

EFEKTIVITAS PENGEMBANGAN *E-MODUL* INTERAKTIF BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* MATERI SISTEM EKSRESI MANUSIA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS SISWA SMA

Emi Prihastuti*, Sri Sukaesih

Prodi Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang Jl.
Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

*Email: emiprihastuti87@students.unnes.ac.id

Abstrak

Pembelajaran abad 21 ditandai dengan kemajuan teknologi dan informasi bertujuan untuk mendorong siswa agar memiliki kemampuan literasi sains, namun kemampuan literasi sains siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa adalah dengan memotivasi siswa untuk membaca sehingga perlu mengembangkan bahan ajar yang inovatif, seperti *e-modul* interaktif berbasis *project based learning*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan *e-modul* interaktif berbasis *project based learning* (PjBL) materi sistem ekskresi manusia yang dikembangkan terhadap kemampuan literasi sains siswa kelas XI SMA N 1 Pegandon. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (R&D) yang terdiri atas 10 tahapan pengembangan antara lain: 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan data, 3) desain produk, 4) validasi produk, 5) revisi desain *e-modul*, 6) uji skala kecil, 7) revisi pertama *e-modul*, 8) uji pemakaian *e-modul* skala besar, 9) revisi kedua *e-modul*, dan 10) produk akhir *e-modul*. Pengumpulan data menggunakan angket validasi media, validasi materi, angket kepraktisan dari guru dan siswa, serta tes kemampuan literasi sains siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa validitas *e-modul* dari ahli media diperoleh persentase sebesar 94% dengan kriteria sangat valid dan dari ahli materi diperoleh persentase sebesar 81,7% dengan kriteria valid. Kepraktisan *e-modul* berdasarkan respon dari guru dan siswa diperoleh persentase sebesar 96,43% dan 90% dengan kriteria sangat praktis. Efektivitas *e-modul* interaktif berbasis PjBL berdasarkan hasil tes literasi sains diperoleh nilai signifikansi dari uji *t-test* sebesar 0,002 ($< 0,05$) dengan rata-rata *N-Gain* skor 0,71 termasuk ke dalam kategori tinggi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *e-modul* interaktif berbasis PjBL materi sistem ekskresi manusia yang dikembangkan valid, memenuhi kriteria kepraktisan, dan efektif untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas XI. Pada pembelajaran biologi dapat menerapkan *e-modul* yang interaktif sehingga dapat menarik minat membaca siswa dan meningkatkan kemampuan literasi sains siswa.

Kata kunci: *e-modul interaktif, literasi sains, sistem ekskresi*

Abstract

21st century learning is characterized by advances in technology and information aimed at encouraging students to have scientific literacy skills, however students' scientific literacy skills in Indonesia are still relatively low. One way to improve students' scientific literacy skills is to motivate students to read, so it is necessary to develop innovative teaching materials, such as interactive e-modules based on project based learning. The purpose of this study is to analyze the validity, practicality, and effectiveness of project-based learning (PjBL) interactive e-modules based on human excretory system material developed on the science literacy skills of grade XI students of SMA N 1 Pegandon. This research is a development research (R&D) consisting of 10 stages of development, including: 1) potentials and problems, 2) data collection, 3) product design, 4) product validation, 5) revision of e-module design, 6) small-scale test, 7) first revision of e-module, 8) large-scale e-module use test, 9) second revision of e-module, and 10) final product of e-module. Data collection uses media validation questionnaires, material validation, practicality questionnaires from teachers and students, and student science literacy ability tests. The results of the study show that the validity of the e-module from media experts is obtained as a percentage of 94% with very valid criteria and from material experts a percentage of 81.7% with valid criteria. The practicality of the e-module based on responses from teachers and students was obtained by percentages of 96.43% and 90% with very practical criteria. The effectiveness of PjBL-based interactive e-modules based on the results of the science literacy test obtained a significance value from the *t-test* of 0.002 (< 0.05) with an average *N-gain* score of 0.71 included in the high category. Based on the results of the study, it can be concluded that the interactive e-module of human excretory system material developed is valid, meets the criteria of practicality, and is effective in improving the science literacy of grade XI students. In biology learning, interactive e-modules can be applied so that they can attract students' interest in reading and improve students' science literacy skills.

