

Pengintegrasian Sumber Belajar Digital dalam Pembelajaran Biologi bagi Guru Biologi Kabupaten Brebes

Yustinus Ulung Anggraito^{1*}, R. Susanti², Dewi Mustikaningtyas³, Talitha Widiatningrum⁴, Siti Alimah⁵

^{1,5}Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

^{2,3,4}Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

E-mail: ¹anggraitoulung27@mail.unnes.ac.id, ²basanatha@mail.unnes.ac.id,

³dewi_mustikaningtyas@mail.unnes.ac.id, ⁴talitha_widiatningrum@mail.unnes.ac.id,

⁵siti_alimah@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Mitra dalam kegiatan Pengabdian pada Masyarakat (PkM) ini adalah Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Biologi Kabupaten Brebes. Tujuan kegiatan PkM ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru Biologi tentang sumber-sumber belajar digital pada materi Keanekaragaman Hayati berdasarkan Kurikulum Merdeka. Metode yang digunakan adalah diskusi dan praktik pemanfaatan sumber belajar digital dalam pembelajaran, menyesuaikan Kurikulum Merdeka. Kegiatan pelaksanaan PkM meliputi: *pretest*, penguatan konseptual dan praktik pemanfaatan sumber belajar digital, *post-test*, dan tugas mandiri. Materi kegiatan PkM adalah pemanfaatan *database* NCBI; virus, vaksin, dan permasalahannya; pembuatan pohon filogenetik menggunakan program MEGA 11; SINTA sebagai sumber belajar; dan pengintegrasian sumber belajar digital dalam pembelajaran. Hasil tes pengetahuan ada 73,3 % peserta tuntas, dengan rata-rata *N-gain* sebesar 0,6 (kategori sedang). Skor *posttest* berbeda signifikan dengan skor *pretest* berdasarkan uji-T dan sebanyak 70% peserta menyelesaikan tugas mandiri. Dari hasil kegiatan dapat disimpulkan bahwa pengetahuan peserta tentang sumber belajar digital mengalami peningkatan dan peserta terampil memanfaatkannya dalam perancangan pembelajaran. Penguasaan sumber belajar digital sangat membantu guru dalam menghadapi Era Society 5.0.

Kata kunci: MGMP Biologi, pengintegrasian sumber belajar digital, materi keanekaragaman hayati

Abstract

The partner in this Community Service (CS) activity is the Brebes Regency Biology Subject Teachers' Conference (MGMP). This CS activity aims to increase Biology teachers' knowledge and skills regarding digital learning resources on Biodiversity material based on the 2023 Merdeka Curriculum. The method used is discussion and practice using digital learning resources in learning, adapting the Merdeka Curriculum. CS implementation activities include pretest, conceptual strengthening, and practice using digital learning resources, post-tests, and independent assignments. The material for CS activities is using the NCBI database; viruses, vaccines, and their problems; creating a phylogenetic tree using the MEGA 11 program; SINTA as a learning resource; and integrating digital learning resources in learning. The knowledge test results showed that 73.3% of participants completed it, with an average N-gain of 0.6 (medium category). The post-test score was significantly different from the pretest score based on the T-test and as many as 70% of participants completed the task independently. From the activity results, it can be concluded that participants' knowledge of digital learning resources has increased and they are skilled at using them in learning design. Mastery of digital learning resources helps teachers face the Era of Society 5.0.

Keywords: MGMP Biology, integration of digital learning resources, biodiversity material

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, para guru mata pelajaran biologi di Kabupaten Brebes merasakan perlunya *up-date* pengetahuan terkini, terutama yang terkait dengan informasi digital di internet. Informasi yang didapatkan dari buku paket pegangan guru dirasa sudah tidak memadai lagi. Para guru merasa tertinggal dalam mengikuti perkembangan terkini di bidang Biologi. Belum banyak guru yang memiliki pengetahuan dan terampil memanfaatkan sumber belajar digital, baik dari jurnal elektronik, *database* dari NCBI untuk mengajarkan materi biologi karena keterbatasan pengetahuan dan keterampilan. Pandemi Covid-19 yang terjadi di Indonesia pada Maret 2020 hingga Juni 2023, membuka mata dan wawasan guru betapa pentingnya penguasaan teknologi informasi dan komunikasi, terutama sumber belajar digital.

