

EFEKTIVITAS E-LKPD BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL UNTUK MELATIHKAN KEMAMPUAN INDIKATOR *BIOENTREPRENEURSHIP* PESERTA DIDIK DALAM ERA SOCIETY 5.0

Effectiveness Of Conventional Biotechnology E-LKPD To Train Students Bioentrepreneurship Indicator Abilities In The Era Of Society 5.0

Indana Zulfa

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : indanazulfa.20035@mhs.unesa.ac.id

Sifak Indana

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : sifakindana@unesa.ac.id

Abstrak

Ilmu pengetahuan serta teknologi yang terus berkembang telah mengantarkan global pada Era baru yaitu Era *Society 5.0*. Hal tersebut memiliki dampak pada berbagai bidang kehidupan, tak terkecuali bidang pendidikan. Kemampuan *bioentrepreneurship* merupakan salah satu kemampuan yang harus dimiliki peserta didik untuk menghadapi Era *Society 5.0*. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) pada materi bioteknologi konvensional untuk melatih kemampuan indikator *bioentrepreneurship* peserta didik kelas X SMA. Efektivitas yang didapatkan dari uji coba skala terbatas untuk didapatkan skor N-Gain dan uji sensitivitas. Metode penelitian menggunakan skor N-Gain yang menunjukkan ada tidaknya peningkatan nilai tes kemampuan *bioentrepreneurship* *pretest* ke *posttest* pada tiap indikator kemampuan *bioentrepreneurship* yang meliputi *exploring*, *planning*, *producing*, *communicating*, dan *evaluating*. Metode penelitian ini juga menggunakan uji sensitivitas pada tiap butir soal tes yang mengandung indikator kemampuan *bioentrepreneurship*. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan nilai tes kemampuan *bioentrepreneurship* dari *pretest* dan *posttest* pada tiap indikator dan bernilai efektif. Skor rata-rata N-Gain mendapatkan angka 0,63 dengan kategori interpretasi sedang dan tiap butir soal mendapat kategori sensitive. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa E-LKPD materi bioteknologi konvensional yang dikembangkan mampu melatih kemampuan *bioentrepreneurship* peserta didik.

Kata Kunci: efektivitas, E-LKPD, *bioentrepreneurship*, bioteknologi konvensional, Era *Society 5.0*

Abstract

Continuously developing science and technology have brought the world into a new era, namely the Era of *Society 5.0*. This has an impact on various areas of life, including education. *Bioentrepreneurship* ability is one of the abilities that students must have to face the Era of *Society 5.0*. This research aims to produce an Electronic Student Worksheet (E-LKPD) on conventional biotechnology material to train the *bioentrepreneurship* indicator skills of class X high school students. The effectiveness obtained from limited scale trials to obtain N-Gain scores and sensitivity tests. The research method uses the N-Gain score which shows whether or not the *pretest* to *posttest* *bioentrepreneurship* ability test scores have increased on each indicator of *bioentrepreneurship* ability which includes exploration, planning, production, communication and evaluation. This research method also uses a sensitivity test for each test item which contains indicators of *bioentrepreneurship* ability. The results of this research show an increase in *bioentrepreneurship* ability test scores from the *pretest* and *posttest* on each indicator and are effective. The average N-Gain score was 0.63 with a moderate interpretation category and each item received a sensitive category. So it can be concluded that the E-LKPD conventional biotechnology material developed is able to train students' *bioentrepreneurship* skills.

Keywords: effectiveness, E-LKPD, *bioentrepreneurship*, conventional biotechnology, Era *Society 5.0*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dari masa ke masa, membawa dunia pada era baru yang lebih maju. Shinzo Abe, mantan perdana menteri Jepang, memperkenalkan konsep Era *Society 5.0*, yang merupakan fase kelima dalam evolusi industri manusia yang mempermudah interaksi dan transisi ke era digital. Teknologi dapat meningkatkan perubahan sosial dalam kehidupan bermasyarakat, namun masyarakat itu sendiri harus mampu mengikuti arus perkembangan teknologi agar tidak tertinggal (Subandowo, 2022). Perkembangan ini menuntut masyarakat, termasuk Indonesia, untuk beradaptasi agar sinkron dan dapat berkompetisi di tingkat global. Menghadapi era baru yaitu Era *Society 5.0* yang saat ini terjadi, peningkatan mutu Sumber Daya Manusia (SDM) menjadi sangat penting dengan salah satu cara efektif dan efisien untuk tercapainya mutu SDM adalah melalui sistem pendidikan yang mampu melahirkan generasi muda yang inovatif, kreatif, dan kompetitif. Penggunaan teknologi secara optimal sebagai perangkat bantu dalam dunia pendidikan yang diharapkan dapat membuahkan output yang relevan serta mengubah zaman menjadi lebih baik (Fadhilah, 2022). Kemampuan berwirausaha atau *entrepreneurship* menjadi keterampilan penting yang harus diajarkan kepada pelajar dalam menghadapi tantangan Era *Society 5.0*. Kemampuan yang perlu dimiliki untuk menyongsong masa depan Indonesia di Era *Society 5.0* pada abad ke-21 meliputi: kewirausahaan atau *entrepreneurship*, kepemimpinan atau, literasi digital, komunikasi, kecerdasan emosional, kewarganegaraan global, pemecahan masalah, dan kerja tim (Rahayu, 2021).

