



Pengaruh Penerapan *Technological Knowledge* melalui *E-modul* “Sistem Koordinasi” terhadap Hasil Belajar Kognitif Tingkat Tinggi dan Kemampuan Berkolaborasi Siswa



Nadia Syafitri^{*}, Masitah, Akhmad, Elsje Theodora Maasawet, Ruqoyyah Nasution

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mulawarman

*Email: nadiasyafitri234@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.9.1.189-196>

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of the application of Technological Knowledge through the e-module "Coordination System" on the results of high-level cognitive learning and collaboration skills of class XI students in biology subjects at SMA Negeri 5 Samarinda. This study was quantitative with a Quasi Experiment type of research with a nonequivalent control group design. On the results of high-level cognitive learning, the results of the t-test were obtained with a significance value of $0.010 < 0.05$ and the results of the N-Gain test were 64.31% with a fairly effective category. On the ability to collaborate, the results of the t-test were obtained with a significance value of $0.000 < 0.05$ and an average value of 77.58% with a good category. Thus, it is concluded that the application of Technological Knowledge through the e-module "Coordination System" has a significant effect on the results of high-level cognitive learning and collaboration skills of class XI students in biology subjects at SMA Negeri 5 Samarinda.

Keywords: *E-module; Technological Knowledge; Cognitive Learning Outcomes; Collaboration Ability.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan *Technological Knowledge* melalui *e-modul* “Sistem Koordinasi” terhadap hasil belajar kognitif tingkat tinggi dan kemampuan berkolaborasi siswa kelas XI pada mata pelajaran biologi di SMA Negeri 5 Samarinda. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan jenis penelitian *Quasi Eksperimen* dengan design penelitian *nonequivalent control group design*. Pada hasil belajar kognitif tingkat tinggi diperoleh hasil uji-t dengan nilai signifikansi sebesar $0,010 < 0,05$ dan hasil uji *N-Gain* yaitu 64,31% dengan kategori cukup efektif. Pada kemampuan berkolaborasi siswa diperoleh hasil uji-t dengan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ dan rata-rata nilai sebesar 77,58% dengan kategori baik. Dengan demikian disimpulkan bahwa penerapan *Technological Knowledge* melalui *e-modul* “Sistem Koordinasi” berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar kognitif tingkat tinggi dan kemampuan berkolaborasi siswa kelas XI pada mata pelajaran biologi di SMA Negeri 5 Samarinda.

Kata kunci: *E-modul; Technological Knowledge; Hasil Belajar Kognitif; Kemampuan Berkolaborasi.*

PENDAHULUAN

Dunia pendidikan telah mengalami perubahan besar selama era globalisasi, yang ditandai dengan kemajuan pesat dalam teknologi informasi dan komunikasi. Teknologi digunakan sebagai alat untuk meningkatkan sumber belajar dan media pembelajaran, yang membantu guru dan siswa melakukan kegiatan belajar. Pada umumnya, teknologi dapat membantu mencapai tujuan pembelajaran. Teknologi pendidikan juga dapat memberikan kebebasan belajar kepada

siapa saja dan kapan saja mengenai apa saja, dengan cara apa pun, dan dengan sumber apa pun yang tersedia di mana saja sesuai dengan kebutuhan dan kondisi.

Pembelajaran menggunakan teknologi berfungsi untuk memberikan kemudahan bagi peserta didik dalam memahami dan mendalami konsep pembelajaran serta dapat menambah semangat belajar, karena materi yang disampaikan dapat menarik perhatian siswa. Menurut Anggraeny (2020) pembelajaran yang

diberikan kepada siswa harus menimbulkan ketertarikan siswa agar siswa memiliki partisipasi yang antusias dalam kegiatan belajar mengajar.

