



REPUBLIK INDONESIA KEMENTERIAN HUKUM DAN
HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202000402, 6 Januari 2020
Pencipta

Nama : **Muhammad Anno Suwarno, M.Kom, Dr. Sularso Budilaksono, M.Kom, , dkk**

Alamat : Jl. Suren I No.2, RT/RW : 002/006 , Kel: Rawa Barat , Kec: Kebayoran Baru, Jakarta, Dki Jakarta, 12180

Kewarganegaraan : Indonesia
Pemegang Hak Cipta

Nama : **Muhammad Anno Suwarno, M.Kom, Dr. Sularso Budilaksono, M.Kom, , dkk**

Alamat : Jl. Suren I No.2, RT/RW : 002/006 , Kel: Rawa Barat , Kec: Kebayoran Baru, Jakarta, 7, 12180

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Unit Pembelajaran STEAM Terintegrasi Pbl Pada Materi Sma Kelas Xi Pada Lintas Mata Pelajaran Biologi, Kimia, Ekonomi Dan Prakarya Topik Pembuatan Mesin Penetas Telur**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 6 Januari 2020, di Jakarta

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000173746

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL




Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Muhammad Anno Suwarno, M.Kom	Jl. Suren I No.2, RT/RW : 002/006 , Kel: Rawa Barat , Kec: Kebayoran Baru
2	Dr. Sularso Budilaksono, M.Kom	Jl.Srinindito VI No.2 , RT/RW: 007/001 , Kel: Ngemplaksimongan , Kec: Semarang Barat
3	Drs. Lambas , M.Sc	L. S.Indaragiri III Blok R No.565 , RT/RW : 012 / 001 , Kel:Semper Barat , Kec: Cilincing
4	Eko Hadi Prayitno, S.Pd., M.Pd, ACA	Komp. PT HII B/44 , RT/RW : 004/005 , Kel: Kelapa Gading Timur , Kec: Kelapa Gading
5	Drs. Ahmad Rosadi, M.Kom	Jl.Borobudur Raya D.41, RT/RW: 012/010 , Kel: Bintara , Kec: Bekasi Barat
6	Atep Kartiansyah, S.Pd	Pondok Ungu Permai JL. Melati VI Blok B.3 No.13 , RT/RW: 009/008 , Kel: Kaliabang Tengah , Kec: Bekasi Utara

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Muhammad Anno Suwarno, M.Kom	Jl. Suren I No.2, RT/RW : 002/006 , Kel: Rawa Barat , Kec: Kebayoran Baru
2	Dr. Sularso Budilaksono, M.Kom	Jl.Srinindito VI No.2 , RT/RW: 007/001 , Kel: Ngemplaksimongan , Kec: Semarang Barat
3	Drs. Lambas , M.Sc	Jl. S.Indaragiri III Blok R No.565 , RT/RW : 012 / 001 , Kel:Semper Barat , Kec: Cilincing
4	Eko Hadi Prayitno, S.Pd., M.Pd, ACA	Komp. PT HII B/44 , RT/RW : 004/005 , Kel: Kelapa Gading Timur , Kec: Kelapa Gading
5	Drs. Ahmad Rosadi, M.Kom	Jl.Borobudur Raya D.41, RT/RW: 012/010 , Kel: Bintara , Kec: Bekasi Barat
6	Atep Kartiansyah, S.Pd	Pondok Ungu Permai JL. Melati VI Blok B.3 No.13 , RT/RW: 009/008 , Kel: Kaliabang Tengah , Kec: Bekasi Utara



Penyusun :

Muhammad Anno Suwarno, S.Kom. M.Kom.

Dr. Sularso Budilaksono, M.Kom.

Dr. Lambas, M.Sc.

Eko Hadi Prayitno, S.Pd. M.Pd. ACA.

Drs. Ahmad Rosadi, M.Kom.

Atep Kartiansyah, S.Pd.

Atep Rian Nurhadi, M.Pd. (SMAN 8 Bandung)

Dida Firgiawan, M.Pd. (SMAN 8 Bandung)

Hj. Apon Purnamasari, S.Pd. M.Pd. (SMAN 8 Bandung)

Neli Siti Aisah, S. Pd. (SMAN 8 Bandung)

**UNIT PEMBELAJARAN STEAM
TERINTEGRASI PBL PADA MATERI SMA
KELAS XI PADA LINTAS MATA
PELAJARAN BIOLOGI, KIMIA, EKONOMI
DAN PRAKARYA TOPIK PEMBUATAN
MESIN PENETAS TELUR**

Editor :

Dr. Drs. Indro Moerdisuroso, M.Sn.

Penerbit :



Jakarta

**Unit Pembelajaran STEAM
Terintegrasi Pbl Pada Materi Sma Kelas Xi Pada Lintas Mata
Pelajaran Biologi, Kimia, Ekonomi Dan Prakarya Topik Pembuatan
Mesin Penetas Telur**

Penyusun : **Muhammad Anno Suwarno, S.Kom. M.Kom.
Dr. Sularso Budilaksono, M.Kom.
Dr. Lambas, M.Sc.
Eko Hadi Prayitno, S.Pd. M.Pd. ACA.
Drs. Ahmad Rosadi, M.Kom.
Atep Kartiansyah, S.Pd.
Atep Rian Nurhadi, M.Pd. (SMAN 8 Bandung)
Dida Firgiawan, M.Pd. (SMAN 8 Bandung)
Hj. Apon Purnamasari, S.Pd. M.Pd. (SMAN 8
Bandung)
Neli Siti Aisah, S. Pd. (SMAN 8 Bandung)**

Desain Cover : **Agung Mashudi, S.Pd.**

Editor : **Dr. Drs. Indro Moerdisuroso, M.Sn.**

Cetakan Pertama, Desember, 2019

Unit Pembelajaran STEAM Terintegrasi PBL Pada Materi SMA Kelas XI
Pada Lintas Mata Pelajaran Biologi, Kimia, Ekonomi Dan Prakarya Topik
Pembuatan Mesin Penetas Telur

iv, 57 hlm, 21 cm; Times New Roman 12

Hak Cipta dilindungi Undang-undang. Dilarang memperbanyak atau
memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun,
baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy,
merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis
dari Penerbit dan Penulis.