Keywords: *interactive e-module, excretion system, science literacy*

PENDAHULUAN

Pembelajaran abad 21 merupakan pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan mengintegrasikan teknologi informasi sehingga siswa dapat berperan aktif dalam kegiatan belajar mengajar. Pada pembelajaran abad 21 banyak tantangan yang dihadapi, diantaranya pembelajaran menekankan siswa untuk menguasai empat komponen yakni: *communication, collaboration, critical thinking & problem solving, creativity & innovation* (Rawung *et al.*, 2021). Tujuan Pembelajaran abad 21 yaitu mendorong siswa agar mempunyai kemampuan literasi sains untuk menghadapi perubahan seiring perkembangan zaman (Muhali, 2019). Namun berdasarkan hasil PISA, skor literasi sains siswa Indonesia pada tahun 2018 menempati urutan ke 70 dari total keseluruhan 78 negara peserta. Skor literasi sains siswa Indonesia yang dihasilkan menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa di Indonesia masih dalam kategori rendah bila dibandingkan dengan negara-negara lain (Schleicher, 2019).

Kemampuan literasi sains siswa dapat dilatih dengan membiasakan siswa untuk membaca. Menurut *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) tahun 2017 menyatakan bahwa literasi sains (*science literacy*) adalah kemampuan seseorang untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah, serta menerapkan pengetahuan ilmiah dalam konteks kehidupan nyata. Literasi sains dan motivasi membaca siswa saling berkaitan karena hasil kemampuan literasi sains dapat diperoleh dengan lebih baik apabila siswa sering dilatih untuk membaca dan mengerjakan soal (Yanti *et al.*, 2021). Keterkaitan antara literasi sains dan motivasi membaca tersebut didukung oleh hasil penelitian Suryanda (2018) yang menunjukkan bahwa siswa yang memiliki kebiasaan membaca yang tinggi maka kemampuan literasi sainsnya juga akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya. Melalui membaca siswa dapat memperoleh pengetahuan lebih luas dan dapat mengeksplorasi informasi di dunia yang bermanfaat bagi kehidupannya (Yanti & Riady, 2019).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMA N 1 Pegandon ditemukan berbagai permasalahan yang terjadi ketika proses belajar mengajar berlangsung. Permasalahan yang ditemukan diantaranya terdapat siswa yang kurang aktif mengikuti pembelajaran, kurang memperhatikan penjelasan guru, dan motivasi siswa untuk membaca masih tergolong rendah. Dalam proses pembelajaran guru juga menggunakan bahan ajar cetak seperti buku paket yang disediakan sekolah dan LKPD. Bahan ajar cetak tersebut memang mudah digunakan belajar tanpa memerlukan akses internet, namun dalam buku paket versi cetak tersebut memiliki kekurangan diantaranya gambar-gambar pendukung materi sebagian sudah jelas tetapi tidak berwarna, kurang fleksibel untuk dibawa belajar dimanapun, serta tidak ada video pembelajaran sehingga kurang menarik dan interaktif.