Technological Knowledge atau pengetahuan teknologi merupakan salah satu komponen penting dalam kerangka TPACK (*Technological, Pedagogical, Content Knowledge*) yang dikembangkan oleh Mishra dan Koehler pada tahun 2006-2008. TPACK yang terbagi menjadi tujuh domain pengetahuan yang meliputi *Content Knowledge (CK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, *Technological Knowledge (TK)*, *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*, *Technological Content Knowledge (TCK)*, *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*, dan *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* (Akhwani, 2021). *Technological Knowledge* mencakup pemahaman tentang bagaimana menggunakan berbagai teknologi, perangkat lunak, dan sumber daya digital untuk mendukung proses pembelajaran. Oleh karena hal tersebut, maka pendidikan dapat mengarah pada pemanfaatan teknologi, salah satunya yaitu dengan menggunakan media-media pembelajaran berbasis teknologi.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah menghadirkan berbagai inovasi dalam media pembelajaran, salah satunya adalah *e-modul*. *E-modul* merupakan bentuk digitalisasi dari modul konvensional yang memungkinkan peserta didik untuk mengakses materi pembelajaran secara lebih fleksibel dan interaktif (Wang *et al.*, 2023). Penggunaan *e-modul* sejalan dengan konsep *Technological Knowledge* yang menekankan pentingnya pemahaman dan kemampuan dalam menggunakan teknologi untuk mendukung proses pembelajaran.

Modul digital (*e-modul*) yang dilengkapi dengan teknologi audio visual diharapkan mampu menarik minat siswa, sehingga kegiatan belajar mengajar akan tercipta secara kondusif. Modul digital ini akan dikembangkan menjadi modul digital atau *e-modul* yang akan diintegrasikan dengan konten multimedia yang dikenal dengan istilah Multimedia Flipbook. Modul elektronik yang dibuat nantinya akan memiliki tampilan flipbook, dimana didalamnya akan memuat informasi yang didukung dengan teknologi audio visual, karena terdapat materi yang disertai dengan audio, animasi, video

pembelajaran yang tentunya akan membantu memudahkan siswa dalam pembelajaran (Putri *et al.*, 2022).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Dewi *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi dapat meningkatkan hasil belajar siswa, yang mendukung hipotesis bahwa penerapan *e-modul* dapat berkontribusi pada peningkatan hasil belajar kognitif. Lebih lanjut, penelitian ini juga menyoroti pentingnya kolaborasi dalam pembelajaran. Kemampuan kolaborasi merupakan salah satu keterampilan penting yang harus dimiliki siswa di era digital ini. Penerapan teknologi dalam pembelajaran, seperti penggunaan *e-modul*, dapat mendorong siswa untuk bekerja sama dalam menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan, sehingga meningkatkan kemampuan kolaborasi mereka (Murtopo, 2023).

Dalam pembelajaran biologi Integrasi teknologi merupakan aspek penting dalam meningkatkan efektivitas dan kualitas Pendidikan. Integrasi teknologi dalam pembelajaran biologi tidak hanya mencakup penggunaan alat dan perangkat keras, tetapi juga melibatkan pendekatan pedagogis yang tepat. Hal ini didukung oleh pendapat Putri *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran seperti *e-modul* merupakan media yang cocok digunakan pada pembelajaran biologi karena media ini sesuai dengan hakikat bagaimana biologi, disusun secara terarah, dilengkapi dengan visual menarik, bisa digunakan secara mudah dan mandiri serta bervariasi sehingga siswa dapat menggunakannya sesuai kemampuan.

Meskipun terdapat banyak manfaat dari integrasi teknologi dalam pembelajaran biologi, tantangan tetap ada dalam implementasinya. Penelitian oleh Subroto *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa ada kesenjangan dalam akses dan infrastruktur teknologi di Indonesia, yang dapat menghambat efektivitas integrasi teknologi dalam pembelajaran. Oleh karena itu, penting bagi pihak sekolah dan pemerintah untuk menyediakan dukungan yang memadai agar teknologi dapat diintegrasikan secara efektif dalam pembelajaran biologi. Selain itu juga perlu dilakukan pembuatan media pembelajaran dan sumber belajar yang lengkap serta sesuai dengan kurikulum yang digunakan dan juga

memanfaatkan teknologi serta praktis sangat dibutuhkan dalam pembelajaran biologi yaitu dengan menggunakan modul digital (*e-modul*) yang cocok digunakan dalam proses pembelajaran biologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap Tahun ajaran 2024/2025, selama 2 minggu yang dimulai pada tanggal 10 sampai dengan 20 Februari 2025 yang bertempat di SMA Negeri 5 Samarinda, Jalan Ir. H. Juanda, Air Putih, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur.

