



**PENGARUH MODEL *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL)  
BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR  
KREATIF DAN HASIL BELAJAR BIOLOGI SISWA SMA**

**SKRIPSI**

Oleh

**Cindi Rosita Desi  
170210103100**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN  
TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI**

**JEMBER**

**2023**



**PENGARUH MODEL *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL)  
BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR  
KREATIF DAN HASIL BELAJAR BIOLOGI SISWA SMA**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan

**SKRIPSI**

Oleh

**Cindi Rosita Desi  
170210103100**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI**

**JEMBER**

**2023**

## PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT dan segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini, sholawat serta salam senantiasa tertuju kepada Nabi Muhammad SAW. Saya persembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih sayang kepada:

1. Orang tua tersayang Ibu Artatik dan Bapak M. Ikhsan Pulungan, yang selalu memberikan motivasi, doa, dan dukungan baik secara moril dan materiil. Terimakasih atas semua pengorbanan yang telah diberikan.
2. Guru-guru sejak Taman Kanak-kanak sampai Sekolah Menengah Atas dan seluruh Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember, yang telah mencurahkan segenap ilmu dan bimbingan serta nasihat dengan kesabaran dan keikhlasan.
3. Almater Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang menjadi kebanggaan.

**MOTTO**

*“Dia yang pergi untuk mencari ilmu pengetahuan, dianggap sedang berjuang di jalan Allah sampai dia kembali” \*)*



---

*\*)Sumber : HR. Tirmidzi*

**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Cindi Rosita Desi

NIM : 170210103100

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pengaruh model Project Based Learning (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar biologi siswa SMA* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 9 Juli 2023

Yang menyatakan,

(Cindi Rosita Desi)

NIM 170210103100

**HALAMAN PERSETUJUAN**

Skripsi berjudul *Pengaruh model Project Based Learning (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar biologi siswa SMA* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari :  
Tanggal :  
Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing	Tanda Tangan
1. Pembimbing Utama Nama : Dr. Drs. Slamet Hariyadi, M.Si NIP : 196801011992031007	(.....)
2. Pembimbing Anggota Nama : Bevo Wahono, S.Pd., M.Pd., Ph.D. NIP : 198705262012121002	(.....)

Penguji	Tanda Tangan
1. Penguji Utama Nama : Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D NIP : 198007052006042004	(.....)
2. Penguji Anggota 1 Nama : Dr. Bea Hana Siswati, S.Pd., M.Pd NIP : 199004012019032025	(.....)

**ABSTRACT**

*One of the skills that must be mastered by students for 21st century education is the ability to think creatively. Good creative thinking skills will improve students' cognitive learning outcomes. One way to improve this ability is by applying the Project Based-Learning learning model. The Project Based-Learning learning model is a learning model that involves students in carrying out a project that is useful for solving problems related to everyday life. The purpose of this study was to determine whether there was an effect of the Project Based-Learning based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) learning model on Students' Thinking Ability and Learning Outcomes. This type of research is a quasi-experimental research involving 2 classes in the learning process, namely the experimental class and the control class.*

*Rating result. Creative thinking skills and cognitive learning outcomes of students will be analyzed using the Anakova test. From the research results it is known that the average result of the ability to think creatively in the experimental class is 80.04, while the ability to think creatively in the control class is 70.95. Based on these data it can be seen that the significance level of students' creative thinking abilities is  $0.000 < 0.05$  so it can be concluded that there is an influence between the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach to students' creative thinking abilities. Based on the research results, the average difference in cognitive learning outcomes in the experimental class was 31.89, while the average difference in learning outcomes in the control class was 20.17. Based on these data it is known that the results of the Anakova test analysis show a significance level of  $0.000 < 0.05$ , which means that there is an influence of the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) learning model based on Project Based-Learning on student learning outcomes.*

*Keywords: Project Based-Learning, STEM, Student Learning Outcome*

## RINGKASAN

**Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based-Learning* Berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA;** Cindi Rosita Desi; 1702101032100; 2023; Progam Studi Pendidikan Biologi; Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan; Universitas Jember.

Pendidikan abad ke-21 mempunyai tujuan untuk mengembangkan kemampuan intelegensi yang dimiliki oleh peserta didik, menguasai pengetahuan dan menuntut untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu pendidikan abad ke-21 menuntut adanya keterampilan atau *Intellectual skills* yang harus dimiliki oleh siswa agar terlibat aktif dalam tantangan masa depan. Salah satu keterampilan yang harus dikuasai oleh peserta didik pada pendidikan abad ke-21 adalah keterampilan berpikir kreatif, karena keterampilan ini menuntut siswa untuk mengungkapkan gagasannya secara lancar, luwes, hasil pemikiran sendiri dan terperinci dalam memecahkan suatu masalah.

Dalam upaya mempersiapkan keterampilan yang harus dimiliki oleh siswa abad ke-21 digunakan berbagai model yang cocok untuk merangsang keterampilan siswa salah satunya adalah Model Pembelajaran *Project Based-Learning* (PjBL). Model pembelajaran PjBL merupakan model pembelajaran yang melibatkan siswa untuk melakukan sebuah proyek yang bermanfaat untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari sehingga dapat menambah pengalaman belajar siswa. Model pembelajaran PjBL mengajak siswa untuk bereksplorasi dalam memecahkan masalah, merencanakan aktivitas belajar, melaksanakan proyek yang kemudian akan menghasilkan suatu produk.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh model pembelajaran PjBL berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif dan hasil belajar siswa. Jenis penelitian ini merupakan penelitian quasi



eksperimental yang melibatkan 2 kelas dalam proses pembelajaran yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen menggunakan metode pembelajaran PjBL berbasis STEM, sedangkan pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X SMAN 2 Bondowoso tahun ajaran 2022/2023. Hasil yang diperoleh dari *random sampling* dari populasi yaitu kelas X (F) sebagai kelas eksperimen dan X (G) sebagai kelas kontrol dengan masing-masing sebanyak 29 siswa. Data hasil penilaian keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar kognitif di analisis dengan menggunakan uji Anakova.

Data keterampilan berpikir kreatif siswa didapat dari penilaian berdasarkan rubrik yang menggunakan instrumen tes dengan 4 indikator meliputi berpikir lancar (*fluency*), luwes (*flexibility*), asli (*originality*) dan menguraikan (*elaboration*). Berdasarkan hasil rata-rata keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen yaitu 80,04, sedangkan keterampilan berpikir kreatif pada kelas kontrol yaitu 70,95. Dari data tersebut diketahui nilai signifikansi  $< 0,05$  sehingga diketahui bahwa model pembelajaran PjBL berbasis STEM mempengaruhi keterampilan berpikir kreatif siswa.

Berdasarkan perhitungan rata-rata *pre-test* pada kelas eksperimen sebesar 42,59 dan hasil rata-rata *pre-test* pada kelas kontrol sebesar 49,83. Hasil rata-rata *post-test* setelah menerapkan pembelajaran PjBL berbasis pendekatan STEM pada kelas eksperimen yaitu 74,48 sedangkan *post-test* pada kelas kontrol yaitu sebesar 70. Dari data hasil belajar kognitif mendapat nilai signifikansi  $< 0,05$  sehingga diketahui bahwa model pembelajaran PjBL berbasis STEM mempengaruhi hasil belajar kognitif siswa.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, taufik, nikmat, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based-Learning* Berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) terhadap Keterampilan berpikir kreatif dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA” dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun dan diajukan guna memenuhi salah satu syarat penyelesaian pendidikan Strata Satu (S1) di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik berkat dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Bambang Soepeno, M.Pd selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd selaku ketua jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D selaku Ketua Progam Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember;
4. Ika Lia Novenda, S.PD., M.Pd selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan, dukungan, serta motivasi selama perkuliahan;
5. Dr. Slamet Hariyadi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing, mengarahkan, mengorbankan waktu, tenaga, pikiran sejak awal pengajuan judul hingga akhir penelitian maupun saat penulisan skripsi ini;
6. Bevo Wahono, S.Pd., M.Pd., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing, mengarahkan, mengorbankan waktu, tenaga, pikiran sejak awal pengajuan judul hingga akhir

penelitian maupun saat penulisan skripsi ini;

7. Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D selaku Dosen Penguji Utama yang telah membimbing, mengerahkan, dan mengorbankan waktu, tenaga dan pikiran untuk membantu skripsi saya menjadi lebih baik;
8. Dr. Bea Hana Siswati, S.Pd., M.Pd selaku Dosen Penguji Anggota yang juga telah membimbing, mengerahkan, dan mengorbankan waktu, tenaga dan pikiran untuk membantu skripsi saya menjadi lebih baik;
9. Segenap Dosen Progam Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, yang telah memberikan motivasi dan ilmu pengetahuan yang sangat berharga bagi penulis;
10. Teman-teman angkatan 2017 Pendidikan Biologi yang telah membantu satu sama lain dan memberi motivasi;
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini; Semoga Allah SWT memberikan balasan atas kebaikan semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Jember, 10 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

<b>JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Pembelajaran Biologi</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Hasil Belajar</b> .....	<b>5</b>
2.2.1 Pengertian Hasil Belajar.....	<b>5</b>
2.2.2 Faktor yang mempengaruhi Hasil Belajar .....	<b>5</b>
2.2.3 Domain Evaluasi Hasil Belajar .....	<b>6</b>
<b>2.3 Keterampilan berpikir kreatif</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4 Model Pembelajaran <i>Project Based-Learning</i> (PjBL)</b> .....	<b>7</b>
2.4.1 Konsep Pembelajaran <i>Project Based-Learning</i> (PjBL) .....	<b>7</b>
2.4.2 Prosedur Pembelajaran <i>Project Based-Learning</i> (PjBL) .....	<b>8</b>
2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan Pembelajaran <i>Project Based-</i>	

<i>Learning</i> (PjBL).....	9
<b>2.5 Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i> (STEM) .....</b>	<b>9</b>
2.5.1 Prinsip Pendekatan STEM.....	9
2.5.2 Macam Pendekatan STEM .....	10
<b>2.6 Karakteristik Pembelajaran Materi Ekosistem .....</b>	<b>11</b>
<b>2.7 Kerangka Berpikir .....</b>	<b>11</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Desain Penelitian.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>13</b>
<b>3.5 Pengumpulan Data.....</b>	<b>15</b>
<b>3.6 Metode Analisis .....</b>	<b>16</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>17</b>
4.1.1 Data Kemampuan Berpikir Kreatif.....	17
4.1.2 Data Analisis Hasil Belajar Siswa .....	18
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>19</b>
4.2.1 Pengaruh Model Pembelajaran <i>Project Based-Learning</i> berbasis <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM) terhadap Keterampilan berpikir kreatif .....	20
4.2.2 Pengaruh Model Pembelajaran <i>Project Based-Learning</i> Berbasis STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematic</i> ) terhadap Hasil Belajar Siswa.....	25
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>28</b>

5.2 Saran .....	28
DAFTAR PUSTAKA .....	29
LAMPIRAN.....	32



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif.....	5
Tabel 2.2 Peran Empat Bidang Ilmu dalam Pendekatan STEM.....	6
Tabel 2.3 Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan STEM.....	7
Tabel 3.1 Langkah-langkah Model <i>Project Based-Learning</i> berbasis Pendekatan STEM.....	9
Tabel 3.2 Variabel, Parameter dan Sumber Data Penelitian.....	10
Tabel 3.3 Desain Penelitian.....	12
Tabel 4.1 Rata-Rata Nilai Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa.....	17
Tabel 4.2 Uji t-test Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa.....	17
Tabel 4.3 Nilai Hasil Belajar Kognitif Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	18
Tabel 4.4 Uji Anakova Hasil Belajar Siswa.....	18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Matriks .....	32
Lampiran B. Pedoman Pengumpulan Data.....	35
Lampiran C.1 Modul Ajar Kelas Eksperimen .....	38
Lampiran C.2 Modul Ajar Kelas Kontrol.....	43
Lampiran D.1 Materi Pembelajaran .....	48
Lampiran D.2 Kisi-Kisi Soal Pre-Test Dan Post-Test .....	55
Lampiran D.3 Rubrik Penilaian Soal <i>Pre-Test Post-Test</i> .....	61
Lampiran E. Lembar Kerja Peserta Didik.....	65
Lampiran F. Penilaian Keterampilan berpikir kreatif .....	69
Lampiran G. Rubrik Penilaian Keterampilan berpikir kreatif.....	70
Lampiran H.1 Nilai Keterampilan berpikir kreatif Kelas Eksperimen .....	72
Lampiran H.1 Nilai Keterampilan berpikir kreatif Kelas Kontrol .....	74
Lampiran I.1 Nilai Hasil Belajar Kognitif Kelas Eksperimen .....	76
Lampiran I.2 Nilai Hasil Belajar Kognitif Kelas Kontrol .....	78
Lampiran J. Instrument Validasi Soal <i>Pre-Test Dan Post-Test</i> .....	80
Lampiran K. Lembar Validasi.....	82
Lampiran L. Lembar Observasi .....	91
Lampiran M.1 Pedoman Wawancara Untuk Guru.....	99
Lampiran M.2 Pedoman Wawancara Untuk Siswa .....	101
Lampiran N. Surat Izin Penelitian.....	103
Lampiran O. Dokumentasi Kegiatan.....	104
Lampiran P.1 Hasil Uji t-test Keterampilan berpikir kreatif .....	106
Lampiran P.2 Hasil Uji Anakova Hasil Belajar Siswa.....	107



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pendidikan merupakan hal yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Pendidikan yang ada saat ini bertujuan membangun sumber daya manusia agar memiliki keterampilan untuk menghadapi kehidupan pada abad ke-21 (Syarah *et al.*, 2021). Salah satu penekanan dalam sistem pendidikan yang saat ini sedang berjalan di Indonesia, selain kemampuan kognitif adalah menciptakan generasi yang mampu berpikir kreatif (Kemendikbud, 2016). Pendidik dan peserta didik diperluas kemampuannya dengan teknologi untuk meningkatkan kualitas karir pada masa depan dan kehidupan sosial mereka. Pelatihan keterampilan yang diberikan yaitu 4Cs (*the skills of critical thinking, communication, collaboration, and creativity*) (The Partnership for 21st Century Skills, 2011).

Biologi dianggap salah satu pelajaran yang sulit untuk dipahami karena banyak menggunakan istilah ilmiah yang tidak umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari, konsep pembelajaran yang kompleks serta materi proses yang sulit dijelaskan yang berhubungan dengan kehidupan alam sekitar. Sedangkan pembelajaran biologi menurut Banila, Hana dan Ridwan (2021) adalah pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar secara langsung dan bermakna untuk mengembangkan kompetensi siswa agar lebih memahami alam sekitar. Pembelajaran yang sering digunakan dalam proses berlangsungnya pembelajaran biologi adalah pembelajaran konvensional, dimana guru hanya menjelaskan secara lisan bagaimana konsep, fakta dan proses materi biologi pada siswa. Hal ini membuat siswa menjadi tidak aktif selama proses pembelajaran karena proses pembelajaran bersifat *teacher center* sedangkan pada kurikulum saat ini siswa diminta aktif (*student center*) dalam pemecahan masalah dan menarik kesimpulan dari pemahaman materi yang dilaksanakan selama pembelajaran berlangsung (Syarah *et al.*, 2021).

Menurut Alexander (2007), kesuksesan individu ditentukan oleh kemampuan kreatifnya dalam menyelesaikan masalah, baik skala besar maupun kecil. Namun pada kenyataannya data kreativitas di Indonesia masih tergolong rendah, hal ini terlihat dari hasil *The Global Creativity Index* tahun 2015

Indonesia berada diperingkat ke-115 dari 139 negara (Richard Florida, Charlotta Mellander, dan Karen King, 2015: 57). Proses berpikir kreatif merupakan salah satu bentuk dari aspek kognitif. Proses ini merujuk pada usaha individu untuk menghasilkan solusi atau produk kreatif. Hal ini umumnya dipicu oleh tugas-tugas menantang atau permasalahan *open ended* yang perlu dipecahkan dari berbagai sudut pandang. Dengan berpikir kreatif, siswa diharapkan mampu memandang dunia melalui berbagai sudut pandang sehingga timbul solusi baru untuk mengatasi masalah di kehidupan nyata (Sumarni *et al.*, 2019).

Salah satu model pembelajaran yang mampu mengeksplorasi kreatifitas peserta didik yaitu pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*). Kelebihan dari pembelajaran PjBL menurut Made Wena (2014: 147) dapat meningkatkan motivasi, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, meningkatkan kolaborasi, meningkatkan keterampilan mengelola sumber, dan *Increased resource-management skill*. Salah satu cara untuk memecahkan permasalahan pembelajaran yaitu dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) (Kristiani *et al.*, 2017).

PjBL dan STEM memiliki kelebihan dan kekurangan yang saling melengkapi. Dalam model PjBL peserta didik memahami konsep dengan membuat produk, sedangkan pada pembelajaran STEM terjadi proses perancangan dan *redesign (engineering design process)* yang membuat peserta didik menghasilkan produk terbaiknya (Lutfi *et al.*, 2018). Integrasi aspek-aspek STEM dapat memberikan dampak positif terhadap pembelajaran terutama dalam hal peningkatan hasil belajar peserta didik di bidang sains dan teknologi (Becker & Park, 2011). Tujuan implementasi PjBL STEM dalam pembelajaran diharapkan dapat memberikan pengaruh positif terhadap literasi sains, kreatifitas dan hasil belajar peserta didik. Sintaks PjBL STEM terdiri dari lima langkah yaitu *reflection, research, discovery, aplication* dan *communication* yang setiap langkah bertujuan untuk mencapai proses secara spesifik (Lutfi *et al.*, 2018).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul Pengaruh Model *Project Based Learning* (Pjbl) berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA Kelas X.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

- a. Apakah terdapat pengaruh model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X?
- b. Apakah terdapat pengaruh model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap hasil belajar biologi siswa kelas X?

### 1.3. Batasan Masalah

Mempermudah pemahaman dan mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah dalam penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

- a. Penelitian akan dilakukan pada kelas X di SMAN 2 Bondowoso.
- b. Penelitian dilakukan dengan satu kelas kontrol dan satu kelas eksperimen atau percobaan.
- c. Penelitian dilakukan pada mata pelajaran biologi dengan materi ekosistem
- d. Keterampilan berpikir kreatif berdasarkan indikator *fluency* (kelancaran), *flexibility* (keluwesan), *originality* (keaslian) dan *elaboration* (berpikir merinci).
- e. Keterampilan hasil belajar diukur berdasarkan indikator pembelajaran kognitif.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mengetahui adanya pengaruh model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X
- b. Mengetahui adanya pengaruh model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap hasil belajar biologi siswa kelas X

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan pengalaman dan pengetahuan tentang model pembelajaran dan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM.

b. Bagi Guru

Penelitian ini memberikan masukan baru dalam memilih model pembelajaran yang akan digunakan, sehingga diharapkan dapat membantu pendidik dalam melaksanakan proses pembelajaran serta dapat membantu mencapai tujuan pembelajaran dengan baik.

c. Bagi Siswa

Penelitian ini diharapkan mampu memberi peningkatan kemampuan belajar siswa, mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran serta mampu memecahkan masalah terhadap pembelajaran.

d. Bagi Sekolah

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan masukan baru untuk sekolah dalam usaha meningkatkan hasil belajar serta menjadikan siswa berperan aktif dalam proses pembelajarannya, khususnya pada mata pelajaran biologi.

e. Bagi Peneliti Lain

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam melakukan penelitian lebih lanjut mengenai model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pembelajaran Biologi

Pembelajaran merupakan proses interaksi yang dilakukan antara guru dengan siswa pada ruang lingkup pembelajaran (Kurniati *et al.*, 2021). Pembelajaran biologi pada abad 21 menekankan pentingnya penguasaan keterampilan 4C, yaitu keterampilan berpikir kritis, kreatif, berkomunikasi dan melakukan pemecahan masalah (Aripin *et al.*, 2020). Tujuan pembelajaran biologi yaitu memperoleh kompetensi dasar ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat memberdayakan berfikir ilmiah secara kritis, kreatif dan mandiri (BNSP, 2006). Keterampilan berpikir kreatif juga dibutuhkan untuk memunculkan ide baru dalam memecahkan suatu masalah (Listiana, 2013).

### 2.2 Hasil Belajar

#### 2.2.1 Pengertian Hasil Belajar

Menurut Ahmadiyanto (2016) hasil belajar diartikan sebagai kemampuan yang diperoleh oleh peserta didik secara individu setelah proses pembelajaran berlangsung. Menurut Iskandar (2019), Evaluasi hasil belajar bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan peserta didik dalam memahami dan mengolah materi yang telah diberikan oleh pendidik.

#### 2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar

Menurut Hapudin (2021), dalam memperoleh nilai hasil belajar didasari oleh faktor internal dan faktor eksternal. Berikut faktor internal dan faktor eksternal yang mempengaruhi hasil belajar peserta didik dalam tabel 2.1.

**Tabel 2. 1 Faktor Internal dan Faktor Eksternal**

Internal	Faktor internal terdiri atas faktor fisiologis dan faktor psikologis. Faktor fisiologis merupakan faktor keadaan jasmani yang dapat berupa keadaan tubuh yang kuat dan yang lemah ataupun keadaan tubuh normal dan cacat
Eksternal	Faktor eksternal terdiri dari berbagai macam faktor lingkungan sekitar peserta didik yang meliputi lingkungan fisik (lingkungan sekolah, lingkungan rumah dan lingkungan bermain), lingkungan psikis (berupa harapan, cita-cita, dan permasalahan yang sedang dihadapi), lingkungan personal yang terdiri dari lingkungan keluarga, teman, dan masyarakat, serta lingkungan non personal.

(Sumber : Hapudin, 2021)

### 2.2.3 Domain Evaluasi Hasil Belajar

Menurut Benyamin S. Bloom *et al.*, (dalam Ismail 2020), evaluasi adalah tahapan akhir dari proses pembelajaran yang meliputi pengukuran terhadap setiap aspek pembelajaran, Berikut domain evaluasi hasil belajar dalam tabel 2.2.

**Tabel 2. 2 Domain Evaluasi Hasil Belajar**

<i>Cognitive Domain</i>	<i>Cognitive domain</i> merupakan evaluasi hasil belajar yang menekankan pada ranah yang melibatkan kegiatan mental (otak) atau aspek berfikir dari peserta didik. Tujuan dari evaluasi terhadap domain kognitif adalah untuk mengetahui seberapa jauh pemahaman dari peserta didik dalam belajar, sehingga dalam aspek ini yang dinilai adalah kemampuan anak didik dalam menganalisis, memahami dan mensintesis suatu pembelajaran dalam memecahkan masalah. Domain kognitif terdiri atas enam jenjang kemampuan diantaranya adalah <i>Knowledge</i> (Pengetahuan), <i>Comprehension</i> (Pemahaman), <i>Application</i> (Penerapan), <i>Analysis</i> (Analisis), <i>Synthesis</i> (Sintesa), <i>Evaluation</i> (Evaluasi).
<i>Affective Domain</i>	Domain afektif adalah domain yang berkaitan atau berhubungan perilaku, nilai dan sikap. Domain afektif secara lebih kompleks dapat dikatakan sebagai ranah yang ditinjau dari segi moral dimana dalam hal ini ditunjukkan melalui perasaan, motivasi, nilai serta sikap dari peserta didik (Magdalena <i>et al.</i> , 2020). Berikut ini merupakan lima jenjang domain afektif menurut Karthwol (1964) (dalam Sriyanti 2019), <i>Receiving</i> (Penerimaan), <i>Responding</i> (Tanggapan), <i>Valuing</i> (Penilaian atau Penghargaan), <i>Organization</i> (Pengorganisasian), <i>Characterization by Value</i> (Karakteristik terhadap Nilai)
<i>Psychomotor Domain</i>	Domain psikomotorik adalah kemampuan peserta didik yang melibatkan aktivitas fisik dan otot. Domain psikomotorik pada umumnya melatih keterampilan sesuai keahlian dan sesuai dengan minat bakat dari peserta didik. Berikut ini merupakan lima kategori tujuan domain psikomotorik menurut Davc 1970 (dalam Hasan 2015): peniruan, manipulasi, ketetapan, artikulasi dan pengalamiahan.

### 2.3 Keterampilan berpikir kreatif

Keterampilan tingkat tinggi dibagi menjadi dua, yaitu berpikir kritis dan berpikir kreatif (Rahayu, 2016). Pembelajaran biologi memiliki peranan penting dalam peningkatan mutu pendidikan, khususnya untuk menghasilkan generasi yang berkualitas yaitu generasi yang mampu berfikir logis, kritis dan kreatif (Fitria, 2016). Selain keterampilan berpikir kreatif kemampuan lain yang perlu dimiliki yaitu kemampuan mandiri, perilaku dan sikap yang tidak mudah

bergantung dengan orang lain dalam menyelesaikan masalah atau tugas-tugas yang sedang dihadapi (Fitria, 2017). Berikut indikator keterampilan berpikir kreatif dalam tabel 2.3.

**Tabel 2. 3 Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif**

No	Aspek keterampilan berpikir kreatif	Indikator
1	<i>Fluency</i> (berpikir lancar)	1) Siswa mampu menjawab dengan sejumlah jawaban jika ada pertanyaan 2) Siswa lancar dalam mengungkapkan gagasan 3) Siswa dapat dengan cepat melihat kesalahan dan kelemahan dari suatu obyek atau situasi
2	<i>Flexibility</i> (berpikir luwes)	1) Siswa memberikan penafsiran yang beragam terhadap suatu gambar, cerita atau masalah, jika diberikan suatu masalah biasanya memikirkan bermacam cara yang berbeda untuk menyelesaikannya 2) Siswa mampu menggolongkan hal-hal menurut pembagian (kategori) yang berbeda
3	<i>Originality</i> (orisinal berpikir)	1) Setelah membaca atau mendengar gagasan-gagasan, siswa bekerja untuk menyelesaikan yang baru
4	<i>Elaboration</i> (penguraian)	1) Siswa mampu mencari arti yang lebih mendalam terhadap jawaban pemecahan yang terinci 2) Siswa mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain 3) Siswa mencoba/menguji detail-detail untuk melihat arah yang akan ditempuh

## 2.4 Model Pembelajaran Project Based Learning

### 2.4.1 Konsep Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

Menurut Vebrianto *et al* (2021), Tujuan pembelajaran PjBL adalah memotivasi dan mendorong peserta didik untuk saling bekerjasama dan berkolaborasi, sehingga peserta didik tidak hanya terpaku pada teori yang telah ada. Peserta didik dalam PjBL dapat melakukan aktifitas pembelajaran dengan cara mengembangkan pola pikir dan menciptakan produk untuk dipresentasikan sebagai hasil akhir dari proyek yang telah dikerjakan (Nyihana, 2021).

