengamatan fotosintesis dengan mengubah variabel kemudian melakukan perbandingan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pada modul tidak dituliskan bentuk data yang digunakan</li> <li>▪ Hasil pengamatan pada PhET tidak ditampilkan sehingga belum jelas implementasi muatan numerasinya</li> </ul>
3	Perubahan Lingkungan	Aritmatika	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Siswa diminta untuk membuat bioplastik sebagai solusi terhadap <i>recycle</i> barang bekas</li> <li>▪ Siswa diminta menghitung komposisi bahan yang dibutuhkan untuk membuat bioplastic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perhitungan komposisi bahan sudah bermuatan numerasi</li> <li>▪ Pada perhitungan uji daya serap</li> </ul>

No	Komponen Numerasi	Topik	Kasus	Keterangan
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa diminta untuk menghitung uji daya serap terhadap ketahanan air dengan menyertakan rumus</li> </ul> $\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{m_{\text{awal}} - m_{\text{akhir}}}{m_{\text{awal}}} \times 100\%$	terhadap ketahanan air belum dijelaskan secara rinci setiap komponen perhitungannya
4	Fotosintesis	Pengolahan Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengamati jumlah gelembung yang terbentuk dari hasil fotosintesis</li> <li>Variabel bebas yang digunakan pada pengamatan fotosintesis berupa penambahan kadar <math>\text{NaHCO}_3</math>, perbedaan intensitas cahaya, dan perbedaan suhu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data banyak atau sedikitnya jumlah gelembung bersifat kualitatif</li> </ul>
5	Pertumbuhan dan Perkembangan	Pengolahan Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa diminta untuk menghitung berat dan pertumbuhan kecambah yang ditanam pada media yang berbeda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak dijelaskan secara eksplisit cara pengukuran berat kecambah dan pertumbuhan kecambah yang diharapkan</li> </ul>
6	Pertumbuhan dan Perkembangan	Pengolahan Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa diminta untuk melakukan pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman yang diberikan perlakuan yang berbeda</li> <li>Modul dilengkapi dengan penjelasan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel control</li> <li>Siswa diminta untuk mencatat hasil temuan dan hasil divisualisasikan dalam bentuk diagram</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak dijelaskan secara eksplisit aspek yang perlu diamati dan data yang harus dikumpulkan pada pengamatan</li> </ul>
7	Fotosintesis	Pengolahan Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa diminta mengamati perubahan intensitas cahaya menggunakan aplikasi Phypox pada smartphone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak dijelaskan secara eksplisit aspek yang perlu diamati dan data yang harus dikumpulkan pada pengamatan</li> </ul>

Pemahaman dan kemampuan siswa dalam menyusun serta menginterpretasi grafik bergantung pada bimbingan eksplisit dari guru selama kegiatan praktikum. Siswa sering mengalami kesulitan dalam membaca grafik dan melakukan interpretasi tanpa arahan yang jelas [20]. Dengan demikian, temuan bahwa guru hanya fokus pada pengolahan data, tanpa menuntun siswa dalam pengumpulan data dan penyusunan grafik, sesuai dengan literatur yang menekankan pentingnya *scaffolding* dan instruksi eksplisit dalam aktivitas numerasi sains. Pendampingan melalui pendekatan *scaffolding* dan penggunaan modul ajar yang dirancang secara tepat terbukti efektif dalam mengajarkan literasi numerasi kepada siswa. Studi menyatakan bahwa model *Problem-Based Learning* dengan *scaffolding* secara signifikan dapat meningkatkan literasi numerasi siswa SMP, terutama dalam hal kemampuan pemecahan masalah dan pengolahan data kuantitatif [21]. Selain itu, penerapan *scaffolding* berbasis *multiple representations* yang melibatkan grafik, tabel, dan model konseptual berhasil meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sains [22].

