

# Kelayakan dan Kepraktisan Modul Bioteknologi Berbasis *Problem Based Learning* Bermuatan Literasi Sains

Nabilla Gezy Amaringga<sup>1</sup>, Mohammad Amin<sup>1</sup>, Mimien Henie Irawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang

## INFO ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima: 10-09-2020

Disetujui: 18-03-2021

### Kata kunci:

*biotechnology;*  
*problem-based learning;*  
*scientific literacy;*  
*bioethanol;*  
*bioteknologi;*  
*problem-based learning;*  
*literasi sains;*  
*bioethanol*

### Alamat Korespondensi:

Nabilla Gezy Amaringga  
Pendidikan Biologi  
Universitas Negeri Malang  
Jalan Semarang 5 Malang  
E-mail: mohamad.amin.fmipa@um.ac.id

## ABSTRAK

**Abstract:** The aims of this research and development are to produce a module for the Biotechnology based on Problem-based Learning and containing scientific literacy for higher education that is valid and practical to be used in the topic Bioprocess and Fermentation Technology. The research and development method used in this study is ADDIE model. Ther result of validation test by material experts, media experts and field practitioners were obtained is 97.86%, 98.8%, and 88.17%. The conclusion of this research is that the module developed has met the validity and practicality requirements.

**Abstrak:** Penelitian pengembangan bertujuan untuk menghasilkan modul bioteknologi berbasis *Problem Based Learning* dan bermuatan literasi sains yang valid dan praktis sehingga dapat digunakan pada matakuliah bioteknologi dengan materi Teknologi Bioproses dan Fermentasi. Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah ADDIE. Hasil uji kelayakan oleh ahli materi, ahli media dan praktisi lapangan secara berurutan diperoleh persentase 97,86%, 98,8%, dan 88,17%. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa modul yang dikembangkan telah memenuhi syarat kelayakan dan kepraktisan.

Pendidikan tinggi harus mampu mengembangkan keterampilan hidup mahasiswa terutama di abad ke-21 ini agar dapat bersaing secara global (Kemristekdikti, 2016; P21, 2009). Keterampilan yang perlu diberdayakan dalam kegiatan pembelajaran diantaranya yaitu keterampilan belajar dan melakukan inovasi, mampu menguasai media dan informasi, memenuhi kebutuhan hidup dan berkarir, serta keterampilan literasi (Abidin, 2014). Salah satu keterampilan yang penting dikuasai adalah literasi sains (Amin, 2017; Wulandari, 2016). Literasi sains merupakan kemampuan dalam memahami pengetahuan sains, kemudian mampu menerapkannya dalam rangka menyelesaikan permasalahan melalui proses penyelidikan dan menemukan bukti ilmiah serta mampu mengomunikasikan hasil penyelesaian masalah. Pada aspek kompetensi, hal yang harus dikuasai dalam literasi sains, meliputi menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang pertanyaan ilmiah, serta menginterpretasi data dan bukti secara ilmiah agar dapat bertahan hidup dan bersaing secara global (OECD, 2016). Berdasarkan laporan PISA pada tahun 2018, skor literasi sains siswa di Indonesia menempati peringkat 70 dan memperoleh level 1 yang merupakan level terendah (Schleicher, 2018).

Literasi sains dapat ditingkatkan melalui inovasi pembelajaran yang tepat (Dwi Aryanti et al., 2018; Pertiwi et al., 2018; Toharudin, 2011). Pembelajaran yang dapat diterapkan untuk meningkatkan literasi sains adalah melalui pengintegrasian indikator literasi sains dalam bahan ajar maupun model pembelajaran (Lestari, 2017). Pengintegrasian tersebut juga diupayakan dengan membuat CPMK yang relevan dan dapat mencapai standard kompetensi lulusan sesuai KKNI level 6 (Kemristekdikti, 2016). Salah satu matakuliah yang ada di Universitas Muhammadiyah Malang adalah Bioteknologi. Bioteknologi merupakan teknologi berbasis biologi yang memanfaatkan organisme hidup untuk menciptakan atau modifikasi berbagai produk, meningkatkan kualitas tanaman dan hewan, serta melakukan inovasi pengembangan mikroba untuk penggunaan khusus (Hamdy, 2001). Penerapan bioteknologi dilakukan dalam nanoteknologi, kloning, terapi gen, teknologi DNA rekombinan, penelitian sel induk embrionik, biofuel, biobank, dan dalam industri (Chekol & Gebreyohannes, 2018). Matakuliah ini penting agar mahasiswa dapat memahami hakekat dan prinsip bioteknologi kemudian menerapkannya dalam kehidupan sehingga kualitas hidup dapat meningkat (RAC/CP, 2003).