Dicetak oleh UNJ Press

ISBN :

ISBN 978-623-7518-15-0



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga tim penyusun dari Tim Peneliti dan Pengembangan Model Pembelajaran STEAM terintegrasi dengan pembelajaran berbasis masalah (*Problem-Based Learning*) yang mendapat tugas dari Balitbang Kemdikbud dapat menyelesaikan penulisan Unit Pembelajaran Eksplorasi Aktivitas STEAM (*Science, Technology, Engineering, Animation and Mathematics*) terintegrasi dengan PBL (*Problem-Based Learning*).

Unit Pembelajaran Eksplorasi Aktivitas STEAM terintegrasi dengan PBL ini disusun sebagai pedoman bagi guru yang mencoba menerapkan Pembelajaran Berbasis STEAM terintegrasi dengan PBL pada Kurikulum 2013 pada siswa SMK kelas X, XI, serta XII. Kami berharap Unit Pembelajaran Eksplorasi Aktivitas STEAM terintegrasi PBL ini dapat digunakan oleh guru dan siswa peserta uji coba unit pembelajaran ini untuk meningkatkan kompetensi dan pengetahuan mereka dalam mengajar mata pelajaran.

Tim penyusun menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan Unit Pembelajaran Eksplorasi Aktivitas STEAM terintegrasi PBL. Oleh karena itu, kritik dan saran terhadap penyempurnaan Unit Pembelajaran Eksplorasi Aktivitas STEAM terintegrasi PBL ini sangat diharapkan.

Jakarta, November 2019

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	5
A. Penjelasan Umum.....	5
B. Deskripsi Unit Pembelajaran.....	7
C. Pengembangan Penguatan Pendidikan Karakter	8
D. Unit Pembelajaran STEAM PBL dengan pendekatan EDP.....	8
BAB II.....	11
Pembelajaran Dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, Animation, And Mathematics (Steam) Melalui Problem Based Learning (Pbl).....	11
A. Pembelajaran STEAM pada topik “Mesin Penetas Telur”	11
B. Tahapan Pembelajaran dengan pendekatan STEAM	16
C. Skenario Pembelajaran	20
D. Sumber Belajar	23
E. Alat dan Bahan.....	23
BAB III PENILAIAN	25
A. Penilaian Sikap.....	25
B. Penilaian Pengetahuan.....	25
C. Penilaian Keterampilan.....	26
B. Penilaian Pengetahuan.....	27
C. Penilaian Keterampilan.....	42
D. Lembar penilaian 4 C	43
BAB IV PENUTUP	46
Daftar Pustaka	
Lampiran	

BAB I PENDAHULUAN

A. Penjelasan Umum

Belajar adalah suatu bentuk pertumbuhan dan perubahan dalam diri seseorang yang dinyatakan dengan cara-cara bertingkah laku yang baru berdasarkan pengalaman dan latihan. Belajar merupakan suatu ciri khas manusia yang dapat dibedakan dengan makhluk hidup lain. Belajar yang dilakukan manusia merupakan bagian dari hidupnya, berlangsung seumur hidup, kapan saja, dan dimana saja, baik di sekolah, di kelas, di jalanan dalam waktu yang tak dapat ditentukan sebelumnya.

Proses belajar mengajar adalah suatu proses yang mengandung serangkaian perbuatan guru dan siswa atas dasar hubungan timbal balik yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan tertentu. Pada proses belajar mengajar ini terjadi komunikasi dua arah dalam mempelajari suatu materi pelajaran, pertama adalah mengajar yang dilakukan oleh pihak guru sebagai pendidik, kedua adalah belajar yang dilakukan oleh siswa atau peserta didik.

STEM adalah akronim dari *science, technology, engineering, dan mathematics*. Kata STEM diluncurkan oleh National Science Foundation AS pada tahun 1990-an sebagai tema gerakan reformasi pendidikan dalam keempat bidang disiplin tersebut untuk menumbuhkan angkatan kerja bidang-bidang STEM, mengembangkan warga negara yang melek STEM, serta meningkatkan daya saing global AS dalam inovasi iptek (Hanover Research, 2011). Gerakan reformasi pendidikan STEM ini didorong oleh laporan-laporan studi yang menunjukkan terjadi kekurangan kandidat untuk mengisi lapangan kerja dalam bidang-bidang STEM, tingkat iliterasi yang signifikan dalam masyarakat tentang isu-isu terkait STEM, serta posisi capaian siswa sekolah menengah AS dalam TIMSS dan PISA (Roberts, 2012). Dewasa ini, komitmen AS terhadap gerakan pendidikan STEM diwujudkan dalam bentuk dukungan anggaran dari pemerintah, dukungan kepakaran dari banyak perguruan tinggi, serta dukungan teknis dari dunia industri, bagi pengembangan dan implementasi pendidikan STEM.

