



PEMBELAJARAN BERBASIS STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, MATHEMATICS*) PADA SISWA MADRASAH ALIYAH UNTUK MENINGKATKAN 21st CENTURY SKILLS

Ifa Seftia Rakhma Widiyanti¹, Ina Agustin²

¹Program Studi Pendidikan Biologi

²Pendidikan Guru Sekolah Dasar

Universitas PGRI Ronggolawe Tuban

Email Penulis Korespondensi: inaagustin88@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 12 Desember 2022

Direvisi 29 Desember 2022

Disetujui 30 Desember 2022

Keywords:

science
technology
engineering
mathematics
biology

Abstract

The purpose of this research was to apply STEM-based learning to improve the 21st Century Skills of Madrasah Aliyah students. The subject of study is class X MA Nurul Huda Kragan Rembang, Central Java. The procedures research consists of the preparation, implementation, and presentation stages. The learning design used in this study is a quasi-experimental design with a nonequivalent control group design model. The STEM ability profiles studied are 1) Critical Thinking (providing connections between various scientific knowledge learned by students and real-life problems); 2) Creative (directing students to apply their knowledge through an engineering design process to create a technological solution to a problem); 3) Collaborative (proving that problem solving is possible by pairing machines, this modeling is then tested and the results will be evaluated whether the problem solving solution model is effective for solving the problem or not, if it is deemed ineffective then the design of the problem solving model is improved); 4) Communicative (able to calculate the impact that occurs when using the technology that has been made). After applied STEM-based learning, the Critical Thinking skills of MA Nurul Huda Kragan students increased by 27.69%, Creative abilities increased by 12.00%, Collaborative abilities increased by 17.23%, and Communicative abilities increased by 36.92%.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan pembelajaran berbasis STEM untuk meningkatkan 21st Century Skills siswa Madrasah Aliyah. Subjek pembelajaran adalah siswa kelas X MA Nurul Huda Kragan Rembang Jawa Tengah. Prosedur penelitian terdiri dari tahap persiapan, pelaksanaan, dan penyajian. Desain pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran ini adalah *quasi eksperimental design* dengan model *nonequivalent control group design*. Profil kemampuan STEM yang diteliti yaitu 1) *Critical Thinking* (memberikan koneksi antara berbagai pengetahuan saintifik yang dipelajari oleh siswa dengan masalah di kehidupan nyata); 2) *Creative* (mengarahkan siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka melalui proses desain rekayasa untuk menciptakan solusi teknologi dari sebuah permasalahan); 3) *Collaborative* (membuktikan bahwa pemecahan masalah itu mungkin dilakukan dengan memasang mesin, pemodelan ini kemudian dicobakan dan hasilnya akan di evaluasi apakah model solusi pemecahan masalah sudah efektif untuk memecahkan masalah atau belum, bila dirasa kurang efektif maka dilakukan perbaikan desain model pemecahan masalah tersebut); 4) *Communicative* (mampu menghitung dampak yang terjadi jika menggunakan teknologi yang sudah dibuat). Setelah melaksanakan pembelajaran berbasis STEM, kemampuan *Critical Thinking* siswa MA Nurul Huda Kragan meningkat sebesar sebesar 27,69 %, kemampuan *Creative* meningkat sebesar 12,00 %, kemampuan *Collaborative* meningkat sebesar 17,23 %, dan kemampuan *Communicative* meningkat sebesar 36,92 %.

PENDAHULUAN

Paradigma pendidikan nasional abad 21 dapat dirumuskan sebagai berikut, (1) untuk menghadapi abad 21 yang makin syarat dengan teknologi dan sains dalam masyarakat global, maka pendidikan kita haruslah berorientasi pada ilmu pengetahuan matematika dan sains alam disertai dengan sains sosial dan kemanusiaan dengan keseimbangan yang wajar; (2) Pendidikan ilmu pengetahuan bukan hanya membuat seorang siswa berpengetahuan, melainkan juga menganut sikap keilmuan, yaitu kritis, logis, analitis dan kreatif, namun disertai pula dengan kemampuan beradaptasi. (3) Pada setiap jenjang pendidikan perlu ditanamkan jiwa kemandirian, karena kemandirian pribadi mendasari kemandirian bangsa, kemandirian dalam melakukan kerjasama yang saling menghargai dan menghormati (Huda, 2020).