Penelitian merupakan jenis penelitian yang berupa *Quasi eksperimen*. Desain penelitian yang digunakan yakni “*nonequivalent control group design*”. Terdapat jumlah dua kelas yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini yaitu berupa kelas eksperimen melalui penerapan *technological knowledge* melalui *e-modul* dan pada kelas kontrol melalui metode pembelajaran konvensional.

Populasi merupakan seluruh subjek penelitian yang akan diteliti dengan tujuan mendapatkan data yang sesungguhnya. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 5 Samarinda. Sampel adalah bagian dari jumlah populasi yang diteliti sehingga hasil penelitian bisa digeneralisasikan (Hamdi, 2014) Sampel penelitian ini adalah kelas XI-1 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI-6 sebagai kelas kontrol.

Teknik pengumpulan data dilakukan tes tertulis melalui soal pretest-posstest dan lembar pengamatan kemampuan berkolaborasi siswa. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji normalitas, uji homogenitas, uji-t *Independent Sample T-test* dan uji *N-gain*. Uji-t digunakan untuk mengetahui apakah variabel independen nya mempengaruhi dengan signifikan kepada suatu variabel dependent. Jenis uji-t yang digunakan adalah pengujian *Independent Sample T-test*. Kriteria pada pengujian hipotesis pada penelitian ini apabila nilai Sig. < 0,05 maka terdapat pengaruh penerapan *technological knowledge* melalui *e-modul* terhadap hasil belajar kognitif tingkat tinggi dan kemampuan berkolaborasi siswa.

Kemudian untuk mengetahui keefektifan sebelum dan sesudah penerapan *technological*

knowledge melalui *e-modul* terhadap hasil belajar kognitif tingkat tinggi dan kemampuan berkolaborasi siswa dilakukan uji *N-gain*. Menurut Fatmi *et al.*, (2021) rumus *N-gain* sebagai berikut:

$$N-Gain = \frac{Skor\ posttest - Skor\ pretest}{Skor\ ideal - Skor\ pretest}$$

Menurut Fatmi *et al.*, (2021) kriteria uji *N-gain* sebagai berikut:

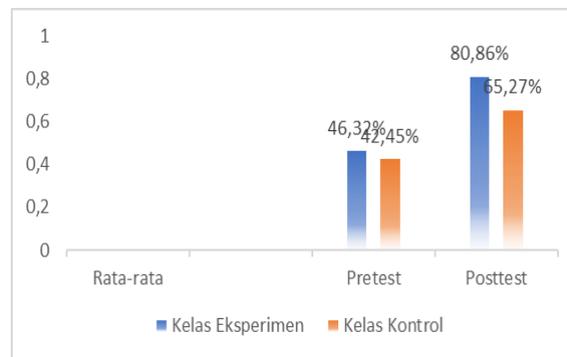
Tabel 1. Kriteria Uji *N-Gain*

Presentase (%)	Tafsiran
< 40	Tidak efektif
40-55	Kurang efektif
56-75	Cukup efektif
> 76	Efektif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Belajar Kognitif Tingkat Tinggi

Hasil belajar kognitif tingkat tinggi dianalisis dengan menghitung persentase rata-rata pada masing-masing kelas, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Selanjutnya persentase rata-rata tersebut dibandingkan untuk menentukan kategori capaian hasil belajar kognitif. Adapun perbandingan nilai persentase rata-rata hasil belajar kognitif tingkat tinggi sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik hasil belajar kognitif tingkat tinggi

Berdasarkan data hasil belajar kognitif yang diperoleh dari data diatas menunjukkan bahwa pada hasil pretest pemahaman siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol tergolong rendah. Sedangkan pada hasil prostest kelas eksperimen jauh lebih tinggi jika dibanding dengan kelas

kontrol. Data hasil persentase yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan uji *N-gain* untuk mengetahui keefektifan metode pembelajaran yang dilaksanakan terhadap hasil belajar kognitif tingkat tinggi.