Salah satu isu yang menarik saat ini adalah menurunnya keanekaragaman hayati karena meningkatnya alih fungsi lahan menjadi pemukiman, pabrik, maupun pertambangan. Materi keanekaragaman hayati tercantum dalam capaian pembelajaran (CP) di kelas X mata Pelajaran Biologi. Keanekaragaman hayati dibagi dalam tiga tingkatan, yaitu keanekaragaman tingkat genetik, spesies, dan ekosistem [1][2]. Contoh-contoh keanekaragaman tingkat gen atau spesies yang diberikan umumnya bersumber dari buku dan belum dieksplorasi menggunakan data berbasis sekuens DNA atau protein dari National Center for Biotechnology Information (NCBI). Data tersebut tersedia di internet dan bebas akses. Saat ini sangat sedikit guru yang menggunakan data sekuens DNA sebagai sumber belajar. Penggunaan data molekuler (bioinformatika) sudah digunakan pada beberapa sekolah di luar negeri [3][4][5].

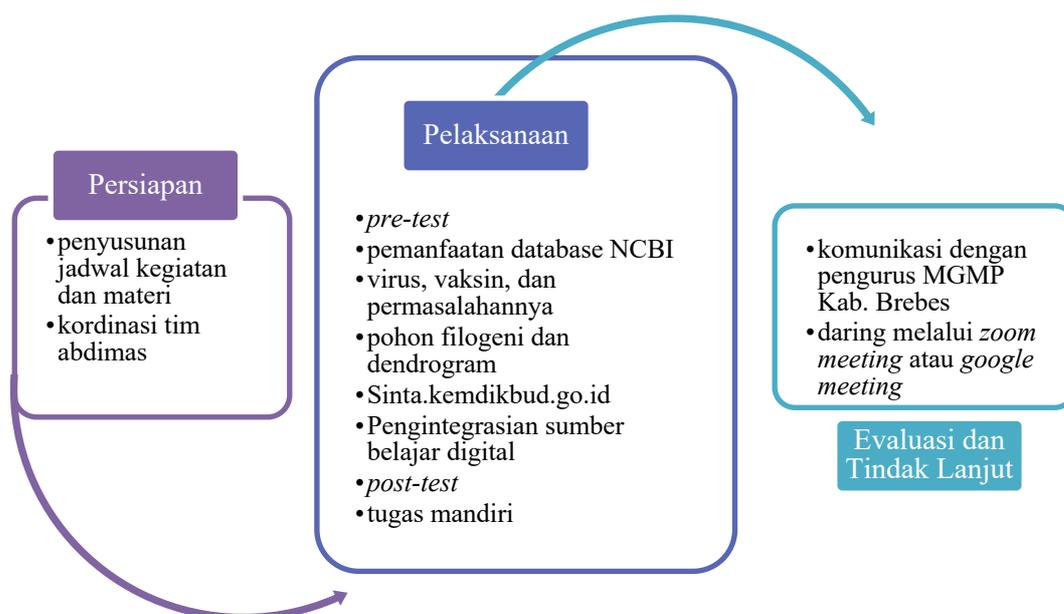
Guru perlu mengembangkan diri melalui program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB), yaitu pengembangan kompetensi guru yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalismenya [6]. Kegiatan PKB mencakup pengembangan diri, publikasi ilmiah, dan/atau karya inovatif. Salah satu kegiatan pengembangan diri dapat dilakukan melaksanakan kegiatan kolektif guru, melalui wadah MGMP Biologi Kabupaten Brebes. PKB melalui kegiatan kolektif guru melalui MGMP dilaporkan memberikan hasil yang baik oleh sejumlah tim PkM [7][8][9][10].

Permasalahan dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat (PkM) adalah guru-guru Biologi di Kabupaten Brebes belum memanfaatkan sumber belajar digital dari National Center for Biotechnology Information (NCBI) dan Science Index and Technology (SINTA) dalam pembelajaran materi keanekaragaman hayati. Rencana pemecahan masalah dalam kegiatan ini adalah dengan memberikan materi terkait keragaman hayati pada tingkat gen dan spesies dengan memanfaatkan sekuens DNA yang ada di NCBI, mengolahnya menjadi pohon filogenetik; mengenalkan sumber belajar digital berbasis hasil riset yang ada di SINTA dan memanfaatkannya dalam pembelajaran sesuai dengan Kurikulum Merdeka dalam bentuk modul ajar, LKPD, dan asesmennya.