Pada matakuliah Bioteknologi terdapat pokok kajian “Teknologi Fermentasi dan Bioproses”. Teknologi bioproses merupakan materi yang berkaitan dengan seluruh proses melibatkan organisme dalam fase hidup maupun dari produk enzim yang dihasilkan untuk kemudian menghasilkan produk lain (Mittal & Decker, 2013). Materi pada kajian teknologi bioproses dan fermentasi secara garis besar, meliputi faktor pertumbuhan mikroba, desain proses fermentasi, bioreaktor, dan biofuel.

materi tersebut dapat dibelajarkan dengan mengintegrasikan hasil penelitian sebagai sumber belajar. Penelitian yang dimaksud adalah terkait tentang pembuatan bioetanol dari bahan lignoselulosa, yaitu jerami padi sebagai salah satu cara membuat energi terbarukan (Hahn-Hägerdal et al., 2008).

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan terhadap 17 mahasiswa Pendidikan Biologi UMM diketahui sebesar 15% mahasiswa merasa pernah diajarkan tentang indikator literasi sains pada matakuliah lingkungan dan bioteknologi pada materi analisis genetik. Sedangkan 77% mahasiswa merasa belum pernah diajarkan indikator literasi sains selama kuliah berlangsung. Berdasar analisis RPS Bioteknologi, diketahui bahwa bahan ajar yang digunakan pada matakuliah bioteknologi adalah *textbook*. Pembelajaran menggunakan *textbook* memberikan pengalaman belajar yang kurang bermakna dan tidak dapat melatih *life skills* untuk mengatasi berbagai permasalahan dalam kehidupan (Nurohman, 2006). Peserta didik membutuhkan bahan ajar yang lebih sistematis, interaktif, mendorong mahasiswa untuk aktif belajar, dan dapat mengembangkan pengetahuan kognitif serta keterampilan mahasiswa khususnya literasi sains. Berdasarkan analisis kebutuhan, mahasiswa memerlukan bahan ajar yang disusun sesuai dengan CPMK matakuliah, kontekstual, jelas, ringkas, dan sistematis serta berisi sintaks model pembelajaran. Sebanyak 92% mahasiswa merasa memerlukan bahan ajar yang lengkap, mudah digunakan dan dapat dikerjakan secara mandiri. Bahan ajar yang dirasa sesuai dengan kebutuhan mahasiswa adalah modul.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggunakan modul dapat meningkatkan hasil belajar (Dewi et al., 2014; Esmiyati et al., 2013), pemecahan masalah (Aji, et al., 2017) dan literasi sains (Usmeldi, 2016; Utomo & Nanang, 2018). Modul yang digunakan tidak memerlukan media pembelajaran lain atau sehingga lebih efisien (Sungkono, 2009). Pembelajaran menggunakan bahan ajar modul dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterlibatan mahasiswa selama proses pembelajaran Bioteknologi sehingga mampu mengembangkan literasi sains mahasiswa. Selama ini tidak ada model pembelajaran yang diterapkan melainkan ceramah, tanya jawab, dan presentasi. Mengacu pada CPMK matakuliah yang menuntut mahasiswa dapat memahami dan mengaplikasikan konsep bioteknologi untuk memecahkan masalah, maka model pembelajaran yang sesuai adalah *Problem Based Learning* yang merupakan pembelajaran berdasarkan masalah untuk memecahkan masalah (Cahyani & Setyawati, 2016).

*Problem Based Learning* merupakan model yang menuntut mahasiswa secara aktif mengeksplorasi secara mandiri konsep yang harus dikuasai sehingga dapat diterapkan untuk memecahkan masalah, bertanya dan berargumentasi melalui diskusi mengenai proses pengumpulan data, investigasi, dan keterampilan lain (Sari & Purtadi, 2010; Sumartini, 2016). Model pembelajaran PBL juga dapat meningkatkan literasi sains baik dalam aspek sikap, kompetensi maupun pengetahuan (Hartati, 2016; Puspawati & Syahmani, 2016). Tahapan model pembelajaran *Problem Based Learning* sesuai untuk mengembangkan literasi sains mahasiswa mulai dari mengidentifikasi fenomena ilmiah, menginterpretasi data dan mengevaluasi data atau bukti ilmiah sehingga model ini tepat diintegrasikan dengan modul yang akan dikembangkan (Arends, 2012). Modul yang diintegrasikan dengan model PBL telah mampu meningkatkan literasi sains pada siswa (Imaningtyas et al., 2016; Sujiono & Widiyatmoko, 2014).