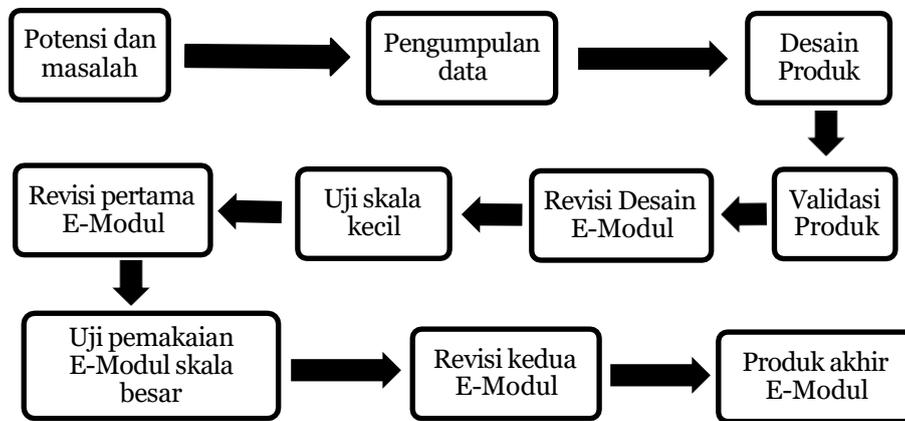
Berdasarkan permasalahan yang teridentifikasi, maka diperlukan pengembangan *e-modul* interaktif berbasis *project based learning* pada materi sistem ekskresi manusia. Pengembangan *e-modul* dikarenakan modul cetak kurang mampu menyajikan materi yang menggunakan simulasi. Modul cetak membuat proses pembelajaran di kelas menjadi membosankan dan kurang interaktif karena belum mampu menyajikan materi dalam bentuk gambar animasi dan video. Modul elektronik dapat dibuat menggunakan aplikasi *iSpring Suite 10*, karena dengan aplikasi ini *e-modul* yang dibuat lebih menarik tampilannya, tidak hanya berupa teks dan gambar saja, tetapi juga ada elemen visual, audio serta video yang bisa ditambahkan (Firdha & Zulyusri, 2022).

Modul elektronik dapat digunakan sebagai alternatif solusi untuk memotivasi siswa dalam belajar. Penggunaan modul elektronik dapat menjadikan proses pembelajaran lebih menarik dan interaktif dengan penambahan gambar dan video, membangkitkan semangat belajar siswa, mampu menstimulasi indra auditif atau pendengaran siswa sehingga materi yang disampaikan lebih mudah dipahami dan bermakna (Hutahaean *et al.*, 2019). Selain itu, dengan adanya pengembangan *e-modul* interaktif berbasis *project based learning* diharapkan dapat membantu guru dalam menyampaikan materi kepada siswa, dapat mengembangkan kemandirian siswa, serta diharapkan dapat mengeksplorasi kemampuan yang dimiliki siswa secara maksimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan *e-modul* interaktif berbasis *project based learning* materi sistem ekskresi manusia, menganalisis kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan *e-modul* interaktif berbasis *project based learning* materi sistem ekskresi manusia terhadap literasi sains siswa kelas XI SMA N 1 Pegandon.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Pegandon pada Semester Genap bulan Maret-April Tahun Ajaran 2023/2024. Subjek penelitian ini yaitu siswa kelas XI.1 dan XI.6 SMA Negeri 1 Pegandon. Sampel diambil menggunakan teknik *purposive sampling*. Prosedur penelitian pengembangan *e-modul* interaktif berbasis *project based learning* (PjBL) ini mengacu pada model pengembangan menurut Sugiyono (2019) yang mencakup 10 tahapan penelitian sebagai berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian R & D

E-modul interaktif berbasis PjBL ini didesain dengan menggunakan aplikasi desain grafis yaitu *Canva* dan dikonversikan ke aplikasi *iSpring Suite 10*. Aplikasi *Canva* ini digunakan untuk membuat desain *cover e-modul* agar tampilannya lebih menarik, sedangkan aplikasi *iSpring Suite 10* digunakan untuk mendesain isi *e-modul* agar dapat menambahkan berbagai fitur interaktivitas, sehingga *e-modul* yang dikembangkan lebih interaktif, mampu menarik perhatian siswa, dan fleksibel digunakan saat pembelajaran. *E-modul* yang dibuat dengan *iSpring Suite 10* dipublikasikan dalam bentuk HTML kemudian dikonversi menjadi sebuah aplikasi android dengan berbantuan *Website 2 APK Builder*. Setelah *e-modul* selesai didesain, selanjutnya dilakukan validasi *e-modul* oleh validator ahli materi dan media. Adapun cara pengumpulan data dan analisis data disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Target Data	Penilaian	Instrumen	Subyek	Tahap
Kelayakan <i>e-modul</i>	Penilaian produk	Angket validasi ahli materi dan ahli media	Dosen Biologi UNNES	Validasi produk
Kepraktisan <i>e-modul</i>	Penilaian produk	Angket kepraktisan	Guru dan Siswa	Uji skala kecil
Keefektifan <i>e-modul</i> terhadap literasi sains	Tes kemampuan literasi sains	Butir soal pilihan ganda	Siswa	Uji skala besar