Tujuan kegiatan pengabdian kepada Masyarakat ini adalah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru Biologi tentang sumber-sumber belajar digital yang terkini dalam rangka penerapan Kurikulum Merdeka 2023.

2. METODE

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat mengacu pada tujuan kegiatan pelatihan bagi guru-guru Biologi di Kabupaten Brebes agar memahami dan terampil mencari serta menggunakan sumber belajar digital dalam pembelajaran materi keanekaragaman hayati pada tingkat gen dan spesies. Gambaran kegiatan dapat diringkas pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur kegiatan pengabdian masyarakat pada MGMP Biologi Kab. Brebes

Rincian tahapan pelaksanaan kegiatan PkM dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. **Persiapan**
Persiapan yang dilakukan meliputi penyusunan jadwal kegiatan materi, menyusun materi, kordinasi tim untuk pembagian tugas (dosen pelaksana dan mahasiswa pembantu pelaksana). Mengingat terbatasnya ruang maka dilakukan pembatasan jumlah peserta. Maksimum peserta adalah 30 orang, setiap sekolah hanya boleh diwakili satu peserta yang disesuaikan dengan jumlah rayon. Pemilihan calon peserta dilakukan oleh MGMP Biologi.
2. **Pelaksanaan**
Materi yang akan diberikan adalah: pemanfaatan *database* NCBI; virus, vaksin, dan permasalahannya; pembuatan pohon filogenetik berbasis data sekuens DNA; Sinta.kemdikbud.go.id sebagai sumber belajar; pengintegrasian sumber belajar digital dalam pembelajaran materi keanekaragaman hayati. Pembekalan materi dilakukan dengan durasi 8 jam per pertemuan, selama dua hari berturut-turut, dan diakhiri dengan tugas mandiri bagi para peserta, selama 10 hari. Pemberian materi sekitar 40% dari waktu yang disediakan, 60% bentuk kegiatan praktik menggunakan komputer.
3. **Evaluasi dan Pendampingan**
Kegiatan evaluasi pelaksanaan program dilakukan sebelum, saat, dan setelah kegiatan. Tes awal dilakukan di awal pertemuan untuk menentukan kemampuan awal peserta. Keaktifan dan animo peserta diamati sebagai bahan untuk evaluasi kegiatan, sedangkan tes akhir dilakukan untuk menentukan peningkatan kemampuan peserta setelah mengikuti kegiatan. Untuk menentukan penguasaan materi secara mandiri, semua peserta diwajibkan menyelesaikan tugas mandiri membuat modul ajar, LKPD, dan asesmen formatif. Untuk menjaga keberlanjutan program, maka akan dilakukan komunikasi berkala secara khusus untuk membahas materi yang dirasa perlu diperdalam, menggunakan fasilitas *zoom meeting* atau *google meeting*. Analisis data dilakukan dengan menghitung *N-gain* dan uji T, berdasarkan skor yang diperoleh oleh peserta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan PkM dimulai hari Senin, 17 Juli 2023 di SMAN 1 Brebes. Kegiatan dibuka oleh Samsul Maarif, S.Pd. M.Pd., selaku kepala sekolah SMAN 1 Brebes. Ada 30 guru Biologi yang hadir dari berbagai kecamatan di Kabupaten Brebes. Untuk memeriksa

pengetahuan awal peserta dilakukan *pretest* menggunakan *Google Formulir*. Pada hari ke-1 sesi pertama, disampaikan materi pengenalan NCBI sebagai sumber belajar digital oleh Dr. Yustinus Ulung Anggraito, M.Si. Dari NCBI ada banyak informasi menarik dan terkini terkait dengan pandemi Covid-19, genom organisme, sampai informasi sekuens DNA. Peserta dipandu secara interaktif untuk mencari informasi tentang genom dan sekuens DNA sesuai keinginan masing-masing. Setiap kelompok didampingi oleh anggota Tim PkM untuk memberikan bantuan atau memandu jika diperlukan. Semua peserta merasa senang karena menjadi tahu begitu banyak informasi yang dapat diperoleh dari NCBI. Meskipun demikian ada beberapa peserta merasa kesulitan karena masalah akses internet terkait dengan spesifikasi komputer yang kurang mendukung untuk kegiatan ini, sehingga harus lebih bersabar untuk menunggu munculnya respon dari NCBI.