### 2.4.2 Prosedur Pembelajaran *Project Based Learning*

Menurut The George Lucas Educational dal Al – Tabany (2014) PjBL terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

1. Mulai dengan Pertanyaan Esensial (*Start With the Essential Question*)  
Proses pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial yang diajukan untuk memancing pengetahuan, tanggapan, atau gagasan dari peserta didik terkait dengan tema dari proyek yang diangkat.
2. Perencanaan Aturan Pengerjaan Proyek (*Design a Plan for The Project*)  
Proses perencanaan memuat aturan pengerjaan proyek yang terdiri dari pemilihan aktifitas yang dapat mendukung peserta didik dalam menjawab pertanyaan esensial dengan cara mengintegrasikan beragam subjek dan mengetahui alat serta bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.
3. Pembuatan Jadwal Aktifitas (*Create a Schedule*)  
Tujuan dari penyusunan jadwal adalah untuk mengetahui rentang waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan dan penyelesaian proyek.
4. Memonitor Perkembangan Proyek Peserta Didik (*Monitor the Student and the Progress of The Project*)  
Peran pendidik dalam proses ini adalah bertanggung jawab dalam memonitor kegiatan atau aktivitas peserta didik dalam menyelesaikan proyek.
5. Penilaian Hasil Kerja Peserta Didik (*Assess the Output*)  
Pendidik melakukan penilaian dan pengukuran terhadap ketercapaian standar yang dilakukan oleh peserta didik.
6. Evaluasi Pengalaman Belajar Peserta Didik (*Evaluate of Study Experience*)  
Tahap evaluasi berguna bagi peserta didik dalam menciptakan diskusi hingga memunculkan hal baru yang menjawab permasalahan. Tahap evaluasi pengalaman pada umumnya dapat dilakukan secara individu dan secara berkelompok.

#### 2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan Pembelajaran PjBL

Menurut Dianawati (2021), Metode pembelajaran PjBL yang diaplikasikan kepada peserta didik tentunya memiliki manfaat yang dapat dikatakan sebagai kelebihan dari adanya metode tersebut, terutama bagi peserta didik. Metode



pembelajaran PjBL di sisi lain juga dihadapkan pada kekurangan dalam pelaksanaannya. Berikut kekurangan dan kelebihan PjBL dalam tabel 2.4.

**Tabel 2. 4 Kekurangan dan Kelebihan PjBL**

Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Meningkatkan motivasi belajar bagi peserta didik dengan melibatkan siswa dalam kegiatan pembelajaran.</li> <li>b. Menjadikan peserta didik sebagai pribadi yang lebih aktif dalam memecahkan permasalahan yang kompleks.</li> <li>c. Meningkatkan kolaborasi antar peserta didik ataupun antara peserta didik dengan pendidik.</li> <li>d. Mengembangkan keterampilan komunikasi dari peserta didik dengan melalui diskusi bersama.</li> <li>e. Melibatkan peserta didik dalam pembelajaran, sehingga peserta didik dapat menunjukkan pengetahuannya secara bebas serta membuat suansa belajar menjadi lebih menyenangkan baik bagi pendidik ataupun bagi peserta didik.</li> </ul>
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Memerlukan biaya yang terbilang cukup besar, hal ini dikarenakan dalam PjBL memerlukan banyak media atau peralatan untuk pengerjaan proyek.</li> <li>b. Memerlukan waktu yang telalu lama dalam pelaksanaan pembelajaran dengan PjBL.</li> <li>c. Para peserta didik dikhawatirkan hanya menguasai satu topik yang dikerjakannya dan kesulitan untuk memahami topik lainnya yang dikerjakan oleh peserta didik lain.</li> <li>d. Dikhawatirkan terdapat peserta didik yang pasif selama pengerjaan proyek berkelompok sehingga akan membuat peserta didik yang aktif terbebani.</li> </ul>

(Sumber: Abidin, 2016)

## **2.5 Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)**

### **2.5.1 Konsep Pendekatan STEM**

Pendekatan STEM merupakan suatu pendekatan yang menggabungkan empat cabang ilmu menjadi satu yang meliputi *Science, Technology, Engineering* dan *Mathematic* (Sukmana, 2017). Pendekatan STEM pada umumnya didasari oleh beberapa masalah dalam kehidupan sehari-hari dan dengan masalah tersebut peserta didik difokuskan pada pemecahan masalah dengan mengintegrasikan STEM untuk mengembangkan sistem, proses serta produk yang nantinya akan bermanfaat bagi kehidupan peserta didik (Yuanita dan Feni, 2019). secara realistis. Pendekatan STEM akan meningkatkan *skill* multipresentasi, kreatifitas dan keaktifan dari peserta didik dalam proses pembelajaran untuk menganalisis suatu masalah (Kaniawati, 2016).

Berikut peran empat bidang ilmu dalam pendekatan STEM dalam tabel 2.5.

**Tabel 2. 5 Peran Empat Bidang Ilmu dalam Pendekatan STEM**

<i>Science</i>	Pendekatan dengan sains akan menciptakan keterampilan bagi peserta didik dalam pemecahan masalah dengan berdasar pada landasan teori realistik dengan hukum – hukum alam. <i>Science</i> berperan dalam meningkatkan kemampuan eksperimen.
<i>Technology</i>	Memberikan keterampilan bagi peserta didik dalam mengetahui teknologi yang dikembangkan untuk memudahkan segala pekerjaan. Alat bantu atau teknologi yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran diantaranya adalah <i>handphone</i> dan laptop untuk mengakses materi yang bersumber dari <i>google</i> serta dapat menggunakan <i>prototipe</i> pemecahan masalah oleh peserta didik.
<i>Engineering</i>	Memberikan pengetahuan bagi peserta didik dalam merancang dan mengikuti langkah – langkah pembelajaran <i>engineering process</i> , yang dimulai dari mengidentifikasi masalah, menganalisis masalah, menggagas ide untuk pemecahan masalah, berkesperimen dengan melakukan uji coba serta mengkomunikasikan hasil uji coba yang telah dilakukan.
<i>Mathematics</i>	Memberikan keterampilan peserta didik untuk menganalisis informasi lebih mendalam dengan cara pengukuran atau perhitungan serta perbandingan dalam melakukan uji coba pemecahan masalah guna mendapatkan solusi dari permasalahan yang ada.

### 2.5.2 Kelebihan dan kekurangan Pendekatan STEM

Model pembelajaran dengan pendekatan STEM terdiri atas kelebihan dan kekurangan yang mendasari pelaksanaan dan pencapaian terhadap tujuan yang sebelumnya telah ditentukan. Berikut kelebihan dan kekurangan dari pendekatan STEM yang tersaji dalam tabel 2.6. (Widiasari, 2021):

**Tabel 2. 6 Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan STEM**

Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>f. Menciptakan peluang ataupun kesempatan bagi peserta didik untuk menghubungkan pengetahuan dengan keterampilan yang saling berkaitan sehingga hal tersebut akan menjadi kebiasaan yang familiar bagi peserta didik.</li> <li>g. Pendekatan interdisipliner yang penerapannya dilakukan dengan berdasarkan pada konteks dunia nyata (realita) serta menekankan pada pembelajaran yang berbasis pada isu atau fenomena tertentu.</li> <li>h. Peserta didik dapat meningkatkan kemampuan dan kreativitas, hal tersebut dikarenakan metode pembelajaran STEM meliputi beberapa proses berpikir secara logis, kritis, analisis dan kritis.</li> </ul>
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>e. Memungkinkan adanya ketidaktertarikan dari salah satu bidang ilmu dalam pendekatan STEM dari peserta didik.</li> <li>f. Memungkinkan adanya peserta didik yang gagal memahami integrasi secara alami antara pembelajaran dengan dunia nyata, sehingga hal tersebut akan menyebabkan keterhambatan</li> </ul>

- 
- pertumbuhan akademik dari peserta didik,
- g. Pendidik harus mendalami serta memahami dengan baik dan benar terkait dengan integrasi setiap bidang STEM
- 

(Sumber : Widiyanti, 2021)

## 2.6 Kerangka Berpikir

Penerapan kurikulum 2013 memiliki permasalahan yang sering dialami oleh pendidik yaitu kurang aktifnya siswa dalam pembelajaran (Ilaah *et al.*, 2015). Selain itu, hasil *The Global Creativity Index* tahun 2015 menunjukkan bahwa data kreatifitas siswa Indonesia tergolong rendah.



Pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered instruction*), bukan berpusat pada guru (*teacher centered instruction*) akan menghasilkan kualitas pembelajaran yang optimal (Jayawardana, 2017).



Pembelajaran inovatif yaitu pembelajaran yang dikemas oleh pendidik sebagai wujud gagasan atau teknik yang dipandang baru bertujuan memfasilitasi siswa untuk memperoleh kemajuan dalam proses dan hasil belajar. Pembelajaran inovatif dapat di adaptasi dari model pembelajaran yang menyenangkan (*learning is fun*) (Purwadhi, 2019).



*Project Based Learning* (PjBL) merupakan suatu model pembelajaran yang akan melibatkan suatu proyek di dalam proses pembelajaran dan berpusat pada siswa. Memberikan kebebasan kepada para peserta didik untuk merencanakan suatu aktivitas dalam belajar mereka, melaksanakan sebuah proyek secara kolaboratif dan hasil akhirnya berupa produk yang dipresentasikan (Kemendikbud,



Pendekatan STEM, pendekatan yang memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari dengan menghubungkan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dengan (Mulyana *et al.*, 2018). Tujuan STEM menurut Bybee (2013) peserta didik yang melek STEM, dalam mengidentifikasi pertanyaan maupun masalah dalam

2017). *Project Based Learning* termasuk dalam pembelajaran inovatif, mendorong membuat proyek dengan menerapkan pengetahuan mereka dari menemukan hal-hal baru, melakukan penyelidikan dengan bekerja secara kolaboratif, mampu menggunakan teknologi dan memecahkan suatu masalah (Suranti *et al.*, 2016).

kehidupan sehari-hari peserta didik diharapkan memiliki pengetahuan, sikap serta keterampilan, peserta didik juga diharapkan dapat menjelaskan permasalahan yang terjadi, mendesain serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu terkait, STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural.



Pengaruh model *Project Based Learning* (Pjbl) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar biologi siswa SMA

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 2 Bondowoso Jl. Letjend Suprpto No. 153, Dabasah, Kec. Bondowoso, Kabupaten Bondowoso. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Februari, semester genap Tahun Ajaran 2022/2023.

#### 3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X SMA Negeri 2 Bondowoso tahun ajaran 2022/2023 yang terdiri dari 8 kelas yaitu kelas X (A), X (B), X (C), X (D), X (E), X (F), X (G), dan X (H). Berdasarkan data tersebut diambil dua kelas berdasarkan uji normalitas dan uji homogenitas dengan teknik *Laevene's Test Variance*, sehingga diperoleh kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan uji normalitas terhadap populasi terlebih dahulu, kemudian melakukan uji homogenitas. Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan analisis varian *SPSS for windows Versi 26*. Data yang digunakan dalam uji tersebut adalah nilai ulangan tengah semester ganjil. Untuk menentukan kelas kontrol dan kelas eksperimen menggunakan metode *Random Sampling* dengan teknik undian.

#### 3.3 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi eksperimental*, yaitu penelitian dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* pada kelas eksperimen dan pembelajaran secara umum menggunakan model pembelajaran *Konvensional* pada kelas kontrol. Desain penelitian ini menggunakan *pre-test post-test control group design*, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3. 1 Desain Penelitian Pre-test Post-test Control Group

E	O1	X1	O2
K	O3	X2	O4

Keterangan:

- E : Kelas eksperimen  
K : Kelas kontrol  
O1 : Hasil *pre-test* kelas eksperimen  
O2 : Hasil *post-test* kelas eksperimen  
O3 : Hasil *pre-test* kelas kontrol  
O4 : Hasil *post-test* kelas kontrol  
X1 : Pembelajaran dengan model PjBL dengan pendekatan STEM  
X2 : Pembelajaran dengan model konvensional

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan tempat penelitian;
- b. Melakukan observasi kepada guru Biologi dan siswa mengenai pembelajaran Biologi serta melihat secara langsung proses pembelajaran di dalam kelas;
- c. Melakukan dokumentasi serta uji homogenitas dengan tujuan mengetahui kemampuan awal siswa SMA Negeri 2 Bondowoso kelas X yang dilihat dari hasil ulangan tengah semester genap, sebelum diberlakukannya model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematics*;
- d. Menentukan sampel penelitian sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol;
- e. Melakukan penyusunan proposal dan perangkat pembelajaran meliputi modul ajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), instrumen penilaian ketrampilan berpikir kreatif dan instrumen penilaian hasil belajar (kognitif);
- f. Melakukan validasi rancangan pelaksanaan pembelajaran, dan instrumen penilaian oleh validator ahli;
- g. Memberikan *pre-test* pada kelas eksperimen dan kontrol untuk mengetahui nilai kognitif siswa sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung;
- h. Melakukan kegiatan pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan *Science,*

*Technology, Engineering and Mathematics*. Sedangkan pada kelas kontrol dilakukan kegiatan pembelajaran dengan model konvensional;

- i. Melakukan penilaian keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar siswa pada saat kegiatan belajar mengajar berlangsung;
- j. Pemberian *post-test* kepada kelas eksperimen dan kontrol untuk mengetahui nilai kognitif siswa setelah pembelajaran selesai;
- k. Melakukan wawancara kepada guru dan siswa sebagai data pendukung;
- l. Menganalisis data hasil penelitian berupa nilai *pre-test* dan *post-test* dengan menggunakan ANAKOVA.
- m. Melakukan pembahasan dari analisis hasil data yang telah diperoleh dengan didukung data observasi dan wawancara;
- n. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan

### 3.5 Pengumpulan Data Penelitian

Metode pengumpulan data pada penelitian kuasi eksperimen ini dilakukan melalui tahapan observasi, wawancara, tes dan diadakan angket serta dokumentasi.

#### 1. Observasi

Observasi dalam penelitian ini dilaksanakan saat sebelum dan saat kegiatan berlangsung. Hal ini termasuk dalam upaya untuk mengetahui kondisi sekolah dan keadaan sekolah yang meliputi peserta didik kelas X dan guru biologi SMAN 2 Bondowoso.

#### 2. Wawancara

Wawancara dalam penelitian ini dilakukan dengan guru Biologi X SMAN 2 Bondowoso untuk memperoleh informasi tentang keadaan lingkungan sekolah dan lingkungan kelas mengenai model pembelajaran, metode pembelajaran, strategi pembelajaran, proses pembelajaran, media pembelajaran, kesulitan yang dihadapi dalam pembelajaran serta keadaan siswa dalam pembelajaran secara rinci guna mematangkan dan memperlancar pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan.

### 3. Tes

Tes yang dilakukan dalam penelitian ini adalah tes tertulis yang terdapat dua penilaian yaitu lembar penilaian tes *pre-test*, *post-test*, dan penilaian keterampilan berpikir kreatif yang terdapat dalam LKPD saat pembelajaran selesai dilakukan, dimana penilaian berpikir kreatif sesuai dengan indikator penilaian dalam penyelesaian masalah dalam pembelajaran.

### 4. Dokumentasi

Dokumentasi dalam penelitian ini meliputi Modul Ajsr, daftar nama siswa kelas X SMAN 2 Bondowoso, nilai ujian akhir semester ganjil, soal *pre-test post-test*, berkas lembar tes keterampilan berpikir kreatif yang digunakan sebagai tugas siswa, lembar validasi dari dosen dan guru, lampiran foto pelaksanaan penelitian di SMAN 2 Bondowoso, serta berkas lain yang mendukung penelitian.

## 3.6 Metode Analisis

Data yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Keterampilan berpikir kreatif antara siswa kelas eksperimen dan kontrol diukur menggunakan instrumen penilaian keterampilan berpikir kreatif dan dianalisis menggunakan analisis uji statistik *Independent Sample T-Test*. Syarat dari *Independent sample T-Test* yaitu data yang telah diperoleh, harus dilakukan uji normalitas terlebih dahulu dengan *One Sample Kolmogroov Sminov* dan data harus terdistribusi normal.
2. Hasil belajar ranah kognitif pada penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM terhadap hasil belajar kognitif dapat diuji menggunakan statistik ANAKOVA menggunakan SPSS karena pada hasil belajar kognitif terdapat variabel penguat (kovariat) yaitu nilai *pre-test*. Pada pengujian menggunakan ANAKOVA selain data harus berdistribusi normal, variasi antar perlakuan juga harus homogen. Penilaian hasil belajar kognitif masing-masing skor telah diatur dalam rubrik penilaian yang sudah dibuat sebelumnya.



## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menerapkan *Project Based-Learning* dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematic* (STEM) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar siswa. Adapun data yang dianalisis dalam penelitian ini diantaranya yaitu nilai keterampilan berpikir kreatif dan nilai hasil belajar siswa yang didapat dari nilai *pre-test* serta *post-test* siswa.

#### 4.1.1 Data keterampilan berpikir kreatif

Keterampilan berpikir kreatif merupakan suatu proses dan perilaku siswa yang diintegrasikan untuk mempelajari dan memahami konten materi pembelajaran. Data keterampilan berpikir kreatif siswa didapat pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdasarkan rubrik yang menggunakan instrumen tes dengan 4 indikator meliputi berpikir lancar (*fluency*), luwes (*flexibility*), asli (*originality*) dan menguraikan (*elaboration*). Hasil perhitungan rata-rata nilai keterampilan berpikir kreatif dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rata-rata nilai keterampilan berpikir kreatif siswa

Kelas	Jumlah Siswa	Rata-Rata Nilai
Kelas eksperimen	29	$80 \pm 4,10$
Kelas Kontrol	29	$70 \pm 95,23$

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa hasil rata-rata nilai keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen sebesar  $80 \pm 4,10$  sedangkan rata-rata nilai keterampilan berpikir kreatif pada kelas kontrol sebesar  $70 \pm 95,23$ . Terdapat selisih rata-rata nilai sebesar 9 antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, sehingga rata-rata nilai keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Selanjutnya data nilai keterampilan berpikir kreatif dianalisis dengan menggunakan uji t-test. Data analisis hasil uji Anakova terdapat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil uji t-test nilai keterampilan berpikir kreatif siswa

		Independent Samples Test						
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Keterampilan Berpikir Kreatif	Equal variances assumed	.087	.769	8.350	56	.000	9.207	1.103
	Equal variances not assumed			8.350	53.645	.000	9.207	1.103

Berdasarkan hasil analisis uji t-test pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai kemampuan berpikir kreatif siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen yaitu dengan nilai signifikansi 0,000. Hal tersebut dapat diartikan  $p < 0,05$  yang berarti antara nilai kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki perbedaan nilai keterampilan berpikir kreatif yang signifikan atau dapat diartikan terdapat pengaruh pada proses pembelajaran menggunakan pendekatan STEM pada keterampilan berpikir kreatif.

#### 4.1.2 Data analisis hasil belajar siswa

Hasil belajar merupakan kemampuan yang dimiliki siswa setelah menerima pengalaman belajar (Sudjana, 2004). Hasil belajar juga merupakan aspek yang menentukan keberhasilan dalam proses pembelajaran. Hasil belajar kognitif pada materi "Ekosistem" menggunakan model pembelajaran *Project Based-Learning* berbasis pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Adapun hasil pre-test dan post-test yang diperoleh siswa dapat dilihat di Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rata-rata hasil belajar kognitif kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Kelas	Jumlah Siswa	Rata-rata pre-test	Rata-rata Post-test	Rata-rata selisih
Kelas Eksperimen	29	42 ± 59,31	74 ± 48,45	31 ± 89,12
Kelas kontrol	29	49 ± 83,42	70 ± 89,04	20 ± 17,44

Berdasarkan Tabel 4.3 rata-rata selisih hasil belajar kognitif pada kelas eksperimen sebesar  $31 \pm 89,12$ , sedangkan rata-rata selisih hasil belajar pada kelas kontrol sebesar  $20 \pm 17,44$  sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan hasil belajar kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol.

Selanjutnya data hasil belajar kognitif berupa nilai *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan uji Anakova untuk mengetahui adanya pengaruh dari model pembelajaran *Project Based-Learning* berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Adapun hasil uji Anakova terhadap nilai *pre-test* dan *post-test* siswa dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data uji Anakova hasil belajar siswa

Source	Type III Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1506.320 <sup>a</sup>	2	753.160	17.610	.000
Intercept	5987.516	1	5987.516	139.996	.000
Pre-test	1214.941	1	1214.941	28.407	.000
Kelas	801.178	1	801.178	18.733	.000
Error	2352.301	55	42.769		
Total	306550.000	58			
Corrected Total	3858.621	57			

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa hasil analisis uji Anakova menunjukkan taraf signifikansi sebesar  $0,000 < 0,05$  yang artinya terdapat pengaruh model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) berbasis *Project Based-Learning* terhadap hasil belajar siswa.

## 4.2 Pembahasan

Penelitian ini merupakan penelitian jenis quasi-experimental yaitu penelitian yang dilaksanakan untuk mencari ada tidaknya pengaruh atau treatment tertentu dalam kondisi yang terkendali (Arikunto, 2000). Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh model pembelajaran PjBL (*Project Based-Learning*) berbasis pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi “Ekosistem” maka perlu dilakukan uji analisis terhadap nilai kognitif.

STEM mengacu kepada pengajaran, pembelajaran, dan integrasi antara ilmu alam dalam disiplin ilmu sains, teknologi, matematika dan keterampilan

teknik yang berfokus untuk memecahkan masalah di dunia nyata (Wahono *et al.*, 2020). Pendekatan STEM dapat mengembangkan kemampuan berpendapat dan juga pengambilan keputusan, selain itu berpengaruh positif terhadap proses perkembangan berpikir siswa karena melibatkan banyak perspektif (Wahono, 2021).

Berdasarkan hasil data yang didapatkan dari kedua analisis data tersebut dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran PjBL berbasis pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar siswa. Dalam pembelajaran Pembelajaran PjBL berbasis pendekatan STEM dapat memberikan peserta didik kesempatan untuk melakukan eksplorasi permasalahan yang dapat memberikan solusi, sehingga dapat meningkatkan kemampuan peserta didik untuk berpikir kreatif (Uno & Nurdin, 2014). Hal tersebut dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif yang mendorong peserta didik mampu melihat suatu masalah dengan berbagai sudut pandang dengan berpikir secara lancar, luwes, hasil pemikiran sendiri maupun terelaborasi (Silalahi *et al.*, 2020). Hasil berpikir yang telah didapatkan diharapkan dapat meningkatkan kognitif peserta didik pada aspek hasil belajar.

#### 4.2.1 Pengaruh model pembelajaran PjBL berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa

Penelitian yang telah dilakukan yaitu menerapkan model pembelajaran PjBL berbasis STEM pada kelas eksperimen. Ketika proses pembelajaran, guru memberikan suatu permasalahan tentang bagaimana cara memanfaatkan limbah sampah plastik hingga menjadi produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, sehingga siswa diminta untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut maka dari itu model pembelajaran yang cocok diterapkan yaitu model pembelajaran PjBL dikarenakan model pembelajaran ini memiliki indikator pembelajaran diantaranya: *planning* (perencanaan), *creating* (menciptakan atau implementasi), dan *processing* (pengolahan) (Munandar, 2019). Sedangkan pendekatan STEM merupakan pendekatan dari tuntutan abad 21 yang menginginkan peserta didik untuk memiliki literasi sains, dan mampu mengembangkan teknologi yang dimilikinya seperti menulis, membaca, mengamati dan mampu mengembangkan

kompetensi yang dimilikinya untuk diterapkan dalam mengatasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Bybee, 2013).

Salah satu tujuan dari pendidikan saat ini yaitu mampu menjadikan peserta didik untuk berpikir kreatif dalam melakukan pemecahan masalah. Berpikir kreatif merupakan suatu kemampuan untuk memberikan solusi dalam memecahkan suatu masalah sehingga dapat memunculkan suatu hal baru atau produk yang berbeda dengan yang lain. Berpikir kreatif merupakan salah satu keterampilan berpikir yang dapat digunakan pada pembelajaran individu dengan merealisasikan imajinasinya, memberikan kesempatan pada siswa untuk berpikir, mengekspresikan ide-idenya dengan mudah dan untuk memperoleh informasi yang baru (Ersoy & Baser, 2017).

Terdapat berbagai cara untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif salah satu diantaranya dengan menerapkan model pembelajaran PjBL sehingga saat belajar siswa mampu menguasai berbagai aspek berpikir kreatif seperti mengungkapkan gagasan dengan lancar, memberikan penafsiran yang beragam terhadap suatu permasalahan, siap menyelesaikan masalah yang ada dan mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain maupun diri sendiri.

Penelitian yang telah dilakukan yaitu menerapkan model pembelajaran PjBL berbasis STEM pada kelas eksperimen. Ketika proses pembelajaran, guru memberikan satu permasalahan tentang ekosistem, sehingga siswa diminta untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut. Maka dari itu model pembelajaran yang cocok diterapkan yaitu PjBL dikarenakan model pembelajaran ini mencakup beberapa indikator pembelajaran yaitu: *Planning* (perencanaan), *creating* (menciptakan) dan *processing* (pengolahan) (Munandar, 2019).