## METODE

Penelitian pengembangan yang dilakukan menggunakan model pengembangan ADDIE (Branch, 2009) sebagai acuan yang memiliki lima tahapan, yaitu menganalisis (*analyse*), merancang (*design*), mengembangkan (*develop*), mengimplementasikan (*implement*), dan mengevaluasi (*evaluate*). Pengembangan modul bioteknologi bermuatan literasi sains pada tahap pertama dilakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan yang terjadi, menentukan tujuan pembelajaran, analisis sasaran pengembangan, evaluasi sumber daya, menentukan sistem penyampaian, dan menyusun rencana pengembangan. Tahap kedua, menghasilkan spesifikasi produk yang dikembangkan yaitu modul Pemanfaatan Mikroorganisme Penghasil Selulase dalam Produksi Jerami Padi bermuatan literasi sains serta merancang seluruh perangkat untuk mengukur validitas dan kepraktisannya. Tahap ketiga, membuat produk sesuai rancangan, memilih media pendukung, menyusun panduan siswa dan guru, melakukan revisi formatif melalui penilaian kevalidan, kepraktisan dan keefektifan, serta melakukan uji coba. Tahap keempat, dilakukan implementasi penggunaan modul pada mahasiswa, namun pada penelitian ini tidak dilakukan. Tahap kelima, evaluasi dilakukan berdasarkan hasil validasi yang telah diperoleh dan dijadikan acuan dalam melakukan revisi terhadap modul yang telah dikembangkan. Tahap validasi terhadap produk modul dilakukan oleh validator ahli materi, ahli media dan praktisi lapangan. Analisis data kevalidan modul dihitung menggunakan rumus berikut. Data persentase yang diperoleh kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria validitas menurut (Akbar, 2013) yang dituliskan pada tabel 1.

$$\text{Persentase Kevalidan} = \frac{\text{Jumlah skor pada aspek yang dinilai}}{\text{Jumlah total skor}} \times 100\%$$

**Tabel 1. Kriteria Penilaian Kelayakan Materi, Media dan Kepraktisan Produk**

Skor Persentase	Tingkat Validasi	Keterangan
85,01—100%	Sangat Valid/Sangat Praktis	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
70,01—85,00%	Cukup valid/Cuku Praktis	Dapat digunakan dengan revisi kecil
50,01—70,00%	Kurang valid/Kurang Praktis	Disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
01,00—50,00%	Tidak valid/Tidak Praktis	Tidak boleh dipergunakan, perlu revisi besar

### HASIL

Produk yang telah dihasilkan pada penelitian dan pengembangan adalah modul bioteknologi berbasis *Problem Based Learning* bermuatan literasi sains (Gambar 1). Setelah modul selesai disusun, selanjutnya dilakukan uji validasi untuk mengetahui kelayakan modul sebelum digunakan dan diterapkan dalam pembelajaran pada tahap *develop* (membuat produk). Berdasarkan hasil validasi diperoleh data kuantitatif dan kualitatif. Validasi ini melibatkan beberapa kategori, validasi ahli media, ahli materi, dan praktisi lapangan serta uji coba pendahuluan.



**Gambar 1. Modul Bioteknologi**

Instrumen untuk melakukan validasi ahli materi terdiri dari 37 aspek penilaian yang meliputi relevansi materi, keakuratan materi, kelengkapan dan sistematika sajian, kesesuaian sajian dengan capaian pembelajaran, cara penyajian dan kesesuaian bahasa. Instrumen untuk melakukan validasi ahli media terdiri dari 27 aspek penilaian yang terdiri dari ukuran modul, desain sampul dan desain isi modul, sedangkan instrumen untuk melakukan validasi kepraktisan terdiri dari 52 aspek penilaian. Data hasil uji validasi ahli dan praktisi lapangan dituliskan pada tabel 2.