Pendidikan kewirausahaan di sekolah diharapkan dapat membekali siswa dengan kemampuan untuk menjadi mandiri dan produktif. Pendidikan ini tidak hanya menyampaikan pengetahuan teoritis tetapi juga melibatkan pembelajaran melalui pengalaman langsung atau *learning by doing* (Noviani, 2022). Proyek kewirausahaan yang berbasis *bioentrepreneurship*, khususnya di bidang biologi, dapat melatih keterampilan berwirausaha siswa dengan menggabungkan ilmu alam, sosial, dan teknologi (Pratiwi, 2018). Terdapat lima Indikator keterampilan berwirausaha kepada siswa melalui pendekatan *bioentrepreneurship* terdiri dari lima aspek: 1) eksplorasi (*exploring*), 2) perencanaan (*planning*), 3) produksi (*producing*), 4) komunikasi/pemasaran (*communicating/marketing*), dan 5) evaluasi (*evaluating*) (Machin, 2012). PjBL merupakan singkatan dari *Project Based Learning* atau pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu model

pembelajaran yang dinilai efektif guna melatih keterampilan berwirausaha siswa dalam Era Industri 4.0 (Abdullahi, 2020). *Project-Based Learning* (PjBL) adalah metode pembelajaran yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam proyek nyata yang relevan dengan materi pelajaran. Dalam PjBL, siswa bekerja dalam tim untuk merancang, merencanakan, dan menyelesaikan proyek yang menantang, yang biasanya berakhir dengan produk atau presentasi yang dapat dipertunjukkan. Metode ini tidak hanya mengembangkan pemahaman akademis yang mendalam tetapi juga keterampilan praktis seperti kerjasama, manajemen waktu, dan pemecahan masalah. Selain itu, PjBL memungkinkan siswa untuk menghubungkan teori dengan praktik nyata, meningkatkan motivasi belajar, dan mempersiapkan mereka lebih baik untuk tantangan di dunia nyata. Dengan demikian, PjBL menjadi pendekatan pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan kemampuan kognitif dan keterampilan abad 21. Peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang bermakna dengan menghasilkan produk atau karya dalam kegiatan pembelajaran berbasis proyek. Model belajar PjBL yang diintegrasikan dengan pendekatan *bioentrepreneurship* diharapkan mampu memaksimalkan pencapaian lima indikator kemampuan *bioentrepreneurship* peserta didik. Langkah-langkah yang dihasilkan dari pengintegrasian tersebut meliputi: 1) Eksplorasi (*Exploring*) yaitu kegiatan menemukan peluang, 2) Perencanaan (*Planning*) yaitu menyusun dan merancang proyek yang akan dilaksanakan, 3) Produksi (*Producing*) yaitu kegiatan mencipta dan menginovasi produk yang akan dibuat, 4) Komunikasi (*Communicating*) yaitu kegiatan komunikasi dan pemasaran produk, serta 5) Refleksi (*Reflecting*) yaitu kegiatan refleksi dan evaluasi produk ataupun kinerja masing-masing anggota tim (diadaptasi dari Machin, 2012; Afriana, 2015; Damayanti, 2021).

Salah satu materi biologi yang cocok diajarkan dengan pendekatan *bioentrepreneurship* adalah Bioteknologi Konvensional. *Bioentrepreneurship* dapat diartikan sebagai aktivitas yang melibatkan pemanfaatan makhluk hidup atau ilmu tentang makhluk hidup (bio) dengan tujuan menghasilkan produk atau jasa yang dapat digunakan dalam usaha bisnis dengan tujuan mendapatkan keuntungan (Wardhani, 2020). Berdasarkan fase E dalam pembelajaran biologi Kurikulum Merdeka untuk kelas X SMA, materi bioteknologi/Inovasi Teknologi Biologi mempunyai tuntutan peserta didik untuk mengintegrasikan informasi yang mereka peroleh dan menghasilkan karya atau produk yang sesuai dengan konsep bioteknologi melalui keterampilan proses. Proses ini juga membangun sikap