Paradigma pembelajaran abad 21 menekankan pada kemampuan siswa dalam mencari tahu dari berbagai sumber, merumuskan permasalahan, berfikir analitis dan kerjasama serta berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah yang sering disebut keterampilan abad 21 (*21st Century Skills*) (Roberts & Cantu, 2012). Berdasarkan Trilling dan Fadel (2009) secara umum keterampilan abad 21 terbagi kepada tiga keterampilan, yaitu *Learning and Innovation Skills* (Keterampilan Belajar dan Berinovasi), *Information, Media, and Technology Skills* (Keterampilan Teknologi dan Media Informasi) dan *Life and Career Skills* (Keterampilan Hidup dan Berkarir) (Trilling & Fadel, 2009). Profil kemampuan STEM yang diteliti yaitu 1) *Critical Thinking* (memberikan koneksi antara berbagai pengetahuan saintifik yang dipelajari oleh siswa dengan masalah di kehidupan nyata); 2) *Creative* (mengarahkan siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka melalui proses desain rekayasa untuk menciptakan solusi teknologi dari sebuah permasalahan); 3) *Collaborative* (membuktikan bahwa pemecahan masalah itu mungkin dilakukan dengan memasang mesin, pemodelan ini kemudian dicobakan dan hasilnya akan di evaluasi apakah model solusi pemecahan masalah sudah efektif untuk memecahkan masalah atau belum, bila dirasa kurang efektif maka dilakukan perbaikan desain model pemecahan masalah tersebut); 4) *Communicative* (mampu menghitung dampak yang terjadi jika menggunakan teknologi yang sudah dibuat).

Salah satu pembelajaran yang dapat mengintegrasikan *21st Century Skills* yaitu STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). STEM adalah pendekatan dalam pendidikan di mana Sains, Teknologi, Teknik, Matematika terintegrasi dengan proses pendidikan berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang nyata serta dalam kehidupan profesional. STEM menunjukkan kepada siswa bagaimana konsep, prinsip, teknik sains, teknologi, teknik dan matematika (STEM) digunakan secara terintegrasi untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang bermanfaat bagi kehidupan manusia (Sartika, 2019).

Sains adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah. Terdapat beberapa domain utama dari sains pada jenjang pendidikan dasar dan menengah, yakni fisika, biologi, kimia, serta ilmu pengetahuan bumi dan antariksa (IPBA). Teknologi merujuk pada inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, sehingga membuat kehidupan lebih nyaman dan lebih aman. Teknologi menjadikan manusia dapat melakukan perjalanan secara cepat, berkomunikasi langsung dengan orang di tempat yang berjauhan, memperoleh makanan sehat, dan alat-alat keselamatan. Rekayasa (*engineering*) merupakan pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan. Selanjutnya, matematika berkenaan

dengan pola-pola dan hubungan, dan menyediakan bahasa untuk teknologi, sains, dan rekayasa (Nugent et al., 2015).

Penggunaan pendekatan STEM dalam bidang pendidikan memiliki tujuan untuk mempersiapkan siswa agar dapat bersaing dan siap untuk bekerja sesuai bidang yang ditekuninya. Penelitian yang dilakukan oleh lembaga penelitian menunjukkan bahwa tujuan utama dari STEM adalah sebuah usaha untuk menunjukkan pengetahuan yang bersifat holistik antara subjek STEM (Bybee, 2013). Dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, pendidikan STEM bertujuan mengembangkan siswa yang STEM literate (Bybee, 2013), dengan rincian sebagai berikut.

- 1) memiliki pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu-isu terkait STEM;
- 2) memahami karakteristik khusus disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, dan desain yang digagas manusia;
- 3) memiliki kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural,
- 4) memiliki keinginan untuk terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumberdaya alam) sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika.