Pada sesi ke-2, Prof. Dr. drh. R. Susanti, M.P., menyampaikan materi tentang virus dan vaksin. Materi ini menarik perhatian para guru karena relevan dengan materi virus yang diajarkan di kelas X dan sangat relevan dengan kasus Covid-19. Materi juga membahas bagaimana sistem imun bekerja ketika orang terserang virus SARS-Cov-2. Pembahasan vaksin untuk menangani Covid-19 juga menjadi materi yang menarik. Banyak hal yang ditanyakan terkait penyakit yang disebabkan oleh virus dan bagaimana vaksin dibuat dan bekerja dalam melindungi tubuh manusia, dsb. Semua pertanyaan dibahas secara komprehensif oleh penyaji (Gambar 2a).

Selanjutnya, pada sesi ke-3 Talitha Widiatningrum, M.Si. Ph.D., memberikan materi tentang pemanfaatan data sekuens DNA untuk membuat pohon filogeni menggunakan program MEGA 10. Dengan penjelasan bertahap dan disertai praktik, masing-masing peserta menentukan gen target yang akan dicari sekuensnya, kemudian mencari sekuens gen yang sama pada berbagai spesies. Data sekuens tersebut disejajarkan (*alignment*), dan selanjutnya memanfaatkan program MEGA 10 untuk membuat pohon filogeni (Gambar 2b). Peserta juga diajari bagaimana membaca pohon filogeni dan memaknainya. Kegiatan berlangsung dengan seru karena merupakan hal yang baru sehingga menimbulkan rasa ingin tahu. Namun kurangnya dukungan spesifikasi komputer menyebabkan respon untuk mendapatkan data hasil analisis juga menjadi terhambat. Hal yang positif dari kegiatan hari pertama adalah semua peserta antusias untuk mencoba, berusaha menyelesaikan tugas masing-masing, dan tetap bertahan mengikuti kegiatan sampai pukul 15.00.



Gambar 2. Pelaksanaan kegiatan PkM. a. Pendampingan pencarian sekuens DNA virus di NCBI; b. Pendampingan pemanfaatan program MEGA 10 untuk membuat pohon filogenetik

Kegiatan hari ke-2 dilaksanakan pada hari Selasa, 18 Juli 2023. Sesi ke-4 adalah materi pemanfaatan SINTA (<https://sinta.kemdikbud.go.id/>) sebagai sumber belajar digital, yang disampaikan oleh Dr. Dewi Mustikaningtyas, M.Si.Med. Peserta diajarkan bagaimana mencari serta mengunduh artikel yang relevan dan terkini dengan materi pembelajaran, sehingga guru selalu memperbarui informasi yang sudah tidak relevan lagi dengan perkembangan terkini di bidang biologi. Pencarian artikel diarahkan pada artikel yang terbit di jurnal terindeks Sinta 1-3, meskipun tetap diperbolehkan menggunakan Sinta 4-6. Dengan demikian guru belajar untuk memilah dan memilih artikel yang berkualitas (Gambar 3a).

Selanjutnya pada sesi ke-5, Dr. Siti Alimah, M.Pd., menjelaskan bagaimana cara mengintegrasikan sumber belajar digital dalam pembelajaran biologi. Setelah mendapatkan

materi di sesi 1-4, peserta belajar bagaimana pemanfaatannya secara nyata dalam pembelajaran, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, sampai ke evaluasi kegiatan (Gambar 3b). Hal ini penting terutama dengan diberlakukannya Kurikulum Merdeka (KM) di SMA, baik untuk kelas X maupun kelas XI. Peserta dibimbing untuk memahami elemen pengetahuan dan keterampilan proses dalam capaian pembelajaran (CP) dan menyusun alur tujuan pembelajaran (ATP). Selanjutnya didemonstrasikan bagaimana mengembangkan modul ajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), dan menyusun kisi-kisi untuk melakukan asesmen formatif. Kiat-kiat dalam penyusunan ATP, Modul Ajar, LKPD, dan asesmen formatif disampaikan bersamaan dengan pemberian contoh sehingga memberikan kemudahan bagi peserta dalam mengikuti kegiatan, terutama saat menyelesaikan tugas mandiri. Hal ini dilakukan mengingat kemampuan para peserta dalam membuat perangkat pembelajaran sesuai Kurikulum Merdeka sangat beragam, karena ada yang sudah pernah mengikuti kegiatan pelatihan dan ada yang belum.



