Jurnal Guru Dikmen dan Diksus
Volume 4 Number 2, 2021. Page 208-224
p-ISSN: 2655-481x, e-ISSN: 2723-6404
Homepage: http://jgdd.kemdikbud.go.id/index.php/jgdd

INOVASI TEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH *"SISI PAGI"* UNTUK MENINGKATKAN *HIGHER ORDER THINKING SKILL (HOTS)*

Septa Krisdiyanto
SMKN 1 Mejayan, SMKN 1 Mejayan, Kab. Madiun, Prov. Jawa Timur
email: sefafuture@gmail.com

(Diterima: 23 Oktober 2021, Disetujui: 30 Desember 2021, Publikasi: 31 Desember 2021)

ABSTRAK

Pengembangan media teknologi pengolahan limbah SISI PAGI ini dilakukan dalam rangka memberi solusi terhadap problem pembelajaran biologi, seperti: tidak ada media praktik, dominan teori dan kompetensi HOTS rendah. Tujuan penelitian ini: 1) Mengetahui kompetensi HOTS siswa sebelum perlakuan pembelajaran *discovery learning* berbantu media SISI PAGI; 2) Mengembangkan produk media yang memiliki kelayakan untuk meningkatkan HOTS siswa; 3) Mengetahui pengaruh media yang dikembangkan terhadap HOTS siswa. Data Penelitian diperoleh melalui metode kelompok diskusi *(Focus Group Discussion),* dokumentasi, observasi, lembar validasi, tes. Data tersebut dianalisis secara diskriptif. Jenis penelitian ini *Research and Development* (R&D) dengan metode pengembangan menggunakan model 4-D melalui tahapan: *Define, Design, Develop, dan Disseminate.* Penentuan tingkat kelayak media berdasarkan uji validasi para ahli, uji coba kepada guru dan siswa. Pengujian efektifitas media diterapkan pada kelas X APHP 1 sebanyak 31 siswa. Hasil penelitian: 1) Kompetensi HOTS siswa sebelum perlakuan berada pada level rendah, tingkat penyelesaian soal HOTS kategori membandingkan 25% (8 siswa), menginferensi 19% (6 siswa) dan mengevaluasi 10% (3 siswa); 2) Produk media SISI PAGI yang dikembangkanmengacu model 4-D dengan skor kelayakan 90. kategori sangat baik dengan karakteristik: mudah, murah, efektif, efisien, kontekstual dan menyenangkan; 3) Kompetensi HOTS siswa setelah perlakuan mengalami peningkatan, tingkat penyelesaian soal HOTS kategori membandingkan 65% (20 siswa), menginferensi 55% (17 siwa) dan mengevaluasi 52% (16 siswa).

Kata Kunci : HOTS; Inovasi; Teknologi Pengolahan Limbah

ABSTRACT

The development of SISI PAGI waste treatment technology media is carried out in order to provide solutions to the problems of learning biology, such as: no practical media, dominant theory and low HOTS competence. The objectives of this study: 1) To determine the students' HOTS competencies before the discovery learning treatment with the help of SISI PAGI media; 2) Developing media products that have the feasibility to increase students' HOTS; 3) Knowing the influence of the developed media on students' HOTS. Research data obtained through the method of group discussions (Focus Group Discussion), documentation, observation, validation sheets, tests. The data were analyzed descriptively. This type of research is Research and Development (R&D) with a development method using a 4-D model through the stages: Define, Design, Develop, and Disseminate. Determining the level of media worthiness based on expert validation tests, trials to teachers and students. Testing the effectiveness of the media was applied to class X APHP 1 as many as 31 students. The results of the study: 1) The HOTS competence of students before treatment was at a low level, the level of completion of HOTS questions in the category of comparing 25% (8 students), inferring 19% (6 students) and evaluating 10% (3 students); 2) The SISI PAGI media product developed refers to the 4-D model with a feasibility score of 90. very good category with characteristics: easy, cheap, effective, efficient, contextual and fun; 3) The HOTS competence of students after treatment has increased, the level of completion of HOTS questions in the category comparing 65% (20 students), inferring 55% (17 students) and evaluating 52% (16 students).

Keywords*: HOTS; Innovation; Waste Treatment Technology*

PENDAHULUAN

Guru sebagai pemegang kunci dalam melaksanakan peran strategis bagi terwujudnya tujuan utama pendidikan nasional yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa Kemendikbud, (2013). Penerapanberagam inovasi dalam proses pembelajaran merupakan tuntutan yang melekat pada guru agar *output* siswa yang dihasilkan memiliki kecakapan dan daya saing unggul. Niat yang tepat, semangat berlipat serta stimulan yang akurat wajib menjadi modal utama guru dalam menerapkan inovasi pembelajaran. Penerapan inovasi guru idealnya berdampak linier terhadap peningkatan kompetensi,*skill* dan afektif siswa serta mampu membekali sosok pelajar menjadi *problem solver* ketika kembali ke masyarakat Ngraini & Sriyati, (2019).

Tuntutan agar guru senantiasa adaptif dengan inovasi juga beresonansi terhadap pembelajaran biologi di SMKN 1 Mejayan. Mengacu pada hasil analisis kurikulum K-13 SMK mapel biologi kelas X/Genap jurusan Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian memuat tujuan pembelajaran yang menuntut agar siswa mampu: 1) mengidentifikasi ragam limbah

yang ada di lingkungan sekitar; 2) merancang pembuatan teknologi pengolahan limbah; 3) menganalisis dampak penerapan teknologi pengolahan limbah; 4) mengkomunikasikan hasil penerapan teknologi untuk mengolah limbah.