ilmiah dan profil pelajar Pancasila. Dalam praktik bioteknologi konvensional, produk yang dihasilkan dapat dimanfaatkan berasal dari bahan-bahan yang tidak susah atau mudah dijumpa di lingkungan sekitar siswa. Produk bernilai jual yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi peluang usaha dan mempersiapkan siswa memiliki nilai-nilai wirausaha di masa depan. Proses ini melibatkan pembuatan produk dari bahan-bahan sederhana di sekitar siswa, seperti pembuatan tapai. Namun, tidak semua sekolah menerapkan pembelajaran bioteknologi dengan kegiatan praktikum dan pembelajaran berbasis pengalaman. Oleh karena itu, diperlukan perangkat ajar yang dapat membimbing peserta didik dalam praktik bioteknologi dan membangun pengetahuan secara konstruktivis. E-LKPD (Elektronik Lembar Kegiatan Peserta Didik) berupa lembar kerja dengan memanfaatkan perangkat elektronik yang didalamnya terdapat berbagai komponen multimedia guna memenuhi target pencapaian kompetensi siswa dalam proses pembelajaran (Sriwahyuni, 2019). E-LKPD yang dikembangkan akan dikemas dengan *liveworksheet* yang berisi sedikit materi mengenai bioteknologi konvensional dengan berbantuan video ataupun link yang memudahkan peserta didik dalam mengerjakan lembar kerja pembuatan tapai dari berbagai jenis bahan baku. Tapai merupakan makanan fermentasi tradisional yang dibuat dari singkong atau bahan lainnya dengan bantuan ragi. Proses fermentasi menghasilkan produk yang manis, sedikit beralkohol, dan lembut. Tapai dapat didefinisikan sebagai produk fermentasi yang dihasilkan dari pemecahan karbohidrat kompleks oleh mikroorganisme menjadi gula sederhana, alkohol, dan asam organik (Lestari, 2020). Pemilihan produk tapai dikarenakan merupakan makanan khas Indonesia yang mudah dijumpai karena harganya relatif terjangkau serta mengandung nilai gizi yang tinggi.

Pengembangan E-LKPD Damayanti (2021) menghasilkan LKPD elektronik berbasis proyek pada materi bioteknologi pembuatan Virgin Coconut Oil dengan kevalidan sebesar 98,8%. Meninjau hal tersebut, diambil kesimpulan bahwa pengembangan LKPD elektronik sudah dilakukan pada materi bioteknologi dengan pendekatan *bioentrepreneurship*. Namun, pengembangan E-LKPD dengan kurikulum merdeka yang berlaku dan menunjukkan nilai keefektifan berbasis *bioentrepreneurship* belum terlaksana. Dengan kemajuan teknologi dan akses informasi tanpa batas dalam Era Society 5.0 ini menjadikan E-LKPD berbasis *bioentrepreneurship* adalah solusi inovatif yang dapat mendukung kegiatan praktikum dan kewirausahaan

berbasis proyek guna membantu peserta didik mengembangkan keterampilan *bioentrepreneurship* di Era Society 5.0. Tujuan dilakukannya penelitian pengembangan perangkat ajar ini adalah 1) menghasilkan perangkat ajar E-LKPD pada materi bioteknologi untuk melatih kemampuan *bioentrepreneurship* peserta didik dalam Era Society 5.0, 2) mendeskripsikan keefektifan perangkat ajar E-LKPD berbasis *bioentrepreneurship* yang dikembangkan.

METODE

Pada penelitian ini jenis yang digunakan adalah penelitian pengembangan, yaitu mengembangkan perangkat ajar Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) sesuai desain model pengembangan 4-D. Desain 4-D tersusun atas empat proses kerja yaitu proses pendefinisian (*Define*), proses perancangan (*Design*), proses pengembangan (*Develop*) dan proses penyebaran (*Disseminate*). E-LKPD yang berhasil dihasilkan selanjutnya dilakukan uji validitasnya oleh dua dosen biologi yang menyatakan bahwa E-LKPD tersebut valid untuk diujicobakan secara terbatas. Ujicoba skala terbatas dilakukan pada siswa kelas X SMA Atma Widya Surabaya dengan melibatkan 20 peserta didik pada bulan Mei pada tahun 2024. Pada penelitian yang dilakukan ini bersifat satu data atau data tunggal karena tidak melibatkan kelas kontrol atau kelas pembandingan. Proses pengumpulan data memanfaatkan penggunaan teknik tes dan dokumentasi. Instrumen penilaian mempergunakan indikator keterampilan *bioentrepreneurship* peserta didik. Efektivitas E-LKPD dievaluasi berdasarkan perbedaan hasil *pretest* maupun *posttest* siswa pada materi bioteknologi, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif seperti yang dijelaskan dalam persamaan (1).

