



Mobile *Augmented Reality* Berbasis Sistem Android Sebagai Suplemen Belajar yang Meningkatkan Keterampilan Penggunaan Media Digital Guru

Daniar Setyo Rini^{1*}, Eka Putri Azrai¹, Afifah Shabrina Putri Riupassa¹, Hanna Rosmawati¹, Juwita Tamherwarin¹, Indang Sriayu Yulidianti Roditya¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Pulogadung, Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta, Indonesia, 13220

*Email koresponden: daniarsetyorini@unj.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received: 21 Mar 2023

Accepted: 30 Juli 2023

Published: 31 Des 2023

Kata kunci:

ARSINAPS;

Augmented Reality;

Media Digital;

Pembelajaran Biologi.

Keyword:

ARSINAPS;

Augmented Reality;

Digital Media;

Biology Teaching and

Learning.

ABSTRAK

Background: Perkembangan teknologi dalam Pendidikan dan pengajaran menuntut guru memiliki keterampilan dalam membuat dan menggunakan teknologi sebagai media pembelajaran, sumber belajar ataupun suplemen pembelajaran. ARSINAPS adalah media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis sistem android yang telah dikembangkan dalam rangka membantu guru untuk dapat memvisualisasikan struktur dari jaringan penyusun sistem pernapasan dengan objek tiga dimensi. Keterampilan penggunaan media digital bagi guru tentunya perlu diawali dengan adanya kegiatan workshop dan sosialisasi dari media pembelajaran digital. Sehingga, dalam rangka meningkatkan keterampilan penggunaan media digital, kegiatan P2M ini dilaksanakan dengan memperkenalkan ARSINAPS sebagai produk suplemen pembelajaran AR dan juga memberikan pelatihan untuk dapat membuat media AR secara sederhana. **Metode:** Kegiatan pelatihan diikuti oleh 20 orang guru biologi yang berasal dari MGMP kabupaten Bekasi, Jawa Barat dan pelaksanaan kegiatan dilakukan di SIT Ulil Albab, Bekasi. **Hasil:** Keterampilan penggunaan media digital sebagai media dan suplemen pembelajaran meningkat setelah adanya pengenalan dan pelatihan mengenai pembuatan media *Augmented Reality* berbasis Android. Rata-rata skor N-Gain sebesar 7,13 dan masuk pada kategori tinggi. **Kesimpulan:** guru termotivasi dan sudah bisa menggunakan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* sebagai suplemen pembelajaran di sekolah.

ABSTRACT

Background: The development of technology in education and teaching requires teachers to have skills in making and using technology as a learning medium, learning resource or learning supplement. ARSINAPS is an *Augmented Reality* learning media based on the android system that has been developed in order to help teachers to be able to visualize the structure of the tissues that make up the respiratory system with three-dimensional objects. The skill of using digital media for teachers certainly needs to start with workshop activities and socialization of digital learning media. Thus, in order to improve the skills of using digital media, this P2M activity was carried out by introducing ARSINAPS as an AR learning supplement product and also providing training to be able to make AR media simply. **Method:** The training was attended by 20 biology teachers from MGMP Bekasi district, West Java

and the implementation of the activity was carried out at SIT Ulil Albab, Bekasi. **Results:** Skills in using digital media as a medium and learning supplement increased after the introduction and training on making Android-based *Augmented Reality* media. The average N-Gain score is 7.13 and is in the high category. **Conclusion:** Teachers are motivated and can already use *Augmented Reality*-based learning media as a supplement to learning in schools.



© 2023 by authors. Lisensi Jurnal Solma, UHAMKA, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

PENDAHULUAN

Pelaksanaan proses pembelajaran daring pada setiap tingkat Pendidikan memiliki kendalanya masing-masing. Kendala yang paling banyak ditemui adalah kurangnya ketersediaan sarana penunjang pembelajaran online baik dari pihak guru dan siswa, keterbatasannya pengetahuan dan keterampilan penggunaan teknologi dasar baik dari guru dan siswa, keterbatasannya keterampilan pemanfaatan media digital sebagai penunjang pembelajaran daring oleh guru, dan kurangnya kemampuan literasi digital siswa. Kendala-kendala yang dijabarkan diatas saat ini tengah dialami oleh sebagian besar tenaga pendidik dan siswa di Indonesia termasuk juga guru-guru yang tergabung dalam MGMP Biologi kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Kabupaten Bekasi adalah sebuah kabupaten di provinsi Jawa Barat, Indonesia. Berdasarkan data master Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan terkait satuan Pendidikan kabupaten Bekasi memiliki 170 sekolah SMA yang tersebar dalam 23 daerah dengan rincian 48 sekolah negeri dan 122 sekolah swasta. Berdasarkan data pokok Pendidikan Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah, pada tahun ajaran 2021/2022 tercatat jumlah guru SMA di wilayah Kabupaten Bekasi sebanyak 2.622 orang.