Untuk mewujudkan tujuan di atas, maka guru harus menerapkan skenario memberikan layanan proses pembelajaran yang mengkondisikan siswa untuk: melakukan identifikasi, analisis, praktek, uji coba, menghasilkan produk hingga siswa dituntut untuk berkomunikasi (bertanya, menyatakan pendapat, menjawab pertanyaan). Melalui skenario pembelajaran tersebut, maka *problem* dominan yang selama ini terjadi dalam proses pembelajaran biologi seperti: *konfirmatory approach*, ceramah, teori, tidak ada produk, LOTS serta mengabaikan *critical thinking* dapat diberi solusi. Karakteristik model inovasi pembelajaran yang cocok untuk mengatasi problem kesenjanganantara tuntutan dan kondisi riil di kelas biologi tersebut adalah melalui penerapan *Discovery Learning* berbantu media praktek hasil pengembangan guru bernama "SISI PAGI" (Sedimentasi, Filtrasi, Aerasi, Pangan dan Energi).

SISI PAGI adalah penamaan dari sebuah media yang dikembangkan guru berupa Teknologi Pengolahan Limbah cair. Media ini memiliki tiga komponen bentuk. Bentuk pertama berupa rangkaian tiga botol bekas yang dimodifikasi untuk menjalankan fungsi mengolah limbah cair secara sedimentasi, filtrasi dan aerasi (SISI). Komponen kedua berupa bak penampung air bersih yang dimanfaatkan untuk ketahanan pangan (hidroponik dan memelihara ikan). Sedangkan bentuk ketigaberupa kincir air yang berperan sebagai penggerak turbin penghasil energi listrik.

Urgensi dari inovasi media "SISI PAGI" ini adalah memberi solusi dari problem pembelajaran biologi yang selama ini terjadi, antara lain: pengetahuan dominan berbasis teori, berpusat pada guru, ketrampilan afektif rendah, pembelajaran unkonstekstual, *low order thinking skill* dominan pada level C2 berubah menuju terwujudnya kondisi tuntutan ideal seperti harapan standar isi dan proses dengan indikator: siswa mengalami kegiatan mengidentifikasi, menganalisis, mengkaji, merancang, mencoba, menghasilkan produk hingga mengkomunikasikan sehingga level kompetensinya pada berpikir tingkat tinggi (HOTS).

Melalui implementasi inovasi media hasil pengembangan guru tersebut, maka target pembelajaran biologi untuk mengatasi problem utama di atas mendapatkan solusi. Adapun masalah tersebut antara lain: 1) Bagaimana level kompetensi HOTS siswa sebelum perlakuan pembelajaran *discovery learning* berbantu media SISI PAGI?; 2) Bagaimana

hasil pengembangan media teknologi pengolahan limbah yang memiliki kelayakan untuk meningkatkan kompetensi HOTS siswa?; 3) Bagaimana hasil belajar siswa setelah mengalami perlakuan pembelajaran *discovery learning* berbantu media SISI PAGI?

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain: 1) Mengetahui kompetensi HOTS siswa sebelum perlakuan pembelajaran *discovery learning* berbantu media SISI PAGI; 2) Mengembangkan produk media yang memiliki kelayakan untuk meningkatkan HOTS siswa; 3) Mengetahui pengaruhmedia yang dikembangkan terhadap HOTS siswa.

KAJIAN PUSTAKA

Media pengembangan merupakan kegiatan menghasilkan media pembelajaran baru yang berasal dari adaptasi dan modifikasi media yang sudah ada sebelumnya Samsu et al., (2020). Prosespengembangan media melalui beberapa tahapan yang disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Proses Pengembangan Media Pembelajaran

No	Langkah-langkah	Output/Keluaran
1	Mengidentifikasi kebutuhan siswa	Data kebutuhan belajar siswa
2	Menentukan prioritas kebutuhan siswa	Daftar prioritas kebutuhan
3	Merancang program layanan pembelajaran	Rancangan program belajar
4	Menentukan topik dan materi	Topik media pembelajaran yang dikembangkan
5	Menentukan jenis media Pembelajaran	Jenis medianya
6	Mengorganisasi materi dan kebutuhan bahan yang dipakai	Spesifikasi bahan materi yang dibutuhkna
7	Menyusun draft media pembelajaran yang dikembangankan	Draft media yang dikembangkan
8	Menyusun instrumen ujicoba draft media yang dikembangkan	Instrumen ujicoba draft media yang dikembangkan
9	Melakukan ujicoba terhadap draft media pembelajaran	Usul masukan (data) untuk melakukan revisi
10	Revisi draft media pembelajaran	Media pembelajaran yang dikembangkan telah teruji
11	Memproduksi media pembelajaran yang dikembangkan	Media pembelajaran yang telah dihasilkan
12	Mendiseminasi penggunaan media pembelajaran pada siswa dan guru	Media pembelajaran yang dikembangkan siap digunakan
13	Mengevaluasi media pembelajaran	Masukan (data) untuk revisi

No	Langkah-langkah	Output/Keluaran
14	Merevisi media yang dikembangkan (jika Dibutuhkan)	Media pembelajaran yang telah direvisi

Sumber: Simamora et al., (2018)

Inovasi pengembangan teknologi pengolahan limbah "SISI PAGI" ini merupakan media hasil turunan atau adaptasi dari model media yang sebelumnya sudah ada yaitu: teknologi pengolahan limbah "FILTRASI" (berupa botol penyaringan air kotor yang didalamnya terdapat bahan alami seperti arang aktif, ijuk, batu kerikil, pasir, kapas). Kelebihan dari percobaan pengolahan limbah cair menggunakan media SISI PAGI ini antara lain mudah dilakukan, murah pembuatanya, sederhana aplikasinya sehingga familier bagi guru serta mempunyai dampak manfaat dalam kehidupan yang banyak. Media ini bisa menjadi alternatif baru yang dapat digunakan oleh guru untuk melakukan simulasi dan percobaan mengolah limbah cair yang diskenario dalam lembar kerja siswa. Menurut Sabu, (2018) melalui aktivitas belajar melakukan praktek berdampak pada kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa dengan karakteristik berpikir kritis bisa terstimulus.