$$\text{Ketentuan Individual} = \frac{\sum \text{skor total}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100 \quad (1)$$

Tabel 1. Kriteria Penilaian Indikator Kemampuan *Bioentrepreneurship*

Rentang Total Nilai	Kriteria
0-20	Tidak mampu
21-40	Kurang mampu
41-60	Cukup mampu
61-80	Mampu
81-100	Sangat mampu

(diadaptasi dari Riduwan, 2013)

Selanjutnya, skor yang didapat tiap peserta didik kemudian dianalisis dengan menggunakan formula *gain score* untuk menilai perubahan keterampilan

bioentrepreneurship peserta didik sebelum dan setelah pembelajaran diberikan, sebagaimana dijelaskan dalam persamaan (2) berikut:

$$Ngain = \frac{Sposttest - Spretest}{100 - Spretest} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

Ngain = Peningkatan kemampuan *bioentrepreneurship*

Spretest = hasil *pretest*

Sposttest = hasil *posttest*

Gain skor tersebut diinterpretasikan sesuai dengan tiga kriteria sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori *N-gain*

Rentang <i>N-gain</i>	Kriteria
$0,7 < g < 1$	Tergolong Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Tergolong Sedang
$(<g) < 0,7$	Tergolong Rendah

(diadaptasi dari Ramdhani, 2020)

Uji sensitivitas fokus pada evaluasi apakah butir soal tes keterampilan *bioentrepreneurship* efektif atau tidak. Suatu soal dianggap efektif manakala jumlah jawaban yang bernilai tepat jumlahnya lebih banyak setelah kegiatan pembelajaran menggunakan E-LKPD dibandingkan sebelumnya (Layyina, 2021). Tes berbentuk soal uraian harus memiliki sensitivitas yang tinggi. Indeks sensitivitas suatu butir soal mengukur efektivitasnya dalam mengidentifikasi perbedaan kemampuan *bioentrepreneurship* yang dimiliki siswa sebelum serta sesudah pembelajaran menggunakan E-LKPD yang dikembangkan. Nilai sensitivitas berkisar antara 0,00 hingga 1,00, dengan nilai tertinggi adalah 1,00 dan nilai terendahnya adalah 0,00 (Grondlund, 1985). Semakin tinggi nilai positifnya membuktikan butir soal lebih sensitif terhadap dampak atau efek pembelajaran, khususnya jika sensitivitasnya $S \geq 0,30$ (Aiken, 1997). Skor sensitivitas dapat dihitung dengan melakukan tes *pretest* dan *posttest* menggunakan soal uraian yang sama, sebagaimana dijelaskan dalam persamaan (3).

$$S = \frac{\sum Npost - \sum Npre}{N(Nmaks - Nmin)} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

S = Tingkat sensitivitas tiap soal

$\sum Npost$ = Total nilai jawaban peserta didik sesudah pembelajaran

$\sum Npre$ = Total nilai jawaban peserta didik sebelum pembelajaran

N = Banyaknya peserta didik

Nmaks = N maksimal soal

Nmin = Nilai minimal soal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan ajar yang merupakan *output* dari penelitian ini yaitu Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) termasuk kategori efektif manakala kemampuan *bioentrepreneurship* siswa meningkat jika mereka mencapai $Ngain \geq 0,30$ dan sensitivitas skor $\geq 0,30$. Evaluasi dilakukan melalui tes *pretest* (sebelum pembelajaran dengan E-LKPD) dan *posttest* (setelah pembelajaran dengan E-LKPD), yang terdiri dari soal uraian tentang materi bioteknologi yang terintegrasi dengan indikator *bioentrepreneurship*. Banyak soal adalah 10 butir dengan tiap butir soal dinilai dengan metode penskoran sesuai indikator keterampilan *bioentrepreneurship*. Soal-soal pada indikator *exploring* (Soal 1 dan 2) memberikan beberapa rumusan pertanyaan dan masalah terkait bioteknologi konvensional yang logis. Soal-soal pada indikator *planning* (Soal 3 dan 4) memberikan berbagai analisis dalam merancang proyek bioteknologi konvensional sesuai dengan pertanyaan yang diberikan. Soal-soal pada indikator *producting* (Soal 5 dan 6) mampu mengembangkan gagasan dan inovasi produk bioteknologi yang baru dan berbeda. Soal-soal pada indikator *communicating* (Soal 7 dan 8) merancang strategi promosi untuk proyek penjualan. Soal-soal pada indikator *reflecting* (Soal 9 dan 10) menganalisis aspek pembiayaan dan evaluasi produk bioteknologi konvensional yang dihasilkan. Tingkat kemampuan *bioentrepreneurship* siswa diperoleh melalui analisis skor tes untuk setiap individu dan setiap indikator *bioentrepreneurship*. Karakteristik sensitif atau efektif diukur melalui analisis skor untuk setiap indikator *bioentrepreneurship*. Hasil perhitungan sensitivitas (S) dari tes keterampilan berpikir kreatif siswa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Sensitivitas Tes Kemampuan *Bioentrepreneurship*