Data hasil uji *N-gain* hasil belajar kognitif tingkat tinggi pada kelas kontrol dengan metode pembelajaran konvensional dan kelas eksperimen dengan menerapkan *technological knowledge* melalui *e-modul* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji *N-Gain* Hasil Belajar Kognitif

Data	Kelas Kontrol (%)	Kelas Eksperimen (%)
Maksimal	58,11	84,44
Minimal	28,57	36,59
Rata-rata	39,28	64,31
Kategori	Tidak efektif	Cukup efektif

Berdasarkan hasil uji *N-gain* hasil belajar kognitif tingkat tinggi pada tabel 2 menunjukkan kelas kontrol dengan menggunakan metode pembelajaran konvensional diperoleh nilai maksimal 58,11%, nilai minimal 28,57%, dan rata-rata 39,28% dengan kategori tidak efektif. Sedangkan pada kelas eksperimen dengan diberikan perlakuan menerapkan *technological knowledge* melalui *e-modul* diperoleh nilai maksimal 84,44%, nilai minimal 36,59% dan rata-rata 64,31% dengan kategori cukup efektif.

Berdasarkan hasil uji *N-gain* tersebut maka dapat diketahui bahwa kelas eksperimen yang menerima perlakuan menunjukkan nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan *technological knowledge* melalui *e-modul* berpengaruh positif terhadap hasil belajar kognitif tingkat tinggi siswa selama proses pembelajaran. Hal ini kemudian dapat diperkuat dengan hasil uji hipotesis menggunakan uji *Independent Sample T-Test* pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis Hasil Belajar Kognitif

Uji Hipotesis	t	df	Sig. (2-tailed)
<i>Independent Sample T-Test</i>	2,714	42	0,010

Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel 3 menunjukkan bahwa penerapan *technological knowledge* melalui *e-modul* berpengaruh signifikan pada pembelajaran yang dihasilkan siswa melalui hasil nilai signifikansi sebesar $0,010 < 0,05$.

Penggunaan *e-modul* dan metode pembelajaran yang bervariasi dengan berbasis teknologi berpotensi besar dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. *E-modul* memberikan lingkungan pembelajaran yang interaktif, fleksibel, dan kaya akan multimedia, sehingga memfasilitasi pemahaman atas konsep-konsep kompleks dengan lebih baik. Dengan *e-modul*, siswa dapat belajar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing, menerima umpan balik langsung, serta meningkatkan motivasi dan keterlibatan mereka melalui elemen interaktif yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan hasil belajar. Penelitian oleh Permitasari (2022) mendukung hal ini, yang menunjukkan bahwa penggunaan modul berbasis multimedia dapat meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan.

Adapun capaian hasil belajar dari kedua kelas juga dipengaruhi oleh penerapan model pembelajaran yang dilakukan. Pada kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional melalui metode ceramah dengan melakukan diskusi biasa tanpa adanya memberikan proyek untuk pemecahan suatu masalah serta kurangnya pemahaman dan tuntutan siswa untuk mengevaluasi dan mengkreasikan suatu konsep yang diajarkan, sehingga hal inilah yang dapat membuat hasil belajar siswa kurang maksimal. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang disampaikan oleh Surya (2018) bahwa pembelajaran konvensional menjadikan kegiatan pembelajaran membosankan dan tidak menarik minat siswa. Kurangnya minat siswa untuk belajar karena tidak mampu memahami materi yang disampaikan oleh guru sehingga mengakibatkan siswa menjadi pasif dalam kegiatan pembelajaran. Sedangkan pada kelas eksperimen berada pada tingkat yang lebih unggul dalam memecahkan masalah, siswa mampu mengkreasikan suatu konsep yang diajarkan sehingga hal inilah yang membantu siswa dapat mengaplikasikan pemahaman teori yang dipelajari selama proses pembelajaran.

Kemampuan Berkolaborasi Siswa

Data hasil pengamatan kemampuan berkolaborasi siswa pada kelas kontrol dengan metode pembelajaran konvensional dan kelas eksperimen dengan menerapkan *technological knowledge* melalui *e-modul* dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

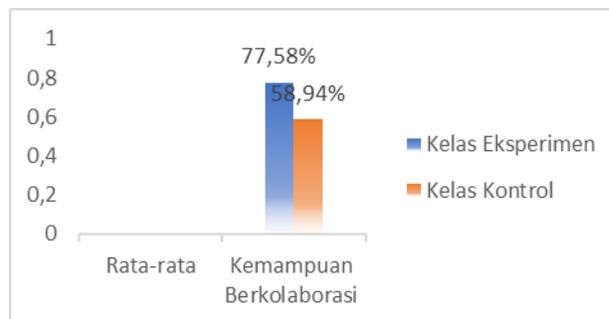
Tabel 4. Hasil Pengamatan Kemampuan Berkolaborasi Siswa