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi materi diperoleh rata-rata kevalidan sebesar 97,86% dengan kategori sangat valid. Rata-rata persentase hasil validasi menurut media sebesar 98,8% dengan kategori sangat valid. Rata-rata persentase kepraktisan oleh praktisi lapangan adalah 88,17 dengan kategori sangat valid. Berdasarkan hasil validasi, diperoleh beberapa saran dan kritik untuk perbaikan modul sebagaimana ditampilkan pada tabel 3.

**Tabel 2. Hasil Validitas dan Kepraktisan Modul**

Validator	Aspek Penilaian	Persentase	Persentase Rata-Rata	Keterangan
Ahli Materi	Relevansi	95%	97,86	Sangat Valid
	Keakuratan	100%		
	Kelengkapan Sajian	100 %		
	Sistematika Sajian	90 %		
	Kesesuaian sajian	100 %		
Validator	Aspek Penilaian	Persentase	Persentase Rata-Rata	Keterangan
Ahli Media	Cara penyajian	100 %	98,8	Sangat Valid
	Kesesuaian Bahasa	100 %		
	Ukuran Modul	100%		
	Desain Sampul Modul	96,4%		
	Desain Isi Modul	100%		
Praktisi Lapangan	Relevansi	84%	88,17	Sangat Valid
	Keakuratan	93,33%		
	Kelengkapan Sajian	86,67%		
	Sistematika Sajian	100%		
	Kesesuaian sajian	100%		
	Cara penyajian	80%		
	Kesesuaian Bahasa	80%		
	Ukuran Modul	90%		
	Desain Sampul Modul	80%		
	Desain Isi Modul	92%		

**Tabel 3. Komentar dan Saran dari Validator**

Validator	Komentar dan Saran
Ahli Materi	Terdapat beberapa kesalahan penulisan yang perlu diperbaiki Beberapa soal di Evaluasi I dan Evaluasi II banyak yang tidak terkait atau tak jelas kaitannya dengan CPMK atau tujuan pembelajaran. Cobak dicek lagi. Evaluasi untuk mengukur pencapaian CPMK/tujuan pembelajaran, maka soalnya harus mewakili CPMK/tujuan pembelajaran Ada satu tujuan pembelajaran menggunakan 2 kata kerja (KKO) sekaligus, misalnya di halaman vi (nomer 1 dan 2). Sebaiknya satu KKO saja. Coba lihat tujuan pembelajaran yang lain
Ahli Media	Warna latar sampul dengan warna huruf judul (yang berwarna putih) kurang kontras. Sebaiknya warna huruf judul (warna putih) lebih gelap dari warna latar Sebaiknya nama fakultas, jurusan dan prodi ditampilkan di sampul Sebagian foto yang ditampilkan belum ada sumbernya. Lebih baik jika lebih banyak foto yang dimuat berasal dari dokumen pribadi
Praktisi Lapangan	Materi teknologi fermentasi dan bioreaktor kurang dalam dibahas Pada bagian factor pertumbuhan mikroba perlu dijelaskan hubungannya dengan penelitian bioetanol

### PEMBAHASAN

Pengembangan bahan ajar modul bioteknologi berbasis PBL bermuatan literasi sains telah diselesaikan berdasarkan prosedur penelitian dan pengembangan yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi (Branch, 2009). Modul telah dilakukan perbaikan berdasarkan hasil validasi, serta komentar dan saran dari ahli materi, ahli media serta praktisi lapangan. Hal tersebut dilakukan agar modul mampu menjadi bahan ajar yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa Biologi Universitas Muhammadiyah Malang, serta efektif untuk meningkatkan literasi sains mahasiswa. Bahan ajar yang dikembangkan secara khusus dan tepat sesuai kebutuhan mahasiswa merupakan salah satu usaha untuk menyalurkan pesan agar dapat merangsang pemikiran, perhatian, motivasi dan minat mahasiswa yang mengarah pada terjadinya proses belajar (Daryanto, 2013).