Soal	Indik Ator	N	Jumlah skor		Sensit ivitas	Krit eria
			<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>		
1	Exp	20	168	103	0,36	S
2	Exp	20	140	78	0,34	S
3	Plan	20	144	86	0,32	S
4	Plan	20	161	101	0,33	S
5	Pro	20	170	110	0,33	S
6	Pro	20	144	86	0,32	S
7	Com	20	180	124	0,31	S
8	Com	20	161	107	0,30	S
9	Ref	20	170	94	0,42	S
10	Ref	20	195	114	0,45	S

Keterangan:

N = banyak siswa

S = sensitive

Exp = *exploring*

Plan = *planning*

Pro = *producting*

Com = *communicating*

Ref = *reflecting*

Berdasarkan data dari Tabel 3, terlihat bahwa soal 1 dan 2 merupakan soal uraian yang disusun untuk melatih kemampuan indikator *exploring*, sedangkan soal 3 dan 4 merupakan soal uraian yang disusun untuk melatih kemampuan indikator *planning*, soal 5 dan 6 merupakan soal uraian yang disusun untuk melatih kemampuan indikator *producting*, soal 7 dan 8 merupakan soal uraian yang disusun untuk melatih kemampuan indikator *communicating*, dan terakhir soal 9 dan 10 merupakan soal uraian yang disusun untuk melatih kemampuan indikator *reflecting*. Setelah dilakukan uji coba skala terbatas maka didapatkan poin *pretest* dan *posttest*. Tiap soal kemudian dianalisis tingkat sensitivitasnya dengan rumus seperti yang tertera pada persamaan 3. Selanjutnya didapatkan skor sensitivitas tiap soal, dengan soal 1 mendapat skor sensitivitas 0,36, soal 2 dengan skor sensitivitas 0,34, soal 3 dengan skor sensitivitas 0,32, soal 4 dengan skor sensitivitas 0,33, soal 5 dengan skor sensitivitas 0,33, soal 6 dengan skor sensitivitas 0,32, soal 7 dengan skor sensitivitas 0,31, soal 8 dengan skor sensitivitas 0,30, soal 9 dengan skor sensitivitas 0,42, dan terakhir soal 10 dengan skor sensitivitas 0,45. Diketahui bahwa indikator *reflecting* pada butir soal nomor 9 dan 10 memiliki nilai sensitivitas tertinggi, yaitu 0,42 dan 0,45. Semakin tinggi nilai positifnya mengindikasikan bahwa butir soal tersebut sensitif terhadap efek pembelajaran, terutama jika sensitivitasnya $S \geq 0,3$ (Aiken, 1997). Dengan demikian, butir soal yang digunakan pada *pretest* dan *posttest* dapat efektif dalam mengukur dampak dari pembelajaran. Butir soal nomor 9 dan 10 menunjukkan bahwa jawaban yang benar jauh lebih banyak setelah pembelajaran dibandingkan sebelumnya. Indikator *communicating* pada butir soal nomor 7 dan 8 mendapatkan nilai sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan butir soal lainnya, namun masih dapat dianggap sensitif atau efektif karena memiliki nilai sensitivitas sebesar 0,3, yang berarti butir soal tes tidak perlu direvisi. Berdasarkan hasil data tersebut, dapat disimpulkan bahwa sepuluh butir soal uraian mengenai keterampilan *bioentrepreneurship* menunjukkan tingkat sensitivitas yang baik atau efektif.