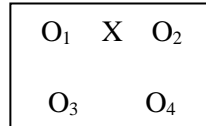
STEM memberi pendidik peluang untuk menunjukkan kepada siswa bahwa konsep, prinsip, dan teknik dari STEM digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari mereka. Oleh karena itu, definisi STEM diadopsi sebagai pendekatan interdisiplin pada pembelajaran (Avery & Reeve, 2013). Dalam pembelajaran berbasis STEM siswa menggunakan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam konteks nyata yang menghubungkan sekolah, dunia kerja, dan dunia global guna mengembangkan literasi STEM yang memungkinkan siswa mampu bersaing dalam abad ke-21 (Tiryaki et al., 2019). Hasil penelitian Pertiwi dkk (Pertiwi et al., 2017) menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan LKS berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. LKS berbasis STEM juga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA (Santoso & Mosik, 2019)

Hasil survei diperoleh data bahwa pembelajaran di MA Nurul Huda Kragan belum ada yang menggunakan pembelajaran STEM. Selain itu, hasil dari pretest menunjukkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan komunikasi siswa MA Nurul Huda termasuk kategori rendah. Berdasarkan hasil survei tersebut, maka perlu adanya pembelajaran yang dapat mempersiapkan siswa dalam menghadapi tantangan Abad 21. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam memperbaiki kualitas pendidikan melalui pembelajaran STEM. Pembelajaran STEM yang dilakukan dalam penelitian menggunakan pola *Embedded* / tertanam. Dalam pendekatan tertanam, terdapat satu materi yang lebih diutamakan dibandingkan yang lainnya sehingga integritas dari subjek yang diutamakan tetap terjaga. Pola pendekatan tertanam meningkatkan pembelajaran dengan menunjukkan hubungan yang jelas antara materi yang diutamakan dan materi pendampingnya. Hubungan ini disampaikan secara kontekstual dalam penjelasan bahwa materi-materi pendamping adalah penguat konsep pada materi utama (Gnagey & Lavertu, 2016). Pembelajaran STEM yang dilakukan pada siswa kelas X semester 1 mata pelajaran Biologi materi Keanekaragaman Hayati. Berdasarkan latar belakang, maka guru menerapkan **Pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada Siswa Madrasah Aliyah untuk Meningkatkan 21th Century Skills.**

METODE PENELITIAN

Desain pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran ini adalah *quasi experimental design* dengan model *nonequivalent control group design*. Sebelum dilakukan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), subjek Pembelajaran diberikan sebuah *pretest* dan setelah kegiatan pembelajaran diberikan *posttest*. Perbedaan

keterampilan abad 21 (*21th century skills*) pada *pretest* dan *posttest* diasumsikan sebagai efek dari penerapan pendekatan STEM. Gambaran desain Pembelajaran yang akan digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Desain Pembelajaran

Keterangan:

O₁ : kelompok eksperimen sebelum perlakuan

O₂ : kelompok eksperimen setelah perlakuan

O₃ : kelompok kontrol sebelum perlakuan

O₄ : kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan

X : perlakuan berupa pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

(Sugiyono, 2008)

Variabel dan Definisi Operasional Variabel

Pada pembelajaran ini terdapat tiga jenis variabel yaitu:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam pembelajaran ini adalah pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pembelajaran STEM memberi peluang bagi siswa mengaplikasikan pengetahuan akademik dalam dunia nyata.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam pembelajaran ini adalah keterampilan abad 21 (*21th century skills*) yang meliputi 4C (*Communicative, Collaborative, Critical Thinking, Creative*) dan keterlaksanaan pembelajaran berbasis STEM.