Data penilaian ahli terhadap *e-modul* interaktif dianalisis dengan teknik deskriptif persentase. *E-modul* interaktif berbasis PjBL materi sistem ekskresi manusia untuk meningkatkan literasi sains siswa SMA dikatakan valid (layak) dan praktis digunakan apabila rata-rata skor penilaian yang diberikan oleh validator lebih dari 75% dengan kategori valid (layak) dan praktis digunakan. Apabila *e-modul* tersebut tidak memenuhi nilai kriteria yang sudah ditetapkan maka modul harus direvisi kembali. Indikator ketercapaian efektivitas *e-modul* diperoleh apabila hasil nilai *N-gain* yang tergolong dalam kategori sedang sampai tinggi maka penggunaan *e-modul* interaktif berbasis PjBL dalam pembelajaran dapat dianggap efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan *E-Modul Interaktif Berbasis Project Based Learning (PjBL) Materi Sistem Ekskresi Manusia*

E-modul yang dikembangkan mencerminkan sintaks pembelajaran *PjBL (Project Based Learning)*. Pada bagian *cover e-modul* didesain menggunakan aplikasi *Canva* dengan ukuran kertas A4. Sedangkan pada bagian isi *e-modul* dibuat menggunakan aplikasi *iSpring Suite 10* untuk menambahkan fitur-fitur interaktivitas dalam *e-modul*. Setelah itu, *e-modul* diconvert dalam bentuk aplikasi android menggunakan *Website 2 APK Builder Pro* kemudian dapat diunduh melalui link berikut: <https://bit.ly/AplikasiE-ModulBerbasisPjBL>.

Analisis Kevalidan *E-Modul Interaktif Berbasis Project Based Learning (PjBL) Materi Sistem Ekskresi Manusia*

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli media dan ahli materi dapat diketahui bahwa *e-modul interaktif berbasis PjBL materi sistem ekskresi manusia* sudah valid. Hasil uji validitas oleh ahli media disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Media

No.	Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kriteria
1.	Kelayakan Penyajian	100	Sangat Valid
2.	Kelayakan Bahasa	87,5	Sangat Valid
3.	Kelayakan Grafis	94,2	Sangat Valid
	Rerata	94	Sangat Valid

Persentase kevalidan media *e-modul* yang diperoleh yaitu sebesar 94% dengan kriteria sangat valid. Kevalidan media *e-modul* dapat dikatakan sangat valid karena *e-modul* sudah sesuai dengan indikator penilaian *e-modul* dalam tiga aspek yaitu aspek kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kelayakan grafis. Namun, menurut penilaian dari ahli media masih terdapat kekurangan dalam *e-modul* ini seperti beberapa ejaan yang digunakan masih kurang tepat, beberapa istilah yang digunakan kurang konsisten, bagian tipografi isi *e-modul* dan ilustrasi isi *e-modul* yang kurang jelas.

Tabel 3. Hasil Validasi Materi

No.	Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kriteria
1.	Kelayakan Isi	81,3	Valid
2.	Kelayakan Penyajian	82,1	Sangat Valid
3.	Kelayakan Kebahasaan	81,8	Valid
	Rerata	81,7	Valid

Persentase kevalidan materi *e-modul* sebesar 81,7% dengan kriteria valid. Kevalidan materi *e-modul* dapat dikatakan valid karena *e-modul* sudah sesuai dengan indikator penilaian *e-modul* dalam tiga aspek yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan. Materi yang disajikan dalam *e-modul* mencakup struktur dan fungsi organ ekskresi, bioproses pembentukan urine, serta gangguan dan penyakit pada sistem ekskresi manusia. Menurut penilaian dari ahli materi, masih terdapat kekurangan dalam *e-modul* ini yaitu pada bagian indikator akurasi materi, bagian penyajian gambar dan video pembelajaran.