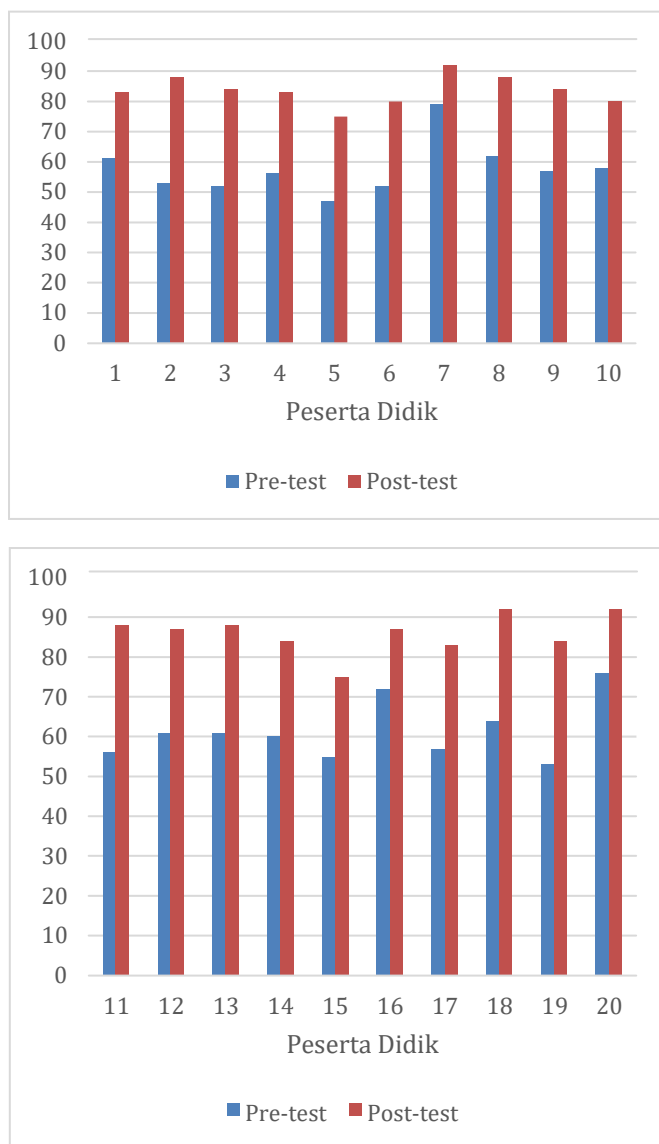
Analisis skor keterampilan *bioentrepreneurship* setiap siswa dapat ditinjau pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Analisis Skor N-Gain Keterampilan *Bioentrepreneurship* Tiap Siswa

PD	Pretest		Posttest		N-Gain	
	Nilai	Kat	Nilai	Kat	Skor	Kat
1	61	M	83	SM	0,56	Sedang
2	53	CM	88	SM	0,74	Tinggi
3	52	CM	84	SM	0,67	Sedang
4	56	CM	83	SM	0,61	Sedang
5	47	CM	75	M	0,53	Sedang
6	52	CM	80	M	0,58	Sedang
7	79	M	92	SM	0,62	Sedang
8	62	M	88	SM	0,68	Sedang
9	57	CM	84	SM	0,63	Sedang
10	58	CM	80	M	0,52	Sedang
11	56	CM	88	SM	0,73	Tinggi
12	61	M	87	SM	0,67	Sedang
13	61	M	88	SM	0,69	Sedang
14	60	CM	84	SM	0,60	Sedang
15	55	CM	75	M	0,44	Sedang
16	72	M	87	SM	0,71	Tinggi
17	57	CM	83	SM	0,70	Tinggi
18	64	M	92	SM	0,78	Tinggi
19	53	CM	84	SM	0,66	Sedang
20	76	M	92	SM	0,67	Sedang
Rata-rata N-Gain Score					0,63	Sedang

Sebelum pelaksanaan pembelajaran, 12 siswa memiliki kemampuan kategori cukup mampu dan 8 siswa dalam kategori mampu. Setelah pelaksanaan pembelajaran menggunakan E-LKPD, terdapat 4 siswa dalam kategori mampu dan 16 siswa dalam kategori sangat mampu. Penerapan E-LKPD ini menghasilkan skor N-Gain, dengan 15 siswa memperoleh kategori sedang dan 5 siswa memperoleh skor tinggi. Kemampuan *bioentrepreneurship* siswa tercermin dalam kesesuaian indikator *exploring*, *planning*, *producting*, *communicating*, dan *reflecting*. Data N-Gain menunjukkan peningkatan dalam pembelajaran siswa. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa PjBL yang terintegrasi dengan bioteknologi efektif dalam melatih kemampuan *bioentrepreneurship* siswa (Faidah, 2020). Perbedaan

peningkatan skor siswa antara *pretest* dan *posttest* dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Tes Keterampilan Bioentrepreneurship