Gambar 3. Pelaksanaan PkM hari kedua. a. penjelasan tentang SINTA sebagai sumber belajar digital; b. Diskusi pengintegrasian sumber belajar digital dalam pembelajaran.

Pada akhir sesi-5, dilakukan *posttest* untuk memeriksa peningkatan pengetahuan peserta terkait materi yang sudah dilatihkan. Di akhir kegiatan setiap peserta diwajibkan untuk mengerjakan tugas mandiri selama 10 hari untuk membuat alur tujuan pembelajaran (ATP), modul ajar, lembar kerja peserta didik, melakukan asesmen, dan membuat rencana tindak lanjut (RTL), dengan memanfaatkan semua data yang diperoleh dari kegiatan sesi 1-4, pada materi keanekaragaman hayati. Semua tugas dikumpulkan dalam satu Google Drive untuk memudahkan proses penilaian.

Pengetahuan Peserta

Hasil *pre-test* dan *post-test* di awal dan akhir kegiatan dianalisis untuk memberikan gambaran peningkatan pengetahuan guru selama mengikuti kegiatan PkM. Hasilnya diringkas dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *pre-test* dan *post-test* pengetahuan tentang sumber belajar digital

	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>N-gain</i>	<i>T-test</i>
Terendah	20	52		
Tertinggi	52	96		
Tuntas (%)	0	73,3		Sig. (2-tailed)
Rata-rata	36,9	76,0	0,6	0,000 < 0,05

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil *pre-test* yang dilakukan di awal kegiatan, tidak ada satu pun peserta yang tuntas. Hal ini merupakan hal yang wajar karena memang peserta belum memiliki pengetahuan terkait dengan materi PkM. Hasil *post-test* yang dilakukan di akhir kegiatan menunjukkan sudah ada 73,3% yang tuntas. Data ini mengindikasikan bahwa dari segi materi sudah terjadi peningkatan pengetahuan peserta terhadap materi sumber belajar digital. Data *N-gain* diperoleh sebesar 0,6 dengan kategori sedang yang menunjukkan keefektifan pemberian materi sumber belajar digital terhadap peningkatan pengetahuan peserta. Hal ini juga terkonfirmasi melalui uji *T-test two-paired sample* yang mendapatkan Sig. (2-tailed) $0,000 < 0,05$ sehingga dapat dikatakan ada perbedaan rata-rata skor pengetahuan antara sebelum dan sesudah

pemberian materi. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas dalam kegiatan PkM baik dari segi teoretik maupun praktik memang benar-benar menambah pengetahuan. Hal ini sesuai dengan pernyataan sejumlah peserta bahwa kegiatan PkM sangat bermanfaat bagi mereka karena termasuk hal baru dan sangat menantang untuk coba diterapkan dalam proses pembelajaran.

Pre-test dan *post-test* diperlukan untuk memberikan gambaran seberapa efektif pemberian materi menambah pengetahuan peserta yang akan terlihat pada nilai *N-gain*. Selain itu *pre-test* dan *post-test* diharapkan membuat para peserta lebih serius untuk mengikuti kegiatan. Tidak dipungkiri masih ada sejumlah guru yang mengikuti kegiatan hanya berorientasi pada perolehan sertifikat, sehingga sekedar mengikuti kegiatan. Hal ini tentu saja tidak sesuai dengan tujuan kegiatan yang ingin melakukan peningkatan pemahaman dan keterampilan guru dalam memanfaatkan sumber belajar digital ini. Selain itu guru peserta juga diharapkan membagikan pengalaman selama mengikuti kegiatan kepada rekan guru yang tidak berkesempatan mengikuti kegiatan.

