

## Menakar Literasi Mikrobiologi Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Mataram

Rubiyatna Sakaroni <sup>1\*</sup>, Wirdullutfi <sup>2</sup>, Baiq Isti Hijriani <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Mataram, Indonesia

Email: <sup>1</sup> rubysaka7@staff.unram.ac.id, <sup>2</sup> wirdullutfi@staff.unram.ac.id, <sup>3</sup> baiqistihijriani@staff.unram.ac.id  
(\*Corresponding Author)

**Abstrak:** Literasi mikrobiologi merupakan keterampilan penting bagi mahasiswa calon guru biologi agar mampu memahami, mengajarkan, dan mengaplikasikan konsep mikrobiologi secara tepat dalam kehidupan dan pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil literasi mikrobiologi mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Mataram berdasarkan dimensi kompetensi dan sikap setelah mengikuti perkuliahan mikrobiologi. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan instrumen yang disusun berdasarkan kerangka literasi sains PISA 2015. Subjek penelitian adalah mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah mikrobiologi. Data dianalisis secara deskriptif untuk menentukan kategori skor literasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa literasi mikrobiologi mahasiswa secara umum berada pada kategori sedang hingga rendah. Pada dimensi kompetensi, skor tertinggi terdapat pada kemampuan menginterpretasikan data dan bukti ilmiah, sedangkan skor terendah pada kemampuan mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah. Pada dimensi sikap, mayoritas mahasiswa berada pada kategori sedang, dengan skor tertinggi pada penilaian terhadap pendekatan ilmiah dan skor terendah pada minat terhadap mikrobiologi. Rendahnya capaian ini menunjukkan perlunya penguatan keterampilan berpikir tingkat tinggi, pengalaman langsung dalam perancangan penelitian, serta pembelajaran yang mengaitkan konsep mikrobiologi dengan konteks kehidupan nyata. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan strategi pembelajaran berbasis proyek, berbasis masalah, dan isu sosiosaintifik yang relevan, serta evaluasi yang menuntut penerapan konsep dan analisis. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan analisis, dan sikap ilmiah mahasiswa secara seimbang.

**Kata Kunci:** Literasi Mikrobiologi, Dimensi Kompetensi, Dimensi Sikap

### Sitasi:

Sakaroni, R., Wirdullutfi, W., & Hijriani, B. I. (2025). Menakar Literasi Mikrobiologi Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Mataram. *Journal of Science and Education Research*, 4(2), 69–76. <https://doi.org/10.62759/jsjer.v4i2.316>

## Pendahuluan

Mikroorganisme merupakan komponen penting dalam biosfer, baik dari aspek fisik maupun kimiawi (Blaser et al., 2016). Ilmu mikrobiologi merupakan fondasi utama dalam pengembangan bioteknologi modern, rekayasa genetika, dan bioproses. Pemahaman mendalam tentang struktur dan fungsi mikroorganisme telah memungkinkan rekayasa komunitas mikroba untuk berbagai aplikasi, seperti produksi obat, biofuel, dan biomaterial dari sumber karbon murah (McCarty & Ledesma-Amaro, 2019). Kajian mikrobiologi mencakup pemahaman mendalam mengenai dunia mikroba serta pemanfaatannya untuk meningkatkan kualitas hidup manusia dan kelestarian lingkungan.

Keberadaan mikroorganisme sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia. Mereka berperan penting dalam menjaga kesehatan, mendukung industri pangan, serta menjaga keseimbangan lingkungan (Sonnenburg & Sonnenburg, 2019). Mikrobiolog tidak hanya bekerja sebagai peneliti di lembaga akademik, klinis, atau industri, tetapi juga berkontribusi dalam pengembangan vaksin, antibiotik, serta strategi pengendalian infeksi dan pencemaran lingkungan (Yadav et al., 2017). Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang mikroorganisme sangatlah penting bagi masyarakat luas.