Perkembangan Pendidikan di Kabupaten Bekasi saat ini masih lebih banyak terpusat pada wilayah perkotaan, yakni di Kawasan perumahan sekitar perbatasan dengan kota Bekasi seperti di kecamatan Tambun Utara, Babelan, Tarumajaya, Cikarang Utara, Cikarang Barat, dan Cikarang selatan. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa dari 23 kecamatan yang ada hanya 6 kecamatan yang dinilai telah mengalami perkembangan Pendidikan yang baik karena lokasinya yang dekat dengan pusat kota. Sedangkan, 17 kecamatan lainnya masih belum merata perkembangan pendidikannya. Melihat keberagaman dan kurang meratanya pendidikan tersebut menjadikan salah satu alasan pengadaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam rangka peningkatan kualitas proses pembelajaran.

Biologi merupakan ilmu yang sarat akan pengetahuan dengan objek materi abstrak, konseptual dan perlu adanya pemahaman konsep yang baik untuk bisa memahami materi secara keseluruhan. Pembelajaran daring yang terbatas interaksi serta komunikasi secara langsung antara guru dan siswa menjadikan penyampaian ilmu pembelajaran biologi memerlukan alat-alat bantu berupa media pembelajaran tambahan yang dapat memberikan kemudahan bagi siswa untuk memahami materi ajar.

Pesatnya perkembangan teknologi saat ini membuka peluang yang besar pula pada perkembangan media pembelajaran di sekolah. Perkembangan internet menjadikan penyampaian informasi juga menjadi lebih mudah dan cepat. Salah satu teknologi yang saat ini tengah banyak

dikembangkan di banyak negara dan di Indonesia adalah teknologi *Augmented Reality* atau yang lebih sering disebut dengan teknologi AR. Penggunaan teknologi AR sudah banyak diaplikasikan pada berbagai bidang kehidupan, saat ini teknologi ini tengah banyak dikembangkan dalam dunia Pendidikan dan pengajaran sebagai media pembelajaran digital penunjang proses pembelajaran.

Augmented Reality merupakan teknologi yang dapat memberikan penggambaran 3D dari suatu objek yang dapat juga dilengkapi dengan audio dan video. *Mobile Augmented Reality* adalah AR yang dapat diakses menggunakan handphone (*mobile device*). *Augmented Reality* adalah teknologi yang dapat meningkatkan persepsi dan interaksi pengguna dengan dunia nyata (Azuma, 1999; Thomas, 2007). *Augmented Reality* memiliki tiga karakteristik yakni mengkombinasikan antara konten virtual dengan konten nyata, memiliki sistem yang interaktif dan dapat digunakan secara real time, serta konten virtual ditambahkan kedalam dunia nyata. Dalam beberapa penelitian sebelumnya, AR merupakan teknologi yang dapat diaplikasikan penggunaannya dalam skala luas meliputi bidang Pendidikan, Kesehatan, Teknik, Militer, dan Hiburan (Thomas, 2007).

Penelitian mengenai teknologi AR sebagai media pembelajaran juga tengah banyak diminati dan beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi AR memberikan pengaruh yang signifikan dalam peningkatan motivasi, minat dan hasil belajar dari siswa (Jamali, 2017; Chien et al., 2019; Safadel & White, 2019; Liono et al., 2021). Kelebihan penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran dapat dibagi menjadi tiga kategori yakni dalam hal learning outcome, pedagogical contribution, dan interaction. AR dapat meningkatkan perilaku positif siswa terhadap aktivitas pembelajaran, meningkatkan prestasi belajar, dan performa pembelajaran serta dapat meningkatkan kepuasan siswa akan proses pembelajaran (Chen & Tsai, 2012; Chiang et al., 2014; Lu & Liu, 2015; Muñoz-Cristóbal et al., 2015; Akçayır & Akçayır, 2017). AR berkontribusi dalam meningkatkan keterlibatan dan keterikatan siswa terhadap proses pembelajaran serta membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan (Lu & Liu, 2015; Akçayır & Akçayır, 2017).