Sejauh ini, gerakan pendidikan STEM telah bergema di berbagai negara, baik negara maju maupun negara berkembang, yang memandang pendidikan STEM sebagai jalan keluar bagi masalah kualitas SDM dan daya saing masing-masing negara. Oleh sebab itu, R & D dalam

pendidikan STEM menjadi tema yang semakin mendominasi wacana dalam konferensi dan publikasi ilmiah internasional dalam bidang pendidikan. Kesadaran akan pentingnya pendidikan STEM mulai muncul di kalangan pakar pendidikan di Indonesia, sehingga banyak kelompok studi di perguruan tinggi melakukan penelitian dan pengembangan pendidikan STEM. Tesis dan disertasi dalam bingkai pendidikan STEM pun kini mulai bermunculan. Paparan selanjutnya dalam makalah ini mengetengahkan konsep dan pengembangan pembelajaran dengan *framework* pendidikan STEM, serta peluang penelitian dan pengembangan dalam tema pendidikan STEM dalam konteks Indonesia.

Problem Based Learning yang sering disebut dengan PBL adalah salah satu pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan cara menghadapkan para peserta didik tersebut dengan berbagai masalah yang dihadapi dalam kehidupannya. Pembelajaran PBL adalah cara penyajian bahan pelajaran dengan menjadikan masalah sebagai titik tolak pembahasan untuk dianalisis dan disintesis dalam usaha mencari pemecahan atau jawaban oleh siswa. Dengan demikian, PBL adalah sebuah metode pembelajaran yang memfokuskan pada pelacakan akar masalah dan upaya pemecahan masalah tersebut (Liu et al. 2012).

Pembelajaran sains berbasis pembelajaran STEM menuntut pergeseran metode penilaian, dari penilaian konvensional yang bertumpu pada ujian, dengan tes ke arah penilaian otentik yang bertumpu pada penilaian kinerja. Penilaian kinerja dengan menggunakan rubrik yang terancang baik perlu dilakukan guru, teman, serta peserta didik sendiri terhadap kinerja peserta didik selama aktivitas belajar serta produk hasil kerja kolaboratif untuk mengungkap ketercapaian standar hasil pembelajaran (Kelley and Knowles 2016).

Kebaruan bidang yang dikembangkan dalam unit pembelajaran untuk siswa SMA terutama Kelas XI ini meliputi :

1. Memadukan *Problem-Based Learning* dengan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Animation and Mathematics*) sehingga ada unsur animasi dalam STEM. Peneliti sebelumnya hanya pada paduan *Problem Based Learning* dan STEM saja.
2. Model pembelajaran diterapkan pada mata pelajaran yang melibatkan multidisiplin ilmu pada siswa SMA Kelas XI. Pada penelitian sebelumnya hanya pada satu mata pelajaran saja.

B. Deskripsi Unit Pembelajaran

Unit pembelajaran STEAM ini disusun sebagai pedoman bagi guru dalam mengembangkan perencanaan pembelajaran, pelaksanaan dan penilaian. Paket pedoman guru memuat deskripsi umum kegiatan pembelajaran dan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Komponen RPP terdiri dari desain pembelajaran dengan pendekatan STEM, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, kemampuan prasyarat, pengembangan penguatan pendidikan karakter, analisis materi, skenario pembelajaran (pendekatan, model, metode, serta deskripsi kegiatan), sumber belajar, alat dan bahan, serta penilaian. Lampiran RPP berupa lembar kerja siswa serta instrumen penilaian.

Keterampilan abad 21 yang dikembangkan melalui pembelajaran dengan pendekatan STEAM meliputi berpikir kritis, kreatif, komunikatif dan kolaboratif. Contoh berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikatif dan kolaboratif dirinci sebagai berikut:

1) Berpikir Kritis dan memecahkan masalah

Peserta didik berusaha untuk memberikan penalaran yang masuk akal dalam memahami dan membuat pilihan yang rumit, memahami interkoneksi antara sistem dalam memberikan solusi bagi masalah yang muncul. Peserta didik juga menggunakan kemampuan yang dimilikinya untuk berusaha menyelesaikan permasalahan yang dihadapinya dengan mandiri, serta kemampuan untuk menyusun dan mengungkapkan, menganalisa, dan menyelesaikan masalah.

2) Berpikir kreatif dan inovatif

Peserta didik memperoleh sarana untuk mengembangkan, melaksanakan, dan menyampaikan gagasan-gagasan baru kepada peserta didik yang lain, bersikap terbuka, dan responsif terhadap perspektif baru dan berbeda pada saat diskusi.

3) Kolaboratif

Pembelajaran secara berkelompok dan kooperatif melatih peserta didik untuk berkolaborasi dan bekerjasama. Hal ini juga untuk menanamkan kemampuan bersosialisasi dan mengendalikan ego serta emosi. Dengan demikian, melalui kolaborasi akan tercipta kebersamaan, rasa memiliki, tanggungjawab, dan kepedulian antaranggota.

4) Komunikatif

Peserta didik diberikan kesempatan menggunakan kemampuannya untuk mengutarakan ide-idenya, baik itu pada saat berdiskusi dengan teman-temannya, ketika menyelesaikan masalah dari

pendidikannya, dan menyampaikan hasil proyeknya kepada teman-temannya.