Pemanfaatan media pembelajaran akan menghasilkan manfaat yang proporsional terhadap hasil belajar siswa jika diterapkan dengan model pembelajaran yang tepat Irdam Idrus & Sri Irawati, (2019). Berdasarkan karakteristik tuntutan materi, tujuan pembelajaran dan prototype media maka model yang cocok adalah *Discovery Learning*. Menurut Ellizar et al., (2018) sintak yang dapat diterapkan dalam pembelajaran model *Discovery Learning* sebagai berikut: (1) Fase Rangsangan, guru memberikan stimulus bisa berupa gambar, video dan pertanyaan sehingga siswa berpikir dan aktif berinteraksi sejak awal pembelajaran dimulai; (2) Fase Identifikasi masalah, siswa diminta mengidentifikasi masalah yang ditanyakan guru berdasarkan observasi yang mereka lihat; (3) Fase Pengumpulan data, guru meminta siswa untuk melakukan osilasi terhadap data masalah yang diberikan dalam kegiatan yang akan dilakukan dalam melakukan percobaan; (4) Fase Pengolahan Data, siswa mengorganisasi data hasil observasi, catatan, diskusi dan informasi hasil bacaan kemudian mengolahnya sehingga menghasilkan kata kunci konsep materi yang sedang dipelajari; (5) Fase Pengujian, siswa diminta untuk melakukan percobaan untuk menguji tema yang diberikan oleh guru; 6) Fase Kesimpulan, siswa merumuskan kesimpulan melalui presentasi di depan kelas, sedangkan siswa lain menanggapinya.

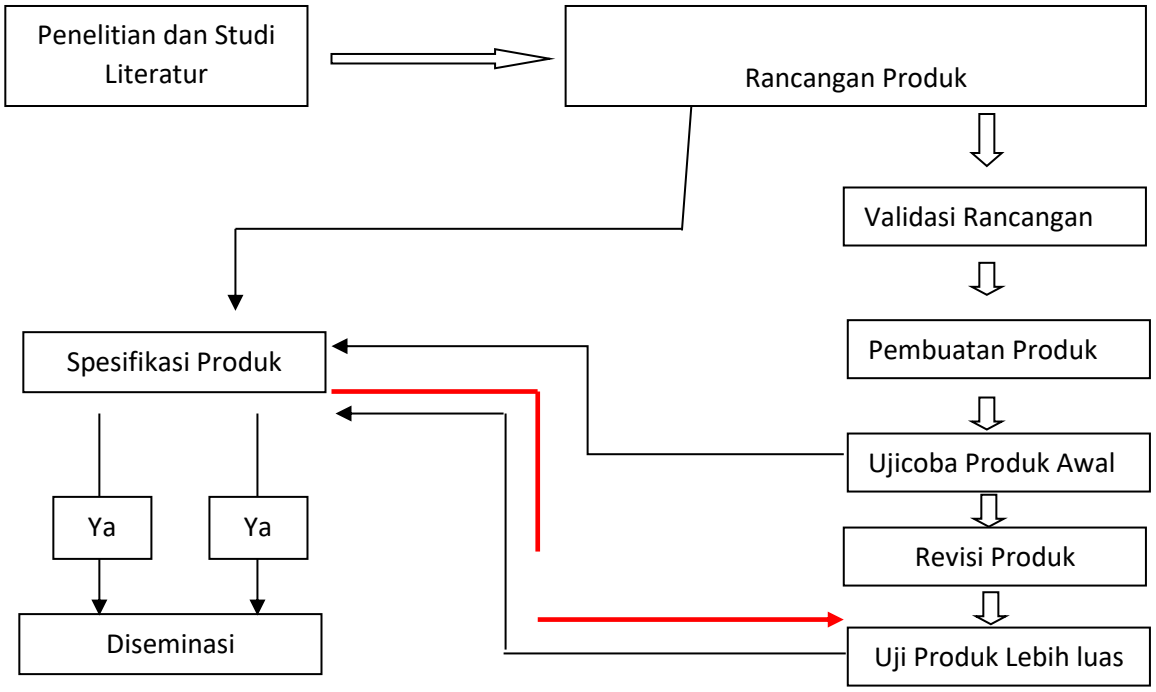
Kolaborasi dalam pembelajaran biologi materi teknologi pengolahan limbah melalui *Discovery Learning* berbantu media inovasi hasil pengembangan "SISI PAGI"

mampu menghasilkan output siswa yang memiliki ketrampilan untuk berpikir pada level tingkat tinggi. Hal tersebut karena terdapat relevansi antara variabel yang dituntut oleh tujuan pembelajaran dengan proses yang dialami siswa melalui model pembelajaran tersebut. Menurut Taxonomy, (2000) menyatakan bahwa bahwa berpikir tingkat tinggi (HOTS) memiliki tiga aspek ranah kognitif yang meliputi: menganalisa, mengevaluasi dan mencipta. Dalam perspektif pembelajaran, HOTS dimaknai sebagai proses pembelajaran yang menstimulus kemampuan siswa untuk mendapatkan pengetahuan dengan karakteristik level berpikir tingkat tinggi Endeley & Ibi, (2020). Menurut Masigno, (2014) melalui proses pembelajaran yang menstimulus HOTS siswa akan memahami konsep materi menjadi lebih komprehensif. Pendapat lain dari Prawita et al., (2019) menguatkan bahwa dengan pembelajaran HOTS siswa mampu membedakan ide, memaparkan argumen, *problem solving*, membangun penjelasan, terbiasa mengajukan hipotesis serta memahami lebih spesifik terhadap hal-hal kompleks.