Keterampilan Peserta

Dari 30 peserta, ada 21 peserta yang mengumpulkan Tugas Mandiri (70%). Hal ini sudah diprediksi oleh Tim PkM dan juga Pengurus MGMP, bahwa tidak semua guru melengkapi tugas mandiri. Pada umumnya alasan utama adalah karena kesibukan mengajar dan tugas tambahan lainnya. Data keterampilan peserta diperoleh dari hasil Tugas Mandiri setiap peserta yang terdiri dari ATP, Modul Ajar, LKPD, dan asesmen formatif. Penilaian menggunakan skala Likert dengan empat skor dari 1-4. Hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Keterampilan peserta dalam memanfaatkan sumber belajar digital

	Kategori			
	Sangat tinggi	Tinggi	Rendah	Sangat rendah
ATP	5	13	3	0
Modul Ajar	3	13	5	0
LKPD	1	10	10	0
Asesmen	1	7	13	0

ATP merupakan rangkaian tujuan pembelajaran yang disusun secara sistematis dan logis di dalam fase pembelajaran untuk murid dapat mencapai Capaian Pembelajaran. Berdasarkan pengamatan terhadap ATP yang disusun oleh peserta, 86% guru sudah mampu membuat dengan baik dan sangat baik sesuai yang diharapkan dalam Kurikulum Merdeka. Semua komponen sudah tercantum dalam, namun masih sekitar 17% guru yang belum mampu menetapkan tujuan pembelajaran yang mengacu pada CP. Oleh karena itu diperlukan perbaikan berdasarkan masukan dari Tim PkM. Kelompok terakhir ini memang berasal dari sekolah yang baru saja menerapkan Kurikulum Merdeka di kelas X dan belum mengikuti kegiatan sosialisasinya.

Berdasarkan Tujuan Pembelajaran dan ATP yang sudah disusun, selanjutnya peserta mengembangkan Modul Ajar untuk materi keanekaragaman hayati. Modul ajar adalah dokumen yang berisi tujuan, langkah, dan media pembelajaran, serta asesmen yang dibutuhkan dalam satu unit/topik berdasarkan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) (<https://pusatinformasi.guru.kemdikbud.go.id/>). Modul ajar pada dasarnya serupa dengan RPP pada Kurikulum 2013, namun memiliki komponen yang lebih lengkap sehingga disebut RPP Plus. Sekitar 76% guru sudah mampu membuat Modul Ajar sesuai tuntutan dalam Kurikulum Merdeka.

Dalam penyusunan LKPD, baru sekitar 52% guru yang mampu membuat LKPD sesuai dengan Kurikulum Merdeka, terutama untuk elemen pemahaman biologi. Meskipun demikian dari tugas mandiri tampak bahwa para peserta masih kurang mampu mengimplementasikan hasil kegiatan untuk elemen keterampilan proses (mengamati, mempertanyakan dan memprediksi,

merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, mengomunikasikan hasil belum terfasilitasi dalam LKPD. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar guru belum menggunakan CP, baik elemen pemahaman maupun keterampilan proses sebagai acuan dalam merancang LKPD. LKPD merupakan alat yang operasional untuk mencapai tujuan pembelajaran sehingga perlu disusun secara cermat, baik dari segi format maupun kegiatan yang mengacu pada pencapaian tujuan pembelajaran.

Sebanyak 40% peserta tidak membuat kisi-kisi terlebih dulu ketika membuat soal asesmen formatif. Hal ini menyebabkan ketidaksesuaian antara tujuan dengan butir soal. Pada butir soal juga belum mewakili CP elemen pengetahuan di kelas X yang berbunyi “peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya.” Baru 38% guru yang sudah mampu menyusun asesmen formatif dengan baik dan sangat baik. Data ini juga menunjukkan kesiapan guru Biologi di Kabupaten Brebes dalam menerapkan Kurikulum Merdeka. Hal ini juga selaras dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa kesiapan guru Biologi di SMAN Kota Pariaman, Padang dalam menerapkan Kurikulum Merdeka sebesar 60% (kategori siap) [11].