C. Pengembangan Penguatan Pendidikan Karakter

- 1) Religius: Menunjukkan rasa syukur terhadap kebesaran Tuhan YME atas adanya keteraturan, ketidakberaturan (unik) dan keseimbangan sehingga terciptanya berbagai produk untuk kehidupan sehari-hari;
- 2) Nasionalisme: disiplin dalam melakukan praktikum dan mengumpulkan tugas proyek. Cinta tanah air dan menjaga lingkungan dengan menggunakan bahan-bahan praktikum secukupnya dan membuang limbah praktikum pada tempatnya;
- 3) Gotong Royong: Bekerjasama dalam melakukan praktikum dan diskusi pemecahan masalah dalam merancang kursi berkaki satu; Toleransi terhadap berbagai pendapat yang muncul saat berdiskusi; Proaktif dalam kegiatan diskusi untuk memecahkan masalah;
- 4) Mandiri: Menunjukkan perilaku rasa ingin tahu, disiplin, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, dan komunikatif dalam merancang dan membuat purwa rupa kursi inovatif;
- 5) Integritas: Jujur dalam melaporkan data praktikum dan tanggung jawab dalam melaporkan tugas proyek.

D. Unit Pembelajaran STEAM PBL dengan pendekatan EDP

Pada tahap ini tim peneliti mempelajari beberapa referensi tentang pembelajaran STEM dan beberapa jurnal yang terkait dengan penelitian STEM. STEM merupakan akronim dari *science, technology, engineering* dan *mathematics*. Dalam **proses pembelajaran**, STEM merupakan suatu **pendekatan pembelajaran** dimana di dalamnya ada **integrasi** antara keempat subjek tersebut yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Masalah dalam kehidupan sehari-hari dapat digali dan dikembangkan sebagai bahan masukkan untuk pembelajaran ini.

Untuk dapat mengembangkan model pembelajaran STEAM PBL yang diusulkan oleh tim peneliti, tahapan yang diperoleh dari literatur referensi adalah sbb :

1. Menentukan topik yang memuat isu yang harus dipecahkan.
2. Menganalisa konsep sains dan matematika yang perlu diintegrasikan.
3. Menguji apakah ada proses EDP (*Engineering Design Process*) pada pembelajaran sebagai tahapan proses pemecahan masalah.

4. Memeriksa apakah kegiatan ini memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Model Pembelajaran STEM mempunyai banyak variasi, yaitu pembelajaran STEM dengan pendekatan EDP, pembelajaran STEM dengan pendekatan PjBL (*Project Based-Learning* dengan tokoh Lucas), PjBL STEM dengan tokohnya Laboy-Rush dan 5E (dengan tokohnya Bybee). Model pembelajaran STEM dengan pendekatan EDP terdiri dari 8 langkah yaitu :

1. **Define the problem** : menetapkan problem
2. **Research** : meneliti dan mengumpulkan informasi
3. **Imagine** : membayangkan kemungkinan pemecahan masalah
4. **Plan** : merencanakan desain pemecahan masalah
5. **Create** : membuat solusi atau produk
6. **Test and evaluate** : menguji dan mengevaluasi solusi atau produk
7. **Redesign** : mendesain ulang solusi atau produk
8. **Communicate** : mengkomunikasikan dengan tim atau orang lain.

Contoh:

Unit Pembelajaran Elektroplating yang terdiri dari topik-topik atau isu sebagai berikut: Proses dan alat elektroplating, desain proses elektroplating, pembuatan set alat elektroplating, uji coba proses elektroplating, kalkulasi biaya elektroplating dan dampak limbah elektroplating. Jika model pembelajaran elektroplating menggunakan pendekatan EDP, maka tiga langkah pendekatan EDP misal adalah sebagai berikut :

1. **Define the problem.**

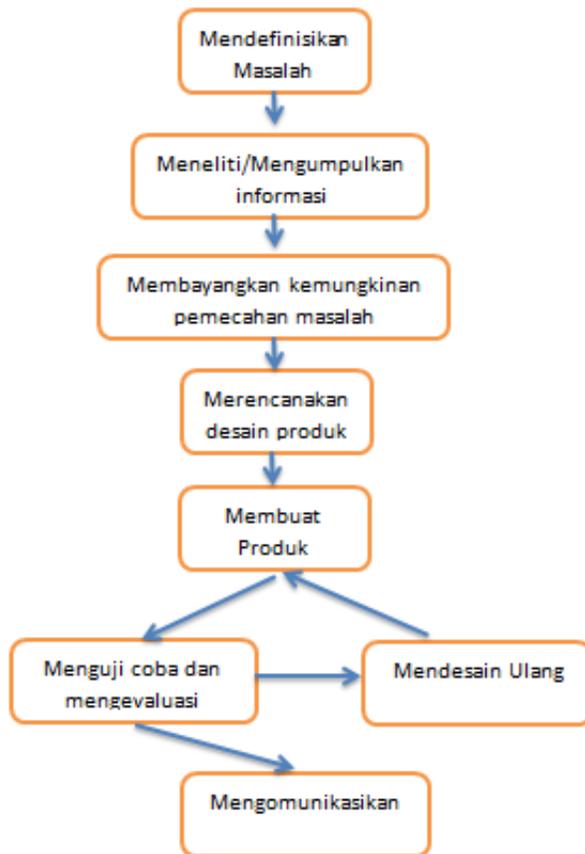
Peserta didik dalam kelompok dihadapkan pada masalah tentang elektroplating atau tantangan bagaimana melakukan elektroplating dan membuat set alat elektroplating yang efektif dan efisien

2. **Research.**

peserta didik mengumpulkan informasi masalah elektroplating yang telah dikumpulkan selama tahap *Empathize*, selanjutnya melakukan analisis dan sintesis untuk menentukan masalah inti.