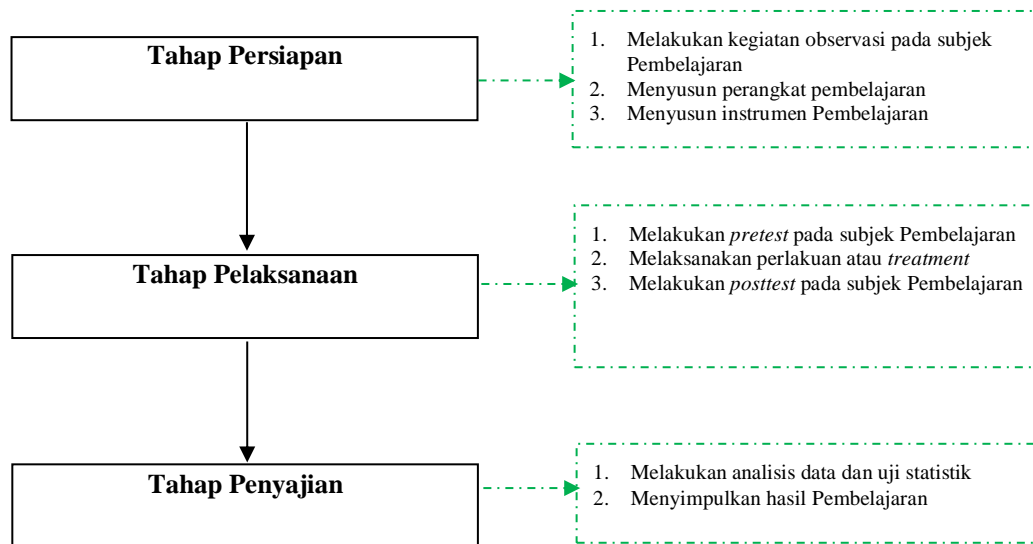
3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam pembelajaran ini adalah materi keanekaragaman hayati pada mata pelajaran Biologi.

(Husna & Suryana, 2017)

Prosedur Pembelajaran

Prosedur adalah rangkaian langkah pelaksanaan secara bertahap untuk mencapai tujuan tertentu (Patel & Patel, 2019). Tahapan pembelajaran yang akan dilaksanakan meliputi (1) tahap persiapan, (2) tahap pelaksanaan, (3) tahap penyajian. Urutan tahap-tahap tersebut ditunjukkan oleh **Gambar 2** berikut.



Gambar 2. Prosedur Pembelajaran (dikembangkan oleh guru)

Penjelasan dari **Gambar 2** adalah:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini guru mempersiapkan dan merencanakan segala sesuatu yang akan digunakan dalam pelaksanaan Pembelajaran. Guru melakukan kegiatan observasi terlebih dahulu dilanjutkan dengan penentuan subjek pembelajaran. Kemudian guru menyusun perangkat Pembelajaran berupa perangkat pembelajaran (Silabus, RPP, Bahan Ajar, Lembar *Pretest*, Lembar *Posttest*, Lembar Kerja Siswa (LKS), dan Instrumen Pembelajaran.

2. Tahap Pelaksanaan

Dalam tahapan ini guru melakukan *pretest* pada subjek yaitu, para siswa kelas X IPS untuk mengetahui keterampilan abad 21 siswa sebelum mendapat perlakuan. Kemudian guru melakukan kegiatan belajar mengajar dengan penerapan pendekatan STEM pada mata pelajaran Biologi materi keanekaragaman hayati di kelas X IPS 1 sebagai kelas eksperimen. Kelas X IPS 2 sebagai kelas kontrol melaksanakan pembelajaran keanekaragaman hayati tanpa pendekatan STEM. Setelah itu, para siswa diberikan *posttest* untuk mengetahui keterampilan abad 21 siswa setelah mendapat perlakuan.

3. Tahap Penyajian

Guru melakukan analisis data dan uji statistik berdasarkan data hasil pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis tersebut akan diperoleh suatu kesimpulan.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam Pembelajaran ini adalah:

1. Pemberian Tes

Pemberian tes dilakukan untuk mengetahui keterampilan abad 21 siswa khususnya kemampuan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran STEM. Pemberian tes dilakukan sebelum dan sesudah pembelajaran STEM.

2. Observasi

Observasi dilakukan oleh dua orang observer untuk mengetahui keterampilan abad 21 siswa yang berupa kreatif, kolaboratif, dan komunikatif ketika mengikuti kegiatan pembelajaran STEM. Selain itu, lembar observasi digunakan untuk mengamati keterlaksanaan pembelajaran STEM (Lahmami, 2020).