Kesadaran akan pentingnya literasi mikrobiologi di masyarakat semakin diakui sebagai hal yang esensial bagi kesejahteraan individu dan masyarakat. Mikroba memainkan peran fundamental dalam kesehatan manusia, keberlanjutan lingkungan, dan fungsi planet ini, namun pemahaman publik tentang peran-peran ini seringkali terbatas, dengan mikroba yang seringkali hanya dikaitkan dengan penyakit, alih-alih dengan berbagai aktivitas bermanfaatnya (Timmis et al., 2019; Schweitzer et al., 2025). Kurangnya literasi mikrobiologi dapat menyebabkan

### Article Info

Received: 12 Agustus 2025

Accepted: 18 Agustus 2025



Journal of Science and Education Research is licensed under a Creative Commons Attribution - Share Alike 4.0 International License.

pengambilan keputusan yang buruk pada tingkat pribadi, komunitas, dan kebijakan, yang terkadang mengakibatkan dampak negatif yang tidak diinginkan. Peningkatan literasi mikrobiologi dianggap penting untuk pilihan yang tepat agar meningkatnya pemahaman mengenai kesehatan, pengelolaan lingkungan, dan pembangunan berkelanjutan (Fetton et al., 2021).

Sejumlah studi sebelumnya menunjukkan bahwa mahasiswa pendidikan biologi belum sepenuhnya menguasai literasi mikrobiologi secara optimal. Penelitian Hamdiyati et al. (2017) menunjukkan bahwa setelah menyelesaikan mata kuliah mikrobiologi, sebagian besar mahasiswa pendidikan biologi menunjukkan kompetensi rendah hingga sangat rendah dalam literasi mikrobiologi, meskipun sikap mereka terhadap mata kuliah ini umumnya lebih positif. Penelitian menunjukkan bahwa kurikulum tradisional seringkali tidak memberikan kesempatan yang memadai bagi mahasiswa untuk berinteraksi dengan dataset mikrobioma yang sebenarnya atau mengembangkan keterampilan komputasi yang diperlukan untuk penelitian mikrobiologi modern (Rosen & Hammrich, 2020). Literasi ini mencakup kompetensi dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti ilmiah. Selain itu, aspek sikap terhadap mikrobiologi seperti minat dan penilaian terhadap pendekatan ilmiah juga menjadi indikator penting dalam mengukur literasi tersebut.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada upaya mengevaluasi profil literasi mikrobiologi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan mikrobiologi, dengan menggunakan kerangka kerja literasi sains PISA 2015. Penelitian ini penting untuk mengidentifikasi area kelemahan dan kekuatan dalam penguasaan konsep serta sikap terhadap mikrobiologi. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif guna meningkatkan literasi mikrobiologi mahasiswa calon guru biologi di masa depan.

## Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tujuan menggambarkan tingkat literasi mikrobiologi mahasiswa. Pendekatan penelitian deskriptif kuantitatif adalah metode yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data numerik secara sistematis untuk menggambarkan karakteristik, pola, atau hubungan dalam suatu populasi atau fenomena, tanpa berupaya membangun hubungan sebab akibat (Taherdoost, 2022). Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Mataram. Penentuan sampel dilakukan secara purposive sampling, yakni dengan memilih mahasiswa yang telah memenuhi kriteria tertentu, seperti telah mengikuti perkuliahan mikrobiologi.

Instrumen penelitian berupa angket literasi mikrobiologi yang dikembangkan berdasarkan indikator literasi sains dari Program for International Student Assessment (PISA) 2015 (OECD, 2017; You, H., Park & Delgado, 2020). Angket tersebut terdiri dari dua bagian utama: bagian pertama berisi 12 butir soal pilihan ganda untuk mengukur literasi konseptual dan prosedural, serta bagian kedua berupa skala sikap dengan menggunakan pernyataan dalam bentuk skala Likert sebanyak 10 butir, untuk mengevaluasi pandangan dan minat terhadap mikrobiologi.

Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif menggunakan teknik analisis deskriptif. Data yang diperoleh dikonversi menjadi skor. Selanjutnya, skor tersebut dikategorikan seperti pada Tabel 1. Terdapat lima kategori (sangat baik, baik, sedang, rendah, dan sangat rendah). Hasil dari setiap indikator literasi disajikan dalam bentuk persentase untuk menggambarkan profil penguasaan literasi mikrobiologi mahasiswa. Analisis ini bertujuan untuk memperoleh gambaran umum mengenai sejauh mana mahasiswa memahami konsep, prosedur, dan memiliki sikap ilmiah terhadap mikrobiologi.

