



Pengembangan E-Modul Sintesis MOFs Sebagai Adsorben Zat Warna Berbasis *Problem Based Learning* Untuk Meningkatkan Literasi Sains



Septika Amalia Umara^{*}, Sura Menda Ginting, M. Lutfi Firdaus

Graduate School of Science Education, Universitas Bengkulu

^{*}Email: septikaamalia16@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.8.1.108-113>

ABSTRACT

This research aimed to analyze the feasibility of an e-module with the topic of synthesis of Metal Organic Frameworks (MOFs) Cu-BDC as adsorbents for Congo red and Metanil yellow dyes, as well as to analyze the improvement of students' scientific literacy after the implementation of a Problem Based Learning-based e-module in the material chemistry course using a Telegram bot application. The research method used was research and development with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Data collection techniques included observation, tests, and questionnaires. The research instruments consisted of test sheets and questionnaires that have been validated by experts. Data analysis technique used was quantitative analysis. Based on the validation results of the e-module by content experts, a score of 93.17% was obtained, media experts 95.8%, test validation results 88.75%, and student response questionnaire validation results 92.6%. Overall, it can be concluded that the validation results of the e-module fall under the category of very feasible. The student response questionnaire towards the e-module resulted in a score of 95% with a category of very feasible. The n-gain result obtained after the application of the e-module in the material chemistry course is 0.67 with moderate criteria. In conclusion, the e-module with the topic of synthesis of MOFs Cu-BDC as adsorbents for Congo red and Metanil yellow dyes using Problem Based Learning model and Telegram bot application is highly suitable for use as an alternative teaching material in the material chemistry learning process and can improve students' scientific literacy.

Keywords: MOFs, E-module, Problem Based Learning, Science Literacy.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan e-modul dengan topik sintesis *Metal Organic Frameworks* (MOFs) Cu-BDC sebagai adsorben zat warna *Congo red* dan *Metanil yellow* serta menganalisis peningkatan literasi sains mahasiswa setelah penerapan e-modul berbasis *Problem Based Learning* pada mata kuliah kimia material menggunakan aplikasi bot telegram. Metode penelitian yang digunakan adalah *research and development* dengan model ADDIE (*Annalysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Teknik pengumpulan data yaitu observasi, tes, dan angket. Instrumen penelitian berupa lembar tes dan lembar angket yang telah divalidasi oleh ahli. Teknik analisis data yaitu analisis kuantitatif. Berdasarkan hasil validasi e-modul dari ahli materi diperoleh skor 93,17%, ahli media 95,8%, hasil validasi soal 88,75% dan hasil validasi angket respon mahasiswa 92,6%. Secara keseluruhan dapat disimpulkan hasil validasi e-modul dengan kategori sangat layak. Hasil angket respon mahasiswa terhadap e-modul didapatkan skor 95% dengan kategori sangat layak. Hasil n-gain yang diperoleh setelah penerapan e-modul pada mata kuliah kimia material sebesar 0,67 dengan kriteria sedang. Simpulannya bahwa e-modul dengan topik sintesis MOFs Cu-BDC sebagai adsorben zat warna *Congo red* dan *Metanil yellow* dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* menggunakan aplikasi bot telegram sangat layak digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam proses pembelajaran kimia material dan dapat meningkatkan literasi sains mahasiswa.

Kata Kunci: MOFs, E-modul, *Problem Based Learning*, dan Literasi Sains.

PENDAHULUAN

Abad 21 ditandai oleh pesatnya perkembangan sains, teknologi informasi dan komunikasi. Pendidikan mempunyai peran penting dalam memberikan bekal kepada mahasiswa agar dapat mengimbangi tuntutan di era globalisasi ini (Zubaidah, 2016). Salah satu pembekalan yang dapat diberikan yaitu literasi sains (Latip, 2017). Literasi sains merupakan kemampuan untuk memahami sains, mengkomunikasikan sains, serta menerapkan kemampuan sains untuk memecahkan masalah. PISA dalam Klourel (2017), menetapkan 3 dimensi besar dalam pengukuran literasi sains, yaitu konten sains, proses sains, dan konteks aplikasi sains.