Berdasarkan data dari Tabel 4 dan Gambar 1, dapat disimpulkan bahwa siswa mengalami peningkatan dalam keterampilan *bioentrepreneurship* dari *pretest* ke *posttest*. Peserta didik 1 mendapatkan nilai *pretest* 61 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 83. Peserta didik 2 mendapatkan nilai *pretest* 53 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 88. Peserta didik 3 mendapatkan nilai *pretest* 52 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 84. Peserta didik 4 mendapatkan nilai *pretest* 56 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 83. Peserta didik 5 mendapatkan nilai *pretest* 47 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 75. Peserta didik 6 mendapatkan nilai *pretest* 52 dan

mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 80. Peserta didik 7 mendapatkan nilai *pretest* 79 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 92. Peserta didik 8 mendapatkan nilai *pretest* 62 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 88. Peserta didik 9 mendapatkan nilai *pretest* 57 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 84. Peserta didik 10 mendapatkan nilai *pretest* 58 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 80. Peserta didik 11 mendapatkan nilai *pretest* 56 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 88. Peserta didik 12 mendapatkan nilai *pretest* 56 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 88. Peserta didik 13 mendapatkan nilai *pretest* 61 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 87. Peserta didik 14 mendapatkan nilai *pretest* 60 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 84. Peserta didik 15 mendapatkan nilai *pretest* 50 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 75. Peserta didik 16 mendapatkan nilai *pretest* 67 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 87. Peserta didik 17 mendapatkan nilai *pretest* 57 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 83. Peserta didik 18 mendapatkan nilai *pretest* 64 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 92. Peserta didik 19 mendapatkan nilai *pretest* 53 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 84. Peserta didik 20 mendapatkan nilai *pretest* 76 dan mendapat peningkatan pada *posttest* sebesar 92. Data diatas menunjukkan semua peserta didik mengalami peningkatan pada *posttest*nya. Tingkat keterampilan *bioentrepreneurship* siswa juga dianalisis pada setiap soal dengan menggunakan skor N-Gain untuk menentukan kontribusi masing-masing indikator soal terhadap peningkatan kemampuan *bioentrepreneurship* siswa, serta menggunakan skor sensitivitas untuk menilai efektivitas atau sensitivitas dari setiap butir soal. Analisis rinci mengenai skor N-Gain dari tiap butir soal dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Tiap Butir Soal Keterampilan Bioentrepreneurship Skor N-Gain

No Soal	Indikator yang dilatihkan	Skor N-Gain	Kategori
1-2	Exploring	0,47	Sedang
3-4	Planning	0,40	Sedang
5-6	Producting	0,48	Sedang
7-8	Communicating	0,58	Sedang
9-10	Reflecting	0,75	Tinggi

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata setiap butir soal memberikan kontribusi dalam peningkatan keterampilan *bioentrepreneurship*. Butir soal pada indikator *exploring*

(Soal 1 dan 2) mendapatkan rata-rata skor N-Gain 0,47 dengan kategori sedang. Butir soal pada indikator *planning* (Soal 3 dan 4) mendapatkan rata-rata skor N-Gain 0,40 dengan kategori sedang. Butir soal pada indikator *producting* (Soal 5 dan 6) mendapatkan rata-rata skor N-Gain 0,48 dengan kategori sedang. Butir soal pada indikator *communicating* (Soal 7 dan 8) mendapatkan rata-rata skor N-Gain 0,58 dengan kategori sedang. Butir soal pada indikator *evaluating* (Soal 9 dan 10) mendapatkan rata-rata skor N-Gain 0,75 dengan kategori tinggi. Hasil N-Gain yang diperoleh dari setiap indikator membuktikan bahwa skor-skornya tidak berbeda secara signifikan. Hal ini menunjukkan adanya keterkaitan yang kuat antara indikator-indikator tersebut, di mana siswa yang memberikan lebih banyak variasi jawaban memiliki kesempatan untuk melihat masalah dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Ini dapat disebabkan oleh kurangnya kebiasaan siswa dalam menjawab pertanyaan terbuka yang memerlukan analisis kognitif yang mendalam. Siswa cenderung lebih memilih menjawab soal dengan jawaban pasti, sehingga jawaban yang diberikan belum cukup bervariasi atau belum mencakup berbagai sudut pandang, menghasilkan pencapaian N-Gain yang sedang (belum maksimal) pada setiap indikator. Sedangkan, pada indikator *reflecting* menghasilkan N-Gain yang tinggi yang berarti siswa lebih mampu analisis ekonomi dan pembiayaan setelah dilakukan pembelajaran dengan E-LKPD. Namun demikian, bahan ajar E-LKPD yang dikembangkan telah terbukti mengalami peningkatan dengan N-Gain yang melebihi 0,30. Aktivitas siswa selama pembelajaran juga berperan penting dalam meningkatkan kemampuan *exploring*, *planning*, *producting*, *communicating*, dan *evaluating* peserta didik. Berdasarkan data yang dikumpulkan, dapat disimpulkan bahwa indikator *bioentrepreneurship* memainkan peran penting dalam meningkatkan keterampilan *bioentrepreneurship* siswa dalam konteks materi bioteknologi. Diperlukan bimbingan lanjutan dan berkelanjutan untuk melatih lebih lanjut keterampilan *bioentrepreneurship* siswa pada semua indikator tersebut.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, telah dibuat E-LKPD untuk materi bioteknologi yang dirancang untuk melatih kemampuan *bioentrepreneurship* siswa dalam Era Society 5.0 dengan integrasi sintaks PjBL. Berdasarkan analisis deskriptif kuantitatif terhadap efektivitasnya, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD untuk materi bioteknologi yang bertujuan melatih

kemampuan *bioentrepreneurship* siswa dalam Era Society 5.0 memperoleh rata-rata skor N-Gain sebesar 0,63 dengan kategori sedang, dan semua indikator soal mendapatkan kategori sensitif. Oleh karena itu, E-LKPD berbasis *bioentrepreneurship* yang telah dikembangkan dinilai layak secara teoretis dan layak untuk dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