Berdasarkan diskripsi variabel HOTS di atas, maka terdapat relevansi kecocokan dengan karakteristik tuntutan pada pembelajaran biologi materi Teknologi Pengolahan Limbah. Pada materi biologi ini, proses pembelajaran dituntut adanya kegiatan eksperimen yang membutuhkan proses menganalisis, mengevaluasi dan juga mencipta yang merupakan ciri dari kegiatan berpikir tingkat tinggi. HOTS akan memiliki makna dan dampak yang bagus jika dikaitkan dengan proses menyelesaikan problem dalam pembelajaran Pratiwi & Fasha, (2015). Hal tersebut dikarenakan muara akhir dari pola ketrampilan HOTS adalah seperti disampaikan Fatmawati, (2020) yaitu terbentuknya siswa dengan karakter *problem solver.*

METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini dilakukan dengan metode *research and development (R & D)* dengan model 4D yang dikembangkan oleh Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel, (1974) meliputi empat tahapan, yaitu: *define, design, develop,* dan *disseminate* atau dalam penyesuaianya menjadi 4-P (pendefinisian, perancangan, pengembangan, penyebaran). Alur proses disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan alur pengembangan R&D level 3 "meneliti dan menguji produk yang dikembangkan"

Diskripsi dari alur di atas yaitu: 1) *Define*: kegiatan pertama yang dilakukan yaitu menetapkan masalah, menganalisis karakteristik siswa, menganalisis kompetensi dasar, menganalisis tugas dan merumuskan tujuan kemudian dihubungkan dengan karakteristik media yang cocok untuk dikembangkan; 2) *Design*: memilih media dan desain yang ingin dikembangkan, membuat draft awal media SISI PAGI; 3) *Develop*: validasi terhadap komponen media dan cara kerja media yang dihasilkan kepada ahli atau praktisi, melakukan ujicoba pengembangan-revisi-implementasi, uji lapangan terhadap media yang dikembangkan; 4) *Disseminate*: menyampaikan hasil pengembangan media SISI PAGI kepada teman sejawat.

Menurut Sugiyono, (2017) Penggunaan metode 4-D cocok dengan karakteristik penelitian yang tujuanya mengembangkan inovasi media pembelajaran . Produk pengembangan yang dihasilkan berupa media Teknologi Pengolahan Limbah bernama "SISI PAGI"

Jenis data dalam penelitian ini ada dua, yaitu: 1) Data kuantitatif, yang didapat berupa angka atau nilai hasil tes belajar siswa; 2) Data kualitatif, yang didapat berupa non angka hasil dari validasi, observasi, diskusi dan dokumentasi selama penelitian

berlangsung. Sedangkan sumber data penelitian ini berupa data primer yang berasal langsung dari responden.

Teknik pengumpulan data dengan Instrumen non tes melalui: 1) *Focus Group Discussion*, untuk memperoleh data penelitian berdasarkan masukan observer; 2) Dokumentasi, dari catatan atau dokumenter untuk mengetahui fakta yang terjadi; 3) Observasi, hasil mengamati aktivitas siswa selama pembelajaran; 4) Lembar validasi, untuk memperoleh data berasal dari masukan dan persepsi ahli atau pakar ketika melakukan validasi dan ujicoba terhadap produk yang dikembangkan; 5) Metode tes, untuk mengetahui prestasi hasil belajar siswa yang digunakan sebagai laporan pencapaian kompetensi siswa.

Teknik Analisis Data penelitian dilakukan dengan analisis data kuantitatif melalui pengolahan data numerik melalui bantuan statistik dan dibahas secara diskriptif Sugiyono, (2016), meliputi: instrumen validasi produk yang dikembangkan, instrumen non tes lembar observasi dan instrumen tes soal hasil belajar. Peserta didik dikatakan tuntas bila mendapat nilai 60 atau lebih. Tempat Penelitian di Laboratorium Biologi dan ruang kelas X APHP 1 SMK Negeri 1 Mejayan. Lokasi sekolah di jalan Imam Bonjol No. 7, Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur. Waktu Penelitian pada semester genap tahun pelajaran 2019/2020 yaitu bulan Maret 2020.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

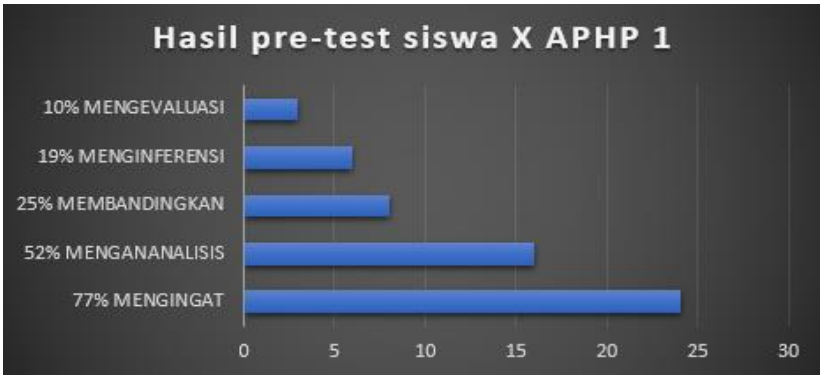
Berdasarkan implementasi pembelajaran biologi melalui *discovery learning* berbantu media SISI PAGI diperoleh beberapa hasil temuan meliputi: 1) Hasil pre-test kemampuan HOTS siswa sebelum perlakuan; 2) Hasil pengembangan berupa media praktikum SISI PAGI; 3) Hasil tahapan implementasi proses pembelajaran dengan pemanfaatan SISI PAGI; 4) Hasil post test kemampuan HOTS siswa setelah perlakuan. Berikut disajikan infografis hasil uji kompetensi HOTS siswa sebelum mengalami perlakuan (pre-test) seperti tersaji pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Prosentase hasil uji kompetensi HOTS siswa sebelum perlakuan (pre-test)