Augmented Reality merupakan media pembelajaran yang memiliki potensi untuk dikembangkan karena media ini cukup mudah untuk digunakan oleh berbagai kalangan usia (Saracchini, R., Catalina, C., & Bordoni, 2015). Penggunaan ponsel pintar saat ini menjadi salah satu faktor yang mendukung pengembangan dan penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* di sekolah (Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, 2011; Wu et al., 2013). Pembelajaran biologi yang sarat akan pengamatan berbagai macam objek yang sulit untuk diamati secara langsung akan sangat terbantu dengan penggunaan media pembelajaran AR. Teknologi visualisasi objek tiga dimensi yang dimiliki teknologi AR menjadikan pembelajaran biologi lebih mudah, menarik, dan dapat meningkatkan aktivitas serta motivasi siswa (Erbaş & Demirel, 2019).

Penggunaan teknologi canggih dalam proses pembelajaran perlu didukung tidak hanya oleh sarana dan prasarana yang memadai tetapi juga perlu didukung oleh keterampilan guru dalam menggunakan teknologi tersebut selama proses pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran yang canggih tanpa dukungan keterampilan penggunaan yang baik dari guru diyakini dapat memberikan efek negatif pada pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran. Oleh karena itu, kegiatan pelatihan keterampilan guru dalam menggunakan teknologi khususnya

teknologi AR dan juga keterampilan guru untuk dapat membuat sendiri media pembelajaran berbasis teknologi AR secara sederhana perlu untuk dilakukan untuk memperoleh proses dan hasil belajar yang optimal.

Berdasarkan hasil dari penelitian sebelumnya, telah dikembangkan sebuah media pembelajaran mobile *Augmented Reality* berbasis sistem android pada materi sistem pernapasan yang diberi nama ARSINAPS (Rini et al., 2022). Aplikasi ini telah tersedia di google playstore dan sudah dapat diunduh serta digunakan oleh guru sebagai media pembelajaran penunjang kegiatan belajar di kelas. Kelebihan media pembelajaran AR ini adalah dapat diakses kapan pun dan dimanapun sehingga bersifat fleksible untuk dapat digunakan dalam pembelajaran daring ataupun luring.

Oleh karena itu, dalam rangka memberikan proses pembelajaran yang lebih optimal, kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan untuk memberikan pelatihan penggunaan dari aplikasi ARSINAPS yang sudah dibuat serta untuk memberikan pelatihan keterampilan dalam membuat aplikasi AR secara sederhana. Setelah mengikuti kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, guru-guru biologi yang tergabung dalam MGMP Biologi SMA kabupaten Bekasi diharapkan memiliki peningkatan keterampilan dalam menggunakan media digital AR dalam proses pembelajaran dikelas dan memiliki keterampilan untuk membuat sendiri media pembelajaran AR yang sesuai dengan kebutuhan di kelas masing-masing dalam rangka mengatasi kendala-kendala yang ditemukan selama proses pembelajaran daring di masa pandemi

METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode survey disertai dengan metode pelatihan berupa workshop (blended workshop). Secara umum, workshop adalah suatu pertemuan yang dilakukan oleh sekelompok orang yang memiliki minat, keahlian, ataupun profesi pada bidang tertentu. Peserta workshop terlibat aktif dalam suatu diskusi dan kegiatan intensif pada suatu subjek maupun proyek tertentu. Dalam proses pelaksanaannya, kegiatan workshop biasanya akan lebih fokus untuk membahas berbagai masalah tertentu yang disertai dengan pelatihan. Para peserta diharapkan mendapatkan pengetahuan baru yang bermanfaat dan dapat diterapkan sesuai dengan bidang profesinya masing-masing. Kegiatan workshop dilengkapi dengan bahan aplikasi ARSINAPS yang dapat diunduh melalui playstore, booklet KIT Pembuatan AR berbasis android, dan juga instrument evaluasi untuk menilai keterampilan penggunaan media digital guru biologi yang terdiri dari 15 butir pernyataan dengan pilihan jawaban 1-3 (setuju, ragu-ragu, tidak setuju). Kegiatan pelatihan telah dilaksanakan di SIT Ulil Albab, Bekasi sebagai sekolah mitra dengan peserta yang berasal dari MGMP Guru Biologi Kabupaten Bekasi Jawa Barat sebanyak 20 orang. Kegiatan dilakukan pada 13 Agustus 2022 dengan durasi 8 JP.