Keberhasilan kegiatan PkM ini sangat menunjang kemampuan guru untuk menguasai *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK). Dalam kerangka TPACK, guru perlu memahami tiga basis pengetahuan secara luas, baik terkait teknologi, pedagogi, dan konten – dan interaksinya antara dan di antara basis pengetahuan ini [12]. Dengan menguasai sumber belajar digital guru dapat mengakses kemajuan terkini berdasarkan konten, pedagogi, maupun teknologi sehingga dapat mengikuti perkembangan zaman terutama di era Revolusi Industri 4.0 dan Era Society 5.0 yang berbasis pada *artificial intelligence* (AI) dan *big data*. Sebagai salah satu bentuk keterampilan, maka keterampilan penguasaan terhadap sumber belajar digital tidak dapat diperoleh dalam waktu yang singkat. Guru peserta kegiatan PkM, masih perlu melakukan latihan berulang dan refleksi berkelanjutan untuk melihat kelemahan dari setiap kegiatan yang dilakukan. Oleh karena itu komunikasi dan Kerjasama dalam MGMP perlu ditingkatkan untuk saling berbagi praktik baik dalam pembelajaran (*good practice*). Kolaborasi antar guru sangat penting di era pembelajaran saat ini untuk mewujudkan digitalisasi dan penguasaan teknologi pada abad ke-21 [13]. Keberanian untuk mencoba sesuatu yang baru dan kreativitas guru juga hal penting untuk dimiliki, misalnya guru menggunakan media sosial seperti Instagram, youtube, dan tiktok sebagai sumber belajar atau menggunakan *search engine* oleh guru [14].

Kerjasama antara perguruan tinggi (PT) dengan MGMP merupakan suatu hal yang penting untuk membantu pelaksanaan PKB. Bentuk kerjasama bisa berbagai macam, melalui penelitian bersama dan terutama melalui kegiatan PkM, baik secara terjadwal maupun insidental. Materi yang disampaikan dapat sangat bervariasi, tergantung kebutuhan MGMP. Pelatihan materi taksonomi numerik; pembuatan preparat anatomi; pelatihan budidaya anggrek; pelatihan pembuatan *eco-print* terbukti memberikan manfaat bagi guru maupun perguruan tinggi [15][16][17][18]. Kerjasama ini bersifat mutualisme, artinya kedua pihak saling diuntungkan. Perguruan tinggi mendapatkan kesempatan berbagi pengetahuan dan keterampilan, sedangkan guru memperoleh pengetahuan dan keterampilan baru sehingga kemampuan profesionalnya meningkat. Kerjasama ini perlu ditingkatkan antar lembaga, misalnya dengan Dinas Pendidikan Kota/Kabupaten, atau Provinsi. Dengan kerjasama sinergis seperti ini secara bertahap akan meningkatkan kualitas pendidikan di suatu daerah, sampai ke tingkat nasional, sehingga membantu tercapainya target Indonesia Emas 2045.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa kegiatan pengabdian pada masyarakat berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru Biologi di Kabupaten Brebes, dengan ketuntasan mencapai 73,3%. Dari segi keterampilan masih perlu latihan secara mandiri ataupun berkelompok untuk meningkatkan kualitas modul ajar, LKPD, dan sistem asesmen yang digunakan dalam pengintegrasian sumber belajar digital. Mengingat masih