Hasil penilaian PISA terhadap kemampuan literasi sains siswa Indonesia sampai saat ini masih memperlihatkan, kemampuan literasi sains siswa Indonesia pada tahun 2012 berada pada urutan ke 64 dari 65 negara peserta (OECD, 2013). Skor literasi sains siswa Indonesia hanya 382, dan skor ini menunjukkan penurunan dari tahun 2009 dengan skor literasi sains 383, dan pada tahun 2006 adalah 393 (OECD, 2013). Tahun 2015 skor literasi sains siswa Indonesia mengalami kenaikan yaitu sebesar 403. Terakhir pada tahun 2018, dimana Indonesia berada di peringkat ke-74 dari 79 negara dengan skor rata-rata membaca 371, matematika 379, dan sains 396. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat literasi sains di Indonesia masih berada pada posisi jauh dibawah rata-rata

Kemampuan literasi sains siswa yang rendah ini, menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam menggunakan sains untuk memecahkan berbagai permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari yang sebetulnya membutuhkan pemahaman sains yang baik. Kurnia, dkk (2014) mengemukakan faktor-faktor rendahnya literasi sains siswa antara lain, kurikulum dan sistem pendidikan, pemilihan model dan metode pengajaran oleh guru, sarana, dan fasilitas belajar, sumber belajar, dan bahan ajar yang masih belum memadai.

Perguruan tinggi memiliki peran penting dalam memperkenalkan dan meningkatkan literasi sains di masyarakat. Hal ini termasuk memberikan pengetahuan kepada mahasiswa tentang cara menerapkan ilmu sains dasar dan teknologi dalam kehidupan sehari-hari

(Nurhidayah, 2020). hasil survei tahun 1988-2008 menunjukkan bahwa peningkatan literasi sains mahasiswa perguruan tinggi tidak signifikan, hanya sekitar 10%-15% (Impey, 2011). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan literasi sains pada mahasiswa, khususnya melalui pembelajaran disiplin ilmu yang ditekuni.

Salah satu model pembelajaran yang cukup efektif dalam membangun literasi sains adalah pembelajaran berbasis masalah. Mengingat begitu pesatnya perkembangan sains dan teknologi di era modern, dapat berdampak pada munculnya berbagai permasalahan global sehingga dalam pembelajaran peserta didik senantiasa harus dilatih memecahkan berbagai permasalahan yang bersifat autentik.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin canggih dapat menciptakan proses pembelajaran yang menyenangkan dan menarik. Seperti penggunaan bahan ajar berupa jurnal, artikel, buku elektronik (e-book), dan modul elektronik (e-modul), sehingga memudahkan peserta didik untuk mengakses berbagai materi yang akan dipelajari.

Pada pembelajaran abad 21 ini terjadi perubahan paradigma dari *teaching* menjadi *learning*. Dalam hal ini guru tidak lagi menjadi satu-satunya sumber belajar melainkan lebih banyak mengarah sebagai fasilitator dalam proses belajar. E-Modul dapat dijadikan sebagai alternatif dalam proses pembelajaran yang bisa memandu mahasiswa untuk memahami proses sains, menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis.

E-modul merupakan versi elektronik dari sebuah modul yang dicetak dan dapat dibaca pada komputer atau *smartphone* dan dirancang dengan software yang diperlukan. E-modul sangat baik dipakai untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

Pengembangan e-modul dapat disusun dengan menerapkan model *Problem Based Learning* yang mampu memberdayakan peserta didik untuk mengintegrasikan teori dan praktek, melakukan penelitian, dan menerapkan pengetahuan dan keterampilan untuk mengembangkan solusi yang layak untuk masalah yang diberikan.

Penggunaan e-modul dapat dikombinasikan dengan pemanfaatan media sosial yang sekarang sangat dekat dengan masyarakat sehingga diharapkan mampu memberikan dampak positif untuk kemajuan pendidikan. Salah satu penggunaan media sosial yang sedang berkembang dan marak digunakan adalah Aplikasi Telegram. Kelebihan dan keunikan telegram mempunyai fitur bot yang dapat menjalankan perintah dari suatu program komputer secara otomatis (Wulansari, Dkk. 2021:14). Bot telegram dapat pula difungsikan sebagai salah satu alternatif membuat dan mengembangkan media pembelajaran berbasis online. Keuntungan menggunakan media bot telegram adalah lebih simple dan praktis, dapat digunakan tanpa harus pengkodean, dapat dibawa kemana-mana, serta dapat menghemat memori *handphone*.