3. **Imagine.**

peserta didik menggunakan apa yang dipelajari pada tahap *Research*, kemudian bertukar pikiran tentang rancangan proses dan alat set elektroplating



Gambar 1. *Flowchart* proses EDP

BAB II

Pembelajaran Dengan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Animation, And Mathematics (STEAM) Melalui Problem Based Learning (PBL)*

A. Pembelajaran STEAM pada topik “Mesin Penetas Telur”

Pembelajaran STEAM pada topik kimia “Pengaruh Suhu terhadap Laju Reaksi”, biologi “Pertumbuhan dan Perkembangan pada Hewan”, ekonomi “Keseimbangan Pasar dan Elastisitas Harga”, dan prakarya “budidaya unggas petelur” mengangkat topik inovasi kreatif pembuatan Mesin Penetas Telur sebagai aplikasi yang tepat lintas mata pelajaran kimia, biologi, ekonomi, dan prakarya. Desain inovatif merupakan hal yang penting dalam pembuatan suatu karya yang sangat memungkinkan penggunaan konsep-konsep pada mata pelajaran sains, teknologi, enjiniring, animasi dan matematika (STEAM). Desain inovatif kreatif pembuatan Mesin Penetas Telur diharapkan dapat memfasilitasi siswa untuk mampu menerapkan konsep pengaruh suhu terhadap laju penetasan telur, pertumbuhan dan perkembangan ayam dalam telur, evaluasi proses budidaya unggas petelur, serta keseimbangan pasar dan elastesis penjualan.

Integrasi pengetahuan STEAM pada topik “**Mesin Penetas Telur**”

- Sains: Pengetahuan sains yang diperoleh peserta didik terdiri dari analisis pengaruh suhu terhadap laju penetasan telur, suhu optimum, pertumbuhan dan perkembangan pada hewan, keseimbangan pasar dan elastisitas harga, serta budidaya unggas petelur.
- Teknologi: Teknologi yang digunakan di topik ini adalah dengan menggunakan mesin penetas telur sederhana yang dibuat dari modifikasi *thermostat*, lampu, rangkaian listrik, penggunaan internet untuk mencari informasi, penggunaan video animasi (misalnya *white board animation* dari sparkol)
- Enjiniring: enjiniring atau kegiatan merekayasa pada pembelajaran ini melatih peserta didik merekayasa Mesin Penetas Telur adalah rekayasa yang akan dilakukan siswa.
- Matematika: matematika pada pembelajaran ini terfokus pada pengukuran dimensi mesin penetas telur, pengukuran suhu yang tepat untuk mesin penetas telur, menghitung biaya yang diperlukan

untuk membuat mesin penetas telur, serta menghitung harga keseimbangan dan elastisitas penjualan.

1. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

a. Kompetensi Dasar Mata Pelajaran :

Biologi

3.1 Menjelaskan pengaruh faktor internal dan faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup

4.1 Menyusun laporan hasil percobaan tentang pengaruh faktor eksternal terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hewan

Prakarya

3.3 Mengevaluasi kegiatan usaha budidaya unggas petelur

4.3 Menyusun rencana pengembangan usaha budidaya unggas petelur

Ekonomi

3.4 Mendeskripsikan terbentuknya keseimbangan pasar dan struktur pasar

4.4 Menyajikan hasil pengamatan tentang perubahan harga dan kuantitas keseimbangan di pasar

Kimia

3.6 Menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi menggunakan teori tumbukan

4.6 Merancang, melakukan, dan menyajikan data percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi

b. Indikator Pencapaian Kompetensi

Biologi

1) Siswa mampu menjelaskan definisi pertumbuhan dan perkembangan

2) Siswa mampu menjelaskan faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan

3) Siswa mampu menjelaskan faktor-faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan

4) Siswa mampu membuat sketsa rangkaian Mesin Penetas Telur

5) Siswa mampu merangkai Mesin Penetas Telur

Prakarya

- 1) Siswa mampu mengidentifikasi proses pemeliharaan unggas petelur
- 2) Siswa mampu menganalisis hasil pemanenan unggas petelur
- 3) Siswa mampu mengevaluasi perkembangan pemeliharaan induk unggas petelur
- 4) Siswa mampu merancang media untuk proses pemeliharaan unggas petelur yang berkelanjutan
- 5) Siswa mampu menguraikan hasil rancangan media untuk proses pengembangan unggas petelur
- 6) Siswa mampu membuat mesin penetas telur untuk pengembangan usaha budidaya unggas petelur berkelanjutan

Ekonomi

- 1) Siswa mampu mengidentifikasi konsep permintaan dan penawaran
- 2) Siswa mampu menjelaskan proses terbentuknya keseimbangan pasar
- 3) Siswa mampu menjelaskan elastisitas permintaan dan penawaran
- 4) Siswa mampu menghitung elastisitas permintaan dan penawaran
- 5) Siswa mampu menyajikan hasil pengamatan tentang perubahan harga dan kuantitas keseimbangan di pasar

Kimia

- 1) Siswa mampu menjelaskan terjadinya reaksi kimia menggunakan teori tumbukan pada proses penetasan telur ayam
- 2) Siswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju proses penetasan telur ayam
- 3) Siswa mampu menjelaskan pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi laju proses penetasan telur ayam
- 4) Siswa mampu mengaitkan faktor-faktor yang mempengaruhi laju proses penetasan telur ayam dengan mesin penetas telur
- 5) Siswa mampu menentukan pengaruh suhu sebagai faktor yang dapat dimanipulasi
- 6) Siswa mampu membuat sketsa rangkaian mesin penetas telur
- 7) Siswa mampu merangkai mesin penetas telur

- 8) Siswa mampu menentukan suhu optimum untuk menetas telur ayam yang sehat dan kuat terhadap kondisi lingkungan
- 9) Siswa mampu menganalisis pengaruh suhu terhadap laju penetasan telur

2. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan sains dan model pembelajaran *problem based learning* (PBL), kegiatan eksplorasi, diskusi, percobaan dan perancangan “Mesin Penetas Telur”, siswa dapat memiliki pemahaman konsep tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses penetasan telur ayam, pertumbuhan dan perkembangan pada hewan, keseimbangan pasar dan elastisitas permintaan dan penawaran, serta evaluasi kegiatan budidaya unggas. Begitu pula siswa dapat memahami pengaruh suhu terhadap laju proses penetasan telur ayam tersebut termasuk bagaimana merancang, melakukan, dan menyajikan data percobaan dalam menentukan suhu optimum untuk menetas telur ayam yang sehat dan kuat terhadap kondisi lingkungannya.