Kelas	Mengingat	Menganalisis	Membandingkan	Menginferensi	Mengevaluasi
X APHP 1	77% (24 siswa)	52% 16 (siswa)	25% (8 siswa)	19% (6 siswa)	10% (3 siswa)

Tabel 2 di atas menggambarkan bahwa kompetensi siswa masih dominan pada level *low order thinking skill (LOTS)*. Fakta tersebut ditunjukan dari indikator bahwa

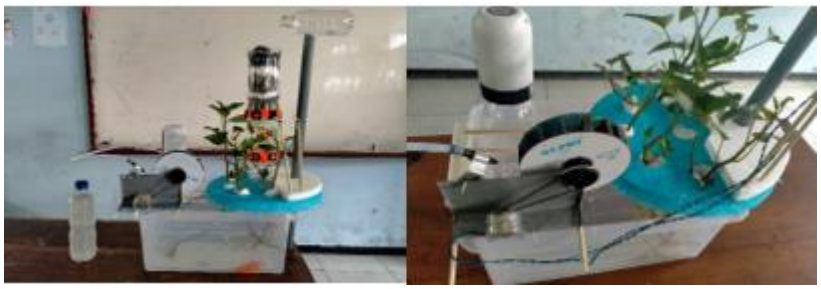
jumlah siswa yang mampu menyelesaikan soal pada kategori C1 (mengingat) sangat banyak yaitu 77% (25 siswa dari 31 siswa). Tetapi ketika siswa dihadapkan pada soal kategori HOTS yaitu membandingkan, menginferensi dan mengevaluasi menunjukkan hasil semakin sedikit prosestase siswa yang mampu menyelesaikanya. Bahkan pada soal kategori mengevaluasi, hanya 3 siswa (10%) saja yang mampu mengerjakanya. Kondisi tersebut tersaji pada gambar 2.



Gambar 2 Prosentase penyelesaian soal kategori LOTS-HOTS siswa kelas X APHP 1 sebelum perlakuan

Gambar 2 di atas memberikan gambaran bahwa jika siswa dihadapkan pada soal level LOTS maka penyelesaian soal tersebut tinggi (banyak siswa yang mampu menjawab). Tetapi, jika siswa dihadapkan pada level soal HOTS maka kemampuan menyelesaiakn soal tersebut semakin mengalami penurunan yang signifikan.

Berdasarkan observasi dan analisis, rendahnya kompetensi HOTS siswa X APHP 1 tersebut disebabkan oleh beberapa variabel, antara lain: pembelajaran yang dilakukan dominan teori dan ceramah, tidak pernah praktikum karena kendala tidak ada alat dan terbiasa dihadapkan pada soal level mengingat hafalan pendek saja. Solusi dari problem tersebut adalah guru harus melakukan inovasi untuk mengembangkan media praktikum yang bisa digunakan siswa untuk praktikum teknologi pengolahan limbah bernama SISI PAGI. Hasil pengembangan media disajikan sesuai gambar 3.



Gambar 3. Media SISI PAGI hasil pengembangan

Media hasil pengembangan pada gambar 3 di atas kemudian dilakukan ujicoba terbatas dan divalidasi oleh pakar media *(expert appraisal)* dengan hasil seperti tersaji pada tabel 3 berikut:

Tabel 3 Hasil Validasi Media Teknologi Pengolahan Limbah SISI PAGI

No	Aspek Yang Divalidasi	Kriteria Penilaian			
		Sangat Baik	Baik	Cukup	Kurang
1	Aspek kesesuaian media yang dikembangkan dengan materi yang dipelajari	V			
2	Aspek proporsionalitas penggunaan media untuk praktikum di kelas		V		
3	Aspek efektivitas pemanfaatan media dalam pembelajaran		V		
4	Aspek efisiensi media dalam pembelajaran	V			
5	Aspek daya tarik media	V			

Keterangan Bobot Penilaian:

Sangat baik = 4 Cukup = 2
Baik = 3 Kurang = 1

Tabel 3 di atas menggambarkan bahwa hasil penilaian dari media SISI PAGI yang dikembangkan peneliti mendapatkan kriteria penilaian dari ahli sangat baik. Jika dirata-rata maka mendapat nilai (Skor yang diperoleh/skor maksimal = 18/20 = 3,6). Skor 3,6 jika dikonversi secara kualitatif ke bobot penilaian maka mengandung arti sangat baik.

Selanjutnya, media SISI PAGI diimplementasikan dalam pembelajaran biologi materi teknologi pengolahan limbah dengan *discovery learning* pada siswa kelas X APHP 1. Hasil tahapan tiap sintak pembelajaran didiskripsikan berikut:

Sintak 1: Rangsangan, Guru menampilkan limbah cair. Kemudian menstimulus dengan pertanyaan HOTS: "Coba Identifikasi! Masalah apa yang timbul berdasarkan air limbah

tersebut? "Diskusikan bersama kelompokmu, Bagaimana solusi mengolah limbah cair tersebut?" Setelah itu, guru mendemonstrasikan cara kerja media SISI PAGI. Siswa mengamati dan guru menstimulus dengan pertanyaan: bahan apa saja yang terdapat pada media tersebut?