Mata kuliah kimia material merupakan mata kuliah pilihan bagi mahasiswa prodi pendidikan kimia Universitas Bengkulu yang sedang menempuh pendidikan di semester VI. Berdasarkan observasi yang dilakukan, mata kuliah ini memiliki bobot 2 SKS dan mempelajari tentang *Metal Organic Framework* yang membahas tentang struktur, komponen penyusun MOFs, sintesis dan karakterisasi serta aplikasi dari MOFs. Adanya materi ajar tentang MOFs di mata kuliah kimia material membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait penggunaan e-modul untuk meningkatkan literasi sains mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development / R&D*) yaitu metode penelitian yang digunakan untuk meneliti sehingga menghasilkan produk baru dan selanjutnya menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2010). Dalam penelitian dan pengembangan ini digunakan bahan ajar kimia berupa e-modul berbasis bot telegram yang menyesuaikan sintaks pada model pembelajaran *problem based learning* dengan model pengembangan *ADDIE*, yaitu: (*analysis, design, development, implementation, dan evaluation*). Subjek pada penelitian ini adalah mahasiswa S1 Pendidikan Kima Universitas Bengkulu Semester 6, tahun ajaran 2022/2023 pada bulan Juni 2023. Teknik pengumpulan data berdasarkan observasi,

tes, dan angket yang telah melalui proses validasi. Teknik analisis data menggunakan rumus persentase kelayakan sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum X}{\sum Xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase kelayakan

$\sum X$ = Jumlah skor yang diperoleh

$\sum Xi$ = Jumlah skor maksimal

Penentuan kriteria kelayakan dan revisi produk dari hasil analisis data menggunakan rumus persentasi dapat dilihat pada Tabel 1 (Wahyuni dan Puspasari, 2017).

Tabel 1. Kriteria Kelayakan

Presentase	Kriteria
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
0% - 20%	Sangat Kurang

Teknik analisis data menggunakan uji n-gain, yaitu Rumus dari uji N-gain adalah sebagai berikut:

$$g = \frac{Sp_{post} - Sp_{pre}}{Sm_{max} - Sp_{pre}}$$

Keterangan:

g = N-gain

Sp_{post} = Skor *post-test*

Sp_{pre} = Skor *pre-test*

Sm_{max} = Skor maksimum soal

Hasil perhitungan N-gain tersebut kemudian dikategorikan dalam kriteria penilaian *N-Gain* seperti terlihat pada Tabel 2 (Fitriah, 2016).

Tabel 2. Kriteria Penilaian N-gain

Nilai	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development / R&D*) yaitu metode penelitian yang digunakan untuk meneliti penggunaan bahan ajar kimia berupa e-modul berbasis bot telegram yang menyesuaikan sintaks pada model pembelajaran *problem based learning* dengan model

pengembangan ADDIE, yaitu: (*analysis, design, development, implementation, dan evaluation*).

1. Tahap Analysis (Analisis)

Tahap pertama dalam penelitian dan pengembangan ini adalah tahap analisis kebutuhan dengan melakukan observasi pada mahasiswa di prodi pendidikan kimia dan melakukan observasi terhadap MOFs Cu-BDC sebagai adsorben zat warna. Hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti belum adanya media pembelajaran atau e-modul tentang MOFs Cu-BDC sebagai adsorben *congo red* dan *metanil yellow*.

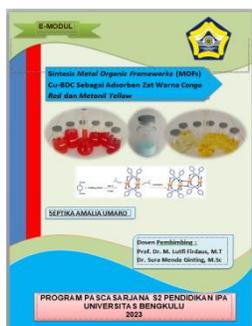
2. Tahap Design (Perancangan)

Pada proses perancangan (*design*) dilakukan untuk merancang media pembelajaran atau e-modul yang dibutuhkan.

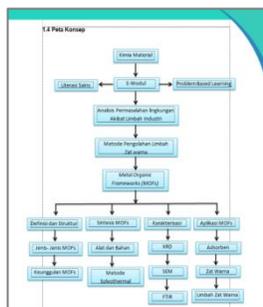
Tahap design (perancangan) meliputi:

1. Penyusunan e-modul

Penyusunan e-modul didasarkan penelitian dan pengujian tentang sintesis *Metal Organic Frameworks* (MOFs) Cu-BDC sebagai adsorben *congo red* dan *metanil yellow* yang disesuaikan dengan sintaks pada model pembelajaran *problem based learning* (PBL).