3. Analisis Materi Pembelajaran STEAM

Sains	Teknologi
<p>Faktual</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Reaksi kimia menyertai proses penetasan telur ayam 2) Proses penetasan telur ayam memiliki kondisi optimum (salah satunya dilakukan pada suhu rentang 36⁰C – 39⁰C) 3) Mesin penetas telur dibuat sebagai pengganti peran induk ayam dalam mengerami telur-telurnya dan sebagai solusi dalam sistem produksi budidaya unggas 4) Unggas akan mengalami masa berhenti bertelur sehingga perlu generasi unggas petelur selanjutnya 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menggunakan rangkaian listrik dan lampu serta <i>thermostat</i> sebagai pengatur suhu 2) Menggunakan internet untuk mencari informasi 3) Penggunaan video animasi (misalnya <i>white board animation</i> dari Sparkol)
<p>Konseptual</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Teori tumbukan efektif 2) Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi 3) Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan 4) Pengaruh suhu terhadap laju reaksi 5) Definisi pertumbuhan dan perkembangan 	

<p>6) Konsep permintaan dan penawaran 7) Budidaya unggas petelur</p> <p>Prosedural</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Membuat rangkaian listrik mesin penetas telur 2) Menerapkan <i>thermostat</i> pada rangkaian listrik 3) Tahapan proses penetasan telur baik perkembangan maupun pertumbuhan embrio dalam telur 4) Merancang proses pemeliharaan unggas petelur agar produksi berkelanjutan <p>Metakognitif</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mesin penetas telur digunakan untuk meningkatkan kualitas penetasan telur dan meningkatkan tingkat produksi telur sebagai inovasi dalam budidaya unggas petelur 2) Perkembangan embrio ayam dalam telur meningkatkan keimanan terhadap Sang Pencipta 	
<p>Enjiniring</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Merancang gambar skema mesin penetas telur 2) Menentukan alat dan bahan yang digunakan untuk membuat mesin penetas telur 3) Mendesain dan merekayasa mesin penetas telur 4) Melakukan percobaan dengan suhu variasi dalam menentukan suhu optimum proses penetasan telur 5) Mengevaluasi hasil produk untuk perbaikan mesin penetas telur 	<p>Matematika</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mengukur dimensi mesin penetas telur 2) Mengatur rentang suhu yang digunakan melalui <i>thermostat</i> 3) Mengolah data suhu optimum dalam penetasan telur 4) Menghitung biaya yang diperlukan untuk membuat mesin penetas telur 5) Menghitung angka kebutuhan alat dan bahan serta teknologi jika skala pembuatan diperbesar 6) Menghitung elastisitas permintaan ayam dan telur 7) Menemukan konsep perhitungan alat <i>thermostat digital</i> yang sesuai dengan suhu dan kelembaban induk ayam petelur ketika sedang mengerami dan menetas

<p>Animasi</p> <p>1) Mendesain animasi atau multimedia untuk mendokumentasi proses pembelajaran bersama kelompoknya/ dan proses terbentuknya keseimbangan pasar</p> <p>2) Membuat animasi dengan <i>videoscribe</i> proses pembuatan mesin penetas telur</p>	
---	--

B. Tahapan Pembelajaran dengan pendekatan STEAM

Materi	Label Konsep dan Definisi Konsep	Praktek Enjinering	Cross Cutting	Deskripsi Kegiatan Pembelajaran
Laju Reaksi	<ul style="list-style-type: none"> • Tumbukan efektif • Faktor yang mempengaruhi laju reaksi • Faktor suhu 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikasi masalah • Batasan Masalah • Diskusi dan menentukan solusi 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem dan model sistem • Skala proporsi, dan kuantitas 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi masalah tentang mendesain mesin penetas telur • Diberikan persyaratan dan batasan masalah pada pembuatan tersebut dengan batasan sbb : Biaya produksi tidak melebihi Rp.500.000, daya lampu, usia telur, volume mesin penetas telur, kelembapan, • Memberikan pendapat untuk menyelesaikan masalah serta memilih cara yang terbaik • Membuat desain sesuai dengan solusi terbaik yang dipilih berdasarkan hasil diskusi kelompok • Mengidentifikasi
Pertumbuhan dan perkembangan	<ul style="list-style-type: none"> • Definisi pertumbuhan dan perkembangan • Faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Merancang • Menentukan alat dan bahan • Membuat sesuai rancangan • Uji coba • Evaluasi hasil uji coba • Komunikasi 		
Keseimbangan Pasar dan Elastisitas Harga	<ul style="list-style-type: none"> • Definisi, fungsi, hukum, serta kurva Permintaan dan penawaran • Faktor-faktor 			