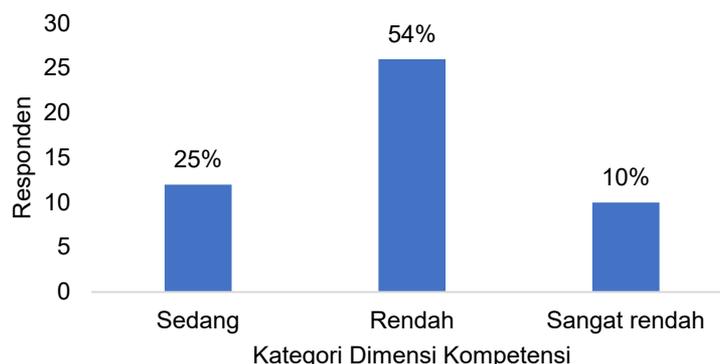
Table 1. Kategori Skor Literasi Mikrobiologi

Kategori	Rentang Skor
Sangat Baik	$86 \leq X \leq 100$
Baik	$75 \leq X < 86$
Sedang	$60 \leq X < 75$
Rendah	$55 \leq X < 60$
Sangat Rendah	$0 \leq X < 55$

## Hasil dan Pembahasan

### Dimensi Kompetensi

Dimensi kompetensi literasi mikrobiologi mahasiswa ditampilkan pada Gambar 1. Berdasarkan data, mayoritas responden berada dalam kategori kompetensi rendah, yaitu sebesar 54%, yang mencerminkan lebih dari setengah jumlah mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkan konsep mikrobiologi secara fungsional. Sementara itu, sebanyak 25% mahasiswa berada pada kategori sedang, dan hanya 10% yang tergolong sangat rendah. Tidak ada mahasiswa yang mencapai kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa masih memiliki pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir ilmiah yang terbatas dalam konteks mikrobiologi.



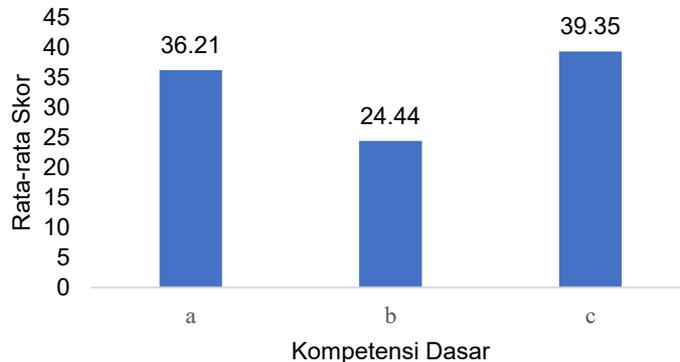
Gambar 1. Persentase Dimensi Kompetensi Mahasiswa

Penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa keterampilan berpikir ilmiah yang rendah berkaitan dengan keterbatasan kemampuan membaca berbasis konteks, kurangnya latihan dengan pertanyaan analitis dan aplikasi, serta kurangnya sumber belajar berbasis literasi sains dalam perkuliahan (Dori et al., 2018; Pujawan et al., 2022). Mahasiswa cenderung belum terbiasa dengan soal-soal yang memuat wacana ilmiah panjang dan memerlukan penalaran ilmiah untuk menyelesaikannya. Selain itu, metode pembelajaran yang terlalu berfokus pada hafalan tanpa memperkuat pemahaman konseptual dan penerapan praktis juga turut berkontribusi terhadap rendahnya literasi kompetensi ini. Pendidikan mikrobiologi yang efektif membutuhkan lebih dari sekadar hafalan; pendidikan ini harus mengintegrasikan pengetahuan dasar, keterampilan pemecahan masalah di dunia nyata, dan pemahaman tentang peran mikroba yang lebih luas dalam kesehatan, lingkungan, dan masyarakat. Ketika siswa hanya diajarkan untuk menghafal fakta, mereka seringkali mempertahankan persepsi negatif atau tidak lengkap tentang mikroorganisme, sehingga kehilangan peran penting dan seringkali bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari (Mustofa et al., 2025).