Gambar 1. Desain Cover E-Modul



Gambar 2. Peta Konsep E-Modul

2. Pemilihan media

Berdasarkan kepraktisan, kemudahan, dan kebermanfaatannya, maka dipilihlah Microsoft Word, PDF, dan media sosial aplikasi Bot Telegram.

3. Tahap Development (Pengembangan)

Dalam tahap pengembangan ini, ada beberapa hal yang dilakukan, diantaranya :

1. Pembuatan E-modul

Media yang akan digunakan yaitu Microsoft Word kemudian disimpan dalam bentuk PDF. Selanjutnya pembuatan e-modul dengan memanfaatkan fitur bot telegram dengan username yang dibuat @SintesisMOFs_bot.



Gambar 3. Tampilan awal SintesisMOFs_bot

Perintah *start* merupakan perintah penting untuk mulai menjalankan dan melihat menu-menu yang tersusun pada fitur SintesisMOFs_bot agar dapat berfungsi dengan baik

2. Validasi Instrumen Penelitian

a. Validasi ahli materi

Validasi ahli materi berupa aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kebahasaan, dan literasi sains. Validasi ahli materi dari 2 orang ahli materi mendapatkan persentase yang sama sebesar 93,17% dengan kategori sangat layak. Validasi terhadap soal pretest dan posttest oleh ahli materi pertama 87,5% dan ahli materi kedua 90% sehingga diperoleh rata-rata 88,75% dengan kategori sangat valid. Validasi terhadap angket respon mahasiswa yaitu aspek tampilan, penyajian materi, dan manfaat mendapatkan hasil rata-rata sebesar 92,6% dengan kategori sangat layak.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Validasi	Persentase	Kategori
1.	Kelayakan Produk	93,17 %	Sangat Layak
2.	Soal Pretest	87,5 %	Sangat valid
3.	Soal Posttest	90 %	Sangat valid
4.	Angket Respon	92,6%	Sangat Layak

b. Validasi ahli media

Validasi yang dilakukan ahli media terkait dengan aspek tampilan media, berupa kegrafikan, desain, usability, typografi, dan strategi. Berdasarkan hasil validasi ahli media (Tabel 4) diperoleh rata-rata 95,8% yang termasuk ke dalam kategori sangat layak.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Hasil Skor
Kegrafikan	12
Desain	23
Usability	11
Typografi	12
Strategi	11
Total	69
Skor total	72
Persentase	95,8 %
Kriteria	Sangat Layak

Sehingga secara keseluruhan, e-modul MOFs Cu-BDC sebagai adsorben *congo red* dan *metanil yellow* menggunakan telegram bot yang dikembangkan oleh peneliti dapat di uji cobakan.

4. Tahap Implementation (Implementasi)

Pada tahap ini, e-modul MOFs Cu-BDC sebagai adsorben *metanil yellow* dan *congo red* menggunakan telegram bot yang telah dikembangkan, diimplementasikan pada mahasiswa Pendidikan Kimia Universitas Bengkulu dengan mata kuliah kimia material pada bulan Juni 2023.

5. Tahap Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi ini merupakan proses untuk melihat apakah sistem pembelajaran yang sedang dibangun berhasil, sesuai dengan harapan awal atau tidak. Tahap ini meliputi penilaian terhadap implementasi media pembelajaran kimia berbasis e-modul dengan melakukan klarifikasi data yang diperoleh dari hasil validasi ahli, hasil uji coba terhadap siswa yang diperoleh dari hasil perbandingan *pre-test* dan *post-test* siswa, kemudian melakukan perhitungan uji *N-gain*.

Tabel 5. Hasil N-gain Skor

Pretest	Posttest	Skor ideal	N-gain	N-gain (%)
51,5	83,75	48,5	0,67	67,26

Berdasarkan hasil pretest dan posttest yang didapatkan dilakukan penentuan nilai n-gain sebesar 0,67 dan persentase 67,26% dengan kategori sedang.