Usaha budidaya unggas petelur	<p>yang mempengaruhi permintaan dan penawaran</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keseimbangan pasar • Elastisitas permintaan dan penawaran • Proses pemeliharaan, hasil pemanenan, perkembangan pemeliharaan induk dan media unggas petelur 			<p>alat dan bahan yang disediakan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat obyek sesuai desain yang sudah dirancang. • Melakukan uji coba dan merancang ulang • Membuat kreativitas sendiri dengan bentuk obyek yang lain.
-------------------------------	--	--	--	---

1. Kemampuan Prasyarat

Guru memahami:

- pembelajaran dengan pendekatan STEAM.
- pembelajaran dengan model *Project Based Learning*.
- penilaian pada pembelajaran model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEAM.
- konsep faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi khususnya suhu.
- Proses penetasan telur ayam.
- cara merangkai mesin penetas telur
- kondisi optimum pada proses penetasan telur
- konsep pertumbuhan dan perkembangan
- konsep keseimbangan pasar dan elastisitas harga
- konsep budidaya unggas petelur

Siswa sudah memahami:

- konsep teori tumbukan
- konsep faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi

- konsep pertumbuhan dan perkembangan
- konsep keseimbangan pasar dan elastisitas harga
- konsep budidaya unggas petelur
- keterampilan membuat rangkaian listrik
- keterampilan penggunaan IT
- keterampilan membuat desain grafis
- proses penetasan telur ayam

2. Materi Pokok

Permintaan masyarakat akan ayam dan telur ayam organik saat ini semakin meningkat seiring semakin meleknya masyarakat untuk mengonsumsi makanan sehat, namun penawaran/ ketersediaannya masih terbatas karena mahalnya pakan dan proses perkembangbiakan yang tergolong lama, sehingga harga jualnya pun relatif mahal. Permintaan didefinisikan sebagai jumlah barang dan jasa yang diminta oleh konsumen dalam jumlah dan pada tingkat harga tertentu. Jika permintaan dilihat dari sudut konsumen, maka penawaran dilihat dari segi produsen atau perusahaan. Konsep penawaran berkaitan dengan tingkat keuntungan yang diinginkan produsen atas penawaran barang dan jasa yang tersedia. Pada saat konsumen membutuhkan barang dan jasa, maka produsen merespon dengan membuat barang dan jasa yang diminta. Jadi penawaran adalah jumlah barang dan jasa yang akan dijual pada tingkat harga tertentu dan pada waktu tertentu. Kelangkaan telur dan ayam probiotik ini merupakan masalah yang perlu diatasi.

Telur adalah zigot yang dihasilkan melalui fertilisasi sel telur dan berfungsi memelihara dan menjaga embrio. Secara alami, telur akan dierami oleh induknya selama beberapa minggu. Tidak semua telur dapat dikonsumsi, salah satu telur yang dapat dikonsumsi ialah telur unggas khususnya ayam. Dalam metamorfosisnya, ayam mengalami proses pertumbuhan dari telur menjadi ayam. Pertumbuhan adalah penambahan sel-sel dan bobot tubuh yang bersifat *irreversible*. Perkembangan adalah pertumbuhan yang disertai dengan organogenesis dan diferensiasi struktur serta fungsi. Pertumbuhan dan perkembangan hewan terdiri dari dua tahap, yaitu tahap embrio dan tahap pascaembrio.

Tahap embrio dimulai dari proses fertilisasi (penyatuan sel telur dan sperma), kemudian terbentuk zigot yang mengalami proses pembelahan. Tahap embrio dikelompokkan menjadi beberapa fase, yaitu fase pembelahan (*cleavage*) yang membentuk morula, fase blastula, fase gastrula, fase diferensiasi, serta organogenesis.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan terdiri dari faktor intrernal dan faktor eksternal. Faktor internal terdiri dari gen dan hormon. Sedangkan faktor eksternal terdiri dari makanan, aktivitas fisik, sinar matahari dan suhu.

Selain tahap biologis yang terjadi dari proses telur menjadi ayam, terdapat reaksi kimia yang menyertai dengan tingkat kecepatan reaksi tertentu. Cepat lambatnya ayam menetas dari telurnya tergantung pada beberapa faktor yang mempengaruhi proses tersebut diantaranya suhu, kelembapan, konsentrasi gas O₂ dan CO₂, dan posisi telur yang merupakan bagian dari faktor internal dan eksternal. Namun, pengaruh suhu merupakan faktor yang sangat penting.

Berdasarkan pada teori tumbukan, suhu mempengaruhi laju reaksi karena setiap partikel bergerak dan memiliki energi kinetik. Energi kinetik akan semakin besar ketika partikel menyerap energi salah satunya dari suhu yang ditingkatkan. Ketika energi kinetik semakin besar maka peluang terjadinya tumbukan efektif semakin tinggi sehingga laju reaksi semakin cepat. Namun, dalam proses penetasan telur terdapat suhu lingkungan optimum yang dapat membuat proses penetasan telur berjalan dengan baik, yakni direntang 36⁰C -39⁰C. Jika suhu lebih rendah dari suhu optimum maka telur akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menetas. Selain itu, jika suhu lebih tinggi dari suhu optimum maka telur akan cepat menetas namun kondisi ayam masih terlalu premature yang mengakibatkan kondisi tidak sehat dan rentan mati.

3. Deskripsi dari masalah yang diberikan ke siswa.

Ayam merupakan makanan yang banyak diminati oleh seluruh kalangan masyarakat. Ayam yang banyak diproduksi saat ini ialah jenis ayam broiler karena cepat tumbuh dan mampu mengubah pakan menjadi daging dengan sangat efisien. Namun, ayam jenis ini memiliki dampak negatif salah satunya dapat menyebabkan kanker dan memicu pertumbuhan hormon berlebih karena dalam ayam tersebut terdapat banyak kandungan hormon dan residu antibiotik. Tentu hal ini menjadi permasalahan yang serius.