Data	Kelas Kontrol (%)	Kelas Eksperimen (%)
Rata-rata	58,94	77,58
Kategori	Kurang baik	Baik

Berdasarkan hasil pengamatan kemampuan berkolaborasi siswa pada tabel 4, kelas kontrol dengan menggunakan metode pembelajaran konvensional diperoleh rata-rata sebesar 58,94% dengan kategori kurang baik. Sedangkan pada kelas eksperimen dengan diberikan perlakuan menerapkan *technological knowledge* melalui *e-modul* diperoleh rata-rata sebesar 77,58% dengan kategori baik. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata hasil pengamatan kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata kelas kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berkolaborasi siswa yang diajarkan dengan menerapkan *technological knowledge* melalui *e-modul* lebih tinggi dibandingkan dengan keterampilan berkolaborasi siswa yang diajarkan dengan pembelajaran konvensional.

Hasil kemampuan berkolaborasi setelah dianalisis dengan menghitung persentase rata-rata pada masing-masing kelas, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Selanjutnya persentase rata-rata tersebut dibandingkan untuk menentukan kategori capaian dari hasil kemampuan kolaborasi. Adapun perbandingan nilai persentase rata-rata hasil kemampuan kolaborasi terlihat pada gambar 2.

Berdasarkan data hasil kemampuan kolaborasi yang diperoleh dari data diatas menunjukkan bahwa nilai persentase kelas eksperimen jauh lebih tinggi jika dibanding dengan kelas kontrol. Data hasil persentase yang telah diperoleh, kemudian diperkuat denan hasil uji hipotesis pada tabel 5.



Gambar 2. Grafik hasil kemampuan kolaborasi

Berdasarkan hasil uji hipotesis pada tabel 5 menunjukkan bahwa penerapan *technological knowledge* melalui *e-modul* berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berkolaborasi siswa dengan melihat nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$.

Tabel 5. Hasil Uji Hipotesi Kemampuan Berkolaborasi Siswa

Uji Hipotesis	t	df	Sig. (2-tailed)
Independent Sample T-Test	22,655	42	0,000

Penerapan *Technological Knowledge* melalui *e-modul* mendorong siswa menjadi lebih mandiri dengan guru sebagai fasilitator dan pembimbing sehingga siswa tidak keluar dari tujuan pembelajaran yang diinginkan dan juga memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Hal ini juga disampaikan oleh Purba & Alkausar (2023) bahwa penerapan teknologi melalui *e-modul* dalam pembelajaran telah terbukti dapat kemampuan kolaborasi siswa. Dalam konteks ini, *e-modul* berfungsi sebagai alat yang memfasilitasi interaksi antara siswa, guru, dan sumber belajar. *E-modul* tidak hanya menawarkan akses yang lebih luas terhadap materi ajar, tetapi juga mendorong keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Murtopo *et al.* (2023) mencatat bahwa dengan teknologi pendidikan, siswa dapat belajar dengan cara yang lebih mandiri dan otonom, yang mendukung kebebasan belajar dalam era digital. Selain itu, penggunaan teknologi juga memperkuat kolaborasi di antara siswa. Penggunaan alat teknologi dalam edukasi mendukung pelaksanaan pembelajaran yang berbasis pada

kerjasama antarsiswa, yang penting untuk keaktifan siswa dalam proses belajar.

Pentingnya kolaborasi dalam *e-modul* tidak hanya terlihat pada peningkatan hasil belajar individu, tetapi juga pada keterampilan sosial secara keseluruhan yang sangat dibutuhkan. Penelitian oleh Faidah *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif dapat meningkatkan tingkat keterlibatan siswa dalam diskusi kelompok, memungkinkan mereka untuk berbagi gagasan dan saling membantu dalam memahami materi, yang selanjutnya memperkuat kemampuan kolaborasi mereka. Pernyataan ini juga sesuai dengan yang disampaikan oleh Hayu & Oktaviani (2024) berdasarkan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis teknologi dapat membantu meningkatkan keterlibatan siswa dengan materi dan memfasilitasi kolaborasi antar siswa. Dengan platform yang menyediakan ruang bagi siswa untuk berkolaborasi, mereka menjadi lebih termotivasi dan terarah dalam belajar.