Hasil validasi dari ahli media dan ahli materi kemudian digunakan sebagai acuan untuk memperbaiki *e-modul* sebelum diujicobakan ke siswa. Menurut Haka *et al.* (2021) menyatakan bahwa *e-modul* dalam bentuk aplikasi android yang telah diperbaiki dari segi tampilan dan materi berdasarkan saran para ahli maka *e-modul* dapat diujicobakan ke siswa maupun pendidik. Kegiatan uji coba produk ini bertujuan untuk meninjau kembali kekurangan atau kesalahan pada produk *e-modul* yang dikembangkan berdasarkan fakta yang ada di lapangan agar *e-modul* yang dikembangkan menjadi lebih baik (Fajarianti & Zuhdi, 2023).

Analisis Kepraktisan *E-Modul Interaktif Berbasis Project Based Learning (PjBL) Materi Sistem Ekskresi Manusia*

Berdasarkan hasil respon guru dan siswa yang telah menggunakan *e-modul interaktif berbasis*

PjBL dan memberikan angket kepraktisan kepada guru dan masing-masing siswa diperoleh persentase nilai dari guru biologi sebesar 96,43% yang termasuk dalam kriteria sangat praktis. Sedangkan sebanyak 88,57% siswa menyatakan bahwa *e-modul* interaktif berbasis PjBL materi sistem ekskresi ini sangat praktis dan sebanyak 11,43% siswa menyatakan bahwa *e-modul* tersebut praktis. Hal ini menunjukkan keberhasilan dalam pengembangan *e-modul* interaktif berbasis PjBL materi sistem ekskresi manusia yang dibuktikan dengan hasil tanggapan siswa seperti adanya kesenangan serta kemudahan dalam menggunakan *e-modul* selama proses pembelajaran.

Menurut hasil respon guru dan siswa terhadap kepraktisan *e-modul* tersebut menunjukkan hasil yang positif terlihat dari tiga aspek yang dinilai yaitu keterbacaan dan kejelasan, proses penggunaan dan kemudahan penggunaan, serta interaktivitas *e-modul*nya. Hal ini didukung oleh penelitian Faridah *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa pengembangan suatu bahan ajar dengan kategori praktis terlihat dari salah satu aspek tingkat keterbacaan yang sesuai dengan tingkatan kelas pembaca karena dapat mempengaruhi penilaian kualitas bahan ajar dan mampu mempengaruhi motivasi, minat, serta pemahaman siswa. Dalam segi penggunaan bahasa, *e-modul* ini sudah menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa. Selain itu, penggunaan huruf, ejaan, dan tanda baca sudah sesuai dengan kaidah PUEBI sehingga dapat meminimalisir kesalahan pengetikan tulisan pada *e-modul*. *E-modul* ini juga menyajikan materi yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari sehingga siswa juga lebih luas memahami informasi pembelajaran.

Kepraktisan *e-modul* juga dilihat dari aspek kemudahan penggunaan sesuai dengan karakteristik *e-modul* itu sendiri bahwa *e-modul* sebaiknya memiliki karakteristik *stand alone* yaitu *e-modul* tidak harus digunakan bersamaan dengan bahan ajar yang lain dan *user friendly* sehingga dapat memudahkan siswa untuk membaca dan menguasai materi pembelajaran. Hal ini didukung oleh Nurmilah *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa *e-modul* interaktif memperoleh nilai kepraktisan tertinggi pada aspek kemudahan penggunaan karena *e-modul* dapat diakses dan dioperasikan dengan mudah, fleksibel (tidak terbatas ruang dan waktu), memiliki petunjuk penggunaan yang mudah dipahami sehingga menarik minat belajar siswa.