Tabel 6. Hasil Angket Respon Mahasiswa

No	Aspek	Persentase
1	Tampilan	95,25%
2	Penyajian Materi	94,82%
3	Manfaat	95,00%

Berdasarkan data hasil analisis angket respon (Tabel 6), dari keseluruhan aspek yang ditanyakan, diperoleh persentase rata-rata hasil angket respon mahasiswa adalah sebesar 95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul MOFs Cu-BDC sebagai adsorben *congo red* dan *metanil yellow* yang dikembangkan oleh peneliti dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* menggunakan aplikasi bot telegram, yang diikuti oleh 20 orang mahasiswa yang mengambil mata kuliah kimia material sangat layak untuk digunakan sebagai bahan ajar alternatif pada proses pembelajaran kimia material dan dapat meningkatkan literasi sains mahasiswa.

KESIMPULAN

E-modul dengan topik sintesis MOFs Cu-BDC untuk adsorpsi zat warna *congo red* dan *metanil yellow* yang diimplementasikan pada mata kuliah kimia material, berdasarkan hasil

validasi e-modul oleh ahli materi diperoleh skor rata-rata 93,17% dan ahli media 95,8%. Sedangkan hasil validasi soal diperoleh skor rata-rata 88,75% dan hasil validasi angket respon mahasiswa oleh ahli materi sebesar 92,6%. Sehingga dapat disimpulkan hasil validasi e-modul dengan kategori sangat layak. Sedangkan hasil analisis angket respon mahasiswa dari keseluruhan aspek yang ditanyakan, diperoleh persentase rata-rata hasil angket mahasiswa sebesar 95%. Adanya peningkatan literasi sains mahasiswa setelah penerapan e-modul dilihat dari nilai n-gain yang diperoleh sebesar 0,67 dengan kriteria sedang. Dapat disimpulkan bahwa e-modul MOFs Cu-BDC sebagai adsorben *congo red* dan *metanil yellow* berbasis *problem based learning* berdasarkan pemahaman literasi sains mahasiswa dengan menggunakan aplikasi bot telegram sangat layak digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam proses pembelajaran kimia material.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitriah, Eka. 2016. *Implementasi Model Modified Free Inquiry pada Pembelajaran Zoologi Avertebrata Untuk Menumbuhkan Karakter Kreatif dan Keterampilan Kerja Ilmiah Mahasiswa Calon Guru Biologi*. *e-journal IAIN Syeh Nurjati Cirebon, Holistik*, 1, 2.
- Impey, C., Buxner, S., Antonellis J., Johnson E. & King, C. 2011. A Twenty-Year Survey of Science Literacy Among College Undergraduates. *Journal of College Science Teaching*. 40 (4), 31-37.
- Klourl, Chariklela, dan Michael Skoumlos. 2017. *Dimensions of Scientific Literacy in Greek Upper Secondary Education Physics Curricula*. *Journal of Education and Social Policy*. Vol. 4 (4), 116-125.
- Kurnia, F., Zulherman, & Fathurohman, A. (2014). *Analisis Bahan Ajar Fisika SMA Kelas XI di Kecamatan Indralaya Utara berdasarkan Kategori Literasi Sains*. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 1, 43-47.
- Mulyani, H. R. A. 2013. *Pengaruh Penerapan Pembelajaran Kontekstual Terhadap Peningkatan Penguasaan Konsep Bahan Kimia Dalam Kehidupan Sehari-hari dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII SMP Negeri 4 Metro*. *Jurnal Bioedukasi*, 4 (2), 114-121.
- Nurhidayah, B. (2020). *Analisis Literasi Sains Mahasiswa Pada Mata Kuliah Mikrobiologi Di Universitas Negeri Semarang*. Universitas Negeri Semarang.
- OECD. (2013). *PISA 2012 Assasement and Analytical Framework: Mathematics Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*.
- PISA. 2015. *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wahyuni, H.I. dan Puspasari, D. 2017. *Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Kurikulum 2013 Kompetensi Dasar MengemukakanDaftar Urut Kepangkatan dan Mengemukakan Peraturan Cuti*, *Jurnal Pendidikan Ekonomi Manajemen dan Keuangan*, 1, 1.
- Zubaidah, Siti. 2016. *Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran*. Malang: Jurnal Pendidikan Universitas Negeri Malang.