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Zahroh et al. (2021) yang menyatakan bahwa rendahnya literasi sains mahasiswa berkaitan erat dengan kurangnya pembelajaran berbasis literasi ilmiah di perguruan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penguatan pendekatan pembelajaran berbasis konteks, diskusi kritis, serta asesmen autentik untuk meningkatkan dimensi kompetensi literasi mikrobiologi mahasiswa. Integrasi pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dan model berbasis inkuiri terutama ketika menggunakan materi inovatif seperti flipbook atau prompt metakognitif—secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan keterampilan analitis siswa dibandingkan dengan metode konvensional (Sari et al., 2025; Perdana et al., 2023). Pembelajaran berbasis literasi sains tidak hanya meningkatkan kemampuan siswa untuk memahami dan menerapkan konsep-konsep ilmiah dalam konteks dunia nyata tetapi juga berkorelasi kuat dengan peningkatan keterampilan berpikir kontekstual dan analitis. (Oktaviani & Faizah, 2024).

Berdasarkan data pada Gambar 2, skor rata-rata tertinggi pada dimensi kompetensi dasar diperoleh pada kompetensi c yaitu menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah dengan nilai 39,35. Tingginya capaian pada kompetensi ini kemungkinan disebabkan oleh kebiasaan mahasiswa dalam mengolah dan menafsirkan data melalui kegiatan praktikum atau proyek berbasis pembelajaran (project-based learning) yang menuntun kemampuan analisis data. Aktivitas tersebut memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk berlatih memahami hasil pengamatan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah yang ada. Menurut Suryadi et al., (2022),

melibatkan mahasiswa dalam pembelajaran langsung, berorientasi objek, atau berbasis investigasi di mana mereka berinteraksi langsung dengan fenomena ilmiah telah terbukti secara signifikan meningkatkan kemampuan mereka untuk menafsirkan dan bernalar tentang data dibandingkan dengan instruksi tradisional



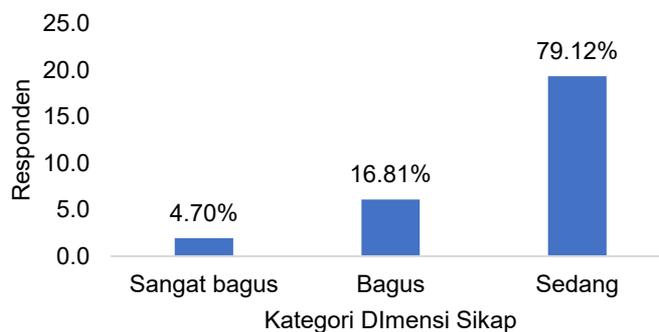
Gambar 2. Skor Kompetensi Dasar dalam Dimensi Kompetensi Mahasiswa

Sebaliknya, skor terendah ditemukan pada kompetensi b yaitu mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah yang berkaitan dengan mikrobiologi dengan rata-rata 24,44. Rendahnya nilai pada kompetensi ini mengindikasikan masih terbatasnya keterampilan analitis dan perancangan penelitian mahasiswa. Keterampilan desain penelitian yang rendah seringkali berkaitan dengan terbatasnya pengalaman langsung dalam merancang eksperimen, mengembangkan rencana penelitian, dan mengevaluasi investigasi ilmiah. Studi menunjukkan bahwa pelatihan eksplisit dalam desain eksperimen, terutama di awal program akademik, secara signifikan meningkatkan kinerja dan kepercayaan diri mahasiswa dalam keterampilan penelitian (Lachance et al., 2020). Peningkatan ini paling terasa ketika mahasiswa terlibat dalam kegiatan praktik, menerima materi perkuliahan terstruktur, dan mendapatkan manfaat dari bimbingan serta kolaborasi dengan rekan sejawat dan dosen (Kapucu, 2019). Tanpa latihan yang memadai, mahasiswa cenderung kurang terampil dalam mengidentifikasi variabel, menyusun hipotesis, dan menentukan metode yang tepat untuk menjawab permasalahan penelitian.