Kepraktisan *e-modul* yang dikembangkan juga memperhatikan aspek interaktivitas di dalam *e-modul* berupa tombol navigasi video, navigasi halaman, kontrol menu/link, dan respon- *feedback*. Salah satu bentuk respon-*feedback* yang terdapat dalam *e-modul* disajikan pada forum diskusi, *games* dan evaluasi di dalam *e-modul*. Materi pembelajaran dalam *e-modul* juga dilengkapi berbagai video, audio, dan animasi sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik. Hal ini selaras dengan penelitian Wulandari *et al.* (2020) yang mengungkapkan bahwa *e-modul* interaktif sebagai bahan belajar mandiri yang dilengkapi sekumpulan navigasi dan multimedia membuat siswa lebih interaktif dalam pembelajaran sehingga tercipta pembelajaran yang menyenangkan, menarik, dapat meningkatkan pemahaman dan hasil belajar siswa.

Analisis Keefektifan E-Modul Interaktif Berbasis Project Based Learning (PjBL) Materi Sistem Ekskresi Manusia terhadap Peningkatan Kemampuan Literasi Sains

Kemampuan literasi sains yang diukur dalam penelitian ini meliputi empat aspek yaitu konten sains, konteks sains, proses sains, dan sikap sains. Aspek literasi sains yang tertinggi dikuasai siswa selama pembelajaran menggunakan *e-modul* yaitu pada aspek sikap sains dengan persentase siswa yang menjawab benar sebesar 93,8% dan yang terendah yaitu aspek proses sains sebesar 83,4%. Pada aspek proses sains memiliki persentase terendah karena siswa lebih banyak mendapatkan materi-materi pengetahuan dalam pembelajaran dibandingkan melakukan kerja ilmiah. Hasil ini didukung oleh penelitian Zuhri *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa rendahnya pencapaian aspek proses sains disebabkan karena siswa kurang mampu menafsirkan bukti ilmiah dan menarik simpulan dengan menginterpretasi data dalam bentuk tabel dan gambar yang terdapat pada soal tes kemampuan literasi sains. Selain itu, Geovana *et al.* (2023) juga mengungkapkan bahwa soal-soal tes untuk mengukur hasil belajar dalam bentuk soal pilihan ganda yang memuat aspek proses sains biologi di tingkat sekolah menengah masih tergolong sedikit sehingga menyebabkan siswa kurang terlatih untuk menganalisis suatu permasalahan. Ketercapaian aspek kemampuan literasi sains di kelas kontrol jauh lebih rendah dibandingkan kelas eksperimen dikarenakan penggunaan sumber belajar atau bahan ajar yang digunakan siswa selama proses pembelajaran berbeda. Pada kelas kontrol menggunakan bahan ajar berupa buku paket versi cetak yang ilustrasi gambar didalamnya tidak berwarna sehingga siswa kesulitan dalam memahami materi yang dipelajari. Pada kelas

eksperimen menggunakan bahan ajar berupa *e-modul* interaktif berbasis PjBL yang didalamnya terdapat gambar, animasi, audio, dan video sehingga membuat pembelajaran lebih interaktif, tidak membosankan dan memudahkan siswa dalam memahami materi. Hal ini didukung oleh penelitian Suparya *et al.* (2022) yang mengungkapkan bahwa salah satu penyebab rendahnya kemampuan literasi sains yaitu pemilihan sumber belajar sehingga mengakibatkan pembelajaran di kelas menjadi membosankan dan kurang memahami keterkaitan materi dengan konteks kehidupan. Bahan ajar yang digunakan masih berupa buku teks biasa membuat siswa kurang aktif dan mandiri dalam pembelajaran di kelas sehingga berpengaruh pada kemampuan literasi sains siswa (Raharjo *et al.*, 2017).