#### 4. KESIMPULAN

Konten numerasi yang umum diimplementasikan oleh guru pada modul praktikum biologi adalah pengolahan data. Indikator yang banyak digunakan berupa pencatatan data dalam tabel dan membuat grafik. Pada grafik, aspek utama yang diharapkan dari siswa adalah siswa dapat melakukan analisis dan memahami maksud dari data tersebut, bukan hanya keterampilan dalam memvisualisasikan data. Tantangan yang dihadapi guru dalam penyusunan modul praktikum bermuatan numerasi adalah keterbatasan sumber dalam pengembangan soal biologi numerasi serta perlunya peningkatan keterampilan guru dalam mengembangkan pembelajaran biologi bermuatan numerasi. Berdasarkan kegiatan pelatihan ini, rekomendasi selanjutnya yang dapat dilakukan adalah perlu adanya pelatihan dan penguatan bagi guru biologi untuk mengembangkan kegiatan pembelajaran atau praktikum yang bermuatan numerasi yang tidak hanya melatih konten numerasi pada pengolahan data saja, tapi juga seluruh komponen numerasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. X. P. Zou, J. Susanto, A. A. Wahab, N. Hong, C. S. T. Chiu, and L. Y. Y. Leung, "What made undergraduate reserach experiences significant: A collaborative critical analysis with student co-reserachers," *High. Educ. Res. Dev.*, pp. 1-16, 2022.
- [2] A. Cahyaningsih, H. Aulia, L. Ramadhani, and N. A. Alwi, "Transformasi Kurikulum dalam Menghadapi Tantangan Pendidikan Abad 21," *J. Nakula Pus. Ilmu Pendidikan, Bhs. dan Ilmu Sos.*, vol. 3, no. 3, pp. 353-367, 2025, doi: [10.61132/nakula.v3i3.1845](https://doi.org/10.61132/nakula.v3i3.1845)
- [3] D. Corebima, "Pembelajaran Biologi di Indonesia Bukan untuk Hidup," *Proceeding Biol. Educ. Conf.*, vol. 13, no. 1, pp. 8-22, 2016.
- [4] M. Rizki and G. Nuranti, "Profil Kemampuan Literasi Numerasi Peserta Didik SMA Pada Pembelajaran Biologi Kelas XII Pada Materi Evolusi," *BIODIK J. Ilm. Pendidik. Biol.*, vol. 08, no. 03, pp. 36-42, 2022.
- [5] N. Indah, S. Mania, and N. Nursalam, "Peningkatan Kemampuan Literasi Matematika Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Di Kelas Vii Smp Negeri 5 Pallangga Kabupaten Gowa," *MaPan*, vol. 4, no. 2, pp. 200-210, 2016, doi: [10.24252/mapan.2016v4n2a4](https://doi.org/10.24252/mapan.2016v4n2a4)
- [6] A. P. Salsabilah and M. D. Kurniasih, "Analisis Kemampuan Literasi Numerasi Ditinjau dari Efikasi Diri pada Peserta Didik SMP," *Edumatica J. Pendidik. Mat.*, vol. 12, no. 02, pp. 138-149, 2022, doi: [10.22437/edumatica.v12i02.18429](https://doi.org/10.22437/edumatica.v12i02.18429)
- [7] S. Z. Sholihah and E. A. Afriansyah, "Analisis Kesulitan Siswa dalam Proses Pemecahan Masalah Geometri Berdasarkan Tahapan Berpikir Van Hiele," *Mosharafa J. Pendidik. Mat.*, vol. 6, no. 2, pp. 287-298, 2018, doi: [10.31980/mosharafa.v6i2.317](https://doi.org/10.31980/mosharafa.v6i2.317)
- [8] Hasnawati, "Description of Mathematics Literacy Ability of Students First Secondary School State 15 Kendari Based on Content, Context, Materials, and Process," *Int. J. Educ. Res.*, vol. 4, no. 11, p. 2016, 2016.
- [9] H. Oliveira and J. Bonito, "Practical work in science education: a systematic literature review," *Front.*