Modul Bioetnologi Berbasis PBL Bermuatan Literasi Sains yang telah diperbaiki sesuai hasil validasi materi telah dinyatakan valid berdasarkan indikator kevalidan materi yaitu relevansi, keakuratan, kelengkapan dan sistematika sajian, kesesuaian sajian dengan capaian pembelajaran, cara penyajian dan kesesuaian bahasa (Akbar, 2013). Materi pada modul telah memenuhi kriteria relevansi dan kesesuaian sajian dengan tuntutan pembelajaran karena materi yang disusun, fenomena, contoh

penelitian, materi serta latihan soal telah relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai mahasiswa dalam CPMK dan tujuan pembelajaran pada materi teknologi bioproses dan fermentasi. Secara spesifik, muatan materi berdasarkan penurunan sub-CPMK teknologi fermentasi dan bioproses adalah faktor pertumbuhan mikroba yang diperlukan pada proses fermentasi, desain proses media fermentasi, bioreactor, dan biofuel sederhana. Materi yang disusun secara spesifik sesuai tujuan pembelajaran dapat memudahkan mahasiswa belajar dan mencapai ketuntasan tujuan (Sungkono, 2009). Materi dibelajarkan dengan mengintegrasikan literasi sains pada setiap kegiatan belajar untuk mencapai sub CPMK dan disusun menjadi dua kegiatan belajar agar mahasiswa dapat belajar secara terstruktur. Hal ini sesuai dengan karakteristik modul *self instructional* yaitu berisi kegiatan belajar yang dituliskan pada unit-unit kecil setiap indikator tujuan pembelajaran, tujuan pembelajaran yang dirumuskan dengan jelas serta rangkuman materi pembelajaran (Depdiknas, 2008).

Modul yang disusun telah memenuhi kriteria keakuratan materi dengan nilai 100%. Hal tersebut memiliki makna bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan kebenaran dan perkembangan keilmuan. Materi telah sesuai dengan kehidupan sehari-hari dan disajikan sesuai pendekatan bioteknologi sehingga lebih bermakna (Akbar, 2013). Materi yang disajikan tidak menimbulkan makna ganda dan sesuai dengan konsep-konsep yang berlaku dalam bidang bioteknologi secara akurat, serta prosedur pembelajaran jelas disajikan dan dapat diterapkan dengan runtut dan benar (BSNP, 2014).

Modul juga telah memenuhi aspek kelengkapan dan sistematika sajian. Hal ini menunjukkan bahwa modul telah menyajikan kompetensi literasi sains secara lengkap beserta manfaat penguasaan literasi tersebut dalam kehidupan mahasiswa untuk menyelesaikan masalah. Sistematika modul juga telah disusun secara lengkap mulai pendahuluan, isi dan penutup. Selain itu, uraian materi dalam modul disajikan secara naratif dan singkat sehingga dapat menggiring dan mengkondisikan peningkatan pengalaman belajar mahasiswa. Materi pada modul disajikan secara logis, sistematis dan komunikatif serta disajikan menggunakan teknik dan metode penyajian yang menarik dan mendorong kemauan belajar lebih lanjut (Akbar, 2013).

Materi pada modul telah disusun sesuai dengan kriteria kesesuaian sajian dengan capaian pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa. Materi tidak disuguhkan diawal pembelajaran melainkan diakhir agar mahasiswa aktif menggali informasi dan melakukan penyelidikan sesuai sintaks pembelajaran PBL (Aji et al., 2017). Hal tersebut dapat mendorong rasa keingintahuan mahasiswa sehingga merangsang terjadi interaksi mahasiswa dengan sumber belajar seperti jurnal ilmiah. Materi yang diberikan juga bukan merupakan jawaban langsung dari pertanyaan pada latihan kerja, namun berupa konsep-konsep umum yang dapat dikembangkan sendiri oleh siswa melalui penyelidikannya dalam memecahkan masalah, khususnya tentang Teknologi Fermentasi an Bioproses Bioetanol. Hal tersebut dapat mendorong mahasiswa untuk membangun pengetahuannya sendiri tanpa bergantung pada materi dalam modul untuk memperoleh jawaban.