Tabel 4. Hasil Uji *N-Gain* untuk Masing-Masing Kelas

Kategori	Persentase <i>N-Gain</i>	
	Kelas Kontrol (%)	Kelas Eksperimen (%)
Tinggi	25,71	45,71
Sedang	65,71	51,43
Rendah	8,57	2,86

Hasil uji *N-gain* pada Tabel 4 menunjukkan bahwa siswa di kelas eksperimen yang memperoleh skor *N-gain* kategori tinggi yaitu 45,71% lebih banyak dibandingkan kelas kontrol yang hanya 25, 71% sehingga terbukti bahwa penggunaan *e-modul* interaktif berbasis PjBL materi sistem ekskresi manusia efektif karena penggunaan *e-modul* interaktif berbasis PjBL materi sistem ekskresi manusia memiliki beberapa kelebihan diantaranya dapat membantu siswa menghubungkan informasi serta mengembangkan kemampuan berpikir secara fleksibel dan bijak dalam memecahkan masalah kehidupan nyata. Hasil ini juga didukung oleh penelitian Iklina & Fadilah (2022) yang menyatakan bahwa *e-modul* berbasis PjBL dapat membantu siswa untuk mengakses pembelajaran secara mandiri dan mendorong kreativitas siswa melalui tugas proyek. E-modul berbasis PjBL dapat mempengaruhi literasi siswa karena terlihat ketika proses pembuatan proyek hingga ketika mempresentasikan mengenai produk yang mereka hasilkan. Model PjBL juga membuat proses pembelajaran menjadi aktif dan interaktif dengan adanya diskusi tanya jawab yang berlangsung kondusif (Komalasari *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil uji beda (*t-test*) diperoleh nilai signifikansi yaitu $0,002 < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti terdapat perbedaan rerata kemampuan literasi sains siswa pada perlakuan tanpa menggunakan *e-modul* interaktif berbasis PjBL dan dengan menggunakan *e-modul* interaktif berbasis PjBL. Hal ini dapat terjadi karena penggunaan bahan ajar yang berbeda antara kedua kelas tersebut. Kelas kontrol menggunakan bahan ajar berupa buku paket dari sekolah dan dilengkapi PPT pembelajaran dari guru sehingga siswa memiliki keterbatasan untuk mengakses informasi terkait materi yang dipelajari secara lebih mendalam. Sedangkan selama pembelajaran di kelas eksperimen, siswa menggunakan *e-modul* interaktif berbasis PjBL sehingga memudahkan siswa untuk mengakses berbagai informasi dari artikel ataupun video pembelajaran secara mandiri terkait materi yang dipelajari melalui link ataupun *QR Code* yang disajikan dalam *e-modul* dan memungkinkan siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran di kelas.

Kelas yang mengimplementasikan *e-modul* dalam proses pembelajarannya juga lebih mendorong siswa untuk gemar membaca materi di dalamnya. Ketika minat membaca siswa mengalami peningkatan maka hasil belajar dan kemampuan literasi sains siswa pun ikut meningkat. Hasil ini didukung oleh penelitian Yanti *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa kebiasaan membaca memberikan pengaruh baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap kemampuan literasi sains siswa karena semakin sering siswa dilatih dan dibiasakan untuk membaca maka akan memiliki pengetahuan dan pengalaman yang lebih tinggi sehingga prestasi belajar siswa juga menjadi lebih baik. Begitu juga dengan Ayu *et al.* (2018) yang mengungkapkan bahwa siswa dengan kebiasaan membaca tinggi telah terlatih dalam mengolah dan menghubungkan berbagai informasi sehingga dapat membantu memudahkan memahami soal-soal literasi sains.

KESIMPULAN

E-modul interaktif berbasis *Project Based Learning* (PjBL) materi sistem ekskresi manusia telah dikembangkan dengan ciri khas antara lain *e-modul* dibuat dalam bentuk aplikasi android, isi