Peserta mendapatkan pemaparan materi awal mengenai penggunaan dan pembuatan media pembelajaran berbasis teknologi *Augmented Reality*. Sebelum pemaparan materi peserta diberikan pretest yang mengukur keterampilan penggunaan media pembelajaran digital. Setelah pemaparan materi dan mencoba penggunaan dari media pembelajaran peserta diberikan posttest mengenai keterampilan penggunaan media digital. Pretest dan posttest yang diberikan berupa kuesioner yang berisi 15 butir pernyataan dengan skala pilihan jawaban 1-3 (tidak setuju, ragu-

ragu, setuju). Data yang telah diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung skala total dan peningkatan yang terjadi dari pretest dan posttest.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat yang biasa disebut dengan P2M pada tahun 2022 ini telah dilaksanakan pada tanggal 13 Agustus 2022. Kegiatan yang telah terlaksana ini melibatkan mitra MGMP Guru Biologi SMA Kabupaten Bekasi dan juga SIT Ulil Albab, Bekasi sebagai lokasi tempat penyelenggaraan kegiatan. Pelaksanaan kegiatan P2M pada tahun ini dilaksanakan secara luring dengan mengundang guru-guru biologi yang tergabung kedalam MGMP Guru Biologi SMA Kabupaten Bekasi dengan target peserta sebanyak 30 orang. Karena beberapa kendala jadwal yang bersamaan dengan kegiatan lain di Kabupaten Bekasi, total peserta yang dapat hadir dalam acara P2M sebanyak 20 orang, sehingga dapat dikatakan bahwa target pencapaian jumlah peserta sebanyak 67%.

Kegiatan P2M kali ini merupakan pengenalan dan pelatihan kepada guru-guru Biologi SMA mengenai penggunaan Media Pembelajaran *Augmented Reality* ARSINAPS sebagai media pembelajaran hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan pada tahun 2021. Melalui kegiatan P2M kali ini diharapkan guru-guru SMA menjadi lebih familiar dengan penggunaan Media *Augmented Reality* dalam proses pembelajaran biologi guna memberikan pemahaman lebih mandalam yang berkaitan dengan materi ajar. Selain dari itu, kegiatan P2M kali ini juga bertujuan untuk memberikan pelatihan dan pengetahuan umum kepada guru-guru mengenai pembuatan media *Augmented Reality* secara sederhana yang dibantu dengan booklet Kit pembuatan *Augmented Reality* serta memberikan peningkatan akan keterampilan guru dalam media pembelajara digital.

Demografi peserta yang hadir dalam kegiatan P2M ini terdiri dari 72,2% perempuan, 27,8% laki-laki, dengan kriteria masa kerja paling banyak pada masa kerja lebih dari 10 tahun, dan usia paling banyak pada kelompok usia 31-40 tahun. Detil mengenai karakteristik guru peserta P2M dapat dilihat pada [Tabel 1](#). berikut,

Tabel 1. Demografi Peserta P2M

	Frekuensi (orang)	%
Jenis Kelamin		
Perempuan	13	72,2
Laki-laki	5	27,8
Masa Kerja		
0-2 tahun	4	22,2
3-5 tahun	2	11,1
6-10 tahun	4	22,2
> 10 tahun	8	44,4
Usia		
20-30 tahun	5	27,8
31-40 tahun	7	38,9
41- 50 tahun	6	33,3