Sementara itu, kompetensi a yaitu menjelaskan fenomena yang berkaitan dengan mikrobiologi memperoleh skor rata-rata 36,21, berada di posisi menengah. Nilai ini menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap konsep dan fenomena mikrobiologi sudah cukup baik, meskipun masih memerlukan penguatan. Perbedaan capaian antar kompetensi ini memberikan gambaran bahwa pembelajaran mikrobiologi perlu menyeimbangkan antara penguasaan konsep, keterampilan interpretasi data, dan kemampuan perancangan penelitian. Penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis inkuiri dan integrasi masalah dunia nyata merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan semua aspek kompetensi literasi sains. Pendekatan seperti Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL), inkuiri terbimbing, dan pembelajaran berbasis proyek, terutama jika dikaitkan dengan pengalaman sehari-hari siswa dan isu-isu lingkungan, secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep ilmiah, berpikir kritis, dan keterampilan pemecahan masalah. dapat menjadi strategi untuk meningkatkan seluruh aspek kompetensi secara merata (Suryawan et al., 2025; Sutiani et al., 2021).

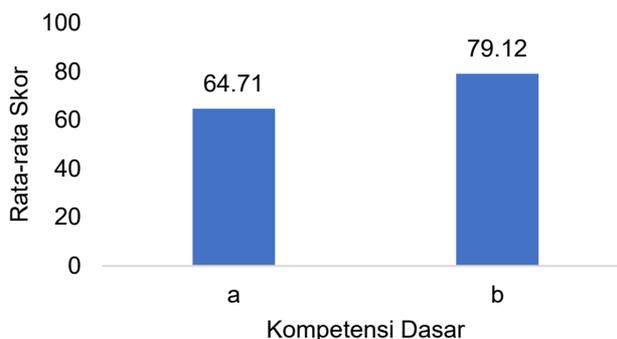
### Dimensi Sikap

Berdasarkan data pada Gambar 3, persentase mahasiswa pada dimensi sikap menunjukkan bahwa 4,70% mahasiswa (2 orang) berada pada kategori sangat bagus, 16,81% mahasiswa (7 orang) berada pada kategori bagus, dan mayoritas yaitu 79,12% mahasiswa (33 orang) berada pada kategori sedang. Rata-rata total skor dimensi sikap adalah 71,9 yang termasuk dalam kategori sedang.



Gambar 3. Persentase Dimensi Sikap Mahasiswa

Jika dilihat dari indikator penilaian, skor rata-rata tertinggi pada dimensi sikap (Gambar 4) adalah pada indikator b (penilaian terhadap pendekatan ilmiah dalam pembelajaran mikrobiologi) yaitu sebesar 79,12, sedangkan indikator “minat terhadap mikrobiologi” memiliki skor rata-rata lebih rendah yaitu 64,71 (kategori sedang). Rendahnya capaian pada indikator a (minat terhadap mikrobiologi) bahwa mahasiswa belum terbiasa memecahkan permasalahan yang membutuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills atau HOTS). Padahal, mereka telah mengikuti perkuliahan dengan pendekatan project-based learning dan konten yang kontekstual. Hal ini menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang diterapkan belum memberikan dampak yang signifikan terhadap literasi mikrobiologi mahasiswa. Selain itu, rendahnya minat ini diduga karena kurangnya kesempatan bagi mahasiswa untuk mengaitkan materi mikrobiologi dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut temuan Aparna et al., (2020), kolaborasi antara lembaga penelitian dan dua perguruan tinggi kependidikan berhasil memberikan mahasiswa sarjana pengalaman mikrobiologi dunia nyata dan pengetahuan kritis. Hal ini menunjukkan memang perlunya gambaran pengalaman nyata agar meningkatkan minat dan tujuan mahasiswa dalam belajar mikrobiologi.



Gambar 4. Rata-rata Skor Kompetensi Dasar pada Dimensi Sikap

Kondisi ini tampak sejalan dengan hasil pada dimensi kompetensi, di mana kemampuan mahasiswa pada indikator tertentu masih tergolong sedang, terutama pada aspek yang membutuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Rendahnya sikap positif, terutama minat terhadap mikrobiologi, berpotensi memengaruhi pencapaian kompetensi karena motivasi dan minat belajar yang rendah dapat berdampak pada keterlibatan mahasiswa dalam memecahkan masalah secara mendalam. Dengan kata lain, penguatan sikap positif terhadap mikrobiologi, khususnya minat dan apresiasi terhadap pendekatan ilmiah, menjadi landasan penting untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa pada tingkat yang lebih tinggi (Fidiastuti et al., 2024).