Terdapat 4 indikator keterampilan berpikir kreatif yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berpikir secara lancar (*fluency*), luwes (*flexibility*), asli (*originality*) dan menguraikan (*elaboration*). Aspek lancar (*fluency*) digunakan sebagai indikator keterampilan berpikir kreatif karena aspek ini memberi gagasan serta kemampuan siswa dalam menyampaikan gagasan-gagasan yang dimiliki terkait masalah yang dihadapi. Aspek luwes (*flexibility*) digunakan karena

menginterpretasi bagaimana siswa memberikan penafsiran yang beragam terhadap suatu gambar, cerita atau masalah, jika diberikan suatu masalah biasanya memikirkan bermacam cara yang berbeda untuk menyelesaikannya. Aspek asli (*originality*) digunakan karena menunjukkan hal-hal atau perilaku yang *imaginative* yang tidak biasa dipikirkan oleh orang lain dan aspek menguraikan (*elaboration*) digunakan karena menginterpretasi bagaimana siswa mampu mencari arti yang lebih mendalam terhadap jawaban pemecahan yang terinci.

Sintaks model pembelajaran PjBL berbasis pendekatan STEM melibatkan aktifitas siswa dalam menyelesaikan sebuah proyek yang dilakukan secara berkelompok dan menuntut siswa untuk memiliki keterampilan berpikir kreatif karena di dalam kemampuan ini siswa diajak bereksplorasi, bekerjasama melalui sebuah kegiatan proyek, yang dimulai dengan menyampaikan gagasan terkait permasalahan hingga menghasilkan hal baru baik solusi maupun produk dari aktivitas yang telah dilaksanakan. Model pembelajaran PjBL berbasis pendekatan STEM memiliki sintaks model pembelajaran yang mengacu pada kegiatan untuk memecahkan sesuatu masalah secara berkelompok sehingga siswa dituntut untuk memiliki keterampilan berpikir kreatif. Model pembelajaran PjBL berbasis pendekatan STEM membutuhkan kemampuan maupun keterampilan yang mendukung aktifitas belajar siswa salah satunya adalah keterampilan berpikir kreatif yang mengharuskan siswa berpikir secara kreatif dan mandiri (Putri, 2019).

Terdapat langkah-langkah dari model pembelajaran PjBL berbasis pendekatan STEM yang dilaksanakan dalam aktifitas kegiatan belajar mengajar. Tahapan ini dimulai dari *Science* yaitu guru memberi permasalahan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari dengan pengetahuan mendasar yang telah dimiliki siswa salah satunya yaitu guru memberi permasalahan tentang ekosistem yang seringkali rusak, lalu guru memberi kesempatan siswa untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut. Tahapan kedua yaitu *Technology* yaitu guru meminta siswa untuk melakukan kegiatan yang berhubungan dengan proyek yang akan dibuat dengan menggunakan suatu alat teknologi yang dapat membantu mempermudah siswa dalam proses pembuatan produk permasalahan ekosistem. Tahapan ketiga yaitu *Engineering* atau rekayasa dimana siswa diminta untuk

mendesain proses pembuatan ekosistem buatan dengan akuaponik dengan menggunakan berbagai bahan yang dibutuhkan seperti pipa paralon, kain resapan, ataupun wadah seperti pot atau botol bekas. Tahapan keempat yaitu *Mathematic*, siswa diminta membuat perhitungan terkait panjang pipa yang dibutuhkan serta volume air yang akan digunakan supaya benih maupun ikan tetap tumbuh dalam media aquaponik.

Model pembelajaran PjBL termasuk dalam pendekatan terpadu (*integrated*), hal ini karena pada langkah-langkah pembelajaran tidak memisahkan 4 disiplin ilmu yaitu: *Science, Technology, Engineering, and Mathematic*. Keterampilan berpikir kreatif siswa pada kelas eksperimen dapat dilihat pada saat kegiatan praktikum pembuatan aquaponik, siswa dapat memenuhi indikator keterampilan berpikir kreatif pada aspek berpikir secara lancar (*fluency*), luwes (*flexibility*), asli (*originality*) dan menguraikan (*elaboration*), sedangkan pada kelas kontrol masih bergantung pada guru (Silalahi *et al* , 2020).

Tahapan yang memberikan dukungan lebih dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif ialah siswa menjadi mampu menetapkan tujuan belajar, siswa berdiskusi untuk saling mengeluarkan gagasan masing-masing, siswa menyepakati solusi untuk pemecahan masalah secara berkelompok, siswa menulis laporan secara lengkap kemudian melakukan presentasi. Pada tahap ini mampu memicu gagasan-gagasan dengan sudut pandang yang berbeda dan saling menghargai antar siswa dan guru.

Berdasarkan hasil penelitian mendapatkan hasil bahwa model pembelajaran PjBL berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif (Tabel 4.2). Hal ini sesuai dengan penelitian Awaliyah (2016) dan Triastuti (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kreatif siswa. Data peningkatan keterampilan berpikir kreatif didapat berdasarkan nilai lembar kerja peserta didik yang dikerjakan oleh siswa, soalnya berupa essay dengan materi daur biogeokimia sebanyak lima butir. Soal-soal yang digunakan merupakan indikator keterampilan berpikir kreatif yang terdiri atas berpikir luwes (*flexibility*), berpikir lancar (*fluency*), berpikir asli (*originality*) dan kemampuan memerinci (*elaboration*).

Soal pertama bertujuan untuk mengukur keterampilan berpikir luwes (*flexibility*), dimana siswa diminta untuk menganalisis permasalahan kekeringan pada musim kemarau dan proses yang tidak tepat dalam keberlangsungan daur air. Soal kedua bertujuan untuk mengukur keterampilan berpikir luwes (*flexibility*) juga, dimana siswa diminta memberikan penjelasan tentang daur karbon dan dampak yang terjadi jika siklus karbon terganggu. Soal ketiga bertujuan untuk mengukur keterampilan berpikir lancar (*fluency*), siswa diminta untuk menjelaskan cara makhluk hidup memenuhi kebutuhan unsur nitrogen dan menganalisis hal yang akan terjadi dengan melihat fenomena pada gambar. Soal keempat bertujuan untuk mengukur keterampilan berpikir asli (*originality*), dimana siswa dihadapkan dengan fenomena kentut yang mengandung unsur sulfur dan menjelaskan bagaimana sulfur masuk ke tubuh makhluk hidup dan pengaruhnya terhadap kehidupan. Soal kelima bertujuan untuk mengukur keterampilan memerinci (*elaboration*), dimana siswa diminta untuk mengamati fungsi fosfor dalam kehidupan dan mendapatkan fenomena bahwa masih banyak tumbuhan yang kekurangan fosfor kemudian mengaitkan dengan daur fosfor.

Penjelasan indikator berpikir kreatif tersebut dapat diketahui berdasar hasil keterampilan berpikir kreatif menunjukkan nilai rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Sehingga menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran proyek berbasis STEM berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif dengan menganalisis masalah dengan cara pandang baru hingga menghasilkan solusi baru. Keterampilan berpikir kreatif pada siswa perlu dikembangkan untuk memastikan siswa memahami bagaimana memecahkan masalah dengan alternatif solusi yang mereka miliki. Model pembelajaran yang digunakan yaitu PjBL terintegrasi dengan STEM yang secara langsung mengajak siswa untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep dan bereksplorasi melalui sebuah kegiatan proyek, sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya (Afriana, 2016).

4.2.2 Pengaruh model pembelajaran PjBL berbasis STEM terhadap hasil belajar siswa



Hasil belajar siswa pada aspek ranah kognitif diukur dari hasil nilai test yang diberikan. Test diberikan pada saat awal pembelajaran (*pre-test*) sebelum siswa diberi perlakuan model pembelajaran PjBL berbasis STEM (*post-test*) lalu dilakukan analisis menggunakan uji anakova dengan prasyarat data harus terdistribusi normal.

Berdasarkan dari data yang diperoleh pada tabel 4.4 terbukti bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan dibuktikan dengan uji ANAKOVA yang menunjukkan taraf signifikansi sebesar  $0,000 < 0,05$  yang artinya bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran PjBL berbasis pendekatan STEM (terhadap hasil belajar siswa pada ranah kognitif).

Hal ini sejalan dengan penelitian Nurfaijah *et al* (2021) yang menunjukkan kesesuaian hasil dengan penelitian ini, bahwa model pembelajaran PjBL yang dintegrasikan dengan STEM secara signifikan dapat meningkatkan penguasaan konsep terhadap mata pelajaran yang diajarkan. Selain itu, PjBL-STEM memberikan tantangan dan memotivasi peserta didik karena melatih peserta didik untuk melakukan, analisis dan meningkatkan keterampilan berfikir (Capraro *et al.*, 2013). Pemahaman ini juga diperkuat dengan pendapat Furi *et al* (2018) yaitu model pembelajaran PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan aspek kognitif siswa yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan model pembelajaran PjBL tanpa adanya pendekatan pembelajaran yang lain. Peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen terjadi lebih signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol, hal ini karena pada saat kegiatan pembelajaran di kelas siswa hanya mendengarkan penjelasan dari guru, sangat berbeda dengan pembelajaran di kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran PjBL berbasis STEM dengan siswa secara keseluruhan cenderung berperan lebih aktif dan mampu memberi solusi dari permasalahan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari.

Melalui bekerja dan berdiskusi secara berkelompok yang dikaitkan dengan pembuatan proyek terintegrasi berbasis STEM dalam mengatasi permasalahan dapat mendorong siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan yang dimiliki dalam dunia nyata serta meningkatkan aktivitas berpikir siswa. Saat berdiskusi siswa

akan mengadakan tanya jawab, hal itu dapat mengingatkan kembali materi yang dipelajari atau dialami siswa serta menambah informasi. Dengan demikian, jika STEM diintegrasikan dalam sebuah pembelajaran dapat menjadi indikator yang baik bahwa ada pemahaman metakognisi yang dibangun oleh siswa sehingga dapat merangkat keempat aspek interdisiplin STEM tersebut (Sumarni *et al.*, 2019). Pembelajaran PjBL-STEM menjadi jalan peserta didik untuk memiliki literasi sains dan teknologi yang nampak dari membaca, menulis, mengamati, serta melakukan sains sehingga dapat dijadikan bekal untuk hidup bermasyarakat dan memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari yang terkait dengan bidang ilmu PjBL-STEM (Mayasari *et al.* 2014).

Selain itu, didukung dengan pernyataan Daugherty (2013) mengatakan bahwa pembelajaran dalam PjBL-STEM tujuan akhir pembelajarannya merupakan hasil aktifitas kognitif peserta didik dalam pembelajaran, yang memuat konten pembelajaran yang diharapkan peserta didik ketahui. Penerapan model pembelajaran PjBL berbasis STEM melatih siswa dengan masalah yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari, hal itu membuat siswa untuk untuk berfikir dan merangsang bagaimana untuk menyelesaikan permasalahan tersebut (Kencana dan Rifa'i, 2022). Pembelajaran dengan menggunakan model PjBL ini menjadikan pembelajaran tersebut berpusat kepada siswa dan guru sebagai fasilitator sehingga siswa dapat mengembangkan keterampilannya dalam pemecahan masalah, mendorong siswa dalam meningkatkan hasil belajar kognitifnya serta mengembangkan kerjasama dan keterampilan berkomunikasi antar siswa.

Terdapat hubungan antara keterampilan berpikir kritis dengan hasil belajar siswa dimana pada ranah kognitif atau pengetahuan kurikulum merdeka yang mengharuskan peserta didik untuk memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi yang disebut juga berpikir kompleks yang terdiri dari berpikir kritis, berpikir kreatif, pemecahan masalah dan pengambilan keputusan. Berpikir kritis merupakan pemikiran yang bersifat memecahkan masalah dengan cara berpikir yang berbeda sehingga mendapatkan solusi yang baru. Pada materi ini, peserta didik diajarkan untuk memperoleh pengetahuan melalui pengumpulan data

dengan literatur, pengamatan, dan komunikasi untuk menghasilkan suatu penjelasan yang dapat dipercaya kebenarannya. Sehingga, hal itu dapat meningkatkan hasil belajar pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran PjBL berbasis STEM.

Hasil aktifitas belajar ranah kognitif merupakan salah satu dari tujuan model pembelajaran PjBL dikarenakan tujuan dari model pembelajaran PjBL adalah siswa mempunyai keterampilan baru, memperoleh pengetahuan dan meningkatkan kemampuan peserta didik melalui proses pemecahan masalah, Daugherty (2013). Nilai kognitif pada kelas eksperimen terlihat tinggi dikarenakan kelas eksperimen menerapkan model pembelajaran PjBL Berbasis STEM dan siswa dilatih dengan masalah yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari hal itu membuat siswa untuk berfikir dan merangsang bagaimana untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Menurut (Murniyarti, 2018) bahwa salah satu kelebihan pembelajaran dengan pemberian orientasi masalah diawal adalah dapat mengembangkan kualitas berpikir siswa karena didalam pembelajaran siswa dirangsang untuk merumuskan soal dan memecahkan masalah atau solusi yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Model pembelajaran *Project Based-Learning* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif dengan nilai signifikan  $< 0,05$
2. Model pembelajaran *Project Based-Learning* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) berpengaruh terhadap hasil belajar siswa dengan peningkatan selisih  $31 \pm 89,12$  pada kelas eksperimen, dan  $20 \pm 17,44$  pada kelas kontrol dengan nilai signifikan  $< 0,05$ .

### 5.2 Saran

- a. Bagi guru biologi sebaiknya memperhatikan kembali materi yang akan dipilih untuk menerapkan model pembelajaran *Project Based-Learning* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)
- b. Bagi peneliti lain, sebaiknya memilih sekolah yang siswanya mempunyai potensi dalam menerapkan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)
- c. Sebaiknya pada saat menilai keterampilan berpikir kreatif benar-benar mengacu ada rubrik dan menggunakan indikator atau aspek secara lengkap.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., A. Permanasari, dan A. Fitriani. 2016. Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 2(2): 202-212.
- Alexander, K.D. 2007. *Effect Instruction in Creative Proble Solving on Cognition, Creativity, and Satisfaction among Ninth Grade Students in an Introduction to World Agricultural Science and Technology Course*. Texas Tech Univesity.
- Arikunto. (2007). *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : Rineka Cipta
- Aripin, Ipin., Muhamad K, S., Iim, H, M., Asep Mulyani. 2020. Pembekalan Kompetensi Guru Biologi melalui Kegiatan Pelatihan Pembelajaran Biologi Abad-21. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(3): 150-158.
- Awaliyah, C.R. (2016). *Implementasi Model PjBL dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Kreativitas pada Siswa SMP pada Materi Ekosistem*. Tesis, SPS UPI.
- Banila., Lidya., Lestari, Hana., Ridwan, Iskandar. 2021. Penerapan Blended Learning dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa pada Pembelajaran Biologi di Masa Pandemi Covid-19. *Journal of Biology Learning*. 3: 25-33.
- Becker, K. H., & Park, K. 2011. Integrative Approaches among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students Learning: A Meta-Analysis. *Journal of STEM Education*. 12(5&6): 23-37.
- Daugherty, M. K. 2013. The Prospect of an" A" in STEM Education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*. 14(2).
- Fitria, Y. 2017. Efektifitas Capaian Kompetensi Belajar Siswa dalam Pembelajaran Sains di Sekolah Dasar. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*. 1(2): 34-42.
- Ismiati, I. 2020. Pembelajaran Biologi SMA Abad ke-21 Berbasis Potensi Lokal: Review Potensi di Kabupaten Nunukan-Kalimantan Utara. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika*. 4(2): 234-247.
- Kemendikbud. 2017. *Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: PT.Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Kemendikbud. 2016. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. *Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Menengah, Direktorat Pembinaan Sekolah Dasar*.
- Kristiani, K, D., Mayasari, T., & Kurniadi, E. 2017. Pengaruh Pembelajaran STEM-PjBL terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif. *Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika)*. 266-274.

- Laboy-Rush, D. 2010. *Integrated STEM Education Through Project Based Learning*.
- Listiana, Lina. 2013. PEMBERDAYAAN Keterampilan Berpikir dalam Pembelajaran Biologi melalui Model Kooperatif Tipe G1 (*Group Investigation*) dan TTW (*Think, talk, write*). *Proceeding Biology Education Conference*. 1-9
- Lutfi, L., Azis, A. A., & Ismail, I. 2018. Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi STEM terhadap Literasi SAINS, Kreativitas dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Seminar Nasional Biologi*.
- Nugrahani, F., dan M. Hum. 2014. *Metode penelitian kualitatif*. Solo: Cakra Books.
- Nurfaijah, S., W. Sumarni, S. S. Sumarti, dan C. Kurniawan. 2021. Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi STEM Pada Pembelajaran Hidrolisis Garam Terhadap Keaktifan Siswa. *Chemistry in Education*. 10(2): 33-41
- Nur, Iyan. R. D. 2016. Meningkatkan keterampilan berpikir kreatif Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa dengan Menggunakan Model Pembelajaran *Brain Based Learning*. *Jurnal pendidikan Unsika*. 4(1): 26-41.
- Pane, A., dan M. D. Dasopang. 2017. Belajar dan Pembelajaran. *Fitrah: Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Keislaman*. 3(2), 333-352.
- Pujiono, Setyawan. 2012. Berpikir Kritis dalam Literasi membaca dan menulis untuk memperkuat jati diri bangsa, 778-783. UNSOED: Prosiding Bahasa dan Sastra Indonesia.
- Purnomo, D. 2011. Pengembangan Bahan Ajar Matematika sebagai Sarana Pengembangan Kreativitas Berpikir. *Aksioma: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*. 2(1): 1-8.
- Raco, J. 2010. *Metode penelitian kualitatif: jenis, karakteristik dan keunggulannya*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Rahayu, A. P. 2016. Penerapan Model Pembelajaran *Group to Group Exchange* (GGE) dengan *Word Webs* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Biologi (Siswa Kelas X-6 SMAN 1 Pakusari Jember Pokok Bahasan Ekosistem). Jember: Universitas Jember.
- Renat S. E., Novriyanti, E. 2017. Pengembangan Modul Dilengkapi Peta Konsep dan Gambar pada Materi Keanekaragaman Makhluk Hidup untuk Siswa Kelas VII SMP. *Bioeducation Journal*. 1: 95-108.
- Republik Indonesia, *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*.
- Riduwan. 2013. *Dasar-dasar Statistik*. Bandung: Alfabeta.
- Rustaman., Lufri. 2016. Pembelajaran Masa Depan melalui STEM. *Prosiding SEMNAS Bio Edu-1*.

- Solikhatun, I., S. Santosa, dan Maridi. 2015. Pengaruh Penerapan *Reality Based Learning* terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X SMA Negeri 5 Surakarta Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 7(3): 49-60.
- Sumarni, W., Wijayanti, N., & Supanti, S. 2019. Analisis Kemampuan Kognitif dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Pendekatan STEM. *Jurnal Pembelajaran Kimia*. 4(1): 18-30.
- Syarah, M, M., Rahmi, Y. L., & Darussyamsu, R. 2021. Analisis Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Biologi. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*. 6(3): 236-243.
- Tanjung, I. F. 2016. Guru dan Strategi Inkuiri dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Tarbiyah*. 23(1): 64-82.
- Teluma, M., dan H. W. Rivaie. 2019. *Penilaian Pembelajaran*. Pontianak: PGRI Prov Kalbar.
- Triastuti, E. (2020). Model Pembelajaran Stem Pjbl Pada Pembuatan Ice Cream Learning Model of Pjbl Stem in Making Ice Cream Train. Ideguru: *Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 5(2).
- Uno., Nurdin. 2014. *Belajar dengan Pendekatan PAILKEM*. Jakarta: Bumi Aksara
- Wahono, B., Lin, P. L., & Chang, C. Y. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00236-1>
- Wahono, B., Narulita, E., Chang, C. Y., Darmawan, E., & Irwanto, I. (2021). The Role of Students' Worldview on Decision-Making: An Indonesian Case Study by a Socio-Scientific Issue-Based Instruction Through Integrated STEM Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(11), 1–15. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11246>

LAMPIRAN A. MATRIKS PENELITIAN

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metodologi Penelitian
<p>Pengaruh Model <i>Project Based Learning</i> (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA</p>	<p>Pendidikan merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan. Pendidikan saat ini bertujuan membangun sumber daya manusia agar memiliki keterampilan untuk menghadapi kehidupan pada abad ke-21. Pendidik dan peserta didik diperluas kemampuannya dengan teknologi untuk meningkatkan kualitas karir pada masa depan dan kehidupan sosial mereka. Pelatihan yang diberikan yaitu 4C Skill, yaitu kemampuan berpikir kritis, kreatif, komunikatif dan kolaboratif.</p> <p>Biologi dianggap sebagai salah satu pelajaran yang sulit karena menggunakan</p>	<p>1. Bagaimana pengaruh model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa SMA? 2. Bagaimana pengaruh model <i>Project Based Learning</i> berbasis STEM terhadap hasil belajar biologi siswa SMA?</p>	<p>1. Variabel bebas: Implementasi <i>Project Based Learning</i> dengan pendekatan STEM 2. Variabel terikat: Keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar biologi siswa SMA 3. Variabel kontrol: Materi Ekosistem</p>	<p>Bagaimana pengaruh model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL) dengan pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar biologi siswa SMA</p>	<p>a. Data primer: Instrumen keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar biologi siswa SMA b. Data sekunder: Jurnal dan buku sebagai pendukung informasi</p>	<p>Jenis penelitian: Penelitian kuasi eksperimental. Pedoman pengumpulan data dengan observasi, tes, dokumentasi, dan analisis data.</p> <p>Metode analisis data:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uji homogenitas melalui nilai siswa kelas X</li> <li>• Uji independent simple t-test untuk mengetahui</li> </ul>



## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	<p>bahasa ilmiah yang jarang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran yang sering digunakan dalam pembelajaran biologi yaitu pembelajaran secara konvensional yaitu guru menjelaskan secara lisan kepada siswa bagaimana konsep, fakta, dan proses materi biologi pada siswa sehingga tidak dapat tergambarkan dengan baik (Syarah <i>et al.</i>, 2021).</p> <p>Kesuksesan individu ditentukan oleh kemampuan kreatifnya dalam menyelesaikan masalah, baik dalam skala besar maupun kecil. Akan tetapi, pada kenyataannya data kreatifitas di Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini terlihat dari hasil <i>The Global Creativity Index</i> tahun 2015 Indonesia berada di</p>					<p>adanya perbedaan antara pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dengan pendekatan STEM pada kelas eksperimen dengan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol.</p>
--	--	--	--	--	--	---

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	<p>peringkat ke-115 dari 139 negara (Richard <i>et al.</i>, 2015).</p> <p>Proses berpikir kreatif merupakan proses yang merujuk pada usaha individu untuk menghasilkan solusi atau produk kreatif. Berpikir semacam ini biasanya di picu dari tugas-tugas menantang atau permasalahan open ended yang perlu dipecahkan dari berbagai sudut pandang (Sumarni <i>et al.</i>, 2019).</p> <p>Salah satu model pembelajaran yang dapat memberikan peluang sebesar-besarnya untuk peserta didik dapat mengeksplorasi kreatifitasnya yaitu pembelajaran PjBL yang memiliki kelebihan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreatif dan</p>					
--	---	--	--	--	--	--

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	<p>prestasi siswa. Salah satu cara untuk memecahkan permasalahan yang telah dipaparkan di atas yaitu dengan pendekatan STEM. Karena pada proses <i>engineering</i> merupakan proses melatih kreativitas (Kristiani <i>et al.</i>, 2017).</p> <p>Dengan demikian perpaduan antara model <i>Project Based Learning</i> (PjBL) dengan pendekatan STEM diharapkan dapat mengoptimalkan kegiatan pembelajaran yang mendukung pencapaian keberhasilan belajar dalam penguasaan konsep</p>					
--	---	--	--	--	--	--

## LAMPIRAN B. PEDOMAN PENGUMPULAN DATA

## PEDOMAN PENGUMPULAN DATA

## 1. Metode Wawancara

No.	Data yang diambil	Sumber data	Keterlaksanaan	
			Ya	Tidak
1.	Kurikulum yang digunakan di kelas X SMAN 2 Bondowoso	Guru Biologi Kelas X SMAN 2 Bondowoso	√	
2.	Strategi pembelajaran yang digunakan guru dalam kegiatan pembelajaran Biologi		√	
3.	Kendala yang muncul dalam pembelajaran Biologi		√	
4.	Kondisi siswa dalam pembelajaran		√	

## 2. Metode Observasi

No.	Data yang diambil	Sumber data	Keterlaksanaan	
			Ya	Tidak
1.	Aktivitas siswa dalam kegiatan pembelajaran	Guru Biologi Kelas X SMAN 2 Bondowoso	√	
2.	Aktivitas peneliti dalam penerapan efektivitas pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dan keterampilan berpikir kritis dengan pendekatan STEM		√	
3.	Aktivitas siswa dalam mengikuti proses belajar dengan penerapan efektivitas pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dan keterampilan berpikir kritis dengan pendekatan STEM		√	

## 3. Metode Observasi

No.	Data yang diambil	Sumber data	Keterlaksanaan	
			Ya	Tidak
1.	Daftar nama siswa kelas X SMAN 2 Bondowoso	Guru Biologi Kelas X SMAN 2 Bondowoso	√	

2.	Jadwal pelajaran Biologi kelas X SMAN 2 Bondowoso		√	
3.	Nilai ujian Ulangan Tengah Semester (UTS) kelas X SMAN 2 Bondowoso		√	
4.	Silabus materi perubahan dan pelestarian lingkungan		√	
5.	RPP materi perubahan dan pelestarian lingkungan di SMAN 2 Bondowoso		√	
6.	Gambar dan video kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen dan kelas kontrol		√	

#### 4. Metode Tes

No.	Data yang diambil	Sumber data	Keterlaksanaan	
			Ya	Tidak
1.	<i>Pre-test</i>	Siswa Biologi Kelas X SMAN 2 Bondowoso	√	
2.	<i>Post-test</i>		√	
3.	Tes kemampuan berpikir kritis siswa		√	

## LAMPIRAN C.1 MODUL AJAR KELAS EKSPERIMEN

## MODUL AJAR KELAS EKSPERIMEN

**A. INFORMASI UMUM****1. Identitas Sekolah**

Institusi	: SMAN 2 Bondowoso
Tahun Pelajaran	: 2022/2023
Jenjang Sekolah	: SMA Kelas X ( <i>Fase E</i> )
Alokasi Waktu	: 2 Jam Pelajaran (45 menit per jam) 3 pertemuan

**2. Profil Pelajar Pancasila** : Taqwa kepada Tuhan YME, berpikir kritis, mandiri, gotong royong, berkebhinekaan global, kreatif dan inovatif

**3. Target Peserta Didik** : 29 orang

**4. Sarana dan Prasarana** : Laptop, Hp, jaringan internet, buku

**5. Model Pembelajaran** : *Project Based Learning*

**6. Metode Pembelajaran** : Diskusi, Tanya Jawab dan Observasi

**7. Kompetensi Awal yang dimiliki** : Keanekaragaman Hayati

---

**B. KOMPONEN INTI****1. Capaian Pembelajaran :**

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu local, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi bioteknologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

**2. Tujuan Pembelajaran :**

10.16. Menganalisis data tentang daur biogeokimia (siklus nitrogen, siklus karbon, siklus air, siklus fosfor dan siklus sulfur) dan kaitannya dengan keseimbangan lingkungan.