e-modul terdapat tugas proyek yang mencerminkan sintaks dari pembelajaran PjBL dan memuat aspek-aspek penguatan literasi sains, serta interaktivitas *e-modul* memuat respon-*feedback* yang terdapat di menu diskusi, *games*, dan kuis. E-modul interaktif berbasis PjBL materi sistem ekskresi manusia telah memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, serta efektif untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa SMA/MA.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, N. A., Suryanda, A., & Suryanda, A. (2018). Hubungan Kebiasaan Membaca dengan Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA di Jakarta Timur. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 7(2), 161–171.
- Faridah, U., Rahayu, Y. S., & Dewi, S. K. (2022). Pengembangan E-Modul Interaktif untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains Siswa Materi Transpor Membran. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(2), 394–404.
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin, J., & Jufri, A. W. (2020). Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108–116.
- Geovana, D., Akbar, B., & Supardi. (2023). Pengembangan Soal Keterampilan Proses Sains (KPS) Mata Pelajaran Biologi. *Inspirasi Dunia: Jurnal Riset Pendidikan dan Bahasa*, 2(1), 24–38.
- Haka, N. B., Majid, E., & Pahrudin, A. (2021). Pengembangan E-Modul Android Berbasis Metakognisi sebagai Media Pembelajaran Biologi Kelas XII SMA/MA. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 9(1), 71–83.
- Hutahaean, L. A., Siswandari, & Harini. (2019). Pemanfaatan E-module Interaktif sebagai Media Pembelajaran di Era Digital. *Proceedings of the National Seminar on Postgraduate Educational Technology UNIMED*, 2018, 298–305.
- Iklina, T., & Fadilah, M. (2022). Validitas E-Modul Berbasis Project Based Learning (PjBL) tentang Materi Sistem Imun Kelas XI SMA untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik. *Journal on Teacher Education*, 4(1), 250–262.
- Komalasari, B. R., Setiadi, D., Kusuma, A. S. H. M., & Jufri, A. W. (2024). Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Literasi Sains Biologi Kelas X SMAN 7 Mataram Tahun Ajaran 2023/2024. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1237–1242.
- Muhali, M. (2019). Pembelajaran Inovatif Abad Ke-21. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 3(2), 25.
- Nurmilah, N., Nana, & Sulistyarningsih, D. (2023). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Model Pembelajaran Poe2We Menggunakan Flipbook Maker pada Materi Gelombang Bunyi dan Cahaya. *Jurnal Kumbaran Fisika*, 6(2), 107–118.
- OECD, P. (2017). *How Does PISA for Development measure mathematical literacy*. Paris: OECD Publisher.
- Rambe, K., & Ristono. (2022). Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Berbasis Smartphone tentang Materi Sistem Ekskresi pada Manusia untuk Peserta Didik Kelas XI SMA. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 17(2), 1–12.
- Rawung, W. H., Katuuk, D. A., Rotty, V. N. J., & Lengkong, J. S. J. (2021). Kurikulum dan Tantangannya pada Abad 21. *Jurnal Bahana Manajemen Pendidikan*, 10(1), 29.
- Rusydiah, E. F. (2019). *Teknologi Pembelajaran: Implementasi Pembelajaran Era 4.0. (I)*. UIN Sunan Ampel Press.
- Schleicher, A. (2019). *PISA 2018: Insights and Interpretations*. Paris: OECD Publishing.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta. Suparya, I. K., I Wayan Suastra, & Putu Arnyana, I. B. (2022). Rendahnya Literasi Sains: Faktor Penyebab dan Alternatif Solusinya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 153–166.
- Sutrisna, N. (2021). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA di Kota Sungai Penuh. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(12), 2683.

Wulandari, D. D., Adnyana, P. B., & Santiasa, I. M. P. A. (2020). Penerapan E-Modul Interaktif Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Biologi Kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 7(2), 66–80.

- Yanti, R., Prihatin, T., & Khumaedi, K. (2021). Analisis Kemampuan Literasi Sains Ditinjau Dari Kebiasaan Membaca, Motivasi Belajar dan Prestasi Belajar. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 156.
- Yanti, R., & Riady, A. (2019). Korelasi Kebiasaan Membaca dan Kemampuan Literasi Sains. *Cokroaminoto: Journal of Primary Education*, 2(1), 1–5.
- Zuhri, M. M., Adnan, A., & Saparuddin, S. (2023). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA Kelas X IPA di Kota Makassar dalam Menyelesaikan Soal PISA. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 1892.