- Educ., vol. 8, no. May, 2023, doi: [10.3389/feduc.2023.1151641](https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1151641)
- [10] R. Megawati, "Integration of Project-Based Learning in Science, Technology, Engineering, and Mathematics to Improve Students' Biology Practical Skills in Higher Education: A Systematic Review," *Open Educ. Stud.*, vol. 6, no. 1, 2024, doi: [10.1515/edu-2024-0049](https://doi.org/10.1515/edu-2024-0049)
- [11] N. Mona, R. C. Rachmawati, and ..., "Implementasi pembelajaran praktikum biologi scientific approach terhadap literasi sains peserta didik MAN 2 Kota Semarang," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 7, no. 2, pp. 11158-11166, 2023.
- [12] S. Hester, S. Buxner, L. Elfring, and L. Nagy, "Integrating quantitative thinking into an introductory biology course improves students' mathematical reasoning in biological contexts," *CBE Life Sci. Educ.*, vol. 13, no. 1, pp. 54-64, 2014, doi: [10.1187/cbe.13-07-0129](https://doi.org/10.1187/cbe.13-07-0129)
- [13] B. Follette, D. W. Mccarthy, E. Dokter, S. Buxner, and E. Prather, "Numeracy Advancing Education in Quantitative Literacy The Quantitative Reasoning for College Science (QuaRCS) Assessment, 1: Development and Validation," vol. 8, no. 2, 2015, doi: [10.5038/1936-4660.8.2.2](https://doi.org/10.5038/1936-4660.8.2.2)
- [14] S. Diana, "Biosfer : Jurnal Pendidikan Biologi," *Biosf. J. Pendidik. Biol.*, vol. 18, no. 1, pp. 255-266, 2025, doi: [10.21009/biosferjpb.49807](https://doi.org/10.21009/biosferjpb.49807)
- [15] W. Azzahra, S. Diana, and E. Nuraeni, "Teachers ' Perceptions of Numeracy Literacy-Based Biology Learning Biology Education Program Study , Universitas Pendidikan Indonesia , Bandung , Teachers ' Perceptions of Numeracy Literacy-Based Biology Learning," vol. 4, no. 1, pp. 193-206, 2025.
- [16] A. Markula and M. Aksela, "The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education," *Discip. Interdiscip. Sci. Educ. Res.*, vol. 4, no. 1, 2022, doi: [10.1186/s43031-021-00042-x](https://doi.org/10.1186/s43031-021-00042-x)
- [17] S. Kurniasih et al., "Bimtek Literasi dan Numerasi dalam Pembelajaran Biologi bagi Guru-guru Biologi SMA Se-Kabupaten Bogor," *DIKMAS J. Pendidik. Masy. dan Pengabd.*, vol. 04, no. 1, pp. 73-80, 2024.
- [18] K. Sari, Y. Anwar, and M. Meilinda, "The profile of biology teaching and learning materials from scientific literacy perspective," *JPBIO (Jurnal Pendidik. Biol.)*, vol. 6, no. 2, pp. 133-141, 2021, doi: [10.31932/jpbio.v6i2.1080](https://doi.org/10.31932/jpbio.v6i2.1080)
- [19] A. Fauzi and M. Fadilah, "Literatur Review: Implementasi Literasi Numerasi Pada Pembelajaran Biologi di SMA," *Biodik*, vol. 10, no. 2, pp. 132-137, 2024, doi: [10.22437/biodik.v10i2.33802](https://doi.org/10.22437/biodik.v10i2.33802)
- [20] S. Puspitasari, L. Anwar, and C. Sa'dijah, "Investigating Numeracy Skills: How Students Handle Data Representation Challenges," *Prisma*, vol. 13, no. 2, p. 303, 2024, doi: [10.35194/jp.v13i2.4161](https://doi.org/10.35194/jp.v13i2.4161)
- [21] F. L. Fathurrohman and H. D. Putra, "Problem-Based Learning With Scaffolding To Improve Numeracy Literacy of Junior High School Students," *MaPan*, vol. 12, no. 1, pp. 132-146, 2024, doi: [10.24252/mapan.2024v12n1a9](https://doi.org/10.24252/mapan.2024v12n1a9)
- [22] Y. D. Damayanti and M. E. Wulanningtyas, "International Journal of Active Learning Effectiveness Of Representation-Based Scaffolding In Chemistry Learning : A Study On 3t Students With Low Numeracy Ability," vol. 10, no. 2, pp. 1-6, 2025, doi: [10.15294/ijal.v10i1.22104](https://doi.org/10.15294/ijal.v10i1.22104)