**3. Pertanyaan Pemantik :**

- Sewaktu di tingkat SD dan SMP, kalian sudah membahas mengenai rantai dan jaring-jaring makanan, apa itu rantai makanan?

- Apakah ada keterkaitan rantai makanan di alam dengan siklus yang ada di muka bumi?
- Sudah berapa banyak kalian minum hari ini? Dari mana air tersebut berasal?
- Pernahkah kalian berpikir, setiap kali kita mandi, mencuci, memasak, kita menggunakan begitu banyak air. Lantas mengapa air tersebut tidak pernah habis? Apa yang menyebabkan hal ini bisa terjadi?

#### 4. Pembelajaran Bermakna :

Peserta didik akan memahami bahwa mereka hidup pada suatu sistem, dimana antara komponen satu dengan komponen lainnya saling berkaitan. Materi Ekosistem ini perlu untuk disampaikan kepada peserta didik karena untuk menumbuhkan kesadaran akan perlunya memahami interaksi yang terjadi di lingkungan sekitar. Tumbuhan dan hewan yang hidup berinteraksi satu sama lain saling memberikan manfaat satu sama lain, jika keberadaannya dipelihara, maka air, udara, dan tanah akan lestari untuk sama-sama dipergunakan. Pola-pola interaksi antarorganisme akan membentuk sebuah sistem yang dapat memengaruhi satu sama lain. Selain itu, hubungan antarorganisme juga dapat dilihat sebagai sebuah bentuk aliran energi. Peran ekosistem dalam pembentukan aliran energi sangat terkait. Dengan demikian, akan tumbuh inisiatif untuk menjaga keseimbangan lingkungan yang merupakan pondasi utama keberlangsungan hidup manusia.

#### 5. Sumber Belajar :

- 1) Buku Biologi Kelas X karya Irnaningtyas, Erlangga.
- 2) Bahan ajar guru
- 3) Link youtube: <https://bit.ly/3jDOA3L> , <https://bit.ly/2U8gNHm> dan <https://bit.ly/3sab8Nq>
- 4) Link materi ajar: <https://bit.ly/37wp7Um>

#### 6. Kegiatan Pembelajaran

##### Pertemuan 1 (2 Jam Pelajaran)

##### Pembukaan (Durasi 15 Menit)

Pertemuan ke-1

- 1) Memberikan salam pembuka kepada peserta didik
- 2) Mengecek kehadiran peserta didik
- 3) Mengecek kesiapan peserta didik untuk belajar serta memastikan bahwa peserta didik dan guru mematuhi protokol kesehatan.
- 4) Meminta salah satu peserta didik memimpin doa.

Orientasi siswa pada masalah (*Science*)

Meminta peserta didik memperhatikan pernyataan kemudian bertanya:

- Sewaktu di tingkat SD dan SMP kalian sudah membaca mengenai ferhita dan jering-

jaring makanan, apa itu rantai makanan?

- Apakah ada keterkaitan rantai makanan di alam dengan siklus yang ada di muka bumi?
- Sudah berapa banyak kalian minum hari ini? Dari mana air tersebut berasal?
- Pernahkah kalian berpikir, setiap kali kita mandi, mencuci, memasak, kita menggunakan begitu banyak air. Lantas mengapa air tersebut tidak pernah habis? Apa yang menyebabkan hal ini bisa terjadi? (pertanyaan dari langkah pertama pembelajaran PjBL)
- Guru mengapresiasi jawaban siswa dan mulai membangkitkan dengan materi daur biogeokimia

### **Motivasi**

- Guru Menyampaikan tujuan pembelajaran

### **Apersepsi**

- Guru memberikan pretest
- Guru mendefinisikan daur biogeokimia secara umum

## Kegiatan Inti (60 menit)

### **Mengorganisasi untuk belajar, menganalisis dan mengevaluasi poses pemecahan masalah**

#### **Research**

- 1) Guru memberikan permasalahan peserta didik berupa video- video dari YouTube dengan link <https://bit.ly/3jDOA3L> dan <https://bit.ly/2U8gNHm> serta <https://bit.ly/3sab8Nq> yang ditautkan dalam LKPD.
- 2) Peserta didik menyaksikan tayangan video.
- 3) Guru membagi peserta didik menjadi 3 kelompok yang terdiri dari 9-10 orang.
- 4) Guru memberikan LKPD yang sudah dicetak (print out).
- 5) Guru meminta peserta didik untuk membaca LKPD agar memahami instruksi yang diberikan.
- 6) Peserta didik dipersilahkan untuk berdiskusi dengan anggota kelompoknya terkait ide-ide untuk menyelesaikan masalah kontekstual yang diberikan oleh guru.
- 7) Peserta didik berdiskusi dengan anggota kelompoknya terkait ide-ide untuk menyelesaikan masalah pada LKPD.
- 8) Peserta didik menuliskan hasil diskusi pada LKPD yang telah diberikan oleh guru.
- 9) Masing-masing kelompok dipersilahkan untuk menyajikan hasil diskusinya dan ditanggapi oleh kelompok lain.
- 10) Guru menayangkan video terkait solusi dari masalah yang sudah dibahas yaitu dengan pembuatan aquaponik
- 11) Guru mengarahkan dan membimbing siswa dalam menyusun rencana pembuatan aquaponik
- 12) Guru memberikan konfirmasi atas diskusi dan kesimpulan peserta didik, serta memberikan penghargaan dan apresiasi kepada peserta didik karena telah mengikuti proses pembelajaran dengan baik.



**Penutup (Durasi 10 Menit)**

Guru bersama dengan peserta didik membuat kesimpulan tentang pembelajaran yang sudah dilakukan.

1. Guru meminta peserta didik menyampaikan perasaannya selama mengikuti pembelajaran.
2. Guru menyampaikan rencana kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya
3. Guru menutup pembelajaran dengan doa dan menyampaikan salam penutup

**Pertemuan 1 (2 Jam Pelajaran)****Pembukaan (Durasi 15 Menit)**

Pertemuan ke-2

- 1) Memberikan salam pembuka kepada peserta didik
- 2) Mengecek kehadiran peserta didik
- 3) Mengecek kesiapan peserta didik untuk belajar serta memastikan bahwa peserta didik dan guru mematuhi protokol kesehatan.
- 4) Meminta salah satu peserta didik memimpin doa.

**Apersepsi**

Meminta peserta didik memperhatikan pernyataan kemudian bertanya:

- Pernahkah kalian berpikir, bagaimana jika salah satu komponen dalam daur ekosistem rusak? Apakah akan mengganggu daur lainnya?
- Guru mempersilahkan beberapa peserta didik menjawab

**Motivasi**

Menyampaikan tujuan pembelajaran

**Kegiatan Inti (60 menit)**

- 1) Guru menjelaskan terkait daur dalam ekosistem
- 2) Guru meminta peserta didik untuk berkumpul dengan kelompoknya dan menyiapkan alat dan bahan untuk praktikum
- 3) Guru memandu dan memberi pengarahan kepada siswa selama kegiatan praktikum pembuatan Aquaponik
- 4) Guru mengarahkan siswa untuk mulai merangkai bagian pembuatan Aquaponik dan menanam sayuran pada media tana

**Penutup (Durasi 10 Menit)**

1. Guru bersama dengan peserta didik membuat kesimpulan tentang pembelajaran yang sudah dilakukan.
  2. Guru menjelaskan manfaat Aquaponik
  3. Guru memberikan post-test (untuk mengetahui sejauh mana kemampuan siswa terhadap materi)
- 
4. Guru menutup pembelajaran dengan doa dan menyampaikan salam penutup.

**a. Asesmen Pembelajaran**

No	Aspek	Teknik	Bentuk Instrumen	Waktu Pelaksanaan
1	Pengetahuan	• Pre-Test	• Soal singkat mengenai materi	• Pada awal pembelajaran
		• Post-Test	• Soal Pilihan Ganda dan uraian	• Pada Pertemuan akhir saat materi selesai
2	Keterampilan	• Penilaian presentasi & Laporan • LKPD	• Format penilaian	• Saat pembelajaran

## LAMPIRAN C.2 MODUL AJAR KELAS KONTROL

**A, INFORMASI UMUM**

## 1, Identitas Sekolah

Institusi	: SMAN 2 Bondowoso
Tahun Pelajaran	: 2022/2023
Jenjang Sekolah	: SMA Kelas X ( <i>Fase E</i> )
Alokasi Waktu	: 2 Jam Pelajaran (45 menit per jam) 3 pertemuan

- |   |  |
|---|--|
| <b>1. Profil Pelajar Pancasila</b>      | : Taqwa kepada Tuhan YME, berpikir kritis, mandiri, gotong royong, berkebhinekaan global, kreatif dan inovatif |
| <b>2. Target Peserta Didik</b>          | : 29 orang   |
| <b>3. Sarana dan Prasarana</b>          | : Laptop, Hp, jaringan internet, buku  |
| <b>4. Model Pembelajaran</b>            | : <i>Konvensional</i>  |
| <b>5. Metode Pembelajaran</b>           | : Diskusi, Tanya Jawab dan Observasi   |
| <b>6. Kompetensi Awal yang dimiliki</b> | : Keanekaragaman Hayati  |

**B, KOMPONEN INTI**

## a. Capaian Pembelajaran :

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu local, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi bioteknologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

## b. Tujuan Pembelajaran :

- 10.16. Menganalisis data tentang daur biogeokimia (siklus nitrogen, siklus karbon, siklus air, siklus fosfor dan siklus sulfur) dan kaitannya dengan keseimbangan lingkungan.

## c. Pertanyaan Pemantik

1. Sewaktu di tingkat SD dan SMP, kalian sudah membahas mengenai rantai dan jaring-jaring makanan, apa itu rantai makanan?
2. Apakah ada keterkaitan rantai makanan di alam dengan siklus yang ada di muka bumi?
3. Sudah berapa banyak kalian minum hari ini? Dari mana air tersebut berasal?
4. Pernahkah kalian berpikir, setiap kali kita mandi, mencuci, memasak, kita menggunakan begitu banyak air. Lantas mengapa air tersebut tidak pernah habis? Apa yang menyebabkan hal ini bisa terjadi?

## d. Pembelajaran Bermakna :

Peserta didik akan memahami bahwa mereka hidup pada suatu sistem, dimana antara komponen satu dengan komponen lainnya saling berkaitan. Materi Ekosistem ini perlu untuk disampaikan kepada peserta didik karena untuk menumbuhkan kesadaran akan perlunya memahami interaksi yang terjadi di lingkungan sekitar. Tumbuhan dan hewan yang hidup berinteraksi satu sama lain saling memberikan manfaat satu sama lain, jika keberadaannya dipelihara, maka air, udara, dan tanah akan lestari untuk sama-sama dipergunakan. Pola-pola interaksi antarorganisme akan membentuk sebuah sistem yang dapat memengaruhi satu sama lain. Selain itu, hubungan antarorganisme juga dapat dilihat sebagai sebuah bentuk aliran energi. Peran ekosistem dalam pembentukan aliran energi sangat terkait. Dengan demikian, akan tumbuh inisiatif untuk menjaga keseimbangan lingkungan yang merupakan pondasi utama keberlangsungan hidup manusia.

## e. Sumber belajar

- 1) Buku Biologi Kelas X karya Irnaningtyas, Erlangga.
- 2) Bahan ajar guru
- 3) Link youtube: <https://bit.ly/3jDOA3L> dan <https://bit.ly/2U8gNHm> serta <https://bit.ly/3sab8Nq>
- 4) Link materi ajar: <https://bit.ly/37wp7Um>

## f. Kegiatan Pembelajaran

**Pertemuan 1 (2 Jam Pelajaran)****Pembukaan (Durasi 15 Menit)**

## Pertemuan ke-1

- 1) Memberikan salam pembuka kepada peserta didik
- 2) Mengecek kehadiran peserta didik
- 3) Mengecek kesiapan peserta didik untuk belajar serta memastikan bahwa peserta didik dan guru mematuhi protokol kesehatan.
- 4) Meminta salah satu peserta didik memimpin doa.

## Apersepsi

Meminta peserta didik memperhatikan pernyataan kemudian bertanya:

- Sewaktu di tingkat SD dan SMP, kalian sudah membahas mengenai rantai dan jaring-jaring makanan, apa itu rantai makanan?
- Apakah ada keterkaitan rantai makanan di alam dengan siklus yang ada di muka bumi?
- Sudah berapa banyak kalian minum hari ini? Dari mana air tersebut berasal?
- Pernahkah kalian berpikir, setiap kali kita mandi, mencuci, memasak, kita menggunakan begitu banyak air. Lantas mengapa air tersebut tidak pernah habis? Apa yang menyebabkan hal ini bisa terjadi?
- Membagikan soal *pre-test*

**Motivasi**

Menyampaikan tujuan pembelajaran

**Kegiatan Inti (60 menit)**

- 1) Guru memberikan permasalahan peserta didik berupa video- video dari YouTube dengan link <https://bit.ly/3jDOA3L> dan <https://bit.ly/2U8gNHm> serta <https://bit.ly/3sab8Nq> yang ditautkan dalam LKPD.
- 2) Peserta didik menyaksikan tayangan video.
- 3) Guru membagi peserta didik menjadi 3 kelompok yang terdiri dari 9-10 orang.
- 4) Guru memberikan LKPD yang sudah dicetak (print out).
- 5) Guru meminta peserta didik untuk membaca LKPD agar memahami instruksi yang diberikan.
- 6) Peserta didik dipersilahkan untuk berdiskusi dengan anggota kelompoknya terkait ide-ide untuk menyelesaikan masalah kontekstual yang diberikan oleh guru.
- 7) Peserta didik berdiskusi dengan anggota kelompoknya terkait ide-ide untuk menyelesaikan masalah pada LKPD.
- 8) Peserta didik menuliskan hasil diskusi pada LKPD yang telah diberikan oleh guru.
- 9) Masing-masing kelompok dipersilahkan untuk menyajikan hasil diskusinya dan ditanggapi oleh kelompok lain.
- 10) Guru memberikan konfirmasi atas diskusi dan kesimpulan peserta didik, serta memberikan penghargaan dan apresiasi kepada peserta didik karena telah mengikuti proses pembelajaran dengan baik

**Penutup (Durasi 10 Menit)**

- 1) Guru bersama dengan peserta didik membuat kesimpulan tentang pembelajaran yang sudah dilakukan.
- 2) Guru meminta peserta didik menyampaikan perasaannya selama mengikuti pembelajaran.
- 3) Guru menyampaikan rencana kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya.
- 4) Guru menutup pembelajaran dengan doa dan menyampaikan salam penutup.

**Pertemuan 1 (2 Jam Pelajaran)****Pembukaan (Durasi 15 Menit)**

Pertemuan ke-2

- 1) Memberikan salam pembuka kepada peserta didik
- 2) Mengecek kehadiran peserta didik
- 3) Mengecek kesiapan peserta didik untuk belajar serta memastikan bahwa peserta didik dan guru mematuhi protokol kesehatan.
- 4) Meminta salah satu peserta didik memimpin doa.

**Apersepsi**

Meminta peserta didik memperhatikan pernyataan kemudian bertanya:

- a. Pernahkah kalian berpikir, bagaimana jika salah satu komponen dalam daur ekosistem rusak? Apakah akan mengganggu daur lainnya?
- b. Guru mempersilahkan beberapa peserta didik menjawab

**Motivasi**

Menyampaikan tujuan pembelajaran

**Kegiatan Inti (60 menit)**

- 1) Guru mengarahkan siswa untuk mencatat penjelasan
- 2) Guru menjelaskan daur Hidrologi dan daur karbon dalam ekosistem
- 3) Guru meminta salah satu siswa untuk mengulang dengan singkat terkait daur hidrologi dan daur karbon dalam ekosistem
- 4) Guru menjelaskan tentang Aquaponik melalui video pembelajaran <https://youtu.be/hv-ObbRpO0g>

**Penutup (Durasi 10 Menit)**

- 1) Guru bersama dengan peserta didik membuat kesimpulan tentang pembelajaran yang sudah dilakukan.
- 2) Guru meminta peserta didik menyampaikan perasaannya selama mengikuti pembelajaran.
- 3) Guru menyampaikan rencana kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya.
- 4) Guru menutup pembelajaran dengan doa dan menyampaikan salam penutup.

**Pertemuan 1 (2 Jam Pelajaran)****Pembukaan (Durasi 15 Menit)**

Pertemuan ke-3

- 1) Memberikan salam pembuka kepada peserta didik
- 2) Mengecek kehadiran peserta didik
- 3) Mengecek kesiapan peserta didik untuk belajar serta memastikan bahwa peserta didik dan guru mematuhi protokol kesehatan.
- 4) Meminta salah satu peserta didik memimpin doa.

**Apersepsi**

Meminta peserta didik memperhatikan pernyataan kemudian bertanya:

- c. Pernahkah kalian berpikir, bagaimana jika salah satu komponen dalam daur ekosistem rusak? Apakah akan mengganggu daur lainnya?
- d. Guru mempersilahkan beberapa peserta didik menjawab

**Motivasi**

Menyampaikan tujuan pembelajaran

### Kegiatan Inti (60 menit)

1. Guru membagi siswa ke dalam 3 kelompok
2. Guru mengarahkan siswa berkumpul dengan kelompoknya
3. Guru meminta masing-masing kelompok untuk berdiskusi dan membuat ringkasan terkait daur nitrogen, belerang dan fosfor
4. Guru meminta masing-masing kelompok mempresentasikan hasil dari diskusi

### Penutup (Durasi 10 Menit)

1. Guru bersama dengan peserta didik membuat kesimpulan tentang pembelajaran yang sudah dilakukan.
2. Guru memberikan post-test (untuk mengetahui sejauh mana kemampuan siswa terhadap materi)
3. Guru menutup pembelajaran dengan doa dan menyampaikan salam penutup.

### Asesmen Pembelajaran

No	Aspek	Teknik	Bentuk Instrumen	Waktu Pelaksanaan
1	Pengetahuan	• Pre-Test	• Soal singkat mengenai materi	• Pada awal pembelajaran
		• Post-Test	• Soal Pilihan Ganda dan uraian	• Pada Pertemuan akhir saat materi selesai
2	Keterampilan	• Penilaian presentasi • LKPD	• Format penilaian	• Saat pembelajaran

**LAMPIRAN D.1 MATERI PEMBELAJARAN**

## Ekosistem: Daur Biogeokimia

Pada waktu produsen dimakan oleh konsumen pertama, materi akan berpindah ke konsumen kedua. Dalam respirasi, karbohidrat akan diubah kembali menjadi CO<sub>2</sub> dan air. Akan tetapi, mineral yang terikat dalam biomassa akan berpindah terus melalui masing-masing tingkatan trofik. Pada waktu organisme mati, kemudian diuraikan oleh pengurai, energinya akan habis, sedangkan mineral akan diubah menjadi bahan anorganik. Mineral anorganik ini kemudian akan dimanfaatkan kembali oleh produsen untuk membentuk biomasanya. Begitulah seterusnya terjadi berulang hingga membentuk suatu daur. Daur materi yang terjadi di alam disebut daur biogeokimia. Daur Biogeokimia merupakan perpindahan unsur-unsur kimia melalui makhluk hidup dan lingkungan abiotik (tanah dan air). Dalam daur biogeokimia dikenal dua macam daur, diantaranya daur edafik dan daur atmosferik.

Daur edafik merupakan daur yang unsur kimia pada daur tersebut tidak pernah membentuk gas di udara, sedangkan daur atmosferik adalah daur yang unsur kimia pada daur tersebut mengalami fase berbentuk gas di udara. Daur biogeokimia berfungsi mengatur keseimbangan ekosistem. Artinya keseimbangan ekosistem tergantung pada pengulangan yang terjadi secara berputar pada unsur-unsur kimia tertentu. Unsur-unsur kimia yang dapat mengalami daur biogeokimia meliputi karbon, nitrogen, hidrogen, dan oksigen, serta fosfor. Dalam siklus biogeokimia juga sebagai pertukaran antara komponen biosfer yang hidup dan tidak hidup yang akan di tingkat trofik yang tidak hilang dalam ekosistem. Daur biogeokimia dapat dibedakan menjadi lima, yaitu; Daur Air (Hidrologi), Daur Karbon dan Oksigen, Daur Nitrogen, Daur Belerang (Sulfur) dan Daur Phosfor

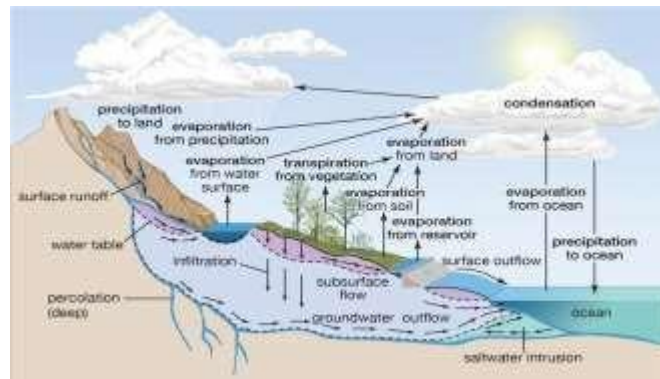
**1. Daur Air (Hidrologi)**

Air merupakan kebutuhan pokok yang sangat dibutuhkan makhluk hidup untuk bisa bertahan hidup. Hampir sebagian besar tubuh kita terdiri dari air. Air sangat dibutuhkan untuk melakukan aktivitas sehari-hari termasuk di dalamnya aktivitas metabolisme. Manusia dan hewan membutuhkan air untuk minum. Air menjadi komponen penting dalam mentransfer zat-zat seperti N, S, P dalam daur biogeokimia. Fungsi-fungsi air antara lain sebagai berikut:

- 1) Sebagai pelarut
- 2) Pengatur suhu tubuh
- 3) Pengatur tekanan osmotik sel
- 4) Sarana transportasi zat di dalam tubuh (darah)
- 5) Bahan baku fotosintesis
- 6) Bagi manusia; air minum, mandi, mencuci, irigasi, pembangkit listrik, dan pariwisata.

Daur air atau daur hidrologi merupakan pergerakan air dari bumi menuju atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang terjadi secara terus menerus membentuk sirkulasi. Daur air ini terjadi dengan sinar matahari yang menguapkan air yang ada di laut, sungai, dan danau yang disebut evaporasi. Proses dalam daur air bisa dibedakan menjadi tiga, yaitu; Siklus Pendek, Siklus Sedang dan Siklus Panjang.





Sumber: <https://kompas.com/>

Gambar 1: Skema daur air

### 1) Siklus Pendek

Siklus pendek ini biasanya terjadi di laut. Proses ini dimulai dari tahap Evaporasi (penguapan) air laut akibat panas dari matahari sehingga air yang ada di laut menjadi uap air dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi titik-titik air. Proses ini dinamakan Kondensasi (pengembunan) yang selanjutnya akan turun dalam bentuk hujan. Proses ini dinamakan Presipitasi.

### 2) Siklus Sedang

Siklus sedang ini merupakan kelanjutan dari siklus pendek, dimana kejadian ini akan terjadi jika tidak terjadi presipitasi atau turun hujan di laut. Proses ini dilanjutkan dengan proses penguapan lanjutan yang dilakukan oleh tumbuhan (transpirasi). Sehingga dalam prosesnya dapat dijelaskan menjadi:

- a) Tahap penguapan air laut, danau, rawa, dan sungai serta transpirasi dari tumbuhan akibat panas dari matahari sehingga air yang menjadi uap air
- b) Kemudian uap air akan berkumpul dan menjadi awan.
- c) Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi titik-titik air yang selanjutnya akan turun dalam bentuk hujan.
- d) Air hujan yang jatuh akan mengalir ke sungai, samudera, danau dan saluran air lainnya atau Run Off (Limpasan).
- e) Air berpindah dan bergerak menuju tempat yang lebih rendah melalui saluran-saluran air seperti sungai dan got hingga kemudian masuk ke danau, laut, dan samudera. Pada tahap daur air ini air masuk kembali ke lapisan hidrosfer.
- f) Tidak semua air ikut melalui tahap limpasan. Beberapa di antaranya bergerak jauh ke dalam tanah, merembes ke bawah dan menjadi air tanah. Tahapan ini disebut Infiltrasi.