Hasil pada dimensi kompetensi menunjukkan bahwa capaian yang lebih rendah kemungkinan disebabkan mahasiswa belum terbiasa menyelesaikan masalah yang memerlukan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills atau HOTS). Meskipun mereka telah mengikuti pembelajaran dengan model project-based learning dan konten kontekstual, penerapan tersebut belum memberikan dampak signifikan terhadap literasi mikrobiologi. Literasi mikrobiologi tidak hanya diperoleh melalui pembelajaran formal, tetapi juga dapat dikembangkan dari berbagai sumber yang diakses mahasiswa. Hal ini sejalan dengan temuan Timmis et al.,(2019), bahwa literasi mikrobiologi dapat diperoleh melalui perkuliahan, membaca buku teks, melakukan

praktikum, dan berdiskusi tentang isu-isu sosiosaintifik melalui jejaring sosial. Penelitian tentang literasi mikrobiologi menunjukkan bahwa kelompok eksperimen yang berdiskusi mengenai isu-isu sosiosaintifik melalui jejaring sosial memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan kelompok kontrol, dan memiliki persepsi yang lebih positif terhadap mikroorganisme (Mustofa et al., 2025). Literasi mikrobiologi penting dimiliki masyarakat untuk menghindari kepanikan terhadap isu-isu yang berkaitan dengan mikrobiologi.

Rendahnya keterampilan literasi mikrobiologi mahasiswa juga dapat disebabkan oleh kurangnya pengenalan aspek literasi sains sejak di jenjang SMP atau SMA. Temuan ini sejalan dengan penelitian Fitria et al., (2022) yang menunjukkan bahwa literasi sains siswa SMP, diukur dengan instrumen Scientific Literacy Assessment (SLA), berada pada kategori rendah karena kemampuan membaca siswa yang juga rendah. Pada tingkat SMA, penelitian Novaristiana et al., (2019) menggunakan instrumen SLA kognitif juga menunjukkan hasil yang kurang memuaskan, meskipun domain afektif berada pada kategori cukup. Oleh karena itu, guru didorong untuk mulai mengenalkan dan menyajikan materi dengan strategi yang mengembangkan literasi sains, seperti eksperimen yang menstimulasi berpikir tingkat tinggi dan pembelajaran kontekstual. Evaluasi pembelajaran juga diharapkan menuntut aspek literasi sains, bukan sekadar hafalan konsep seperti yang umum terjadi di sekolah (Yi, 2023).

Kemampuan literasi sains dapat berkembang sepanjang hayat dan dalam suatu bidang dapat sangat tinggi tetapi rendah di bidang lain (Seema, 2024). Dengan demikian, literasi mikrobiologi dapat ditingkatkan melalui strategi pembelajaran yang mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti project-based learning dan problem-based learning, disertai penilaian yang mendorong pengembangan HOTS. Selain itu, mahasiswa juga perlu dibiasakan dan peka terhadap isu-isu sosiosaintifik terkait mikrobiologi, misalnya melalui tugas membuat artikel tentang isu tersebut. Dosen dapat mengaitkan konsep mikrobiologi terapan dalam perkuliahan melalui pemecahan masalah. Upaya-upaya ini diharapkan dapat meningkatkan literasi mikrobiologi mahasiswa dan membentuk masyarakat yang melek mikrobiologi di abad ke-21.

## Kesimpulan

literasi mikrobiologi mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Mataram masih berada pada kategori sedang hingga rendah pada kedua dimensi yang diukur, yaitu kompetensi dan sikap. Pada dimensi kompetensi, skor tertinggi terdapat pada kemampuan menginterpretasikan data dan bukti ilmiah, sementara skor terendah ada pada kemampuan mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah. Hal ini mencerminkan perlunya peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan pengalaman langsung dalam perancangan penelitian. Pada dimensi sikap, sebagian besar mahasiswa berada pada kategori sedang. Indikator dengan skor tertinggi adalah penilaian terhadap pendekatan ilmiah dalam pembelajaran mikrobiologi, sedangkan indikator dengan skor terendah adalah minat terhadap mikrobiologi. Rendahnya minat ini berpotensi memengaruhi pencapaian kompetensi karena motivasi belajar yang kurang dapat menghambat keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran yang mendalam.