Pada aspek cara penyajian dan kesesuaian bahasa, materi pada modul telah dinyatakan valid. Hal ini menunjukkan bahwa materi pada modul dapat membantu mahasiswa untuk berpikir logis dan terampil menguasai literasi sains. Pemilihan kata, ejaan dan istilah juga telah tepat sesuai dengan kaidah bahasa yang benar. Informasi yang disusun telah jelas dan sesuai dengan tingkat pemahaman mahasiswa dalam aspek panjang kalimat struktur kalimat serta bahasa yang digunakan (Akbar, 2013). Modul yang dikembangkan memiliki ciri khas yaitu terintegrasi model pembelajaran PBL dan bermuatan literasi sains, hal tersebut dilakukan agar tidak hanya pengetahuan saja yang diperoleh mahasiswa namun yang terpenting adalah adanya nilai keterampilan yang dapat dikuasai setelah mempelajari modul. Adanya model pembelajaran yang digunakan penting agar belajar dilakukan dengan terstruktur. Model pembelajaran PBL dipilih karena dapat mengasah rasa ingin tahu dan meningkatkan keterampilan mahasiswa untuk mencari solusi atas masalah (Yew & Goh, 2016). Tahapan model pembelajaran PBL sesuai untuk mengembangkan literasi sains mahasiswa mulai dari mengidentifikasi fenomena ilmiah, menginterpretasi data dan mengevaluasi data atau bukti ilmiah, sehingga model ini tepat diintegrasikan dengan modul yang dikembangkan (Arends, 2012).

Modul bioteknologi yang disusun telah valid secara media pada aspek ukuran modul, desain sampul dan isi modul. Kriteria dalam menentukan bahwa modul memiliki derajat validitas yang memadai adalah nilai validitas untuk keseluruhan indikator minimal dalam kategori baik/valid yaitu dengan rata-rata 98,8% (Sugiyono, 2009). Modul dicetak pada kertas A4 dan telah sesuai memuat isi materi modul dengan proporsi yang tepat. Ukuran dan jenis huruf untuk media berbasis cetak atau modul harus mudah dan nyaman dibaca (Arsyad, 2011). Modul telah disusun menarik baik pada cover dan isi sehingga hasil validasi menunjukkan nilai yang tinggi dengan kategori sangat valid. Modul juga telah memenuhi kriteria aspek desain sampul, dimana modul telah disusun secara harmonis pada terkait unsur tata letak pada sampul muka, belakang dan punggung modul sehingga memiliki irama dan kesatuan serta konsisten. Warna yang ditampilkan pada modul adalah dominan hijau dengan tata letak harmonis dan menunjukkan isi materi tentang pemanfaatan jerami padi pada pembuatan bioetanol dalam mata kuliah bioteknologi.

Pada aspek desain isi modul, diketahui modul yang disusun telah memiliki konsistensi tata letak yang baik, unsur yang lengkap dan harmonis, serta tipografi isi yang jelas sehingga memudahkan pemahaman siswa. Obyek atau gambar yang disajikan pada modul juga memiliki makna yang relevan dengan materi sehingga tidak memberikan kesan berlebihan. Secara umum modul yang disusun telah menarik baik pada sampul dan isi sehingga hasil validasi menunjukkan nilai yang tinggi dengan kategori sangat valid. Hasil tersebut selaras dengan pendapat Festiyed (2008) yaitu adanya gambar dan objek sesuai materi yang dijelaskan pada modul dapat meningkatkan minat siswa sehingga siswa lebih termotivasi. Perolehan persentase kevalidan dapat meraih kategori sangat valid pada aspek media disebabkan karena disusun dengan warna cerah namun selaras dengan topik dan tema (hijau), tata letak penulisan yang menarik dan tidak monoton, serta pemberian gambar yang mendukung materi (Chrisyarani & Yasa, 2018; Mudiono et al., 2017).

Hasil uji kepraktisan oleh praktisi lapangan menunjukkan persentase rata-rata 88,17% dengan kategori sangat valid/praktis (Akbar, 2013). Modul dinilai sangat praktis pada aspek keakuratan materi, kelengkapan dan sistematika modul, kesesuaian modul dengan capaian pembelajaran, ukuran, desain sampul dan isi. Kepraktisan mengacu pada penampakan dan keterbacaan modul pembelajaran yang dikembangkan sehingga dengan mudah digunakan oleh guru dan mahasiswa dan pembelajaran yang dilakukan dapat lebih bermakna, menarik, menyenangkan, dan beermanfaat (Alfiriani & Hutabri, 2017), serta dinilai dapat melatih keterampilan literasi sains mereka dan memiliki derajat keefektifan terhadap hasil belajar. Kepraktisan yang diperoleh juga menunjukkan bahwa modul dapat digunakan dalam kondisi normal oleh dosen dan mahasiswa (Haviz, 2016). Berdasarkan hasil validasi dan kepraktisan modul, maka diharapkan modul dapat meningkatkan kemampuan dan keterampilan mahasiswa sesuai dengan kompetensi yang diharapkan khususnya literasi sains (Fradisa & Kartika, 2019; Kalsum et al., 2018).