### 3) Siklus Panjang

Siklus panjang ini merupakan kelanjutan dari siklus sedang, dimana kejadian ini akan terjadi jika tidak terjadi presipitasi atau turun hujan di laut maupun di daratan. Tahapan dari siklus ini yaitu:

- a) Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari
- b) Uap air mengalami sublimasi (pengembunan) dimana hal ini disebabkan karena perbedaan tekanan udara dan suhu di dataran tinggi, akibatnya uap air berubah menjadi partikel es. Awan yang akan terbentuk mengandung kristal es.
- c) Selanjutnya awan akan bergerak karena tiupan angin ke darat. Proses perpindahan awan secara horizontal ini disebut Adveksi.
- d) Jika awan sendiri membesar dan jenuh, maka akan turun hujan dalam bentuk butiran

salju

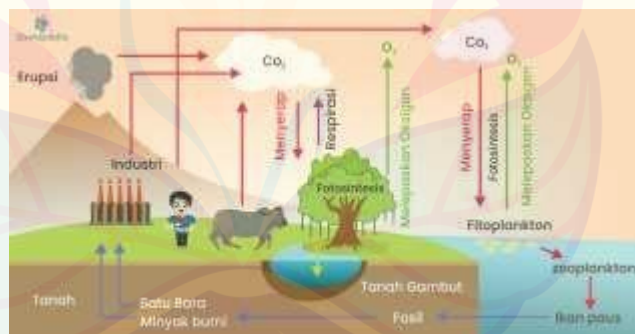
- e) Salju yang turun akan membentuk gletser.
- f) Apabila gletser mencair akan membentuk aliran sungai yang selanjutnya akan bermuara ke laut.

## 2. Daur Karbon dan Oksigen

Karbon merupakan zat yang telah ada semenjak proses terbentuknya bumi. Karbon dapat terbentuk karena adanya organisme yang sudah mati yang mengalami proses dekomposisi. Karbon terdapat di udara dalam bentuk gas karbondioksida yang berasal dari sisa respirasi yang dilakukan oleh makhluk hidup dan sisa pembakaran bahan bakar.

Tumbuhan akan memanfaatkan gas  $\text{CO}_2$  untuk proses fotosintesis yang dapat menghasilkan oksigen serta amilum. Selain itu proses pernapasan yang dilakukan oleh hewan dan juga manusia pasti akan menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2$ . Hasil tersebut dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan untuk keberlangsungan proses fotosintesis, dan seterusnya. Oleh sebab itu antara daur karbon dan daur oksigen saling terkait satu sama lain dalam prosesnya. Adanya aktivitas fotosintetik yang dilakukan oleh tumbuhan akan mempengaruhi adanya gas  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$  di atmosfer. Jumlah karbon akan semakin banyak di udara apabila jumlah manusia dan juga hewan juga banyak. Sehingga ruang terbuka hijau seperti taman kota sangatlah penting untuk menyeimbangkan kepadatan penduduk dan menjaga supaya lingkungan selalu sehat.

Disamping itu karbon juga dapat terbentuk dari proses aktivitas gunung berapi yaitu erupsi vulkanik dan kejadian kebakaran hutan. Proses perombakan gas rawa pun juga dapat menyebabkan terbentuknya karbon di alam.



Sumber: <https://siswapedia.com/>

Gambar 2: Skema daur karbon dan oksigen

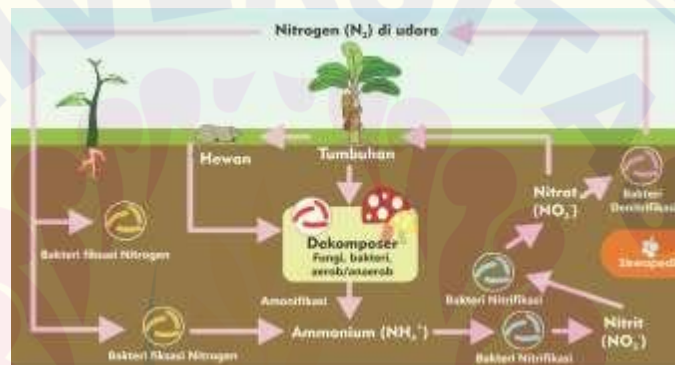
Proses yang terjadi dalam daur karbon dan oksigen ini terdiri dari:

- 1) Respirasi yaitu proses pemakaian oksigen dan menghasilkan karbon dioksida
- 2) Fotosintesis yaitu proses perombakan karbon dioksida oleh tumbuhan untuk membuat makanan dan yang menghasilkan amilum dan gas oksigen.

Jumlah karbon yang tidak seimbang dapat menyebabkan terganggunya keseluruhan siklus dan kondisi bumi. Sebagai contoh, jumlah karbon dalam bentuk karbon dioksida pada atmosfer berpengaruh pada perubahan iklim. Seperti yang kita ketahui, bahwa karbon dapat menjaga suhu bumi agar tetap hangat dengan menahan panas dalam bumi. Pada saat karbon dioksida meningkat, temperatur permukaan bumi juga mengalami peningkatan. Sebaliknya pada saat konsentrasi karbondioksida menurun, temperatur permukaan bumi relatif rendah.

### 3. Daur Nitrogen

Nitrogen diperlukan tidak dalam bentuk unsur tetapi persenyawaan, salah satunya atmosfer bumi mengandung 78% nitrogen. Bagi makhluk hidup, nitrogen dibutuhkan untuk membentuk senyawa asam amino, yang merupakan molekul pembentuk protein. Daur nitrogen merupakan pergerakan nitrogen dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer yang terjadi secara terus menerus membentuk sirkulasi. Di alam, nitrogen terdapat dalam bentuk senyawa organik seperti urea, protein dan asam nukleat atau sebagai senyawa anorganik seperti ammonia, nitrit, dan nitrat.



Sumber: <https://siswapedia.com/>

Gambar 3: Skema daur nitrogen

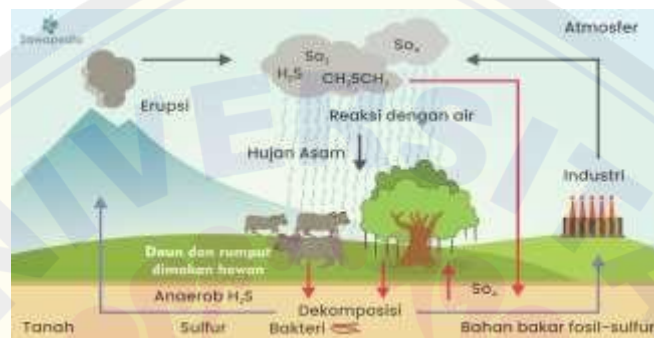
Daur nitrogen ini terbagi atas beberapa proses antara lain :

- 1) Fiksasi, proses pengikatan atau pengambilan nitrogen bebas dari udara menjadi senyawa nitrogen yang dapat dimanfaatkan tumbuhan. Proses ini dibantu oleh bakteri pengikat nitrogen *Rhizobium leguminosorum*, dan *Azotobacteraceae* dalam yang ada di akar tanaman kacang-kacangan dan membentuk simbiosis dengan alga.
- 2) Amonifikasi, proses pembentukan amonium dari nitrogen yang telah di fiksasi. Proses ini dibantu oleh bakteri dan jamur.
- 3) Nitrifikasi, proses pengubahan amonium menjadi nitrit oleh aktivitas enzim nitrogenase yang dimiliki oleh bakteri nitrifikasi yaitu *Nitrosomonas*, dan *Nitrosococcus*
- 4) Nitratasi, proses perubahan nitrit menjadi nitrat yang dibantu oleh *Nitrobacter*
- 5) Asimilasi, proses pemanfaatan nitrat dalam proses fotosintesis di tumbuhan
- 6) Denitrifikasi, proses pelepasan nitrogen kembali ke udara. Proses ini dilakukan oleh spesies bakteri seperti *Pseudomonas* dan *Clostridium* dalam kondisi anaerobik. Dalam proses ini kesuburan tanah akan berkurang dikarenakan lepasnya nitrogen ke udara.

#### 4. Daur Belerang (Sulfur)

Daur belerang atau siklus sulfur merupakan suatu rangkaian perpindahan suatu zat kimia yang memiliki kandungan unsur belerang atau sulfur yang berada di permukaan bumi. Dalam lingkungan atmosfer, unsur belerang ini berbentuk gas yaitu  $\text{SO}_2$  yang berasal dari aktivitas serta pembakaran bahan bakar fosil. Selain itu unsur belerang juga memiliki bentuk gas  $\text{H}_2\text{S}$  yang dapat menyebabkan terjadinya suatu proses pembusukan pada bahan organik yang berada dalam air maupun tanah. Sulfur atau belerang selain memiliki manfaat untuk kepentingan manusia juga bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman dalam bentuk anion sulfat yang berada di dalam tanah.

Dalam kehidupan sehari-hari, sulfur atau belerang biasa digunakan sebagai bahan baku dalam industri kimia, korek api, bahan baku produksi obat dan kosmetik, bahan peledak, dll.



Sumber: <https://siswapedia.com/>

Gambar 4: Skema daur belerang

Proses dalam daur belerang:

- 1) Aktivitas dari gunung berapi, sumber air panas yang mengandung belerang, serta hasil dari penggunaan bahan bakar fosil turut melepaskan sulfur ke atmosfer dalam bentuk gas  $\text{SO}_2$ . Setelah itu gas  $\text{SO}_2$  yang telah berada di udara akan mengalami oksidasi dan kemudian menjadi gas sulfat ( $\text{SO}_4$ ).
- 2) Proses pembusukan bahan-bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme juga akan menghasilkan belerang baik dalam wujud gas ke atmosfer atau masuk ke dalam tanah dalam wujud  $\text{H}_2\text{S}$ . Gas  $\text{H}_2\text{S}$  yang ada di atmosfer kemudian akan melalui fase oksidasi sehingga menjadi gas sulfat ( $\text{SO}_4$ ).
- 3) Kemudian gas sulfat akan kembali ke permukaan bumi bersama air hujan (fase presipitasi).
- 4) Kandungan gas sulfat yang tinggi di udara akan menyebabkan masalah bagi lingkungan, karena akan menyebabkan hujan asam. Hujan asam ini merupakan salah satu dampak buruk dari polusi air dan polusi udara.
- 5) Gas  $\text{H}_2\text{S}$  yang terdapat pada tanah akan memasuki fase reduksi dan akan menghasilkan unsur tunggal sulfur (S). Kemudian sulfur tersebut akan memasuki fase oksidasi dengan bantuan bakteri *Thiobacillus denitrificans* dan *Thiobacillus thiooxidans* menjadi  $\text{SO}_4$ .
- 6) Selanjutnya  $\text{SO}_4$  dalam tanah yang akan tereduksi kembali menjadi  $\text{H}_2\text{S}$  oleh bakteri *Thiobacillus thioparus*.

## 1. Daur fosfor

Daur fosfor merupakan suatu proses perubahan fosfat anorganik menjadi fosfat organik yang kembali lagi menjadi anorganik secara terus menerus tanpa jeda waktu. Fosfor digunakan makhluk hidup sebagai komponen pembentukan tulang dan juga gigi vertebrata. Selain itu, fosfor juga merupakan komponen penting dalam membran sel, transfer energi pada respirasi sel dan asam nukleat. Atom fosfor merupakan salah satu bahan untuk membuat ATP atau *Adenosine Tri Phospat* dengan memakai energi tinggi yang dipakai untuk respirasi seluler dan fotosintesis.

Di dalam alam, fosfor mempunyai 2 bentuk senyawa, yang diantaranya sebagai berikut ini:

### 1.6 Senyawa Fosfat Organik

Senyawa fosfat organik merupakan senyawa yang terkandung dalam kandungan makhluk hidup seperti manusia, tumbuhan dan juga hewan.

### 1.7 Senyawa Fosfat Anorganik

Senyawa fosfat anorganik merupakan senyawa fosfat yang ada dalam benda mati dalam suatu lingkungan seperti tanah, batu dan juga air.



Sumber: <https://siswapedia.com/>

Gambar 5: Skema daur fosfor

Tahapan dalam daur fosfor berjalan lambat di alam. Berikut adalah proses siklus fosfor yang terjadi:

- 1) Daur fosfor diawali dari sumber utama fosfor yang ditemukan dalam batuan melalui proses pelapukan batuan. Pelapukan tersebut secara alami dipengaruhi oleh faktor cuaca, hujan dan erosi sehingga mengakibatkan fosfor berpindah ke tanah. Ketika batuan yang mengandung fosfor terkena air hujan, maka akan melepaskan ion fosfat dan mineral lainnya.
- 2) Fosfat yang telah terkandung dalam tanah akan dimanfaatkan oleh tumbuhan, jamur, dan mikroorganisme sekitarnya. Sedangkan pada hewan herbivora dan manusia, akan menyerap fosfor yang terkandung pada tanaman ketika mengonsumsinya.
- 3) Selanjutnya fosfor akan kembali ke alam atau lingkungan melalui proses penguraian atau dekomposisi. Fosfat yang telah masuk dalam tanaman atau hewan akan diurai oleh dekomposer ketika tanaman atau hewan tersebut mati, sehingga fosfat organik akan kembali ke tanah atau air.
- 4) Proses daur fosfor dilanjutkan oleh peran bakteri di dalam tanah yang akan memecah bahan

organik menjadi bentuk fosfat yang dapat diserap tanaman. Proses ini disebut mineralisasi.

- 5) Fosfor yang terkandung dalam air akan terus berjalan siklusnya hingga menjadi sedimen dan menuju ke lautan.

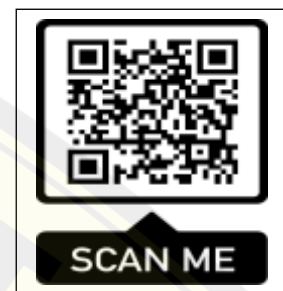
Referensi:

<https://www.siswapedia.com/siklus-atau-daur-biogeokimia/>

<https://www.kompas.com/sains/read/2022/06/17/060000923/daur-biogeokimia-penjelasan-lengkap-setiap-daurnya?page=all>

Irnaningtyas & Sylva Sagita. 2022. IPA Biologi Untuk SMA/MA Kelas X. Jakarta: Erlangga

Setelah kamu membaca materi tentang daur biogeokimia, apakah kalian sudah memahaminya? Jika belum, kalian bisa mendengarkan penjelasannya melalui video ini ya..



**LAMPIRAN D.2. KISI-KISI SOAL PRE-TEST DAN POST-TEST****KISI-KISI SOAL *PRE-TEST* DAN *POST-TEST***

Sekolah : SMAN 2 Bondowoso

Mata Pelajaran : Biologi


Kelas/Semester : X/Genap

Materi : Ekologi

Jumlah Soal : 5

Alokasi waktu : 15 Menit

A. Soal *Essay*

No.	Pertanyaan	Jawaban	Bentuk Soal	Level Kognitif
1	Air merupakan kebutuhan pokok yang sangat dibutuhkan makhluk hidup untuk bisa bertahan hidup. Hampir sebagian besar tubuh kita terdiri dari air. Air sangat dibutuhkan untuk melakukan aktivitas sehari-hari termasuk di dalamnya aktivitas metabolisme. Sebutkan fungsi-fungsi Air! Jawab :	1) Sebagai pelarut 2) Pengatur suhu tubuh 3) Pengatur tekanan osmotik sel 4) Sarana transportasi zat di dalam tubuh 5) Bahan baku fotosintesis Bagi manusia : air minum, mencuci, irigasi, pembangkit listrik dan pariwisata	<i>Essay</i>	C2
2	Jelaskan daur hidrologi 	Siklus hidrologi atau siklus air adalah salah satu konsep dasar dalam biogeokimia. Siklus hidrologi memiliki beberapa tahapan yaitu; proses penguapan, proses evapotranspirasi, proses hujan, proses aliran air, proses	<i>Essay</i>	C4

<p>dengan meinterpretasi dari gambar berikut!</p>	<p>pengendapan air tanah, dan proses air tanah ke laut. Tahap pertama dalam siklus air adalah evaporasi. Pada evaporasi terjadi proses penguapan berubahnya air yang tertampung di sungai, danau, atau laut menjadi uap air karena panas matahari. Selain penguapan pada air yang berada di badan air, penguapan juga terjadi pada bagian tubuh makhluk hidup khususnya pada hewan. Tahap ini disebut juga transpirasi. Tumbuhan melakukan penyerapan air lewat akar, lalu dimanfaatkan untuk fotosintesis, selanjutnya uap air akan dikeluarkan lewat stomata. Sedangkan pada hewan, penguapan terjadi saat hewan mengkonsumsi air dan selanjutnya akan bernapas yang dapat menghasilkan uap air. Evapotranspirasi adalah penguapan air terjadi di seluruh permukaan bumi termasuk badan air dan tanah maupun jaringan makhluk hidup. Pada tahap ini, akan terjadi penguapan di saat molekul cair yang menguap merupakan seluruh jaringan pada makhluk hidup serta air. Tahap Evapotranspirasi sendiri sebagai tahap yang paling memberikan pengaruh pada jumlah air yang terbawa di siklus hidrologi. Sublimasi adalah peristiwa perubahan es menjadi uap air tanpa menjadi</p>		
---	---	--	--

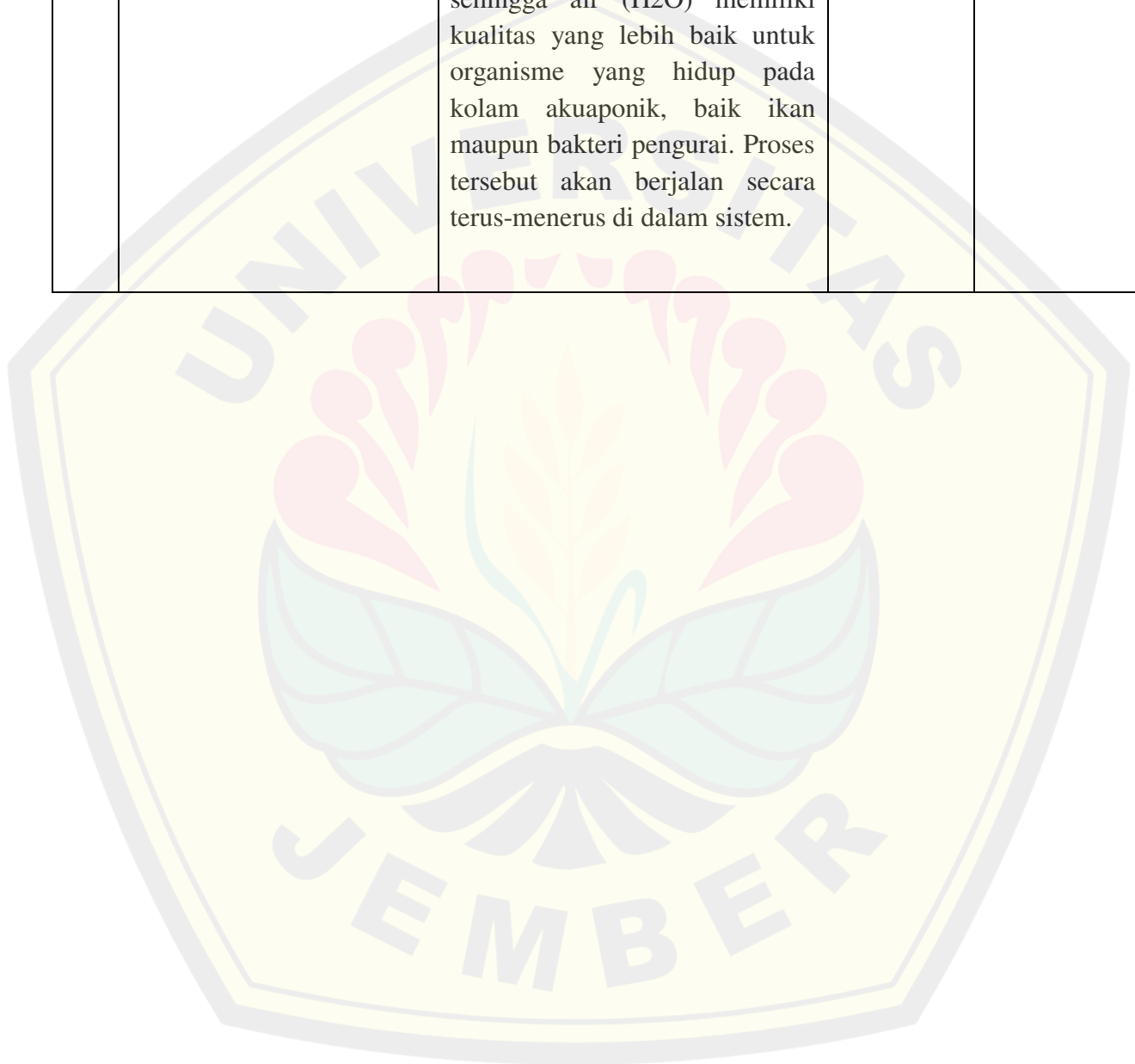


		<p>zat cair terlebih dahulu. Tahap ini terjadi di wilayah kutub, baik kutub utara dan selatan, serta wilayah yang banyak terdapat lapisan es yang akan mengalami proses sublimasi. Penguapan yang terjadi merupakan perubahan es sehingga tidak melewati proses cair. Kondisi tersebut yang menjadi perbedaan dalam tahap evaporasi dan sublimasi yaitu kedua tahap membutuhkan waktu yang lebih lambat. Setelah melalui tahap penguapan yang terjadi dari berbagai sumber, selanjutnya adalah tahap kondensasi atau pengembunan. Tahap ini air yang telah menguap kemudian berubah menjadi partikel es. Partikel es yang dihasilkan sendiri sangat kecil dan terbentuk dikarenakan suhu dingin pada ketinggian atmosfer bagian atas.</p>		
3	Jelaskan yang kalian ketahui tentang pembuatan Aquaponik!	<p>Aquaponik adalah system budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman (hidroponik) bersama dalam sebuah ekosistem yang resirkulasi/saling menguntungkan yang menggunakan bakteri alami untuk mengubah kotoran &amp; sisa pakan ikan menjadi nutrisi tanaman. Dengan kata lain akuaponik adalah system dimana tanaman dan ikan bertumbuh bersama. Dengan menggabungkan kedua sistem tersebut, terjadi daur ulang</p>	<i>Essay</i>	C2

		sehingga limbah dari sistem akuakultur merupakan input sistem hidroponik. Dengan menggabungkan akuakultur menjadi akuaponik, limbah yang dibuang ke alam menjadi sangat minimal.		
4	Jelaskan siklus nitrogen yang ada di alam!	Siklus nitrogen melalui beberapa tahapan yaitu Fiksasi -> Amonifikasi -> Nitrifikasi -> Nitrifikasi -> Asimilasi -> Denitrifikasi. Fiksasi adalah proses pengikatan atau pengambilan nitrogen bebas dari udara menjadi senyawa nitrogen yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Proses ini dibantu oleh bakteri pengikat nitrogen <i>Rhizobium leguminosorum</i> dan <i>Azotobacteraceae</i> yang ada di akar tumbuhan kacang-kacangan. Kemudian, terbentuklah simbiosis dengan alga. Selanjutnya yaitu amonifikasi, Amonifikasi adalah proses pembentukan amonium dari nitrogen yang telah difiksasi. Proses ini dibantu oleh bakteri dan jamur. Nitrifikasi adalah proses perubahan ammonium menjadi nitrit oleh aktivitas enzim nitrogenase yang dimiliki oleh bakteri nitrifikasi yaitu <i>Nitrosomonas</i> dan <i>Nitrosococcus</i> . Nitrifikasi adalah proses perubahan nitrit menjadi nitrat yang dibantu oleh bakteri <i>Nitrobacter</i> . Asimilasi adalah proses pemanfaatan nitrat dalam proses fotosintesis di tumbuhan.	<i>Essay</i>	C2

		Denitrifikasi adalah proses pelepasan nitrogen kembali ke udara. Proses ini membuat kesuburan tanah berkurang karena nitrogen lepas ke udara. Proses ini dilakukan oleh spesies bakteri seperti <i>Pseudomonas</i> dan <i>Clostridium</i> dalam kondisi anaerobik.		
5	Berdasarkan siklus nitrogen, jelaskan proses amonifikasi yang terjadi pada akuaponik!	<p>Dalam budidaya secara akuaponik terdapat suatu siklus yang dinamakan dengan siklus nitrogen. Siklus nitrogen dimulai dengan hasil metabolisme makanan ikan yang akan menghasilkan sampah organik berupa feses dan urine ikan. Sampah organik ikan tersebut berbentuk amonia (<math>\text{NH}_4</math>) yang apabila terdapat dalam konsentrasi yang tinggi dapat menjadi racun bagi ikan.</p> <p>Dalam sistem akuaponik, amonia tersebut akan dimanfaatkan oleh bakteri pengurai yang hidup pada dinding kultur, media tanam, media filter dan lainnya sebagai makanan mereka. Bakteri aerob mengambil amonia sebagai makanannya, dan dari proses metabolisme makanan akan dihasilkan Nitrit (<math>\text{NO}_2^+</math>). Kemudian Nitrit akan dimanfaatkan oleh bakteri anaerob sebagai makanannya pula, dan dari proses metabolisme makanan akan</p>	<i>Essay</i>	C4

		<p>dihasilkan Nitrai (<math>\text{NO}_3^+</math>). Proses tersebut biasanya dikenal dengan proses penguraian atau proses dekomposisi oleh bakteri heterotrofik. Nitrat sebagai unsur hara makro akan dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Tanaman akan menyumbangkan oksigen (<math>\text{O}_2</math>) sehingga air (<math>\text{H}_2\text{O}</math>) memiliki kualitas yang lebih baik untuk organisme yang hidup pada kolam akuaponik, baik ikan maupun bakteri pengurai. Proses tersebut akan berjalan secara terus-menerus di dalam sistem.</p>	
--	--	--	--



**LAMPIRAN D.3 RUBRIK PENILAIAN SOAL *PRE-TEST* DAN *POST-TEST*****RUBRIK PENILAIAN SOAL *PRE-TEST* DAN *POST-TEST***

Kelas/Semester : X/Genap  
 Mata Pelajaran : Biologi  
 Materi : Ekosistem  
 Jumlah Soal : 4 Soal Essay