Secara umum, temuan ini menegaskan pentingnya penerapan strategi pembelajaran yang berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti project-based learning dan problem-based learning, yang dipadukan dengan isu-isu sosiosaintifik yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Evaluasi pembelajaran juga perlu dirancang untuk menuntut penerapan konsep dan analisis, bukan sekadar penguasaan hafalan. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan analisis, serta sikap ilmiah mahasiswa secara seimbang, sehingga mampu membentuk calon pendidik yang literat mikrobiologi di abad ke-21.

## Referensi

- Aparna, Y., Anuradha, K., Jyothi, C., Manjari, S., & Challa, A. (2020). Bringing Real-World Microbiology Experiences to Undergraduate Students in Resource-Limited Environments. *Frontiers in Microbiology*, 11(589405), 1-7. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.589405>
- Blaser, M., Cardon, Z., Cho, M., Dangl, J., Donohue, T., Green, J., Knight, R., Maxon, M., Northen, T., Pollard, K., & Brodie, E. (2016). Toward a Predictive Understanding of Earth's Microbiomes to Address 21st Century Challenges. *MBio*, 7(3), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/mBio.00714-16>
- Dori, Y., Avargil, S., Kohen, Z., & Saar, L. (2018). Context-Based Learning and Metacognitive Prompts for Enhancing Scientific Text Comprehension. *International Journal of Science Education*, 40(2), 1198-1220.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470351>
- Fatton, M., Schneider, A., Allisiardi, M., Hänni, L., Hauser, G., Gonçalves-Fernandes, Y., Pessina, A., Pijnenburg, M., Vaudroz, C., Bshary, A., Bindschedler, S., & Junier, P. (2021). Microbes Go to School: Using Microbiology and Service-Learning to Increase Science Awareness and Fostering the Relationship Between Universities and the General Public. *Frontiers in Education*, 6(735297), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/feduc.2021.735297>
- Fidiastuti, H., Lestari, S., S, & Prabaningtyas, S. (2024). Developing Microbiology Literacy in Biology Education College: Future Teacher Candidates. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 25(2), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/jmbe.00035-24>
- Fitria, Y., Alfa, D., Irsyad, M., Anwar, M., Adisva, Q., & Abdullah, H. (2022). Student Literacy Competence in Science Learning in Junior High Schools with the Reading to Learn Model. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 4(2), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i2.1321>
- Hamdiyati, Y., Sudargo, F., Redjeki, S., & Fitriani, A. (2017). *Biology Education Student's Profile on Microbiology Literacy*, 57, 63–65. <https://doi.org/https://doi.org/10.2991/ICMSD-16.2017.14>
- Kapucu, M. (2019). Students' Experiences of Design-Based Research in Science Applications Course: A Design and Development Research. *International Journal of Progressive Education*, 15(5), 70-91. <https://doi.org/https://doi.org/10.29329/ijpe.2019.212.6>
- Lachance, K., Heustis, R., Loparo, J., & Venkatesh, M. (2020). Self-Efficacy and Performance of Research Skills among First-Semester Bioscience Doctoral Students. *CBE Life Sciences Education*, 19(3), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1187/cbe.19-07-0142>
- McCarty, N., & Ledesma-Amaro, R. (2019). Synthetic Biology Tools to Engineer Microbial Communities for Biotechnology. *Trends in Biotechnology*, 37(2), 181–197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2018.11.002>
- Mustofa, A., Hastuti, U., & Susanto, H. (2025). Microbiology Literacy and Its Influence on Knowledge, Perceptions and Community Attitudes. *Biosfer*, 18(1), 126–137. <https://doi.org/https://doi.org/10.21009/biosferjpb.49273>
- Novaristiana, R., Rinanto, Y., & Ramli, M. (2019). Scientific Literacy Profile in Biological Science of High School Students. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 5(1), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i1.7080>
- OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, Revised Edition*. OECD Publishing.
- Okaviani, N., & Faizah, U. (2024). The Effect Of Science Literacy Skills to Contextual Thinking Skills on Science Literacy-Based Learning. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 5(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.21154/insecta.v5i1.8852>
- Perdana, D., Saptasari, M., & Susanto, H. (2023). The Effects of Inquiry Project-Based Learning on the Increasing Student's Science Literacy Skills and Creative Thinking Skills. *The 5th International Conference On Mathematics and Science Education (ICoMSE) 2021: Science and Mathematics Education Research: Current Challenges and Opportunities*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0131311>
- Pujawan, I., Rediani, N., Ntara, I., Putri, N., & Bayu, G. (2022). Revised Bloom Taxonomy-Oriented Learning Activities to Develop Scientific Literacy and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 4(2), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.34628>
- Rosen, G., & Hamrlich, P. (2020). Teaching Microbiome Analysis: From Design to Computation Through Inquiry. *Frontiers in Microbiology*, 11(52851), 1-9. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.528051>
- Sari, S., Dewi, R., Kana, S., Kembaren, A., Hasibuan, H., & Talib, C. (2025). Integration of Analytical Chemistry Flipbooks Based on Project-Based Learning in Improving Critical Thinking Skills and Scientific Literacy to Support SDG-4. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(1), 59-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jpii.v14i1.21038>
- Schweitzer, M., Wassermann, B., Abdelfattah, A., Cernava, T., & Berg, G. (2025). Microbiome Literacy: Enhancing Public and Academic Understanding Through the 'Microbiome & Health' Online Course. *Microbial Biotechnology*, 18(2), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1751-7915.70094>