Saran

Diperlukan penelitian dengan mengujicobakan secara terbatas E-LKPD berbasis *bioentrepreneurship* sebagai bahan ajar bagi peserta didik dalam kegiatan pembelajaran di sekolah pada materi biologi lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dra. Evie Ratnasari, M.Si., dan Dr. Isnawati, M.Si., yang telah berkenan menjadi penelaah serta validator dalam pengembangan E-LKPD materi bioteknologi konvensional berbasis *bioentrepreneurship*. Tak lupa ucapan terima kasih kepada kepala sekolah, guru biologi, dan peserta didik kelas X SMA Atma Widya Surabaya yang memberi kesempatan peneliti untuk mengambil data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullahi, I. M., Khata, M., & Akor, T. S. 2020. Developing 4IR Engineering Entrepreneurial Skills in Polytechnic Students: A Conceptual Framework. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEE)*, 9(3), 36-40.
- Aiken, Lewis R. (1997). *Psychological testing and assesment (ninth edition)*. Boston: Allyn & Bacon
- Damayanti, Jihan dan Ratnasari, Evie. 2021. Rofil Dan Validitas Lembar Kegiatan Peserta Didik – Elektronik (E-LKPD) Berbasis Bioentrepreneurship Untuk Melatihkan Keterampilan Berwirausaha Dalam Era Industri 4.0. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (Bioedu)*, 10 (3), 530-540.
- Fadhilah, A. N. (2022). Pembelajaran Biologi Berbasis STEAM di Era Society 5.0. Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIBA.
- Faidah, M., & Isnawati. (2020). Validitas LKPD Biotechnopreneurship untuk Melatih Kemampuan Wirausaha dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *BioEdu*, 9(2), 159-165.
- Gronlund, N. E., & Linn, R. L., *Measurement and Assesment in Teaching*. 1995. Merrill
- Layyina, N., Agustini, R., & Indana, S. (2021). Efektifitas Perangkat Pembelajaran IPA Berorientasi Model Inkuiri Untuk Melatihkan Keterampilan

Berpikir Kreatif Siswa. JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains). 10(2), 2005-2015

- Lestari, A. A., Kusuma, F. G., & Santoso, U. (2020). "Production and Characterization of Tapai from Cassava and Black Glutinous Rice." *Journal of Food Science and Technology*, 57(5), 2025-2033.
- Machin, A. (2012). Pengembangan Model Pembelajaran Bioteknologi Bervisi Kewirausahaan di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Bioedukasi*, 5(2), 50-60.
- Noviani, L., Wahida, A., & Umiatsih, S. T. (2022). Strategi Implementasi Proyek Kewirausahaan di SMA Negeri 1 Sumberlawang. *Jurnal Kewirausahaan dan Bisnis*, 27 (1), 60-70.
- Pratiwi, Y. A., & Isnawati. (2018). Validitas dan Keefektifan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Bio-entrepreneurship pada Materi Bioteknologi SMA Kelas XII. *BioEdu*, 7(2), 194-200.
- Rahayu, K., N., S. (2021). Sinergi Pendidikan Menyongsong Masa Depan Indonesia di Era Society
- 5.0. Edukasi: *Jurnal Pendidikan Dasar*, 2(1), 87-100.
- Ramdhani, E. P., Khoirunnisa, F., dan Siregar, N. A. N. (2020). Efektifitas Modul Elektronik Terintegrasi Multiple Representation Pada Materi Ikatan Kimia. *Journal of Research and Technology*. Vol 6(1): 162- 167.
- Riduwan. (2013). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Subandowo, Marianus. (2022). Teknologi Pendidikan di Era Society 5.0. *Sagacious jurnal Ilmiah Pendidikan dan Sosial*. 9 (1), 24-35.
- Wardhani, I. Y., Armanda, S. M., & Kusuma, A. R. (2020). Bioentrepreneurship Sebagai Upaya Meningkatkan Kreatifitas dan Alternatif Bisnis di Masa Pandemi. *Journal of Biology Education (JOBE)*, 3(2), 100-109