### SIMPULAN

Hasil uji kevalidan terhadap modul bioteknologi berbasis *problem-based learning* yang dilakukan oleh validator ahli media, validator ahli materi dan praktisi lapangan, diperoleh persentase secara berurutan sebesar 97,86%, 98,8%, dan 88,17% dengan kriteria sangat valid dan dapat diimplementasikan kepada mahasiswa dengan sedikit revisi. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan bahan ajar lain yang terintegrasi dengan model pembelajaran dan indikator keterampilan atau literasi agar mampu memberikan pembelajaran yang bermakna dan meningkatkan kapabilitas mahasiswa.

### DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, Y. (2014). *Desain Sistem Pembelajaran Dalam Konteks Kurikulum 2013*. Bandung: Refika Aditama.
- Aji, S., Hudha, M. N., & Rismawati, A. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *SEJ (Science Education Journal)*, 1(1), 36. <https://doi.org/10.21070/sej.v1i1.830>
- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Alfiriani, A., & Hutabri, E. (2017). Kepraktisan dan Keefektifan Modul Pembelajaran Bilingual Berbasis Komputer. *Jurnal Kependidikan*, 1(1), 12–23.
- Amin, M. (2017). Menyiapkan Generasi Insan Kamil melalui Pengembangan Pendidikan Literacy - Socioscience- Spirituality Untuk Menjawab Tantangan Abad ke-21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Ke-4*, 1–20.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach 9th Edition*. McGraw-Hill.
- Arsyad, A. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- BSNP. (2014). *Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran*. Badan Standar Nasional Pendidikan.
- Cahyani, H., & Setyawati, R. W. (2016). Pentingnya Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah melalui PBL untuk Mempersiapkan Generasi Unggul Menghadapi MEA. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 151–160.
- Chekol, C., & Gebreyohannes, M. (2018). Application and Current Trends of Biotechnology: A Brief Review. *Austin Journal of Biotechnology & Bioengineering*, 5(1), 1–7.
- Cheriani, Mahmud, A., Tahmir, S., Manda, D., & Dirawan, G. D. (2015). Problem-Based Learning – Buginese Cultural Knowledge Model — Case Study : Teaching Mathematics at Junior High School Problem-Based Learning – Buginese Cultural Knowledge Model — Case Study : Teaching Mathematics at Junior High School. *International Education Studies*, 8(4), 104–110. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n4p104>
- Chrisyarani, D. D., & Yasa, A. D. (2018). Validasi Modul Pembelajaran: Materi dan Desain Tematik Berbasis PPK. *Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar dan Pembelajaran*, 8(2), 206. <https://doi.org/10.25273/pe.v8i2.3207>
- Daryanto. (2013). *Inovasi Pembelajaran Efektif*. Bandung: Yrama Widya.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Dewi, A. P., Sarwanto, & Prayitno, B. A. (2014). Pengembangan Modul IPA Terpadu Untuk SMP / Mts Berbasis Eksperimen Pada Tema Fotosintesis Untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inkuiri*, 3(III), 30–40.
- Dwi Aryanti, Partimah, & Aminullah, Y. (2018). *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*. 01, 30–35.
- Esmiyati., Haryani, S., & Purwantoyo, E. (2013). Pengembangan Modul IPA Terpadu Bervisi SETS (Science, Environment, Technology, and Society) Pada Tema Ekosistem. *Unnes Science Education Journal*, 2(1), 180–187.
- Fradisa, L., & Kartika, K. (2019). Penerapan Modul Biologi Berorientasi Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa Keperawatan. *Edubiotik : Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan*, 4(2), 121–127. <https://doi.org/10.33503/ebio.v4i02.512>
- Hahn-Hägerdal, B., Himmel, M. E., Somerville, C., & Wyman, C. (2008). Welcome to Biotechnology for Biofuels. *Biotechnology for Biofuels*, 1, 1–4. <https://doi.org/10.1186/1754-6834-1-1>
- Hamdy, A. (2001). Biotechnology for The 21<sup>st</sup> Century : 5 . Opportunities In Agriculture. *MEDIT*, 1(1), 1–12.
- Hartati, R. (2016). Peningkatan Aspek Sikap Literasi Sains Siswa SMP Melalui Penerapan Model Problem Based Learning pada Pembelajaran IPA Terpadu. *Edusains*, 8(1), 90–97. <https://doi.org/10.15408/es.v8i1.1796>