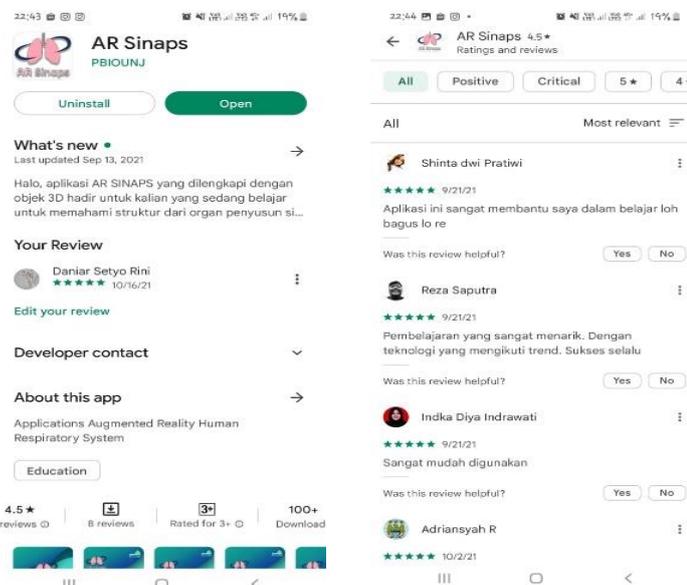
Kegiatan dimulai dengan pembukaan yang dihadiri oleh ketua MGMP Biologi SMA Kabupaten Bekasi, Perwakilan dari Dinas Pendidikan Kabupaten Bekasi, Ketua Yayasan SIT Ulil

Albab sebagai tuan rumah tempat penyelenggaraan dan guru-guru biologi SMA. Kegiatan berikutnya dilanjutkan dengan pemaparan dari narasumber terkait dengan media pembelajaran digital, ARSINAPS dan juga cara pembuatan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* secara sederhana. Akan tetapi kegiatan pelatihan tidak dapat secara optimal dilakukan karena kendala teknis seperti tidak tersedianya akun gratis untuk pembuatan AR dengan Unity. Namun, antusiasme guru-guru saat pertama kali mengoperasikan media ARSINAPS sangat baik. Guru-guru terlihat sangat tertarik dan memberikan respon apresiasi yang baik saat penggunaan media ARSINAPS.



Gambar 1. Antusiasme Guru-guru saat mengoperasikan ARSINAPS

Aplikasi ARSINAPS sendiri saat ini sudah tersedia di Playstore dan sudah di download oleh lebih dari 100 orang pengguna android. Aplikasi ini juga mendapatkan Rating (4,5/5) dan Review yang baik dari pengguna dilihat dari tanda bintang yang diberikan dan komentar-komentar positif. Kegiatan P2M kali ini diharapkan tidak hanya memberikan pengetahuan keterampilan tambahan kepada guru-guru mengenai penggunaan media digital, tetapi juga menjadi kesempatan untuk dapat mempromosikan aplikasi yang tengah dikembangkan agar bisa dipakai oleh siswa-siswa dari jenjang SMP, SMA sampai perguruan tinggi serta guru-guru dalam proses belajar mengajar di kelas.