Sintak 2: Identifikasi masalah, guru meminta siswa mengidentifikasi masalah yang ditanyakan berdasarkan observasi terhadap media SISI PAGI. Guru menyampaikan: Pada pertemuan sebelumnya, bapak menginstruksikan setiap kelompok membawa: air limbah, tanaman sayur dan ikan. Adakah yang mengerti, untuk apa bahan tersebut? Siswa berdiskusi dan mencatat hasilnya.

Sintak 3: Pengumpulan data, siswa mencatat data tentang: cara kerja, fungsi tiap komponen bagian serta alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan percobaaan mengolah air limbah dengan media SISI PAGI meliputi: langkah-langkah percobaan, proses yang diobservasi, meliputi: Apa yang terjadi dengan air pada botol pertama, kedua dan ketiga?

Peristiwa apakah itu dan bagaimana cara membuktikan bahwa air hasil pengolahan dengan media inovasi SISI PAGI bisa bermanfaat untuk ketahanan pangan dan energi?

Sintak 4: Pengolahan Data, Berdasarkan hasil observasi, catatan, diskusi dan informasi hasil bacaan, siswa mengolahnya sehingga terbentuk kata kunci tentang konsep mengolah limbah dengan memanfaatkan media SISI PAGI.

Sintak 5: Pengujian, Siswa bersama kelompok melakukan percobaan menguji cara kerja dan fungsi teknologi pengolah limbah SISI PAGI.

Fase 6: Kesimpulan, Siswa merumuskan kesimpulan hasil percobaan mengolah limbah cair dengan SISI PAGI dengan presentasi di depan kelas, sedangkan siswa lain menanggapinya.

Hasil observasi selama proses pembelajaran biologi materi teknologi pengolahan limbah berbantu media SISI PAGI seperti tersaji pada gambar 4.



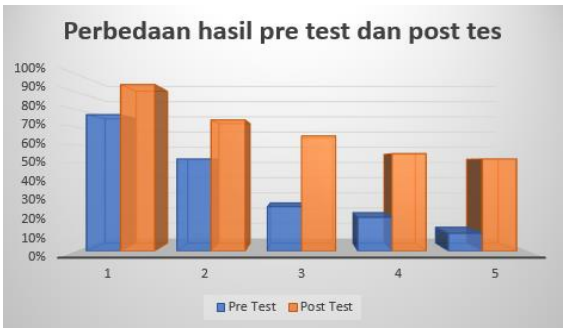
Gambar 4. Aktivitas siswa selama pembelajaran dengan inovasi media SISI PAGI

Pada gambar 3 di atas menvisualkan aktivitas siswa dalam pembelajaran *discovery learning* berbantu media SISI PAGI yang tampak menjadi aktif, saling bekerjasama, melakukan observasi, merancang, saling berkomunikasi, bertanya, menyatakan pendapat dan kompetensinya berkembang lebih komprehensif. Level penguasaan kompetensi HOTS siswa X APHP 1 juga mengalami peningkatan, ditunjukan dari hasil post tes seperti tersaji pada tabel 4.

Tabel 4. Prosentase hasil uji kompetensi HOTS siswa setelah perlakuan (post-test)

Kelas	Mengingat	Menganalisis	Membandingkan	Menginferensi	Mengevaluasi
X APHP 1	94% (29 siswa)	74% 23 (siswa)	65% (20 siswa)	55% (16 siswa)	52% (16 siswa)

Tabel 4 di atas menggambarkan kemampuan siswa X APHP 1 mengalami peningkatan kompetensi dalam menyelesaikan soal HOTS. Indikatornya ditunjukan dari jumlah siswa yang mampu menyelesaikan soal pada kategori membandingkan, menginferensi dan mengevaluasi menunjukkan hasil semakin tinggi. Pada kategori soal paling sulit yaitu mengevaluasi, diperoleh hasil pre tes hanya 3 siswa (10%) yang mampu menyelesaikan, meningkat menjadi 16 siswa (52%). Bahkan pada level soal menganalisis dari 52% meningkat menjadi 74%. Perubahan peningkatan hasil uji kompetensi antara pre test dan pos tes tersebut selengkapnya tersaji pada gambar 5.



Grafik 5. Perbedaan hasil uji kompetensi antara sebelum dan sesudah perlakuan

Grafik 2 di atas menunjukkan perkembangan siswa dalam menyelesaikan soal HOTS. Sebelum diberi perlakuan, level penguasaan siswa rendah sekali ditunjukan dari prosentase penyelesaian soal membandingkan, menginferensi dan mengevaluasi berturut-turut 25%, 19% dan 10% berubah meningkat menjadi 65%, 55% dan 52% dengan ketuntasan klasikal seperti tersaji pada tabel 6 berikut:

Tabel 5. Hasil tes pengetahuan kelas X APHP 1

Kelas	Jml siswa	Nilai ∑	Jml Tuntas	Jml ≠ Tuntas
X APHP 1	31	76	25	6

Tabel 5 di atas menggambarkan adanya peningkatan kompetensi jika dibandingkan dengan keadaan sebelum perlakuan. Indikator dari fakta tersebut yaitu sebanyak 25 siswa tuntas dalam menyelesaikan soal secara merata dengan nilai diatas SKM 60, baik kategori LOTS hingga HOTS. Hanya 6 siswa saja pencapaianya dibawah SKM. Ketuntasan hasil belajar tersebut digambarkan dalam sajian gambar 6.