- Seema, P. (2024). Developing Scientific Literacy to Promote 21st Century Skills. *I-Manager's Journal on School Educational Technology*, 4, 1-59. <https://doi.org/https://doi.org/10.26634/jsch.20.1.21018>
- Sonnenburg, J., & Sonnenburg, E. (2019). Vulnerability of the Industrialized Microbiota. *Science*, 366(6464), 1-20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/science.aaw9255>
- Suryadi, S., Mahardika, I., Sudarti, S., & Supeno, S. (2022). Effect of Object-Oriented Physics Learning on Students' Abilities to Interpret and Make Reasoning about Data. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3), 1519–1523. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i3.1746>
- Suryawan, A., S, & Wilujeng, I. (2025). Innovative Learning Model: Problem-Based Learning Based on Naturalistic Intelligence Towards Scientific Literacy. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 4(1433), 1-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.56294/sctconf20251433>
- Sutiani, A., Situmorang, M., & Silalahi, A. (2021). Implementation of an Inquiry Learning Model with Science Literacy to Improve Student Critical Thinking Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 117-138. <https://doi.org/https://doi.org/10.29333/IJI.2021.1428A>
- Taherdoost, H. (2022). What are Different Research Approaches? Comprehensive Review of Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Research, Their Applications, Types, and Limitations. *Journal of Management Science & Engineering Research*, 5(1), 53-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.30564/jmser.v5i1.4538>
- Timmis, K., Cavicchioli, R., García, J., Nogales, B., Chavarría, M., Stein, L., McGenity, T., Webster, N., Singh, B., Handelsman, J., Lorenzo, V., Pruzzo, C., Timmis, J., Martín, J., Verstraete, W., Jetten, M., Danchin, A., Huang, W., Gilbert, J., & Lal, R., L. (2019). The Urgent Need for Microbiology Literacy in Society. *Environmental Microbiology*, 21(5), 1513–1528. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1462-2920.14611>
- Yadav, A., Kumar, R., Kumar, S., Kumar, V., Sugitha, T., Singh, B., Chauahan, V., Dhaliwal, H., & Saxena, A. (2017). Beneficial microbiomes: Biodiversity and Potential Biotechnological Applications for Sustainable Agriculture and Human Health. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 5(2), 45–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.7324/jabb.2017.50607>
- Yi, C. (2023). Research on the Development Status of Features and Evaluation Model of Scientific Literacy. *Education Research and Development*, 2(2), 63-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.57237/j.edu.2023.02.006>
- You, H., Park, S., & Delgado, C. (2020). A Closer Look at US schools: What Characteristics are Associated with Scientific Literacy? A Multivariate Multilevel Analysis Using PISA 2015. *Science Education*, 105(2), 406-437. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21609>