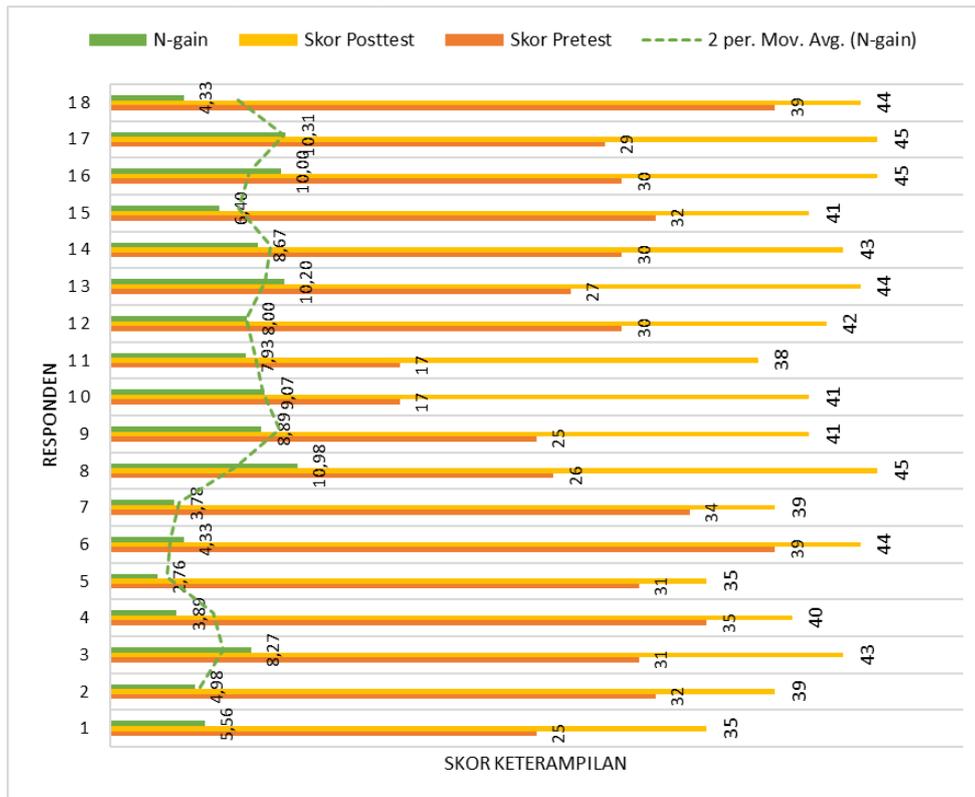


Gambar 2. Respon dan Komentar Positif dari Pengguna ARSINAPS

ARSINAPS merupakan salah satu contoh dari Mobile *Augmented Reality* yang telah melalui proses validasi dan evaluasi. Hasil validasi ahli dengan skor rata-rata 3,6 dari skor maksimal penilaian 4,0 yang menyatakan bahwa aplikasi AR Sinaps 91,2% telah berfungsi dengan baik,

mendukung pembelajaran, memberikan objek yang relevan dengan materi ajar, dinilai dapat meningkatkan motivasi belajar siswa dan memiliki prospek yang baik untuk terus dikembangkan. Hasil survei kepuasan dan evaluasi pengguna oleh mahasiswa juga memberikan respon yang baik dengan rata-rata persentase penilaian sebesar 85,1% (Rini et al., 2022).

Pre-test dan posttest diberikan dalam kegiatan P2M ini untuk melihat peningkatan keterampilan guru dalam menggunakan media digital berbasis *Augmented Reality*. Berdasarkan hasil analysis data, diperoleh bahwa seluruh responden (18 orang) mengalami peningkatan kemampuan dalam menggunakan media digital khususnya *Augmented Reality*. Rata-rata skor N-Gain sebesar 7,13 dan ini termasuk dalam kategori tinggi. Skor pretest terendah sebesar 17 dari total skor 45 dan tertinggi pada angka 39. Sedangkan skor posstest terendah adalah 35 dengan skor tertinggi 45. Detil data dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Skor Pre-test, Post-test dan Perhitungan N-Gain.

Berdasarkan hasil survey evaluasi yang diberikan kepada peserta, secara keseluruhan peserta merasa puas dengan pelaksanaan kegiatan P2M, hal ini dapat terlihat dengan antusiasme peserta sejak diawal pembukaan acara sampai dengan akhir kegiatan. Survei kepuasan juga mendapatkan rata-rata skor 3,17 – 3,9 (poin maksimal 4) untuk butir penilaian tiap indicator yang artinya seluruh peserta setuju bahwa kegiatan P2M telah berjalan dengan baik. Hasil lebih detil mengenai evaluasi pelaksanaan kegiatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Survei Evaluasi Pelaksanaan Kegiatan

Indikator Penilaian	Rata-rata skor
Materi yang disampaikan relevan dan telah sesuai dengan yang diharapkan	3,83
Materi yang disampaikan dapat diterapkan dalam proses pembelajaran di sekolah nanti	3,94
Pemateri sangat paham materi yang disampaikan	3,61
Pemateri memberikan jawaban terhadap peserta dengan sangat baik	3,83
Alokasi waktu penyampaian mencukupi	3,17
Suasana pelatihan menyenangkan	3,78
Kegiatan berlangsung dengan baik (tidak ada kendala teknis yang berarti)	3,72
Saya berharap kegiatan ini dilakukan secara berkelanjutan	3,94
Sarana dan prasarana kegiatan memadai	3,61
Secara keseluruhan saya puas dengan penyampaian materi	3,72