ada 26,7% peserta yang belum tuntas, maka perlu ditindaklanjuti dalam pertemuan MGMP secara mandiri, karena salah satu penyebab ketidaktuntasan adalah guru terlambat dalam mengumpulkan tugas mandiri. Hal penting yang perlu dijaga adalah keberlanjutan program agar tidak berhenti pada peserta kegiatan, namun berimbas pada teman guru lain, yang belum berkesempatan mengikuti kegiatan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Pengabdian kepada Masyarakat mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang atas anggaran untuk pelaksanaan kegiatan ini, melalui dana DPA MIPA 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. 2020. *Campbell Biology in Focus*. 3rd edition. New York: Pearson Education. Halaman 919
- [2] Taylor, M. R., Simmon, E. J., Dickey, J. L., & Hogan, K. 2021. *Campbell Biology, Concepts and Connection*. New York: Pearson Education. halaman 763
- [3] Kovarik, D. N., Patterson, D. G., Cohen, C., Sanders, E. A., Peterson, K. A., Porter, S. G., & Chowning, J. T. 2013. Bioinformatics education in high school: implications for promoting science, technology, engineering, and mathematics careers. *CBE, Life Sciences Education*, 12, 441–459. DOI: 10.1187/cbe.12-11-0193
- [4] Shuster, M., Claussen, K., Locke, M., & Glazewski, K. 2016. Bioinformatics in the K-8 classroom: designing innovative activities for teacher implementation. *International Journal of Design Learning*, 7(1), 60-70. DOI: <https://doi.org/10.14434/ijdl.v7i1.19406>
- [5] Sari, I. J., El-Islami, R. A. Z., & Safkolam, R. 2022. Implementation of bioinformatics learning in senior high school: a systematic review. *International Journal of Biology Education Towards Sustainable Development*, 2(2), 87-98. DOI: 10.52889/ijbetsd.v2i2.164. DOI: 10.52889/ijbetsd.v2i2.16487
- [6] Kemdikbud. 2019. *Pembinaan dan Pengembangan Profesi Guru Buku 4: Pedoman kegiatan pengembangan keprofesionalan berkelanjutan dan angka kreditnya*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
- [7] Taufiq, M. dan Wiyanto. 2018. Upaya Pengembangan Keprofesionalan Berkelanjutan MGMP IPA Kabupaten Batang melalui Pedampingan Penelitian Tindakan Kelas (PTK). *Rekayasa*, 16(2), 259-269
- [8] Hamidah, A., Sadikin, A., Sanjaya, M.E., Aina, M., & Natalia, D. 2019. Workshop model pembelajaran biologi bagi guru-guru MGMP di Kabupaten Tanjung Jabung Barat Jambi Indonesia. *Dedikasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 171-197
- [9] Qadriyah. 2021. Implementasi Pengembangan Keprofesionalan Berkelanjutan dalam meningkatkan profesionalisme guru Biologi Madrasah Aliyah Kota Banda Aceh. *Serambi Konstruktivis*, 3(4), 257-267
- [10] Apiyani, A., Supriani, Y., Kuswandi, S., & Arifudin, O. 2022. Implementasi Pengembangan Keprofesionalan Berkelanjutan (PKB) guru madrasah dalam meningkatkan keprofesionalan. *JIIP- Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(2), 449-504
- [11] Novianti, N., & Fuadiyah, S. 2023. Kesiapan guru biologi terhadap implementasi Kurikulum Merdeka di SMAN Kota Pariaman. *Journal on Teacher Education*, 5(1), 334-341
- [12] Koehler, M. J., Mishra, P., Akcaoglu, M., & Rosenberg, J. M. 2013. *The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Teachers and Teacher Educators*. Michigan State University Department of Counseling, Educational Psychology, and Special Education East Lansing, MI
- [13] Nisa, K., Amanda, N., & Pribadi, R.A. 2023. Kolaborasi pendidik dan peserta didik dalam mewujudkan digitalisasi dan penguasaan teknologi pada pembelajaran abad 21. *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1433-1445

- [14] Hidayat, R. 2023. Analisis kemampuan literasi digital sebagai kompetensi profesional guru di SMAN 1 Selayar. *Journal of Educational Technology, Curriculum, Learning, and Communication*, 3(4), 102-108
- [15] Putri, A. R. A., Hidayat, T., & Purwianingsih, W. 2019. Pelatihan taksonomi numerik sebagai strategi untuk meningkatkan *technological pedagogical content knowledge* guru biologi. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 7(2), 64-78. DOI: 10.24815/jpsi.v7i2.14332
- [16] Robika, Anggraeni, & Irwanto, R. 2023. Pelatihan pembuatan preparat biologi sebagai sarana peningkatan media pembelajaran bagi guru-guru biologi di Kabupaten Bangka. *J-Abdi Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(11), 6805-6812. <http://bajangjournal.com/index.php/J-ABDI>
- [17] Gusmalawati, D., Lovadi, I., Rahmawati, Mukarlina, & Linda, R. 2023. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan bagi anggota MGMP Biologi SMA di Kota Pontianak Kalimantan Barat melalui pelatihan budidaya anggrek. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(3), 1008-1017. DOI: 10.33379/icom.v3i3.2855
- [18] Anggraito, Y.U., Dewi, P., Rahayu, E. S., & Prasetyo, A. A. 2023. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan tentang teknik *eco-print* bagi guru-guru biologi Madrasah Aliyah Kota Semarang. *Martabe Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(4), 1353-1363. DOI: 10.31604/jpm.v6i4.1353-1363