Teknik Analisis Data

Data hasil keterlaksanaan pembelajaran STEM dianalisis sebagai berikut:

Analisis Hasil Tes

Kemampuan berpikir kritis dianalisis secara kuantitatif. Nilai yang diperoleh oleh siswa dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Untuk menguji hipotesis Pembelajaran, digunakan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum x^2 d}{N(N-1)}}}$$

Keterangan Simbol pada Rumus:

Md = mean dari perbedaan *pretest* dengan *posttest*

$\sum X^2 d$ = jumlah kuadrat deviasi

N = subjek pada sampel

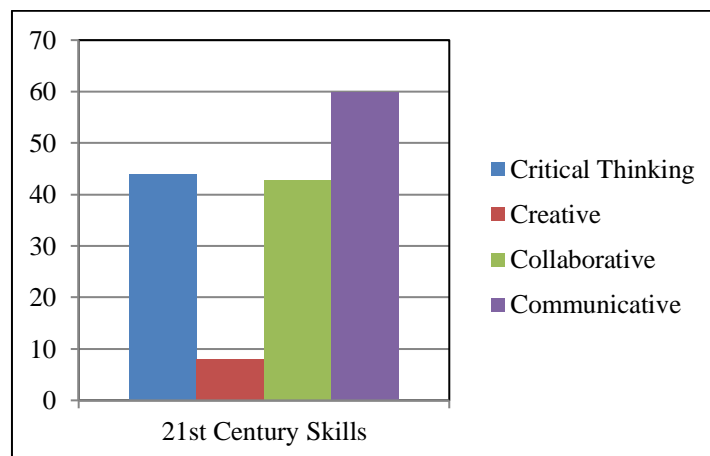
Hasil Pembelajaran mempunyai pengaruh signifikan terhadap perbedaan antara hasil *pretest* dengan *posttest* dengan harga $t > t_{\text{tabel}}$ (Pendidikan, n.d.).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data uji coba lapangan ditunjukkan sebagai berikut.

1. *Pretest*

Data hasil *pretest* kelas eksperimen berbasis STEM disajikan pada Gambar 3.

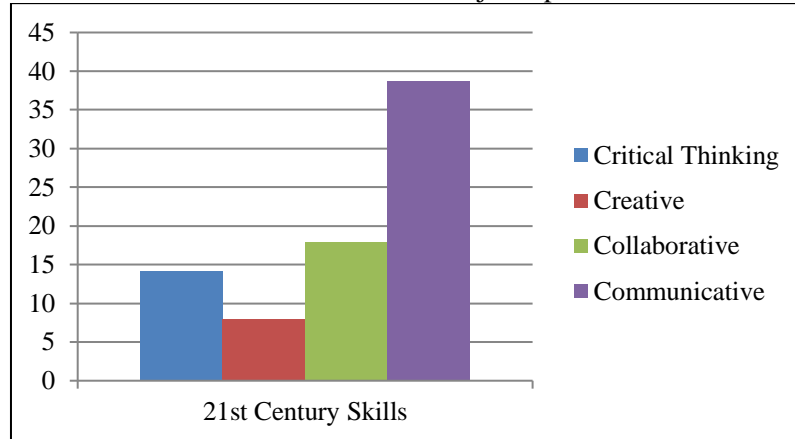


Gambar 3. Grafik Hasil Pretest Kelas Eksperimen

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa siswa kesulitan menjawab semua soal *pretest* yang diberikan. Siswa kesulitan merancang percobaan yang terkait keanekaragaman hayati, menganalisis teknologi yang terkait keanekaragaman hayati, dan melengkapi bagan STEM. Siswa memahami

kalimat pertanyaan pada lembar *pretest*, tetapi kesulitan untuk menjawabnya. Pertanyaan nomor empat (4) untuk melengkapi bagan STEM seharusnya diberi contoh sehingga siswa memperoleh gambaran untuk melengkapi bagan STEM.

Data hasil *pretest* kelas kontrol berbasis STEM disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil *Pretest* Kelas Kontrol

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa siswa menjawab benar soal *pretest* dengan persentase 14 % pada kemampuan *critical thinking*, 7 % pada kemampuan *creative*, 17 % pada kemampuan *collaborative*, dan 38 % pada kemampuan *communicative*. Siswa kesulitan merancang percobaan terkait keanekaragaman hayati, menganalisis teknologi terkait keanekaragaman hayati, dan melengkapi bagan STEM. Siswa memahami kalimat pertanyaan pada lembar *pretest*, tetapi kesulitan untuk menjawabnya. Pertanyaan nomor empat (4) untuk melengkapi bagan STEM seharusnya diberi contoh sehingga siswa memperoleh gambaran untuk melengkapi bagan STEM.