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada Masyarakat telah terlaksana dengan baik, pencapaian target untuk jumlah peserta yang hadir sebesar 67%. Berdasarkan analisis data, keterampilan penggunaan media digital sebagai media dan suplemen pembelajaran meningkat setelah adanya pengenalan dan pelatihan mengenai pembuatan media *Augmented Reality* berbasis Android. Kenaikan skor keterampilan dialami oleh seluruh peserta dengan kisaran skor N-gain 2,76-17. Hal ini menunjukkan bahwa guru termotivasi dan sudah bisa menggunakan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* sebagai suplemen pembelajaran di sekolah. Terlebih, antusiasme guru juga terlihat sangat baik. Guru-guru sangat tertarik untuk bisa membuka dan mengoperasikan aplikasi ARSINAPS sepanjang kegiatan P2M. Sehingga kerjasama antara dosen dan guru harus lebih banyak ditingkatkan guna memberikan pembelajaran yang lebih baik, efisien, efektif dan juga menyenangkan. Supaya hasil belajar siswa juga menjadi lebih baik. Kegiatan pelatihan dan penguatan ilmu baik mengenai pembelajaran ataupun konten biologi perlu untuk secara berkelanjutan dilakukan kepada seluruh guru tidak hanya di wilayah Bekasi akan tetapi dapat diperluas ke seluruh wilayah Jabodetabek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada LPPM Universitas Negeri Jakarta sebagai pemberi dana untuk berlangsungnya kegiatan ini. Guru-guru Biologi yang tergabung dalam MGMP Guru Biologi Kabupaten Bekasi, Jawa Barat sebagai peserta.

DAFTAR PUSTAKA

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with *Augmented Reality* for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Azuma, R. T. (1999). The challenge of making *Augmented Reality* work outdoors. *The 1st International Symposium on Mixed Reality (ISMR99)*.
- Chen, C. M., & Tsai, Y. N. (2012). Interactive *Augmented Reality* system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59(2), 638–652. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.001>

- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G.-J. (2014). Students' online interactive patterns in *Augmented Reality*-based inquiry activities. *Computers & Education*, 78, 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.006>
- Chien, Y. C., Su, Y. N., Wu, T. T., & Huang, Y. M. (2019). Enhancing students' botanical learning by using *Augmented Reality*. *Universal Access in the Information Society*, 18(2), 231–241. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0590-4>
- Erbas, C., & Demirer, V. (2019). The effects of *Augmented Reality* on students' academic achievement and motivation in a biology course. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 450–458. <https://doi.org/10.1111/jcal.12350>
- Jamali, S. S. (2017). *An investigation of mobile Augmented Reality-based learning features in cognitive and affective environments*. Murdoch University.
- Liono, R. A., Amanda, N., Pratiwi, A., & Gunawan, A. A. S. (2021). A Systematic Literature Review: Learning with Visual by the Help of *Augmented Reality* Helps Students Learn Better. *Procedia Computer Science*, 179, 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.019>
- Lu, S., & Liu, Y.-C. (2015). Integrating *Augmented Reality* technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525–541. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893–1906. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.003>
- Muñoz-Cristóbal, J. A., Jorrín-Abellan, I. M., Asensio-Peréz, J. I., Martínez-Monés, A., Prieto, L. P., & Dimitriadis, Y. (2015). Supporting teacher orchestration in ubiquitous learning environments: A study in primary education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(1), 83–97. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2370634>
- Rini, D. S., Azrai, E. P., Suryanda, A., Inayah, S. S., Khansa, A. A., & Kurnianto, M. B. (2022). *Augmented Reality* (AR) technology on the android operating system in human respiratory system: From organ to cell. *Biosfer*, 15(1), 25–35. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.23448>
- Safadel, P., & White, D. (2019). Facilitating Molecular Biology Teaching by Using *Augmented Reality* (AR) and Protein Data Bank (PDB). *TechTrends*, 63(2), 188–193. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0343-0>
- Saracchini, R., Catalina, C., & Bordoni, L. (2015). Mobile *Augmented Reality* Assistive Technology for the Elderly/Tecnología asistencial móvil, con realidad aumentada, para las personas mayores. *Comunicar*, 23(45), 65–73. <http://dx.doi.org/10.3916/C45-2015-07>
- Thomas, B. H. (2007). Emerging Technologies of *Augmented Reality*. In *Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design*.
- Haller, Michael & Billinghurst, Mark & Thomas, Bruce. (2006). Emerging Technologies of *Augmented Reality: Interfaces and Design*. <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-066-0>.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of *Augmented Reality* in education. *Computers and Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>