- Haviz, M. (2016). Research and Development: Penelitian di Bidang Kependidikan yang Inovatif, Produktif, dan Bermakna. *Ta'dib*, 16(1). <https://doi.org/10.31958/jt.v16i1.235>
- Imaningtyas, C. D., Karyanto, P., Nurmiyati, & Asriani, L. (2016). Penerapan E-Module Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Mengurangi Miskonsepsi pada Materi Ekologi Siswa Kelas X MIA 6 SMAN 1 Karanganom Tahun Pelajaran 2014/2015. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1), 4. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v9i1.2004>
- Kalsum, U., Khalifah Mustami, M., & Ismail, W. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Materi Ekosistem Berbasis Pendekatan Contextual Teaching and Learning (Ctl). *Lentera Pendidikan : Jurnal Ilmu Tarbiyah dan Keguruan*, 21(1), 97–107. <https://doi.org/10.24252/lp.2018v21n1i9>
- Kemristekdikti. (2016). *UU No. 12 Tahun 2012*.
- Lestari, I. D. (2017). Pengaruh Literasi Sains terhadap Kemampuan Kognitif Siswa pada Konsep Ekosistem. 1(1), 103–106.
- Mittal, A., & Decker, S. R. (2013). Special issue: Application of Biotechnology for Biofuels: Transforming Biomass to Biofuels. 3 *Biotech*, 3(5), 341–343. <https://doi.org/10.1007/s13205-013-0122-8>
- Mudiono, A., Akbar, S., Dwi Yasa, A., & Delawanti Chrisyarani, D. (2017). Developing Multiple Intelligences-Based Thematic Comic Module. *Pancaran Pendidikan*, 6(4), 115–124. <https://doi.org/10.25037/pancaran.v6i4.111>
- Nurohman, S. (2006). Penerapan Pendekatan Sains-Teknologi-Masyarakat (STM) Dalam Pembelajaran IPA Sebagai Upaya Peningkatan Life Skills Peserta Didik. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*, 2(1), 59–71.
- OECD. (2016). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework PISA 2015 Assessment and Analytical Framework. In *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Pertiwi, U. D., Atanti, R. D., & Ismawati, R. (2018). Pentingnya Literasi Sains Pada Pembelajaran IPA SMP Abad 21. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 1(1), 24–29. <https://doi.org/10.31002/nse.v1i1.173>
- Puspawati, A., & Syahmani. (2016). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Modul dalam Materi Larutan Penyangga. *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 7(1), 19–26.
- Sari, R. L. P., & Purtadi, S. (2010). Pembelajaran Kimia Tematik pada Matakuliah Kimia Dasar sebagai Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Cakrawala Pendidikan*, 3, 392–402.
- Schleicher, A. (2018). *PISA 2018: Insights and Interpretations*. OECD Publishing.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujiono, & Widiyatmoko, A. (2014). Pengembangan Modul IPA Terpadu Berbasis Problem Based Learning Tema Gerak untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *USEJ - Unnes Science Education Journal*, 3(3), 685–693. <https://doi.org/10.15294/usej.v3i3.4287>
- Sumartini, T. S. (2016). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 148–158.
- Sungkono, S. (2009). Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar Modul Dalam Proses Pembelajaran. *Majalah Ilmiah Usmeldi*. (2016). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Riset dengan Pendekatan Scientific untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2, 1–8.
- Utomo, P., & Nanang, E. (2018). Pengembangan Modul Berbasis Inquiry Lesson untuk Meningkatkan Literasi Sains Dimensi Proses dan Hasil Belajar Kompetensi Keterampilan pada Materi Sistem Pencernaan Kelas XI. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 9(1), 45. <https://doi.org/10.24042/biosf.v9i1.2878>
- Wulandari, N. (2016). Analisis Kemampuan Literasi Sains pada Aspek Pengetahuan dan Kompetensi Sains Siswa SMP pada Materi Kalor. *Edusains*, 8(1), 66–73. <https://doi.org/10.15408/es.v8i1.1762>
- Yew, E. H. J., & Goh, K. (2016). Problem-Based Learning : An Overview of its Process and Impact on Learning. *Health Professions Education*, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>