Gambar 6 Ketuntasan belajar X APHP 1 setelah mengalami perlakuan

Gambar 6 mengandung arti bahwa hasil uji kompetensi pada siswa kelas X APHP 1 diperoleh data bahwa tingkat ketuntasan klasikal adalah 81% dan hanya 19% siswa yang belum tuntas. Karena siswa yang belum tuntas dibawah 20% maka pembelajaran dianggap berhasil dan perlu pendampingan pada 6 siswa yang masih mendapat hasil dibawah SKM.

Pembahasan

Proses pembelajaran *Discovery Learning* berbantu media SISI PAGI yang telah dilakukan di atas dapat disimpulkan berhasil dengan indikator terdapat fakta 25 siswa tuntas (81%). Ketuntasan yang tinggi tersebut disebabkan karena: 1) Proses belajar dengan pemanfaatan karya inovasi tersebut mengkondisikan siswa melakukan observasi, identifikasi, percobaan, pengolahan data, pengumpulan data, pemecahan masalah hingga menghasilkan produk. Aktivitas tersebut membantu perkembangan siswa baik aspek

scientific literacy Zuriyani, (2011) maupun pemahaman proses ilmiah, *critical thinking*, bertindak positif yang pada akhirnya membentuk pemahaman konsep siswa yang lebih kompleks, komprehensif dan berkarakter HOTS Ngraini & Sriyati, (2019); 2) Karya inovasi media SISI PAGI merangsang kecakapan *problem solving* siswa sehingga pengetahuan, ketrampilan dan sikap siswa berkembang komprehensif.

Keunggulan pembelajaran *discovery learning* berbantu media SISI PAGI antara lain: 1) Mampu merealisasikan pencapaian target pembelajaran yang mengharapkan siswa menguasai kompetensi HOTS: mengidentifikasi, mengkaji, merancang, menghasilkan produk, dan mengkomunikasikan; 2) Mampu menstimulus ekosistem pembelajaran yang kolaboratif dan integratif dengan karakteristik: aktivitas belajar dengan praktek, tidak hanya teori saja, kontekstual serta berbiaya murah dengan tetap bernilai efektif dan efisien; 3) Mampu membangun pembelajaran bermakna. Karena selama proses pembelajaran terjadi melalui komunikasi dua arah antara guru-siswa, siswa-siswa, siswa-lingkungan dalam menemukan konsep berdasarkan yang mereka alami sendiri; 4) Mampu memberi bekal kepada siswa dengan karakter *problem solver* untuk berkontribusi terhadap penyelesaian masalah di lingkungan (limbah cair, problem pangan dan krisis energi).

Nilai kebaruan dari inovasi media SISI PAGI ini antara lain: 1) Revolusi Industri 4.0, inovasi SISI PAGI dibangun berdasarkan sumber informasi dari *Internet of things* dan bisa dikembangkan dengan IoT, AI, big data sehingga bisa dikontrol pemanfaatanya secara digital; 2) Society 5.0, inovasi media ini dalam pemanfaatanya dikendalikan sepenuhnya oleh manusia yang mampu mendatangkan manfaat dalam kehidupan (air bersih, pangan, energi); 3) 4 C, pemanfaatan inovasi ini dalam pembelajaran mewajibkan siswa untuk melakukan aktivitas *colaborative, creative, critical thinking* dan *comunicative;* 4) Orisinil, inovasi media ini asli dirancang, dibuat dan dikembangkan oleh guru dan belum pernah ada yang dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran serta memberi solusi terhadap problem global tentang pangan dan energi; 5) Responsif, inovasi ini muncul sebagai jawaban komprehensif terhadap problem dasar pembelajaran yaitu guru kesulitan mengajar materi Teknologi Teknologi Pengolahan Limbah yang harus melakukan percobaan, identifikasi, mengumpulkan dan megolah data, mengkomunikasikan serta mestimulus ketrampilan afektif; 5) Akomodatif, karya inovasi media SISI PAGI ini bisa diterapkan untuk belajar lintas disiplin materi seperti: tematik, fisika, kimia, pertanian, teknik, elektro; 6) Sederhana, proses alur pengolahan limbah di Industri melalui IPAL jika diobservasi maka membutuhkan lahan luas, tempat besar, jauh, biaya mahal, sistem dan aturan rumit. Proses kompleks tersebut bisa disederhanakan hanya dengan sebuah media inovasi yang

sederhana, kecil dan bisa dibawa ke kelas untuk dipelajari dan dilakukan percobaan sehingga mudah observasinya; 7) Solutif, inovasi SISI PAGI ini dibuat dari pemanfaatan limbah botol dan plastik. Hal tersebut menjadi solusi model pengolahan limbah plastik (bisa mengurangi sampah dan bisa digunakan teknologi tepatguna).

Nilai penting sebagai pengembangan landasan teori dari penelitian ini adalah proses sedimentasi, filtrasi yang digambarkan dalam percobaan menggunakan media inovasi SISI PAGI terjadi bau menyengak pada limbah cair. Karena limbah pada prinsipnya mengandung bahan organik: karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), Sulfur (S) Sistem et al., (2014). Bahan tersebut jika dalam keadaan anaerob akan mengalami proses reduksi menjadi CH_4, H_2O, NH_3, dan H_2S sehingga berbau Loekito, (2002). Agar tidak berbau maka dioksidasi melalui aerasi dalam kondisi aerob (melibatkan reaksi oksigen murni) melalui proses dan aerasi Said & Utomo, (2007). Rangkaian proses teknologi Limbah yang memiliki dasar teori diolah dengan prinsip sedimentasi, filtrasi dan aerasi serta pemanfaatanya untuk pangan dan energi diterangkan dengan jelas melalui percobaan inovasi ini sehingga bisa dikembangkan lebih lanjut.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Level kompetensi HOTS siswa sebelum mendapat perlakuan pembelajaran biologi *discovery learning* berbantu inovasi media SISI PAGI rendah. Hasil kuantitatif *pre test* pada soal kategori membandingkan, menginferensi dan mengevaluasi berturut-turut hanya 25% (8 siswa), 19% (6 siswa) dan 10% (3 siswa) yang mampu menyelesaikannya. Hasil ini merupakan akibat dari problem dominan berupa tidak ada percobaan karena tidak ada media, transfer pengetahuan dan keterampilan yang belum menyentuh HOTS, kurangnya pelibatan siswa dalam kegiatan kolaboratif dan komunikatif serta tidak ada produk pembelajaran sehingga kemampuan HOTS siswa rendah.