Penerapan *technological knowledge* melalui *e-modul* terhadap hasil belajar kognitif tingkat tinggi dan kemampuan berkolaborasi siswa ini memberikan kontribusi signifikan dalam bidang pendidikan biologi dengan mengintegrasikan teknologi digital khususnya dalam pembelajaran sistem koordinasi. Pengembangan *e-modul* berbasis *technological knowledge* membuka dimensi baru dalam penyampaian materi kompleks yang selama ini sulit divisualisasikan melalui metode konvensional. Kontribusi utama penelitian ini terlihat dari peningkatan hasil belajar kognitif tingkat tinggi, di mana siswa tidak hanya memahami konsep dasar sistem koordinasi tetapi juga mampu menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan solusi dari permasalahan terkait materi tersebut.

Penerapan *e-modul* dalam pembelajaran kolaboratif telah memperkuat kemampuan siswa dalam bekerja sama, berkomunikasi efektif, dan menyelesaikan masalah secara berkelompok. Hal

ini memberikan bekal penting bagi siswa untuk menghadapi tantangan abad 21 yang menuntut keterampilan kolaborasi. Inovasi dalam bentuk *e-modul* interaktif juga menawarkan fleksibilitas belajar yang memungkinkan siswa mengakses materi sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing, sehingga menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih personal dan bermakna.

Dari segi metodologi pendidikan, penelitian ini menghadirkan model pembelajaran yang mengintegrasikan *technological knowledge* secara sistematis dalam kurikulum biologi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang sistem koordinasi manusia, tetapi juga membangun literasi digital yang penting untuk masa depan mereka. Para guru biologi mendapatkan wawasan baru tentang bagaimana merancang pembelajaran yang mengoptimalkan teknologi untuk mencapai tujuan pendidikan yang kompleks.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan *technological knowledge* melalui *e-modul* "Sistem Koordinasi" berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar kognitif tinggi dan kemampuan berkolaborasi siswa kelas XI pada mata pelajaran biologi di SMA Negeri 5 Samarinda, dilihat dari meningkatnya tingkat keaktifan siswa dalam menganalisis dan memecahkan masalah sehingga siswa mampu berpikir kritis dan meningkatkan hasil belajar kognitif tingkat tinggi serta kemampuan berkolaborasi siswa.

Pada hasil belajar kognitif tingkat tinggi diperoleh hasil uji *N-Gain* yaitu 64,31% dengan kategori cukup efektif dan hasil uji-t dengan nilai signifikansi sebesar $0,010 < 0,05$. Sementara pada kemampuan berkolaborasi siswa diperoleh hasil pengamatan sebesar 77,58% dengan kategori baik dan hasil uji-t dengan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$.

Intergrasi teknologi melalui *e-modul* terbukti tidak hanya meningkatkan hasil belajar

kognitif tingkat tinggi siswa, tetapi juga memperkuat kemampuan berkolaborasi siswa. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis teknologi dapat menjembatani kesenjangan antara pemahaman teoritis dan keterampilan praktis yang dibutuhkan di era digital.

Dampak signifikan dari penerapan ini terlihat pada perubahan paradigma yang lebih berpusat pada siswa. *E-modul* "Sistem Koordinasi" memungkinkan siswa untuk mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja, memberikan fleksibilitas yang mendorong kemandirian belajar. Selain itu fitur interaktif dalam *e-modul* menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih menarik dan memotivasi siswa untuk mengeksplorasi konsep-konsep kompleks dalam system koordinasi manusia secara lebih mendalam. Peningkatan kemampuan kolaborasi yang teridentifikasi dalam penelitian ini juga mempersiapkan siswa untuk menghadapi tuntutan dunia kerja di masa depan semakin menekankan pentingnya kerja tim dan komunikasi efektif.