**Soal Essay**

No.	Jawaban	Skor	Jawaban Siswa
1	6) Sebagai pelarut	20	Jawaban benar, logis dan tepat
	7) Pengatur suhu tubuh	10	Jawaban logis, tetapi kurang rinci
	8) Pengatur tekanan osmotik sel	5	Jawaban kurang tepat
	9) Sarana transportasi zat di dalam tubuh	1	Jawaban salah
	10) Bahan baku fotosintesis 11) Bagi manusia : air minum, mencuci, irigasi, pembangkit listrik dan pariwisata	0	Tidak menjawab
2	Siklus hidrologi atau siklus air adalah salah satu konsep dasar dalam biogeokimia. Siklus hidrologi memiliki beberapa tahapan yaitu; proses penguapan, proses evapotranspirasi, proses hujan, proses aliran air, proses pengendapan air tanah, dan proses air tanah ke laut. Tahap pertama dalam siklus air adalah evaporasi. Pada evaporasi terjadi proses penguapan berubahnya air yang tertampung di sungai, danau, atau laut menjadi uap air karena panas matahari. Selain penguapan pada air yang berada di badan air, penguapan juga terjadi pada bagian tubuh makhluk hidup khususnya pada hewan. Tahap ini disebut juga transpirasi. Tumbuhan melakukan penyerapan air lewat akar, lalu dimanfaatkan untuk fotosintesis, selanjutnya uap air akan dikeluarkan lewat stomata. Sedangkan pada hewan, penguapan terjadi saat hewan mengkonsumsi air dan selanjutnya akan bernapas yang dapat menghasilkan uap air. Evapotranspirasi adalah penguapan air terjadi di seluruh permukaan bumi termasuk badan air dan tanah maupun jaringan makhluk hidup. Pada tahap ini akan terjadi penguapan	20	Jawaban benar, logis dan tepat
		10	Jawaban logis, tetapi kurang rinci
		5	Jawaban kurang tepat
		1	Jawaban salah
		0	Tidak menjawab

	<p>di saat molekul cair yang menguap merupakan seluruh jaringan pada makhluk hidup serta air. Tahap Evapotranspirasi sendiri sebagai tahap yang paling memberikan pengaruh pada jumlah air yang terbawa di siklus hidrologi. Sublimasi adalah peristiwa perubahan es menjadi uap air tanpa menjadi zat cair terlebih dahulu. Tahap ini terjadi di wilayah kutub, baik kutub utara dan selatan, serta wilayah yang banyak terdapat lapisan es yang akan mengalami proses sublimasi. Penguapan yang terjadi merupakan perubahan es sehingga tidak melewati proses cair. Kondisi tersebut yang menjadi perbedaan dalam tahap evaporasi dan sublimasi yaitu kedua tahap membutuhkan waktu yang lebih lambat. Setelah melalui tahap penguapan yang terjadi dari berbagai sumber, selanjutnya adalah tahap kondensasi atau pengembunan. Tahap ini air yang telah menguap kemudian berubah menjadi partikel es. Partikel es yang dihasilkan sendiri sangat kecil dan terbentuk dikarenakan suhu dingin pada ketinggian atmosfer bagian atas.</p>		
3	<p>Aquaponik adalah system budidaya ikan (akuakultur )dan tanaman (hidroponik) bersama dalam sebuah ekosistem yang resirkulasi/saling menguntungkan yang menggunakan bakteri alami untuk mengubah kotoran &amp; sisa pakan ikan menjadi nutrisi tanaman. Dengan kata lain akuaponik adalah system dimana tanaman dan ikan bertumbuh bersama. Dengan menggabungkan kedua sistem tersebut, terjadi daur ulang sehingga limbah dari sistem akuakultur merupakan input sistem hidroponik. Dengan menggabungkan akuakultur menjadi akuaponik, limbah yang dibuang ke alam menjadi sangat minimal.</p>	20	Jawaban benar, logis dan tepat
		7	Jawaban logis, tetapi kurang rinci
		3	Jawaban kurang tepat
		1	Jawaban salah
		0	Tidak menjawab
4	<p>Siklus nitrogen melalui beberapa tahapan yaitu Fiksasi -&gt; Amonifikasi -&gt; Nitrifikasi -&gt; Nitrifikasi -&gt; Asimilasi -&gt; Denitrifikasi. Fiksasi adalah proses pengikatan atau pengambilan nitrogen bebas dari udara menjadi senyawa</p>	20	Jawaban benar, logis dan tepat
		7	Jawaban logis, tetapi kurang rinci
		3	Jawaban kurang tepat
		1	Jawaban salah
		0	Tidak menjawab

	<p>nitrogen yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Proses ini dibantu oleh bakteri pengikat nitrogen <i>Rhizobium leguminosorum</i> dan <i>Azotobacteraceae</i> yang ada di akar tumbuhan kacang-kacangan. Kemudian, terbentuklah simbiosis dengan alga. Selanjutnya yaitu amonifikasi, Amonifikasi adalah proses pembentukan amonium dari nitrogen yang telah difiksasi. Proses ini dibantu oleh bakteri dan jamur. Nitrifikasi adalah proses perubahan ammonium menjadi nitrit oleh aktivitas enzim nitrogenase yang dimiliki oleh bakteri nitrifikasi yaitu <i>Nitrosomonas</i> dan <i>Nitrosococcus</i>. Nitrifikasi adalah proses perubahan nitrit menjadi nitrat yang dibantu oleh bakteri <i>Nitrobacter</i>. Asimilasi adalah proses pemanfaatan nitrat dalam proses fotosintesis di tumbuhan. Denitrifikasi adalah proses pelepasan nitrogen kembali ke udara. Proses ini membuat kesuburan tanah berkurang karena nitrogen lepas ke udara. Proses ini dilakukan oleh spesies bakteri seperti <i>Pseudomonas</i> dan <i>Clostridium</i> dalam kondisi anaerobik.</p>		
5	<p>Dalam budidaya secara akuaponik terdapat suatu siklus yang dinamakan dengan siklus nitrogen. Siklus nitrogen dimulai dengan hasil metabolisme makanan ikan yang akan menghasilkan sampah organik berupa feses dan urine ikan. Sampah organik ikan tersebut berbentuk amonia (<math>\text{NH}_4</math>) yang apabila terdapat dalam konsentrasi yang tinggi dapat menjadi racun bagi ikan.</p> <p>Dalam sistem akuaponik, amonia tersebut akan dimanfaatkan oleh bakteri pengurai yang hidup pada dinding kultur, media tanam, media filter dan lainnya sebagai makanan mereka. Bakteri aerob mengambil amonia sebagai makanannya, dan dari proses metabolisme makanan akan dihasilkan Nitrit (<math>\text{NO}_2^+</math>). Kemudian Nitrit akan dimanfaatkan oleh bakteri anaerob sebagai makanannya.</p>	20	Jawaban benar, logis dan tepat
		7	Jawaban logis, tetapi kurang rinci
		3	Jawaban kurang tepat
		1	Jawaban salah
		0	Tidak menjawab

	<p>pula, dan dari proses metabolisme makanan akan dihasilkan Nitrat (<math>\text{NO}_3^+</math>). Proses tersebut biasanya dikenal dengan proses penguraian atau proses dekomposisi oleh bakteri heterotrofik.</p> <p>Nitrat sebagai unsur hara makro akan dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Tanaman akan menyumbangkan oksigen (<math>\text{O}_2</math>) sehingga air (<math>\text{H}_2\text{O}</math>) memiliki kualitas yang lebih baik untuk organisme yang hidup pada kolam akuaponik, baik ikan maupun bakteri pengurai. Proses tersebut akan berjalan secara terus-menerus di dalam sistem.</p>	
--	--	--

#### Pedoman Penilaian

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

#### Penentuan Nilai:

Rentang nilai	Kategori
81-100	A = Sangat bagus
61-80	B = Bagus
41-60	C = Cukup
21-59	D = Kurang
<20	E= Sangat kurang



## LAMPIRAN E. LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

## LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

EKOSISTEM: Daur Biogeokimia

Nama	:	Tanggal	:
Kelas	: X	Alokasi Waktu	: 2 JP
Mata Pelajaran	: Biologi		

**A. Tujuan Pembelajaran**

10.16. Menganalisis data tentang daur biogeokimia (siklus nitrogen, siklus karbon, siklus air, siklus fosfor dan siklus sulfur) dan kaitannya dengan keseimbangan lingkungan.

**B. Alat/bahan/sumber pembelajaran**

1. Buku pelajaran: Irnaningtyas. 2016. *Biologi SMA dan MA untuk Kelas X*. Jakarta : Erlangga
2. Internet dan Youtube
3. LKPD

**C. Wacana dan teori singkat**

Daur materi yang terjadi di alam disebut daur biogeokimia. Daur Biogeokimia merupakan perpindahan unsur-unsur kimia melalui makhluk hidup dan lingkungan abiotik (tanah dan air). Dalam daur biogeokimia dikenal dua macam daur, diantaranya daur edafik dan daur atmosferik.

Daur edafik merupakan daur yang unsur kimia pada daur tersebut tidak pernah membentuk gas di udara, sedangkan daur atmosferik adalah daur yang unsur kimia pada daur tersebut mengalami fase berbentuk gas di udara. Daur biogeokimia berfungsi mengatur keseimbangan ekosistem. Artinya keseimbangan ekosistem tergantung pada pengulangan yang terjadi secara berputar pada unsur-unsur kimia tertentu. Unsur-unsur kimia yang dapat mengalami daur biogeokimia meliputi karbon, nitrogen, hidrogen, dan oksigen, serta fosfor. Dalam siklus biogeokimia juga sebagai pertukaran antara komponen biosfer yang hidup dan tidak hidup yang akan di tingkat trofik yang tidak hilang dalam ekosistem. Daur biogeokimia dapat dibedakan menjadi lima, yaitu; Daur Air (Hidrologi), Daur Karbon dan Oksigen, Daur Nitrogen, Daur Belerang (Sulfur) dan Daur Phosfor.

**D. Lembar Kegiatan 1.**

Amatilah video berikut sesuai kelompokmu dan uraikan penjabarannya pada saat presentasi kelompok!

Video 1:



Video 2:



Video 3:



## Kegiatan 2.

Diskusikan bersama teman kelompokmu dan presentasikan hasilnya!

1. Air merupakan kebutuhan yang sangat pokok bagi semua makhluk hidup. Rata-rata penggunaan air oleh setiap orang di perkotaan di Indonesia adalah 144 Liter/hari atau setara dengan 16 galon air. Selain itu, air juga digunakan oleh hewan, tumbuhan, dan makhluk hidup lain bahkan sejak zaman dahulu. Ketersediaan air tawar yang bisa dikonsumsi adalah sekitar 2,5% dari keseluruhan jumlah air yang ada di bumi. Namun faktanya, hingga sampai saat ini kita masih bisa menggunakan air.
  - a. Menurutmu kenapa air masih tersedia sampai saat ini?
  - b. Pada beberapa kasus, beberapa wilayah di Indonesia seringkali menghadapi kekeringan di musim kemarau. Analisislah apakah ada proses yang tidak tepat dalam keberlangsungan dan air dalam kasus ini!

.....

.....

.....

.....

2. Saat kita bernapas, kita akan mengeluarkan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) ke udara. Penggunaan bahan bakar fosil dan aktivitas industri juga merupakan sumber karbon yang ada di sekitar kita. Senyawa CO<sub>2</sub> merupakan bentuk senyawa karbon anorganik yang terdapat di atmosfer. Karbon merupakan unsur penyusun makhluk hidup, sekitar 18 % tubuh manusia tersusun dari unsur karbon. Tetapi yang menjadi masalah manusia dan hewan tidak dapat menggunakan unsur karbon melalui gas CO<sub>2</sub> di udara secara langsung.

- a. Analisislah bagaimana cara manusia dan hewan dapat memenuhi kebutuhan unsur karbon tersebut!
- b. Identifikasilah dampak apa saja yang akan terjadi jika terganggunya siklus karbon di alam?

.....

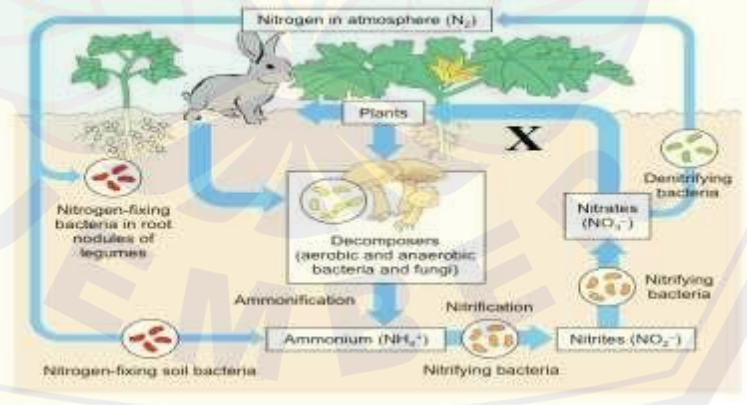
.....

.....

.....

3. Komposisi gas yang paling banyak di atmosfer adalah gas nitrogen (N<sub>2</sub>), yaitu sekitar 78 %. Namun unsur nitrogen tidak bisa digunakan secara langsung oleh manusia, hewan, dan tumbuhan dalam bentuk gas nitrogen. Padahal nitrogen merupakan unsur penting penyusun makhluk hidup yang nantinya akan membentuk asam amino .

- a. Uraikanlah bagaimana cara manusia, hewan dan tumbuhan untuk dapat memenuhi kebutuhan unsur nitrogen tersebut!
- b. Perhatikan gambar berikut!



Jika pada daur nitrogen terganggu pada tahapan tersebut, ramalkanlah apa yang akan terjadi pada makhluk hidup!

.....  
.....

4. Setiap orang pasti pernah kentut. Hal itu wajar, karena kentut merupakan proses alamiah dari tubuh untuk mengeluarkan gas dari saluran pencernaan. Sayangnya, tidak setiap kentut terasa menyenangkan. Ada juga kentut yang berbau busuk, yang bisa mengganggu kenyamanan orang di sekitar kita. Penelitian dari University of Exeter, Inggris, menyatakan bahwa kentut bau busuk merupakan tanda tubuh yang sehat. Kentut bau busuk tersebut salah satunya berasal dari gas yang mengandung belerang (sulfur). Menurutmu bagaimana caranya sulfur dapat masuk ke dalam tubuh hewan atau manusia? Bagaimana pengaruh siklus sulfur bagi kehidupan

.....  
.....  
.....  
.....

5. Secara umum, fosfor dikenal sebagai mineral untuk mendukung kesehatan tulang dan gigi selain kalsium. Sekitar 85 % fosfor di dalam tubuh tersimpan di tulang dan gigi. Sedangkan, sebagian kecilnya tersimpan dalam sel dan jaringan tubuh. Tumbuhan juga membutuhkan fosfor dari lingkungannya. Jumlah fosfor di alam begitu melimpah, namun banyak pula tumbuhan di sekitar kita kekurangan fosfor yang akan mempengaruhi pertumbuhannya. Mengapa demikian? Apakah kaitannya dengan daur fosfor? Jelaskan!

.....  
.....  
.....  
.....

Kegiatan 3.  
Kesimpulan

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Buatlah kesimpulan berdasarkan kata-katamu sendiri, dari pembelajaran hari ini

**LAMPIRAN F. PENILAIAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF****Penilaian Keterampilan berpikir kreatif****LEMBAR PENILAIAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

Materi : Ekosistem

Kelas/Semester : X (G)&amp;4/genap

Alokasi Waktu : 2x45 menit

Petunjuk :

1. Mengisi daftar nama siswa dari kelas yang diajar
2. Menjumlah skor total yang didapatkan setiap siswa

No.	Nama	Pengamat nke 1	Pengamat nke 2	Pengamat nke 3	Pengamat nke 4	Total	Katego ri
1.							
2							
3							
...							

$$Nk = (R/SM \times 100\%)$$

Keterangan:

Nk = Presentase tingkat keterampilan berpikir kreatif

R = Skor total semua poin yang diperoleh

SM = Skor maksimm dari total poin

## LAMPIRAN G. RUBRIK NILAI KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF

## RUBRIK KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF

Aspek Keterampilan Berpikir Kreatif	Sumber Data	Skor	Kriteria
Lancar ( <i>Fluency</i> )	Soal essay	5	Menyelesaikan permasalahan dan menjawab dengan waktu kurang dari 2 menit untuk 1 soal
		4	Menyelesaikan permasalahan dan menjawab dengan rentang waktu 2-3 menit untuk 1 soal
		3	Menyelesaikan permasalahan dan menjawab dengan rentang waktu 3-5 menit untuk 1 soal
		2	Menyelesaikan permasalahan dan menjawab dengan waktu lebih dari 1 menit untuk 1 soal
		1	Tidak dapat menyelesaikan permasalahan
Luwes ( <i>Flexibility</i> )	Soal essay	5	Mampu mencetuskan banyak ide dalam penyelesaian permasalahan dengan benar
		4	Mencetuskan sedikit ide namun jawaban tepat
		3	Mampu mencetuskan banyak ide dalam penyelesaian masalah namun kurang tepat
		2	Kurang mampu mencetuskan banyak ide
		1	Tidak mampu mencetuskan ide dari permasalahan
Keaslian ( <i>Originality</i> )	Soal essay	5	Jawaban ditulis dengan kalimat sendiri, tidak sama dengan buku dengan konsep yang kuat
		4	Jawaban ditulis dengan kalimat sendiri, tidak sama dengan buku namun konsep kurang kuat
		3	Jawaban ditulis dengan kalimat sendiri

			namun konsep salah
		2	Menulis jawaban namun sama dengan buku atau teman
		1	Tidak menulis jawaban
Berpikir merinci ( <i>Elaboration</i> )	Soal essay	5	Jawaban siswa memiliki arti yang mendalam dan detail terhadap permasalahan
		4	Jawaban siswa memiliki arti yang mendalam namun kurang detail
		3	Jawaban siswa kurang memiliki arti yang mendalam
		2	Jawaban siswa tidak memiliki arti dan tidak detail
		1	Tidak menjawab permasalahan

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Kriteria keterampilan berpikir kreatif

Interval	Kategori
$84 < x \leq 100$	Sangat kreatif
$68 < x \leq 84$	Kreatif
$52 < x \leq 68$	Cukup
$36 < x \leq 52$	Kurang
$20 < x \leq 36$	Sangat kurang

**LAMPIRAN H.1 NILAI KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF KELAS  
EKSPERIMEN**

No	Nama	1	2	3	4	Rata-rata
1	ADI					
	NURMALA	75	90	90	80	84
	SARI					
2	AISYAH					
	FISABILLAH	80	100	85	65	83
3	AJENG					
	TRIANA	80	80	90	70	80
	SUHENDRA					
4	ALFIAN					
	SYAHRONI	80	70	90	80	80
5	ANDIKA					
	NAIBA	90	70	80	70	78
	RANIYA					
6	ARIEL DAMA					
	PAWITRA	80	70	80	70	75
7	BAGAS ADRI					
	KURNIAWAN	70	90	75	70	76
8	BAGUS					
	KURNIAWAN	85	70	80	70	76
9	BOMBI					
	BIMANTARA	60	90	80	70	75
10	BRIAN IZZA					
	SUSATYO	90	80	90	80	85
11	DIKY					
	ARDIANSYAH	80	70	80	85	79
12	ILONIA					
	VIONA	90	80	85	75	83
	UKTOLSEJA					
13	MOHAMMAD					
	NAFI AINUR	85	80	70	80	79
	RIZKIYANTO					
14	MUHAMMAD					
	ARKAN MAULANA	70	95	80	70	79
15	MUHAMMAD					
	DEWA	95	95	80	65	84
	DEWANDA					
16	BACHTIAR					
	MUHAMMAD NAARUL IMAN	60	90	70	80	75



17	NABILA ANDANI PRAMUDITA	90	70	80	65	76
18	NAFISAH NABILAH FEBIOLA	95	80	90	65	83
19	NAYLA DINIAYU SETIAWATI	80	80	90	80	83
20	NURUL DWI YULIANTI SAPUTRI	90	70	80	65	76
21	RAFIFAH DEBI HANRID PUTRI	80	80	90	90	85
22	RAVINO NAFISA ARVIDIANSA	85	80	80	95	85
23	REVASYA MECCARA BUDITYA	70	90	80	70	78
24	SAFIRA ALYA ROSYIDAH	95	80	70	90	84
25	SEPTIANA INDAH PUJIANTI	90	70	80	60	75
26	TANAYA OKALIYNA PRANANDITA	80	90	70	85	81
27	TETUKO TRI SUBIANTORO	80	90	80	85	84
28	ZAKY ARDIYANSAH PRADANA	85	100	90	70	86
29	ZORA CORDELIA WIDEAROS	90	80	80	60	78
	<b>Jumlah</b>	<b>2380</b>	<b>2380</b>	<b>2365</b>	<b>2160</b>	<b>2321</b>
	<b>Rata-rata</b>	<b>82,07</b>		<b>81,55</b>	<b>82,07</b>	<b>80</b>

**LAMPIRAN H.2 NILAI KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF KELAS KONTROL**

<b>No</b>	<b>Nama</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Rata-rata</b>
1	ADRIAN PUTRA RAMADHANI	80	70	80	95	81
2	ANDI MUHAMMAD RIZAG RIDHO ATHALLAH	80	90	80	70	80
3	ANISAH QONITA HAFIDA	75	60	60	50	61
4	AULIA NISA RAMADHANI	65	70	60	60	64
5	CANDIKA ZHRAN KUAMARA DINI	70	80	80	50	70
6	DEWI LINTANG SAFARIANI	65	70	75	85	74
7	ERYCA DWI SATYANINGTYAS	60	70	85	90	76
8	FARAH SALSABILA HAKIM	70	75	80	50	69
9	GRISELDA PUTRI CAHYANI NURHADI	60	80	70	70	70
10	ISELLA KRISTIANTI WIJAYA	70	80	75	80	76
11	MAGHFIRAHMA GHANIYYAHUSNA	50	80	75	80	71
12	MOCHAMAD EKA TITOWIBAWA	70	80	60	50	65
13	MOHAMMAD RAFLI AL FAHREZI	50	70	80	60	65
14	MOHAMMAD YUSUF MU'ARIF	70	80	75	75	75
15	MUHAMMAD FERDYANSYAH	85	60	70	70	71
16	MUHAMMAD THORIQ IKMAL RAHYAN	80	70	70	85	76
17	MUMTAZ FIRMAN	70	60	80	70	70

NAJAH						
18	NADIA ATIQA' KHOIRUNNISA	60	70	85	75	73
19	NAJMI AULIA HARITZMI PUTRI	70	80	70	80	75
20	NAURA	70	70	60	80	70
21	NI LUH KHANSA MAURENA PUTRI	60	60	70	80	68
22	NURHAYATI BAHJATI NINGRUM	80	70	70	60	70
23	SAFIRA AILA AS'ARI	60	80	70	60	68
24	SITI ZULLIYAH IMIL ARIFIN	80	70	70	60	70
25	TITO EVAN PRABAKTI	60	70	80	70	70
26	WILDAN FADIAN HERNANTO	70	60	70	80	70
27	RADIKA ABYAN KAMIL	80	70	70	65	71
28	VANIA CYNTHIA AURELLIA PUTRI	70	60	60	70	65
29	ZIDNA DWI AMALIA	85	70	70	70	74
	<b>Jumlah</b>	<b>2015</b>	<b>2075</b>	<b>2100</b>	<b>2040</b>	<b>2058</b>
	<b>Rata-rata</b>	<b>69,48</b>	<b>71,55</b>	<b>72,41</b>	<b>70,34</b>	<b>71</b>

**LAMPIRAN I.1 NILAI HASIL BELAJAR KOGNITIF KELAS  
EKSPERIMEN**

<b>No</b>	<b>Nama</b>	<b>Pre-test</b>	<b>Post-test</b>	<b>Selisih</b>
1	ADI NURMALA SARI	30	60	30
2	AISYAH FISABILLAH	50	80	30
3	AJENG TRIANA SUHENDRA	50	85	35
4	ALFIAN SYAHRONI	40	75	35
5	ANDIKA NAIBA RANIYA	40	75	35
6	ARIEL DAMA PAWITRA	40	80	80
7	BAGAS ADRI KURNIAWAN	55	75	20
8	BAGUS KURNIAWAN	50	80	30
9	BOMBI BIMANTARA	35	50	15
10	BRIAN IZZA SUSATYO	55	75	20
11	DIKY ARDIANSYAH	40	75	35
12	ILONIA VIONA UKTOLSEJA	50	75	25
13	MOHAMMAD NAFI AINUR RIZKIYANTO	40	70	30
14	MUHAMMAD ARKAN MAULANA	35	75	40
15	MUHAMMAD DEWA DEWANDA BACHTIAR	30	70	40
16	MUHAMMAD NAARUL IMAN	45	80	40
17	ADI NURMALA SARI	45	85	40
18	AISYAH FISABILLAH	55	80	35
19	AJENG TRIANA SUHENDRA	50	75	25
20	ALFIAN SYAHRONI	50	85	35
21	ANDIKA NAIBA RANIYA	35	70	35
22	ARIEL DAMA PAWITRA	35	75	40
23	BAGAS ADRI KURNIAWAN	40	75	25
24	BAGUS KURNIAWAN	50	70	20
25	BOMBI BIMANTARA	35	75	40
26	BRIAN IZZA SUSATYO	35	65	30
27	DIKY ARDIANSYAH	40	70	30
28	ILONIA VIONA	40	70	30