Hasil Penilaian Kemampuan Pengajar

Terdapat dua komponen penilaian kemampuan pengajar, yaitu antara lain penilaian disain pembelajaran STEM dan penilaian kemampuan mengajar disesuaikan dengan STEM. Lembar penilaian kemampuan pengajar disajikan pada Lampiran. Data penilaian kemampuan pengajar disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian Disain Pembelajaran STEM

Indikator	P1							P2							Rata-rata	
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		
1	a	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	b	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	a	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	b	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	c	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	a	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	b	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	c	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	d	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	e	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	f	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	a	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	b	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	a	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	b	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Jumlah		64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
Jumlah		448							448							448

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh data bahwa rata-rata disain pembelajaran memperoleh skor maksimal 64 dengan persentase sebesar 100 %. Persentase tersebut menunjukkan disain pembelajaran STEM sangat baik diterapkan pada mata pelajaran Biologi materi Keanekaragaman Hayati. Disain pembelajaran STEM diharapkan mampu mengembangkan keterampilan abad 21 siswa MA Nurul Huda Kragan Rembang.

Selain penilaian disain pembelajaran STEM, pengamat juga menilai kemampuan pengajar yang disesuaikan dengan STEM. Lembar penilaian kemampuan pengajar yang disesuaikan dengan STEM disajikan pada Lampiran. Data penilaian kemampuan pengajar yang disesuaikan dengan STEM disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Kemampuan Pengajar Disesuaikan dengan STEM

Indikator	P1							P2							Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	a	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	b	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	c	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	d	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	e	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	a	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	b	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	a	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	b	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Jumlah	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Jumlah	301							301							301

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengajar kurang maksimal hanya pada indikator 2b yaitu penggunaan media. Pengamat menilai media yang digunakan pengajar belum sesuai untuk mencapai kompetensi yang akan dicapai. Disain pembelajaran menunjukkan siswa belum mampu mendesain alat yang menerapkan rekayasa teknologi dan engineering, tetapi pengajar masih menggunakan media pembelajaran yang belum menerapkan rekayasa teknologi dan engineering.

Hasil Observasi Aktivitas Siswa saat Pembelajaran STEM

Aktivitas siswa yang diamati saat pembelajaran STEM berlangsung dibedakan menjadi 4 aspek yaitu aspek *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*. Keempat aspek tersebut masing-masing dibedakan menjadi 2 indikator. Indikator masing-masing aspek disajikan pada Tabel 3.

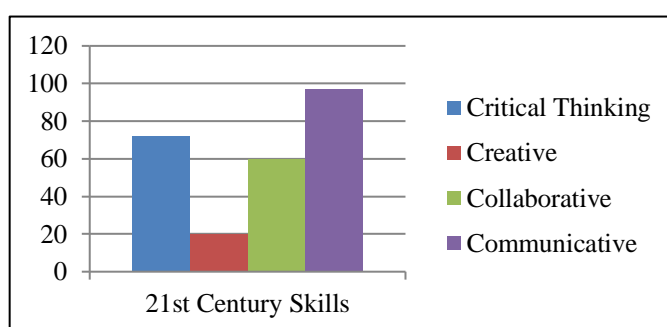
Tabel 3. Tabel Kriteria Aspek Aktivitas siswa saat Pembelajaran STEM

Aspek yang dinilai	Indikator
<i>Critical Thinking</i>	1. Menyebutkan lebih dari satu informasi terkait permasalahan yang diberikan 2. Menghubungkan informasi dengan dasar teori
<i>Creative</i>	1. Memperkirakan solusi dari permasalahan yang diberikan. 2. Mendesain alat-alat sederhana/teknologi dari solusi yang diberikan
<i>Collaborative</i>	1. Menyimpulkan dari teknologi atau alat yang telah tercipta 2. Menggunakan teknologi atau alat yang telah tercipta
<i>Communicative</i>	1. Menghitung keuntungan dari penggunaan teknologi yang telah tercipta 2. Menghitung kerugian dari tidak menggunakan teknologi yang telah tercipta

Persentase aktivitas siswa saat pembelajaran STEM sebesar 66,35 % menunjukkan aktivitas siswa saat pembelajaran termasuk kategori baik. Siswa masih kesulitan melengkapi bagan STEM pada pertemuan pertama penerapan pembelajaran berbasis STEM. Setelah diberi penjelasan guru, siswa bisa melengkapi bagan STEM. Tidak ada siswa yang mampu memenuhi indikator *Creative* yaitu mendesain alat-alat sederhana/ teknologi dari solusi yang diberikan. Data tersebut menunjukkan siswa masih kesulitan mendesain alat/ teknologi sederhana yang terkait keanekaragaman hayati.