Berdasarkan temuan penelitian, disarankan agar institusi Pendidikan mengintegrasikan *Technological Knowledge* secara lebih luas dalam kurikulum pembelajaran. Pengembangan *e-modul* untuk mata pelajaran lain dengan pendekatan serupa dapat memperluas manfaat yang diperoleh. Pelatihan guru dalam pengembangan dan implementasi *e-modul* juga perlu diprioritaskan untuk memastikan efektivitas penggunaannya. Selain itu, penting untuk mengembangkan metode asesmen yang sesuai untuk mengukur kemampuan kognitif tingkat tinggi dan keterampilan berkolaborasi dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi efek jangka panjang dari penerapan *e-modul* serta mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat memaksimalkan dampak positifnya pada hasil belajar dan pengembangan keterampilan siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Akhwani., dan Dewi, W. R. (2021). Analisis Komponen TPACK Guru SD sebagai Kerangka Kompetensi Guru Profesional di

Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 1921. DOI:10.31004/basicedu.v5i4.1119

Anggraeny, D., Dina, A. N., & Rachil, A. M. (2020). Analisis Teknologi Pembelajaran dalam Pendidikan Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 4(1), 150-151. DOI:10.36088/fondata.v4i1.467

Dewi, M. I. A., Ketut, S. K., & Made, R. S.W. (2022). Peningkatan Hasil Belajar Menggunakan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi di SD Pelangi Jimbaran. *Jurnal Widya Laksmi*, 2(1), 145. Diambil dari <https://www.neliti.com/id/publications/494814/peningkatan-hasil-belajar-menggunakan-media-pembelajaran-berbasis-teknologi-di-sd-pelangi-jimbaran>

Faidah, N. N., Hadiansah., Mila, L., & Imam, M. Y. (2023). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Liveworksheet dalam Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa pada Materi Pemanasan Global. *Jurnal Kiprah Pendidikan*, 2(2), 206. DOI:10.33578/kpd.v2i2.182

Fatmi, N., Deassy, S., & Eka, N. (2021). Pengaruh Penggunaan Modul Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 4(2), 69-70 & 78. Diambil dari <https://ojs.unim.al.ac.id/relativitas/article/view/5257>

Hamdi, M. (2014). *Proses, analisis dan Partisipasi*. Ghalia Indonesia.

Hayu, R., dan Oktaviani, A. S. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Microsite pada Materi Pancasila Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Educatio*, 10(2), 559. DOI:10.31949/education.v10i2.8568

Melati, R., Tri, Y., & Desyanti. (2023). Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif pada Mata Pelajaran Sosiologi Kelas XII SMAN 4 Dumai. *Jurnal Teknologi Komputer dan Informasi*, 11(2), 128. DOI:10.52072/jutekinf.v11i2.654

Murtopo, A., Rahmaisyah., & Jusmaini. (2023). Peran Teknologi Pendidikan dalam Perspektif Merdeka Belajar di Era Digital 4.0. *Journal of Education and Teaching*, 11(2), 10. DOI:10.51454/jet.v2i1.63

- Permitasari, M. A., Hartono., & Sugito. (2022). Pengembangan Modul Multimedia Interaktif Pendidikan Kewirausahaan pada Industri Rumahan untuk SMALB Tunagrahita. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 9(1), 51. DOI:10.21831/jit
- Purba, A., dan Alkausar, S. (2023). Peran Teknologi dalam Transformasi Pendidikan Bahasa Indonesia di Era Digital. *All Fields of Science Journal Liaison Academia and Society*, 3(3), 51. Diambil dari https://j-las.lemkomindo.org/index.php/AFoSJ-LA_S/article/view/619p.v9i1.44927
- Putri, R. R. R. R., Kaspul., & Muhammad, A. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Modul Elektronik (E-Modul) Berbasis Flip Pdf Professional Pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 1(2), 94-95. Diambil dari <https://jurnal.jomparnd.com/index.php/jp/article/view/46/72>
- Subroto, D. E., Supriandi., Rio, W., & Arief, Y. R. (2023). Implementasi Teknologi dalam Pembelajaran di Era Digital: Tantangan dan Peluang bagi Dunia Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(7), 478. DOI:10.58812/jpdws.v1i07.542
- Surya, A. W., dkk. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kreativitas Siswa Kelas III SD Negeri Sidorejo Lor 01 Salatiga. *Jurnal Pesona Dasar*, 6(1), 49. Diambil dari <https://jurnal.usk.ac.id/PEAR/article/view/10703>
- Wang, L. (2023). Digital Learning Materials: Evolution and Impact. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(1), 156. Diambil dari https://www.researchgate.net/publication/378177781The_Impact_of_Digital_Learning_on_Education