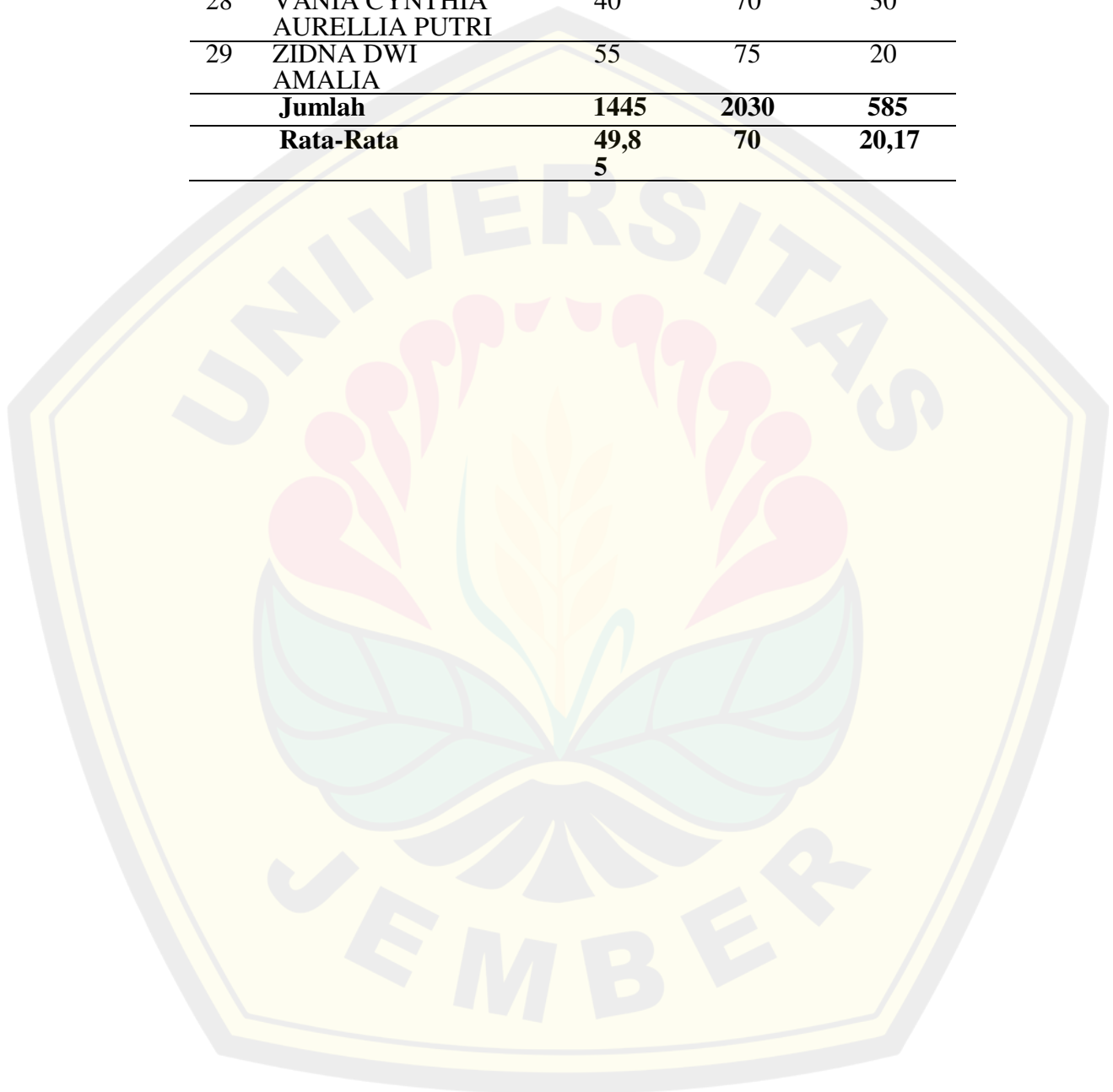
UKTOLSEJA				
29	MOHAMMAD NAFI AINUR RIZKIYANTO	50	80	30
<b>Jumlah</b>		<b>1235</b>	<b>2160</b>	<b>925</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>42,59</b>	<b>74.48</b>	<b>31,90</b>



**LAMPIRAN I.2 NILAI HASIL BELAJAR KOGNITIF KELAS  
EKSPERIMEN**

<b>No</b>	<b>Nama</b>	<b>Pre-test</b>	<b>Post-test</b>	<b>Selisih</b>
1	ADRIAN PUTRA RAMADHANI	30	50	30
2	ANDI MUHAMMAD RIZAG RIDHO ATHALLAH	50	70	20
3	ANISAH QONITA HAFIDA	40	75	35
4	AULIA NISA RAMADHANI	45	65	20
5	CANDIKA ZHRAN KUAMARA DINI	60	70	10
6	DEWI LINTANG SAFARIANI	75	80	5
7	ERYCA DWI SATYANINGTYAS	50	75	25
8	FARAH SALSABILA HAKIM	55	70	15
9	GRISELDA PUTRI CAHYANI NURHADI	50	60	10
10	ISELLA KRISTIANTI WIJAYA	35	50	15
11	MAGHFIRAHMA GHANIYYAHUSNA	65	70	5
12	MOCHAMAD EKA TITOWIBAWA	40	60	20
13	MOHAMMAD RAFLI AL FAHREZI	45	80	35
14	MOHAMMAD YUSUF MU'ARIF	50	60	10
15	MUHAMMAD FERDYANSYAH	35	75	30
16	MUHAMMAD THORIQ IKMAL RAHYAN	55	75	20
17	MUMTAZ FIRMAN NAJAH	50	75	25
18	NADIA ATIQA' KHOIRUNNISA	70	80	10
19	NAJMI AULIA HARITZMI PUTRI	40	60	20
20	NAURA	70	80	10
21	NI LUH KHANSA MAURENA PUTRI	35	60	25
22	NURHAYATI BAHJATI NINGRUM	55	75	20
23	SAFIRA AILA AS'ARI	65	75	10

24	SITI ZULLIYAH IMIL ARIFIN	50	80	30
25	TITO EVAN PRABAKTI	40	75	25
26	WILDAN FADIAN HERNANTO	50	70	20
27	RADIKA ABYAN KAMIL	45	70	25
28	VANIA CYNTHIA AURELLIA PUTRI	40	70	30
29	ZIDNA DWI AMALIA	55	75	20
	<b>Jumlah</b>	<b>1445</b>	<b>2030</b>	<b>585</b>
	<b>Rata-Rata</b>	<b>49,8</b> <b>5</b>	<b>70</b>	<b>20,17</b>



**LAMPIRAN J. INSTRUMEN VALIDASI SOAL****LEMBAR VALIDASI PENILAIAN BERPIKIR KREATIF**

Nama : Cindi Rosita Desi  
 Judul Penelitian : Pengaruh Model *Project Based Learning* (Pjbl) berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA  
 Nama Sekolah : SMAN 2 Bondowoso  
 Mata Pelajaran : Biologi  
 Semester : 2

**Petunjuk**

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek yang terdapat dalam penilaian berpikir kreatif
2. Penilaian dapat dilakukan dengan memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom angka yang sebaris dengan pertanyaan yang telah diberikan.
3. Kritik maupun saran dapat dituliskan pada catatan akhir lembar validasi

No.	Aspek yang dinilai	Skala yang dinilai				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian antara standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator pembelajaran dan instrumen penilaian					
2.	Kesesuaian antara instrumen penilaian dengan kemampuan berpikir kreatif					
3.	Ketepatan penggunaan instrumen penilaian berpikir kreatif					
4.	Penggunaan kriteria skoring					
5.	Keterbacaan instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif					
6.	Keefektifan instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif					
<b>PENILAIAN KESELURUHAN</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>

**Keterangan:**

- A : Tanpa revisi  
 B : Sedikit revisi  
 C : Banyak revisi  
 D : Sangat banyak revisi



E : Tidak dapat digunakan

**Catatan Validator:**

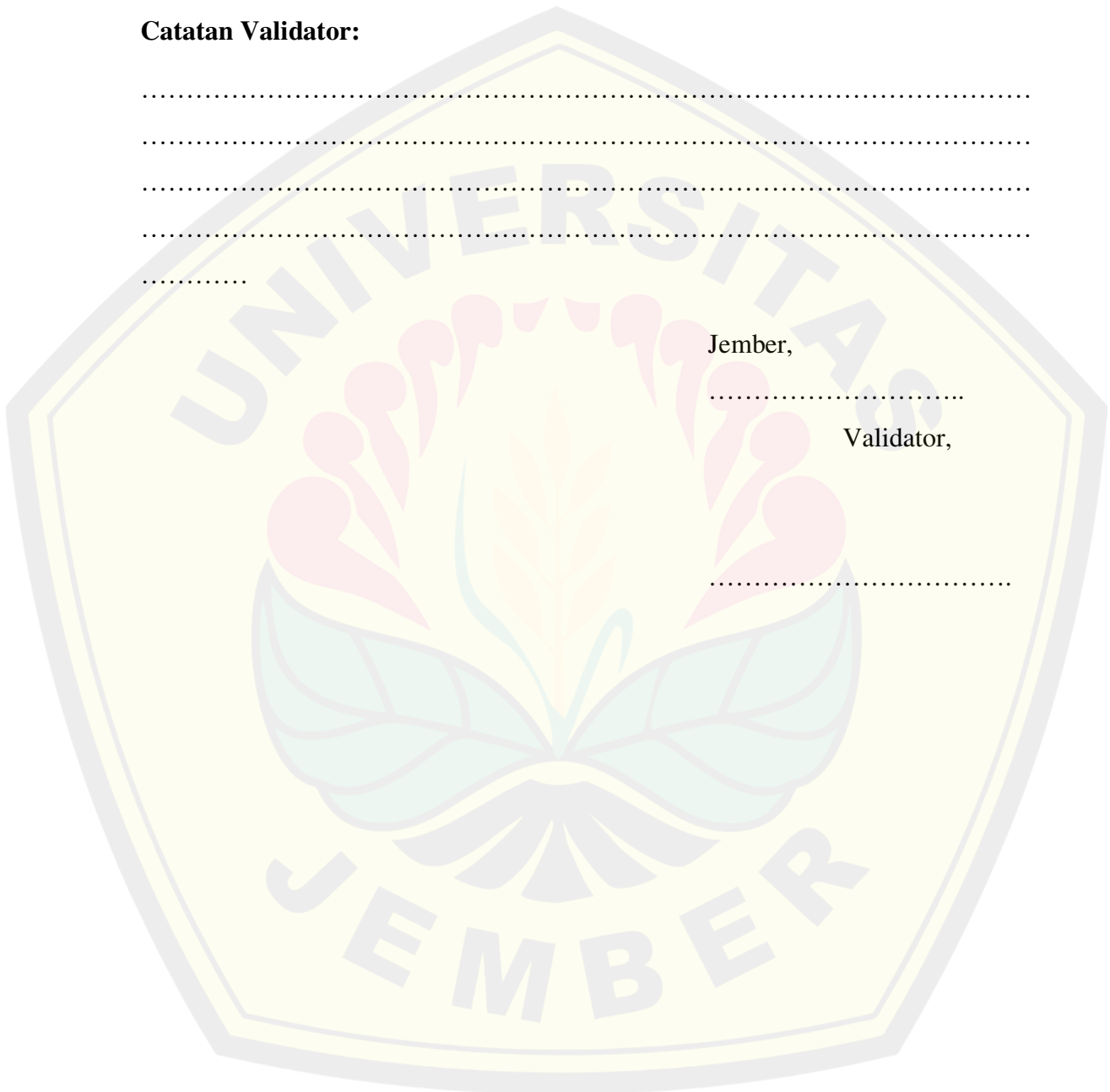
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Jember,

.....

Validator,

.....



## LAMPIRAN K. LEMBAR VALIDASI

## LAMPIRAN K. LEMBAR VALIDASI

## LEMBAR VALIDASI MODUL AJAR

Sekolah : SMAN 2 Bondowoso

Mata Pelajaran: Biologi

Pokok Bahasan: Ekosistem

Semester : Genap

**Petunjuk:**

- Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian (memvalidasi) beberapa aspek yang terdapat dalam Lembar Validasi Modul Ajar Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan Pendekatan STEM.
- Penilaian dapat dilakukan dengan memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom penilaian disebelah point pernyataan yang diberikan. Angka-angka tersebut dapat dinyatakan dengan pernyataan-pernyataan berikut:
  - : Sangat setuju (SS)
  - : Setuju (S)
  - : Cukup (C)
  - : Kurang setuju (KS)
  - : Tidak setuju (TS)
- Bapak/Ibu dapat memberikan saran-saran untuk perbaikan rencana pelaksanaan pembelajaran tersebut dibagian akhir lembar validasi

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN				
		1	2	3	4	5
<b>I</b>	<b>Identitas Mata Pelajaran</b>					
	1. Kelengkapan identitas mata pelajaran					✓
	2. Koefisien waktu yang dialokasikan untuk mencapai tujuan pembelajaran					✓
<b>II</b>	<b>Rumusan Tujuan/Indikator</b>					
	3. Kesesuaian rumusan tujuan dengan KI dan KD					✓
	4. Keterwakilan penggunaan kata kerja operasional yang dapat diukur					✓
	5. Keterwakilan KI dan KD					✓
	6. Ketercakupan karakter kreatif, kerjasama, dan rasa ingin tahu					✓
<b>III</b>	<b>Materi</b>					
	7. Keluasan materi sesuai dengan tujuan pembelajaran					✓
	8. Kesesuaian materi dengan tingkat kognitif siswa					✓
	9. Keruntutan materi yang diajarkan					✓
<b>IV</b>	<b>Metode Pembelajaran</b>					
	10. Kesesuaian metode pembelajaran yang digunakan dengan tujuan pembelajaran					✓
	11. Kesesuaian metode pembelajaran dengan materi pembelajaran					✓

	12. Kesesuaian metode pembelajaran dengan pengembangan karakter kreatif, kerjasama dan rasa ingin tahu					✓
<b>V</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>					
	13. Keterpaduan kegiatan pembelajaran dengan sintaks model <i>Project Based Learning</i> dengan Pendekatan STEM					✓
	14. Keruntutan langkah-langkah dalam kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintaks model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dengan Pendekatan STEM					✓
	15. Ketepatan alokasi waktu dengan kegiatan pembelajaran					✓
<b>VI</b>	<b>Pemilihan Media/Sumber Belajar</b>					
	16. Kesesuaian media dalam pencapaian tujuan pembelajaran					✓
	17. Kepraktisan dan kemudahan penggunaan media/sumber belajar					✓
	18. Kesesuaian penggunaan media/sumber belajar dengan tingkat perkembangan kognitif siswa					✓
<b>VII</b>	<b>Penilaian Hasil Belajar</b>					
	19. Ketepatan pemilihan teknik penilaian sesuai dengan tujuan pembelajaran					✓
	20. Kesesuaian butir instrumen penilaian dengan indikator tujuan pembelajaran					
<b>VIII</b>	<b>Kebahasaan</b>					
	21. Penggunaan kaidah bahasa Indonesia yang baik					✓
	22. Kemudahan pemahaman bahasa yang digunakan					✓
	23. Kejelasan penulisan dan bahasa yang digunakan					✓
<b>IX</b>	<b>Pengembangan Karakter</b>					
	24. Kesesuaian cara pengembangan karakter dengan model pembelajaran yang digunakan					✓
	25. Kemudahan pelaksanaan pengembangan karakter kreatif, kerjasama, kerja keras, dan rasa ingin tahu dalam kegiatan pembelajaran					✓


Penilaian Umum Lembar Validasi Modul Ajar Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> Berbasis Pendekatan STEM	A	B	C	D	E
Keterangan: A. Sangat siap digunakan tanpa revisi B. Dapat digunakan dengan revisi kecil C. Boleh digunakan dengan revisi sedang D. Sebaiknya tidak digunakan, karena revisi besar E. Tidak dapat digunakan		✓			

Saran-saran:

Belum tampak secara jelas dimana aplikasi pendekatan STEM nya. Sebaiknya perlu diberi keterangan agar orang lain bisa tau.

Jember, 19 Januari 2023

Validator,

  
Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd

## VALIDASI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Aspek	Penilaian Validator				
	1	2	3	4	5
<b>Format</b>					
1. Memiliki daya tarik					✓
2. Jenis dan huruf sesuai				✓	
3. Memiliki kesesuaian antara teks dengan gambar				✓	
<b>ISI</b>					
4. Kesesuaian dengan model belajar				✓	
5. Kebenaran isi materi dalam soal sesuai dengan indikator					✓
6. Kesesuaian tingkat kesulitan soal sesuai dengan jenjang pendidikan					✓
<b>BAHASA</b>					
7. Kejelasan Bahasa				✓	
8. Sifat kalimat komunikatif yang bersifat mudah dimengerti siswa					✓
9. Kesesuaian kalimat dengan usia berfikir siswa					✓
10. Menggunakan bahasa yang tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓	
<b>Penilaian Validasi Umum</b>					
Penilaian keseluruhan terhadap soal				✓	

## Keterangan:

- A : Tanpa revisi
- B : Sedikit revisi
- C : Banyak revisi
- D : Sangat banyak revisi
- E : Tidak dapat digunakan

**Catatan Validator:**

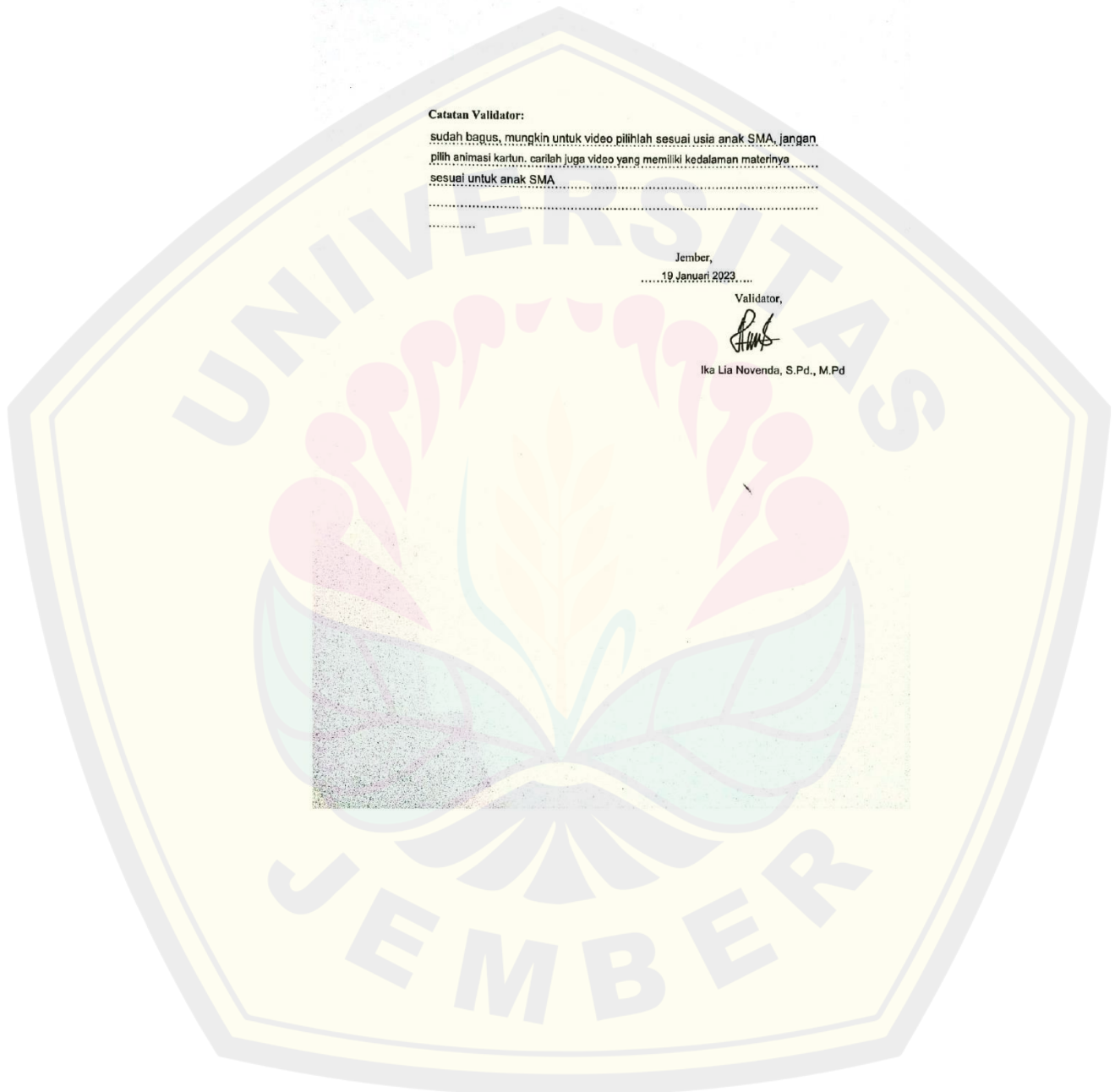
sudah bagus, mungkin untuk video pilihlah sesuai usia anak SMA, jangan  
pilih animasi kartun, carilah juga video yang memiliki kedalaman materinya  
sesuai untuk anak SMA

Jember,  
.....19 Januari 2023.....

Validator,



Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd



**LEMBAR VALIDASI PENILAIAN BERPIKIR KREATIF**

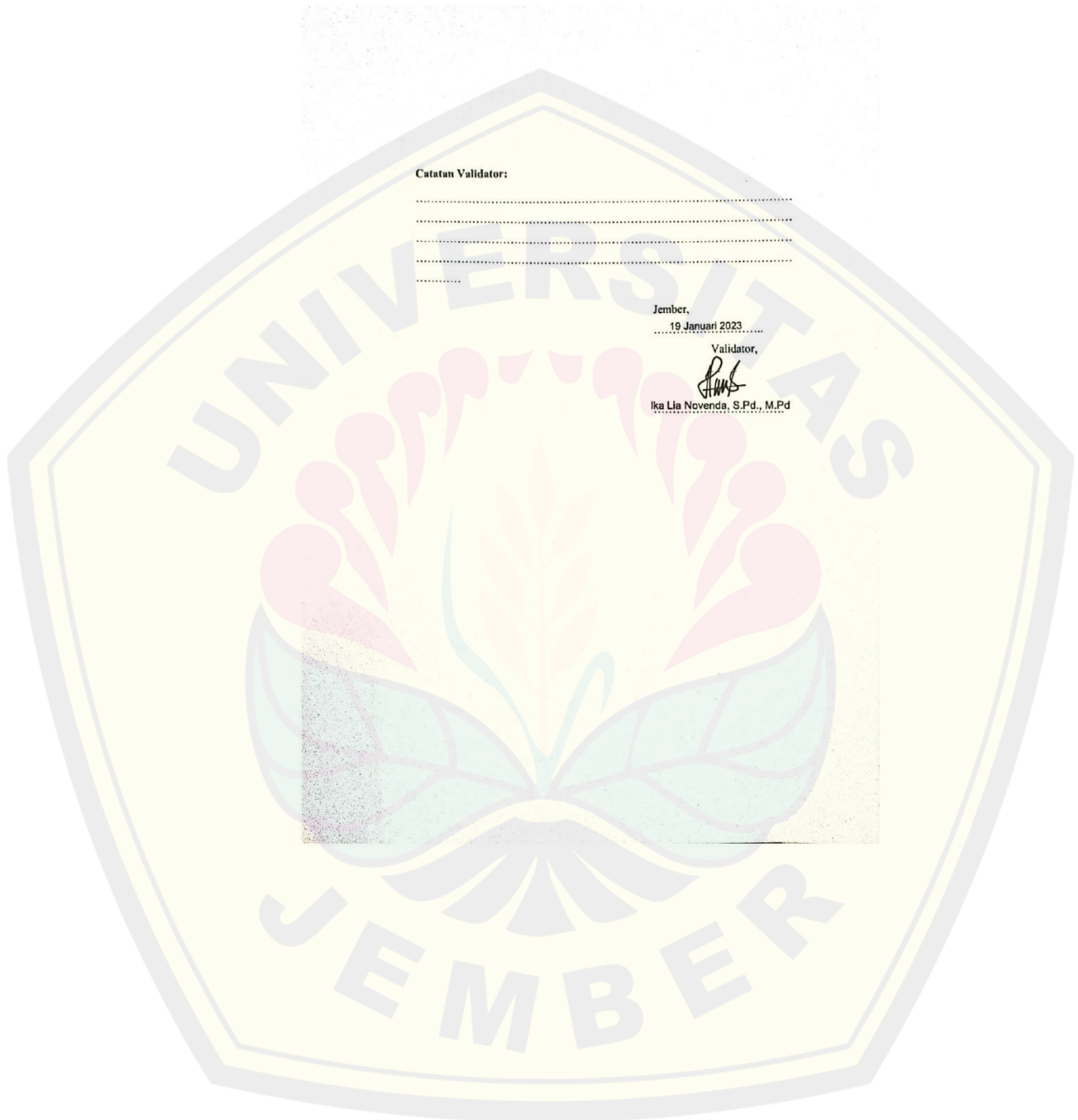
Nama : Cindi Rosita Desi  
 Judul Penelitian : Pengaruh Model *Project Based Learning* (Pjbl) berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA  
 Nama Sekolah : SMAN 2 Bondowoso  
 Mata Pelajaran : Biologi  
 Semester : 2  
 Petunjuk

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek yang terdapat dalam penilaian berpikir kreatif
2. Penilaian dapat dilakukan dengan memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom angka yang sebaris dengan pertanyaan yang telah diberikan.
3. Kritik maupun saran dapat dituliskan pada catatan akhir lembar validasi

No.	Aspek yang dinilai	Skala yang dinilai				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian antara standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator pembelajaran dan instrumen penilaian				✓	
2.	Kesesuaian antara instrumen penilaian dengan kemampuan berpikir kreatif				✓	
3.	Ketepatan penggunaan instrumen penilaian berpikir kreatif				✓	
4.	Penggunaan kriteria skoring				✓	
5.	Keterbacaan instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif				✓	
6.	Koefektifan instrumen penilaian kemampuan berpikir kreatif				✓	
<b>PENILAIAN KESELURUHAN</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>

**Keterangan:**

- A : Tanpa revisi  
 B : Sedikit revisi  
 C : Banyak revisi  
 D : Sangat banyak revisi  
 E : Tidak dapat digunakan



Catatan Validator:

.....  
.....  
.....  
.....