Purwarupa media teknologi pengolahan limbah yang dikembangkan dengan model 4 -D dengan kelayakan media pembelajaran ditinjau berdasarkan validasi ahli dari aspek kesesuaian media, proporsionalitas, efektivitas, efisiensi, dan daya tarik diperoleh rerata skor sebesar 90 dengan kategori sangat baik. Karakteristik produk: sederhana, mudah diterapkan, berbiaya murah, sangkil dan mangkus, kontekstual dan merangsang berpikir tingkat tinggi (HOTS).

Hasil belajar siswa setelah perlakuan (*post test*) mengalami peningkatan. Tingkat

penyelesaian soal HOTS kategori membandingkan 65% (20 siswa), menginferensi 55% (17 siwa) dan mengevaluasi 52% (16 siswa). Inovasi media SISI PAGI ini membuat belajar biologi menjadi kontekstual dengan obyek dan masalah riil di lingkungan (limbah cair, sampah plastik, bahan alami dan menjadi jawaban atas permasalahan global yang dialami masyarakat dengan indikator bisa dimanfaatkan untuk trilogi produksi, yaitu pangan, energi dan air bersih.

Saran

Agar inovasi ini memiliki dampak manfaat yang masif, maka disarankan: 1) Hasil inovasi media SISI PAGI dapat dimanfaatkan secara multidisiplin ilmu dan kefungsian, yaitu: a) Mempermudah pemahaman belajar lintas disiplin ilmu seperti biologi, fisika, kimia, matematika, pertanian, perikanan, fisika, kelistrikan; 2) Hasil inovasi ini bisa dikembangkan lebih lanjut. Bisa dibuat dalam skala besar, terintegrasi dengan IoT sehingga kemanfaatannya bisa menjangkau skala luas di masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Ellizar, E., Hardeli, H., Beltris, S., & Suharni, R. (2018). Development of Scientific Approach Based on Discovery Learning Module. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/012101

Endeley, M. N., & Ibi, B. B. (2020). The Competency Based Approach and Biology Students' Higher Order Thinking Skills in Secondary Technical Schools in The Buea Sub Division of The South West Region of Cameroon. *International Journal for Innovation Education and Research*. https://doi.org/10.31686/ijier.vol8.iss11.2734

Fatmawati, B. (2020). Creative problem solving; Implemented study in biology content. *Journal of Physics: Conference Series*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042079

Irdam Idrus, & Sri Irawati. (2019). Analisis Model Pembelajaran Discovery Learning Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Ipa-Biologi. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*. https://doi.org/10.32734/st.v2i2.532

Kemendikbud. (2013). UU Sisdiknas Nomor 20 Tahun 2003. *Kemendikbud*.

Loekito, H. (2002). Teknologi pengelolaan limbah industri kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.

Masigno, R. M. (2014). Enhancing Higher Order Thinking Skills in a Marine Biology Class through Problem-Based Learning. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*.

Ngraini, G., & Sriyati, S. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Tingkattinggi Siswa Sman Kelas X Di Kota Solok Pada Konten Biologi Program StudiPendidikan IPAFKIP Universitas Muhammadiyah Riau). *Journal of Education Informatic Technology and Science*.

Pratiwi, U., & Fasha, E. F. (2015). Pengembangan Instrumen Penilaian HOTS Berbasis Kurikulum 2013 terhadap sikap Disiplin. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA Untirta*, *1*(1), 123–142. http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JPPI/article/view/330/230

Prawita, W., Prayitno, B. A., & Sugiyarto. (2019). Effectiveness of a generative learning-based biology module to improve the analytical thinking skills of the students with high and low reading motivation. *International Journal of Instruction*. https://doi.org/10.29333/iji.2019.12193a

Sabu, N. (2018). The Need for Creativity in Teaching Higher Order Thinking Skills in Biology. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. https://doi.org/10.6007/ijarbss/v8-i1/3957

Said, N. I., & Utomo, K. (2007). Pengolahan Air Limbah dengan Proses Lumpur Aktif. *Institut Teknologi Bandung*.

Samsu, N., Mustika, D., Nafaida, R., & Manurung, N. (2020). Analisis Kelayakan dan Kepraktisan Modul Praktikum Berbasis Literasi Sains untuk Pembelajaran IPA. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*. https://doi.org/10.24815/jipi.v4i1.15546

Simamora, A. H., Sudarma, I. K., & Prabawa, D. G. A. P. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Pendidikan Undiksha. *Journal of Education Technology*.

Sistem, M., Angraini, B., Sutisna, M., & Pratama, Y. (2014). Pengolahan Limbah Cair Tahu secara Anaerob. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*.

Sugiyono. (2017). Penelitian Kuantitatif. *Pemaparan Metodenpenelitian Kuantitatif*.

Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif,dan R&D,* Alfabeta, cv.

Taxonomy, R. (2000). Revised Bloom ' s Taxonomy. *Thinking*.

Zuriyani, E. (2011). Literasi Sains Dan Pendidikan. *Jurnal Sains Dan Pendidikan*. https://doi.org/10.1007/SpringerReference_300852