Posttest

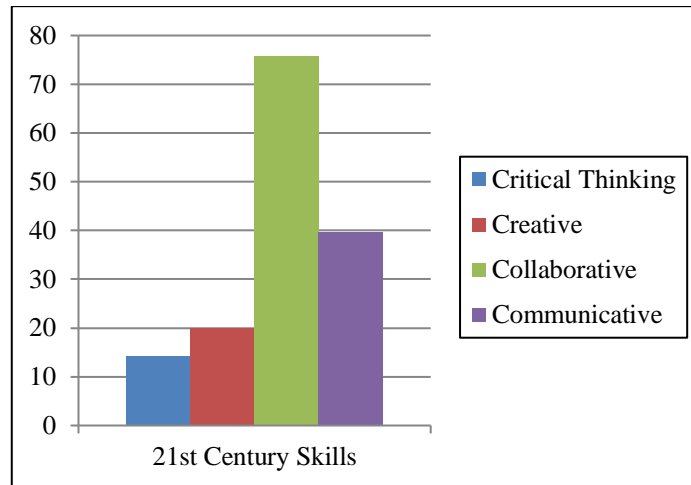
Data hasil posttest kelas eksperimen berbasis STEM disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hasil Posttest Kelas Eksperimen

Gambar 5 menunjukkan persentase keterampilan abad 21 siswa sebesar 62,15 %. Kemampuan *Critical Thinking* sebesar 71,69 %, kemampuan *Creative* sebesar 20,00 %, kemampuan *Collaborative* sebesar 60,00 %, dan kemampuan *Communicative* sebesar 96,92 %. Keempat kemampuan mengalami peningkatan. Kemampuan *Critical Thinking* meningkat sebesar 27,69 %, kemampuan *Creative* meningkat sebesar 12,00 %, kemampuan *Collaborative* meningkat sebesar 17,23 %, dan kemampuan *Communicative* meningkat sebesar 36,92 %. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan abad 21 siswa (Ismayani, 2016). Peningkatan tertinggi siswa pada keterampilan *communicative* sebesar 36,92 %. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan *communicative* siswa. Peningkatan terendah keterampilan abad 21 siswa pada kemampuan *creative* hanya sebesar 12 %. Hal tersebut ditunjukkan pada jawaban siswa yang mendapatkan skor rendah saat diminta merancang praktikum sederhana tentang keanekaragaman hayati.

Data hasil *posttest* kelas kontrol berbasis STEM disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hasil *Posttest* Kelas Kontrol

Gambar 6 menunjukkan persentase kemampuan STEM siswa kelas kontrol sebesar 37,40 %. Kemampuan *Critical Thinking* sebesar 14,13 %, kemampuan *Creative* sebesar 20,00 %, kemampuan *Collaborative* sebesar 75,73 %, dan kemampuan *Communicative* sebesar 39,73 %. Keempat kemampuan mengalami peningkatan dengan persentase sangat rendah. Kemampuan *Critical Thinking* tidak mengalami peningkatan, kemampuan *Creative* meningkat sebesar 12,00 %, kemampuan *Collaborative* meningkat sebesar 57,86 %, dan kemampuan *Communicative* meningkat sebesar 1,06 %. Peningkatan kemampuan STEM yang tidak signifikan menunjukkan tidak ada peningkatan. Hal ini disebabkan siswa kelas kontrol hanya diberi pengetahuan tentang bagan STEM, namun tidak melakukan aktivitas pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan STEM dan keterampilan abad 21.