Jember,

19 Januari 2023

Validator,

Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd

**INSTRUMEN VALIDASI SOAL *PRE-TEST* DAN *POST-TEST***

Validator :  
Pekerjaan :

**Petunjuk**

- Bapak/Ibu mohon untuk memberikan penilaian pada beberapa aspek yang terdapat dalam Lembar Validasi Soal *Pre-test* dan *Post-test*
- Penilaian yang Bapak/Ibu lakukan cukup dengan memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom penilaian yang sebaris dengan pernyataan yang diberikan. Angka-angka tersebut dapat ditafsirkan dengan pernyataan-pernyataan berikut  
5 : Sangat setuju (SS)  
4 : Setuju (S)  
3 : Cukup (C)  
2 : Kurang setuju (KS)  
1 : Tidak setuju (TS)
- Kritik maupun saran dari Bapak/Ibu dapat dituliskan pada catatan akhir lembar validasi

No.	Aspek yang Dinilai	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					✓
2.	Bahasa yang digunakan mudah untuk dipahami					✓
3.	Soal sesuai dengan indikator yang harus dicapai siswa				✓	
4.	Pokok masalah dirumuskan dengan jelas				✓	
5.	Alokasi waktu yang diberikan telah mencukupi					✓
6.	Petunjuk untuk pengerjaan soal sudah jelas			✓		
7.	Soal terdiri dari C1-C5				✓	
8.	Soal tersusun dengan rapi					✓

Penilaian Umum Lembar Validasi Soal <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> Berbasis Pendekatan STEM	A	B	C	D	E
Keterangan: F. Sangat siap digunakan tanpa revisi G. Dapat digunakan dengan revisi kecil H. Boleh digunakan dengan revisi sedang I. Sebaiknya tidak digunakan, karena revisi besar J. Tidak dapat digunakan		✓			



Saran-saran:

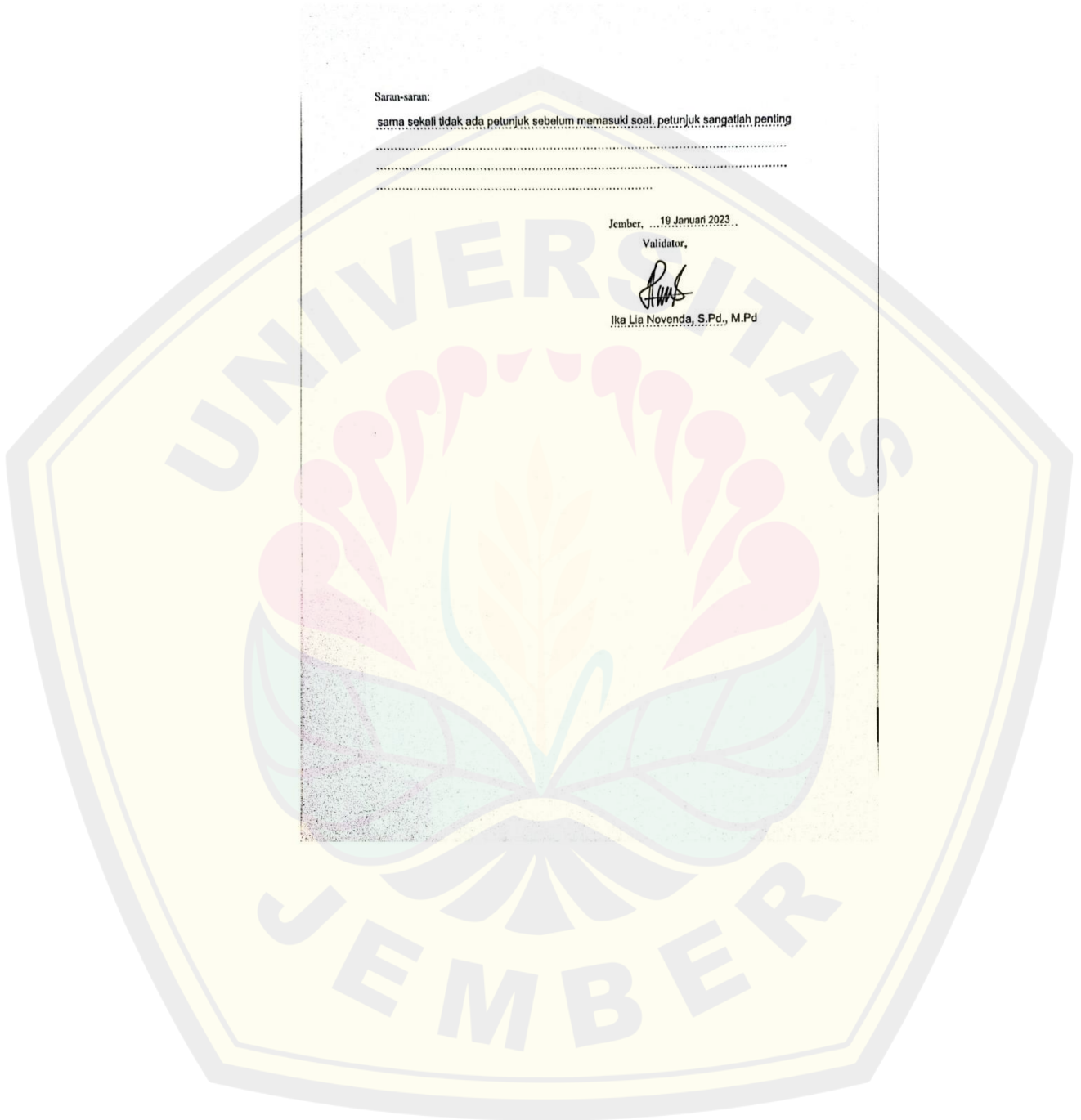
sama sekali tidak ada petunjuk sebelum memasuki soal. petunjuk sangatlah penting

Jember, ... 19 Januari 2023 ...

Validator,



Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd



**LAMPIRAN L. LEMBAR OBSERVASI**

**LEMBAR OBSERVASI  
KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN**

a. Kelas Eksperimen

Petunjuk:

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian beberapa aspek yang terdapat dalam Lembar Observasi Keterlaksanaan Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBl) dengan Pendekatan STEM.
2. Penilaian cukup dengan memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom penilaian yang sebaris dengan pernyataan yang diberikan.
3. Di bagian akhir Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan saran-saran untuk perbaikan pembelajaran tersebut.

No.	Aktivitas	Dilakukan	
		Ya	Tidak
1.	Guru memberi salam kepada siswa	✓	
2.	Guru mengecek absensi dan menanyakan kabar siswa	✓	
3.	Guru melakukan pembiasaan kondisi kelas	✓	
4.	Guru melakukan review singkat mengenai materi pada pertemuan sebelumnya	✓	
5.	Guru melaksanakan <i>pre-test</i> sebagai uji pemahaman siswa	✓	
6.	Guru memberikan motivasi terhadap materi yang akan dijelaskan melalui media gambar atau video kepada siswa	✓	
7.	Guru menggali rasa ingin tahu siswa dengan memberikan pertanyaan terkait dengan materi perubahan lingkungan yang akan disampaikan	✓	
8.	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	✓	
9.	Guru mengajak siswa merumuskan masalah dengan memberi pertanyaan yang merangsang pemikiran siswa, dan mendampingi siswa dalam menarik hipotesis	✓	
10.	Guru dapat mengondisikan keadaan kelas ketika siswa mulai ramai	✓	
11.	Guru meminta siswa untuk menggali informasi terkait dengan materi yang disampaikan dari berbagai media untuk melengkapi LKPD	✓	
12.	Guru mendampingi siswa membentuk kelompok diskusi	✓	
13.	Guru membimbing siswa dalam pembuatan rancangan proyek	✓	
14.	Guru menanyakan kepada siswa hasil diskusi setiap kelompok	✓	
15.	Guru mendampingi dan meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil rancangan kelompoknya	✓	
16.	Guru mengajak siswa meluruskan hasil diskusi sekaligus menarik kesimpulan	✓	
17.	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang aktif	✓	
18.	Guru menyiapkan sedikit ulasan materi tentang pertemuan selanjutnya	✓	
19.	Guru mengucapkan salam penutup	✓	

Saran-saran:

.....

.....

.....

Bondowoso,.....

Observer,

*[Signature]*

Uswa Ratika Sari, S.Pd

**LEMBAR OBSERVASI**  
**KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN**

a. Kelas Eksperimen

Petunjuk:

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian beberapa aspek yang terdapat dalam **Lembar Observasi Keterlaksanaan Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan Pendekatan STEM.**
2. Penilaian cukup dengan memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom penilaian yang sebaris dengan pernyataan yang diberikan.
3. Di bagian akhir Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan **saran-saran** untuk perbaikan pembelajaran tersebut.

No	Aktivitas	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Guru memberi salam kepada siswa				v	
2	Guru mengecek absensi dan menanyakan kabar siswa					v
3	Guru melakukan pembiasaan kondisi kelas				v	
4	Guru melakukan review singkat mengenai materi pada pertemuan sebelumnya				v	
5	Guru melaksanakan <i>pre-test</i> sebagai uji pemahaman siswa					v
6	Guru memberikan motivasi terhadap materi yang akan dijelaskan melalui media gambar atau video kepada siswa					
7	Guru menggali rasa ingin tahu siswa dengan memberikan pertanyaan terkait dengan materi perubahan lingkungan yang akan disampaikan				v	
8	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran					v
9	Guru mengajak siswa merumuskan masalah dengan memberi pertanyaan yang merangsang pemikiran siswa, dan mendampingi siswa dalam menarik hipotesis				v	
10	Guru dapat mengondisikan keadaan kelas ketika siswa mulai ramai				v	

11	Guru meminta siswa untuk menggali informasi terkait dengan materi yang disampaikan dari berbagai media untuk melengkapi LKPD				v	
12	Guru mendampingi siswa membentuk kelompok diskusi				v	
13	Guru membimbing siswa dalam pembuatan rancangan proyek				v	
14	Guru menanyakan kepada siswa hasil diskusi setiap kelompok					v
15	Guru mendampingi dan meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil rancangan kelompoknya					v
16	Guru mengajak siswa meluruskan hasil diskusi sekaligus menarik kesimpulan				v	
17	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang aktif				v	
18	Guru menyiapkan sedikit ulasan materi tentang pertemuan selanjutnya				v	
19	Guru menyebutkan materi di pertemuan berikutnya				v	
20	Guru mengucapkan salam penutup				v	

#### Pedoman Penilaian

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

$$\text{Nilai} = \frac{81}{100} \times 100 = 81\%$$

Bondowoso,

Observer,

Isma Atikah

**LEMBAR OBSERVASI**  
**KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN**

b. Kelas Eksperimen

Petunjuk:

4. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian beberapa aspek yang terdapat dalam **Lembar Observasi Keterlaksanaan Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan Pendekatan STEM.**
5. Penilaian cukup dengan memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom penilaian yang sebaris dengan pernyataan yang diberikan.
6. Di bagian akhir Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan **saran-saran** untuk perbaikan pembelajaran tersebut.

No	Aktivitas	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Guru memberi salam kepada siswa				v	
2	Guru mengecek absensi dan menanyakan kabar siswa					v
3	Guru melakukan pembiasaan kondisi kelas				v	
4	Guru melakukan review singkat mengenai materi pada pertemuan sebelumnya				v	
5	Guru melaksanakan <i>pre-test</i> sebagai uji pemahaman siswa					v
6	Guru memberikan motivasi terhadap materi yang akan dijelaskan melalui media gambar atau video kepada siswa					
7	Guru menggali rasa ingin tahu siswa dengan memberikan pertanyaan terkait dengan materi perubahan lingkungan yang akan disampaikan				v	
8	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran					v
9	Guru mengajak siswa merumuskan masalah dengan memberi pertanyaan yang merangsang pemikiran siswa, dan mendampingi siswa dalam menarik hipotesis				v	
10	Guru dapat mengondisikan keadaan kelas ketika siswa mulai ramai			v		
11	Guru meminta siswa untuk menggali informasi				v	

	terkait dengan materi yang disampaikan dari berbagai media untuk melengkapi LKPD				
12	Guru mendampingi siswa membentuk kelompok diskusi			v	
13	Guru membimbing siswa dalam pembuatan rancangan proyek			v	
14	Guru menanyakan kepada siswa hasil diskusi setiap kelompok				v
15	Guru mendampingi dan meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil rancangan kelompoknya				v
16	Guru mengajak siswa meluruskan hasil diskusi sekaligus menarik kesimpulan			v	
17	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang aktif				v
18	Guru menyiapkan sedikit ulasan materi tentang pertemuan selanjutnya			v	
19	Guru menyebutkan materi di pertemuan berikutnya			v	
20	Guru mengucapkan salam penutup				v

## Pedoman Penilaian

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

$$\text{Nilai} = \frac{82}{100} \times 100 = 82\%$$

Bondowoso,

Observer,

Angrilia Putri

**LEMBAR OBSERVASI**  
**KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN**

c. Kelas Eksperimen

Petunjuk:

7. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian beberapa aspek yang terdapat dalam **Lembar Observasi Keterlaksanaan Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan Pendekatan STEM.**
8. Penilaian cukup dengan memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom penilaian yang sebaris dengan pernyataan yang diberikan.
9. Di bagian akhir Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan **saran-saran** untuk perbaikan pembelajaran tersebut.

No	Aktivitas	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Guru memberi salam kepada siswa				v	
2	Guru mengecek absensi dan menanyakan kabar siswa					v
3	Guru melakukan pembiasaan kondisi kelas				v	
4	Guru melakukan review singkat mengenai materi pada pertemuan sebelumnya				v	
5	Guru melaksanakan <i>pre-test</i> sebagai uji pemahaman siswa					v
6	Guru memberikan motivasi terhadap materi yang akan dijelaskan melalui media gambar atau video kepada siswa				v	
7	Guru menggali rasa ingin tahu siswa dengan memberikan pertanyaan terkait dengan materi perubahan lingkungan yang akan disampaikan				v	
8	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran					v
9	Guru mengajak siswa merumuskan masalah dengan memberi pertanyaan yang merangsang pemikiran siswa, dan mendampingi siswa dalam menarik hipotesis				v	
10	Guru dapat mengondisikan keadaan kelas ketika siswa mulai ramai			v		
11	Guru meminta siswa untuk menggali informasi				v	

	terkait dengan materi yang disampaikan dari berbagai media untuk melengkapi LKPD				
12	Guru mendampingi siswa membentuk kelompok diskusi			v	
13	Guru membimbing siswa dalam pembuatan rancangan proyek			v	
14	Guru menanyakan kepada siswa hasil diskusi setiap kelompok				v
15	Guru mendampingi dan meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil rancangan kelompoknya				v
16	Guru mengajak siswa meluruskan hasil diskusi sekaligus menarik kesimpulan			v	
17	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang aktif			v	
18	Guru menyiapkan sedikit ulasan materi tentang pertemuan selanjutnya			v	
19	Guru menyebutkan materi di pertemuan berikutnya			v	
20	Guru mengucapkan salam penutup			v	

### Pedoman Penilaian

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

$$\text{Nilai} = \frac{84}{100} \times 100 = 84\%$$

Bondowoso,

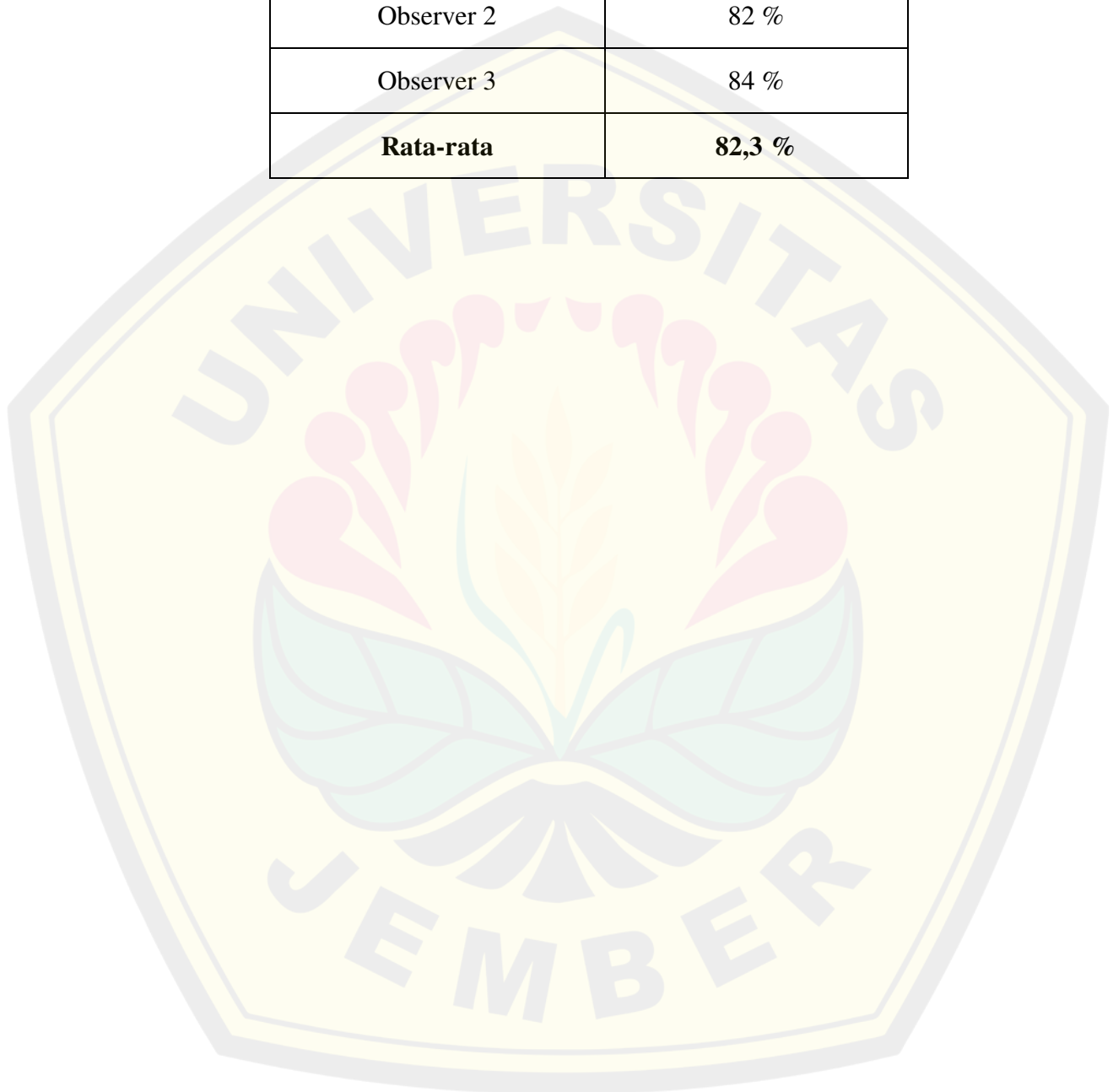
Observer

Hofidatul Maisaroh



**Rata-rata skor dari Observer terkait keterlaksanaan sintaks**

<b>Observer</b>	<b>Nilai</b>
Observer 1	81 %
Observer 2	82 %
Observer 3	84 %
<b>Rata-rata</b>	<b>82,3 %</b>



**LAMPIRAN M.1 PEDOMAN WAWANCARA GURU****PEDOMAN WAWANCARA**

## a. Pedoman Wawancara Untuk Guru

**1. Pengantar**

Kegiatan wawancara ini dilakukan untuk melengkapi data penelitian yang berjudul “Pengaruh Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA”. Dalam rangka itu, saya mohon izin untuk mewawancarai Saudara/i mengenai model pembelajaran di kelas.

**2. Identitas Guru Biologi**

Nama : Dewi Kartika Sari, S.Pd

Umur : 45 Tahun

Jenis Kelamin : Perempuan

Pendidikan Terakhir : S1

Masa Kerja : 20 tahun

**3. Petunjuk**

- a. Pedoman Pedoman kegiatan wawancara ini terdapat 8 pertanyaan
- b. Wawancara dilakukan oleh peneliti dengan guru biologi kelas X MIPA SMAN 2 Bondowoso
- c. Kegiatan wawancara ini dilakukan sebelum dan sesudah proses pembelajaran

**4. Wawancara Sebelum Penelitian**

- a. Apa kesulitan atau hambatan yang Ibu alami pada saat proses pembelajaran di kelas?

**Jawab:** *Kemampuan siswa belum nampak sepenuhnya karena masih menggunakan model konvensional*

- b. Apa saja model pembelajaran yang Ibu gunakan pada saat proses pembelajaran di kelas?

**Jawab:** *Model konvensional seperti ceramah dan tanya jawab*

- c. Bagaimana pendapat Ibu mengenai keterampilan berpikir kreatif siswa dalam proses pembelajaran di kelas?

**Jawab:** *Siswa cenderung pasif apabila tidak ditanya oleh guru dan monoton dalam menjawab sesuatu karena sering ikut-ikutan jawaban siswa lainnya*

- d. Bagaimana hasil belajar yang dicapai siswa menggunakan model pembelajaran yang Ibu gunakan?

**Jawab:** *Ada yang di atas KKM tetapi juga tidak sedikit yang di bawah KKM*

### 5. Wawancara Setelah Penelitian

- a. Bagaimana menurut pendapat Ibu mengenai keefektifan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM?

**Jawab:** *Sangat membantu, siswa terlihat lebih aktif dan lebih mandiri dalam mencari solusi dari masalah terkait kehidupan sehari-hari*

- b. Apakah model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM sesuai dengan materi ekosistem?

**Jawab:** *Sesuai, karena Project Based Learning ini berbasis proyek sehingga membantu anak-anak memecahkan masalah yang terjadi di ekosistem dengan suatu hal baru*

- c. Apakah model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM dapat mengatasi kesulitan siswa dalam mempelajari materi ekosistem?

**Jawab:** *Cukup membantu, karena melalui kegiatan proyek ini siswa lebih mudah dalam memahami materi dan aktif mengungkapkan gagasan serta ide dalam berkegiatan*

- d. Saran apa yang bisa Ibu berikan mengenai model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM.

**Jawab:** *Mungkin dapat di kolaborasikan dengan model ataupun pendekatan lain dan disesuaikan dengan kebutuhan materi.*

**LAMPIRAN M.2 PEDOMAN WAWANCARA SISWA****PEDOMAN WAWANCARA**

## b. Pedoman Wawancara Untuk Siswa

**1. Pengantar**

Kegiatan wawancara ini dilakukan untuk melengkapi data penelitian yang berjudul “Pengaruh Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA”. Dalam rangka itu, saya mohon izin untuk mewawancarai Saudara/i mengenai model pembelajaran di kelas.

**2. Identitas Siswa**

Nama : Bagus Kurniawan

Umur : 16 Tahun

Jenis Kelamin : Laki-Laki

**3. Petunjuk**

- a. Pedoman kegiatan wawancara ini terdapat 8 pertanyaan
- b. Wawancara dilakukan oleh peneliti dengan siswa biologi kelas X MIPA SMAN 2 Bondowoso
- c. Kegiatan wawancara dilakukan sebelum dan sesudah proses pembelajaran

**4. Wawancara Sebelum Penelitian**

- a. Model pembelajaran seperti apa yang telah anda dapatkan dari proses pembelajaran di kelas selama ini?

**Jawab:** *Mendengarkan dan tanya jawab dari guru*

- b. Bagaimana hasil atau nilai yang anda peroleh pada Ulangan Akhir Sekolah (UAS) pada semester ganjil?

**Jawab:** *Pas KKM*

- c. Apa saja kendala yang anda hadapi selama proses pembelajaran di kelas?

**Jawab:** *Ada beberapa materi yang cukup sulit diingat, terkadang juga kurang paham dengan penjelasan guru*

- d. Menurut anda apakah pembelajaran biologi yang selama ini berlangsung di kelas itu menyenangkan?

**Jawab:** *Biasa saja, kadang membosankan*

#### 5. Wawancara Sesudah Penelitian

- a. Apakah model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM lebih berhasil menyenangkan dari pada pembelajaran konvensional?

**Jawab:** *Menjadi lebih seru, karena di awal ada penjelasan terlebih dahulu jadi membuat saya tertarik untuk terus mendengarkan*

- b. Menurut anda, apakah model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM efektif dalam membantu dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi pada saat kegiatan pembelajaran di kelas?

**Jawab:** *Iya, karena siswa menjadi lebih berperan aktif baik dalam berdiskusi terkait gagasan masing-masing*

- c. Apakah keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar anda dapat meningkat setelah menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM?

**Jawab:** *Iya, karena terdapat proyek yang dilakukan bersama dan sebelum memulai proyek siswa perlu berdiskusi untuk mendapatkan solusi dari masalah yang dihadapi sehingga terbentuk lebih banyak diskusi dan tukar pendapat*

- d. Apa saja kendala yang anda hadapi selama diterapkannya model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM pada pembelajaran anda?

**Jawab:** *Keterbatasan jam pelajaran karena waktunya singkat sehingga seringkaliterburu-buru*

## LAMPIRAN N. SURAT IZIN PENELITIAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121  
Telepon 0331-334988, 330738 Fax 0331-332475  
Laman <http://kip.unej.ac.id> e-mail [kip@unej.ac.id](mailto:kip@unej.ac.id)

Nomor : 508 /UN.25.1.5/LT/2023  
Lampiran :  
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

12 JAN 2023

Yth. Kepala Sekolah  
SMA Negeri 2 Bondowoso  
di Bondowoso

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah

ini: Nama : Cindi Rosita Desi  
Nim : 170210103100  
Jurusan : Pendidikan MIPA  
Program Studi : Pendidikan iologi  
Rencana Penelitian : Januari 2023

Berkenaan dengan penyelesaian studinya dengan judul "Pengaruh Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA", mahasiswa tersebut bermaksud melaksanakan penelitian di sekolah yang Saudara pimpin. Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terimakasih.

*Ace*  
*Wahid Kuntad*  
*Wahid Kuntad*  
*Wahid Kuntad*



Prof. Dr. H. Dedi Prasetyo, Ph.D  
NIP. 19650601 199302 1 001



Dipindai dengan CamScanner

**LAMPIRAN O. DOKUMENTASI**



Kegiatan Pembelajaran di Kelas



Kegiatan siswa dalam membuat Aquaponik







**LAMPIRAN P.1 UJI T-TEST KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA**

Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Keterampilan Berpikir Kreatif	Equal variances assumed	.087	.769	8.350	56	.000	9.207	1.103
	Equal variances not assumed			8.350	53.645	.000	9.207	1.103

**LAMPIRAN P.2 UJI ANAKOVA HASIL BELAJAR KOGNITIF****Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Post-Test

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1506.320 <sup>a</sup>	2	753.160	17.610	.000
Intercept	5987.516	1	5987.516	139.996	.000
Pretest	1214.941	1	1214.941	28.407	.000
Kelas	801.178	1	801.178	18.733	.000
Error	2352.301	55	42.769		
Total	306550.000	58			
Corrected Total	3858.621	57			

a. R Squared = .390 (Adjusted R Squared = .368)