Respon Siswa setelah Melaksanakan Pembelajaran Berbasis STEM

Data respon siswa terhadap pembelajaran sebesar 77, 82 % menunjukkan siswa merespon dengan baik pembelajaran berbasis STEM, meskipun mereka kesulitan untuk memberikan contoh rekayasa teknologi modern yang terkait dengan kenakeragaman hayati. Skor terendah diperoleh pada indikator ke-9 yaitu siswa tidak pernah mengalihkan perhatian kepada hal-hal lain ketika pembelajaran berlangsung. Setelah diteliti lebih lanjut, siswa masih belum fokus pada pembelajaran karena belum menyelesaikan tugas untuk mata pelajaran selanjutnya. Meskipun kurang fokus saat pembelajaran, siswa mengikuti pembelajaran dengan seksama karena pembelajaran yang berlangsung tidak membuat bosan. Siswa dapat berdiskusi dengan teman satu kelompok dan menemukan pengetahuan baru tentang keterkaitan STEM.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil pembelajaran, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pembelajaran berbasis STEM diterapkan dengan menggunakan *quasi eksperimental design* dengan model *nonequivalent control group design*. Pembelajaran berbasis STEM diterapkan pada kelas eksperimen dengan bantuan Lembar Kerja Siswa (LKS) dan bahan ajar berbasis STEM. Kelas kontrol menggunakan pembelajaran diskusi yang diberi tambahan pengetahuan tentang bagan STEM.
2. Setelah melaksanakan pembelajaran berbasis STEM, kemampuan *Critical Thinking* meningkat sebesar 27,69 %, kemampuan *Creative* meningkat sebesar 12,00 %, kemampuan *Collaborative* meningkat sebesar 17,23 %, dan kemampuan *Communicative* meningkat sebesar 36,92 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Avery, Z. K., & Reeve, E. M. (2013). Developing effective STEM professional development programs. *Journal of Technology Education*, 25(1), 55–69.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Gnagey, J., & Lavertu, S. (2016). The impact of inclusive STEM high schools on student achievement. *AERA Open*, 2(2), 2332858416650870.
- Huda, I. A. (2020). Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) terhadap kualitas pembelajaran di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 2(1), 121–125.
- Husna, A., & Suryana, B. (2017). *Metodologi penelitian dan statistik*. Jakarta: Badan PSSDM Kesehatan Kemenkes RI.
- Ismayani, A. (2016). Pengaruh penerapan STEM project-based learning terhadap kreativitas matematis siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3(4), 264–272.
- Lahmami, H. (2020). Methodology of social science research, the case of the sociology of action in relation to values: Metodología de la investigación en ciencias sociales: la sociología de la acción en relación con los valores. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 23(1).
- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., & Nelson, C. (2015). A Model of Factors Contributing to STEM Learning and Career Orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067–1088.
- Patel, M., & Patel, N. (2019). Exploring Research Methodology : Review Article. *International Journal of Research and Review*, 6(3), 48–55.
- Pendidikan, S. (n.d.). *Prinsip dasar statistik*.
- Pertiwi, R. S., Abdurrahman, A., & Rosidin, U. (2017). Efektivitas lks stem untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2).
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum. *PATT 26 Conference; Technology Education in the 21st Century; Stockholm; Sweden; 26-30 June; 2012*, 073, 111–118.
- Santoso, S. H., & Mosik, M. (2019). Kefektifan LKS berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic) untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika SMA. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 8(3), 248–253.
- Sari, N. F. (2021). *Keragaman Genetik dan Abnormalitas Ikan Kakap Putih (Lates calcarifer Bloch, 1790) Tipe Liar dan Hasil Domestikasi*. Universitas Hasanuddin.
- Sartika, D. (2019). Pentingnya pendidikan berbasis STEM dalam kurikulum 2013. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 3(3).
- Sugiyono. (2008). *Metode penelitian pendidikan:(pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R & D)*. Alfabeta.

Tiryaki, A., Caki, O., & Yaman, Y. (2019). The Effects of the Program Including Differentiated STEM Applications Based on the Parallel Curriculum Model on the Critical Thinking Skills, Creativity and Attitudes of Gifted and Talented Students. *Vol, 8*, 1226–1230.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills, Enhanced Edition: Learning for Life in Our Times*. John Wiley & Sons.