Ayam probiotik muncul sebagai solusi karena ayam probiotik merupakan ayam yang dipelihara dengan menggunakan probiotik dan herbal tanpa menggunakan bahan kimia sehingga menghasilkan daging yang sehat dan berkualitas dengan cita rasa yang khas. Seiring dengan waktu, permintaan terhadap ayam probiotik semakin banyak. Namun, tidak diiringi dengan ketersediaan ayam probiotik yang masih jauh dari permintaan. Hal ini

salah satunya ditimbulkan dari proses produksi, yaitu pada proses penetasan telur. Proses penetasan telur secara tradisional masih memanfaatkan induk ayam untuk mengerami. Perlu adanya inovasi dalam proses penetasan telur.

C. Skenario Pembelajaran

- a. Pendekatan : STEAM
- b. Model : *Problem-Based Learning*
- c. Metode : Diskusi, proyek, pemberian tugas

Pertemuan pertama: 2 x 45 menit

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi waktu (Menit)
	Awal	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar peserta didik dan kesiapan belajar. • Peserta didik diperiksa kehadirannya oleh guru. • Peserta didik dibagi menjadi kelompok yang terdiri dari 5-6 orang. • Guru memberikan apersepsi kepada peserta didik. 	5
Kegiatan Inti	Fase 1: <i>Orientasi peserta didik kepada masalah</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk mengamati Grafik/ Tabel/ data mengenai permintaan konsumsi ayam probiotik yang semakin meningkat • Peserta didik dibimbing untuk melakukan diskusi terbuka tentang isi konten yang terdapat pada Grafik/ tabel/ data tersebut. • Peserta didik diberikan stimulus pertanyaan-pertanyaan oleh guru untuk membantu menemukan solusi dengan kreatif: <ul style="list-style-type: none"> a. Mengapa banyak masyarakat yang tertarik untuk mengkonsumsi ayam probiotik? b. Apa dampak yang ditimbulkan jika 	15

		<p>permintaan terhadap ayam probiotik tinggi, tetapi ketersediaan ayamnya rendah?</p> <p>c. Solusi apa yang dapat kalian berikan untuk mengatasi permintaan terhadap ayam probiotik tinggi?</p> <p>d. Bagaimana cara yang dapat kalian usulkan untuk “menyiapkan” ayam probiotik dengan lebih cepat dan lebih banyak?</p>	
	Fase 2: <i>Mengorganisasikan peserta didik</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pada tahap ini guru membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut. • Peserta didik dibimbing untuk mengumpulkan informasi dan berdiskusi mengenai upaya yang dapat dilakukan untuk “memproduksi”/menetaskan ayam probiotik dengan cepat dan banyak 	25
	Fase 3: <i>Membimbing penyelidikan individu dan kelompok</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa berdiskusi dalam kelompok untuk mengidentifikasi dan mendesain alternatif solusi “pembuatan mesin penetas telur untuk memecahkan permasalahan di <i>problem statement</i> (LKPD). • Guru membimbing siswa dalam memecahkan masalah • Setelah membuat rancangan/desain, setiap kelompok diberikan waktu 3 menit untuk mempresentasikan rancangannya. 	35

Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diberikan informasi untuk mempelajari dan membawa aplikasi desain grafis yang sederhana. • Peserta didik diberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran berikutnya mengenai pembuatan mesin penetas telur • Guru menutup pertemuan dengan salam. 	10
----------------	--	-----------

Pertemuan kedua: 2 x 45 menit

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi waktu (Menit)
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar peserta didik dan kesiapan belajar. • Peserta didik dipersilahkan untuk duduk berdasarkan kelompoknya. • Peserta didik diperiksa kehadiran oleh guru. • Guru memberikan apersepsi. 	5
Kegiatan Inti	Fase 4: <i>Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa diminta untuk membuat mesin penetas telur dari desain yang telah dibuat sebelumnya. • Peserta didik mempresentasikan mesin penetas telur yang telah dibuat secara berkelompok dengan komunikatif. 	45
	Fase 5: <i>Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan bimbingan guru, siswa melakukan analisis dan evaluasi pemecahan masalah ("Mesin Penetas Telur") yang telah dilakukan. • Mendiskusikan langkah-langkah kegiatan yang dilakukan dengan memperhatikan apakah langkah-langkah tersebut sudah tepat atau masih ada 	30

		yang kurang atau perlu dikembangkan. <ul style="list-style-type: none"> • Jika langkah dirasa kurang tepat, maka peserta didik dapat melakukan revisi desain grafisnya. 	
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diberikan informasi kegiatan pembelajaran berikutnya mengenai metabolisme • Peserta didik diminta untuk menyimpulkan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan. • Guru menutup pertemuan dengan salam. 	10

D. Sumber Belajar

Sumber belajar pada pembelajaran ini dapat menggunakan:

1. Buku Pengangan kimia kelas XI, biologi kelas XII, ekonomi kelas X, dan prakarya kelas XII berdasarkan Kurikulum 2013
2. Buku : Sudarmono. (2003). *Pedoman Pemeliharaan Ras Ayam Petelur*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
3. Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=QryVdv2o77A>
<https://www.youtube.com/watch?v=Rrkjg0G1IHE>
<https://www.youtube.com/watch?v=Rrkjg0G1IHE>
4. Jurnal: Boleli, et.al. (2016). Poultry Egg Incubation: Integrating and Optimizing Production Efficiency. *Brazillian Journal of Poultry Science*. ISSN 1516-635X. 2. 1-16. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0292>.

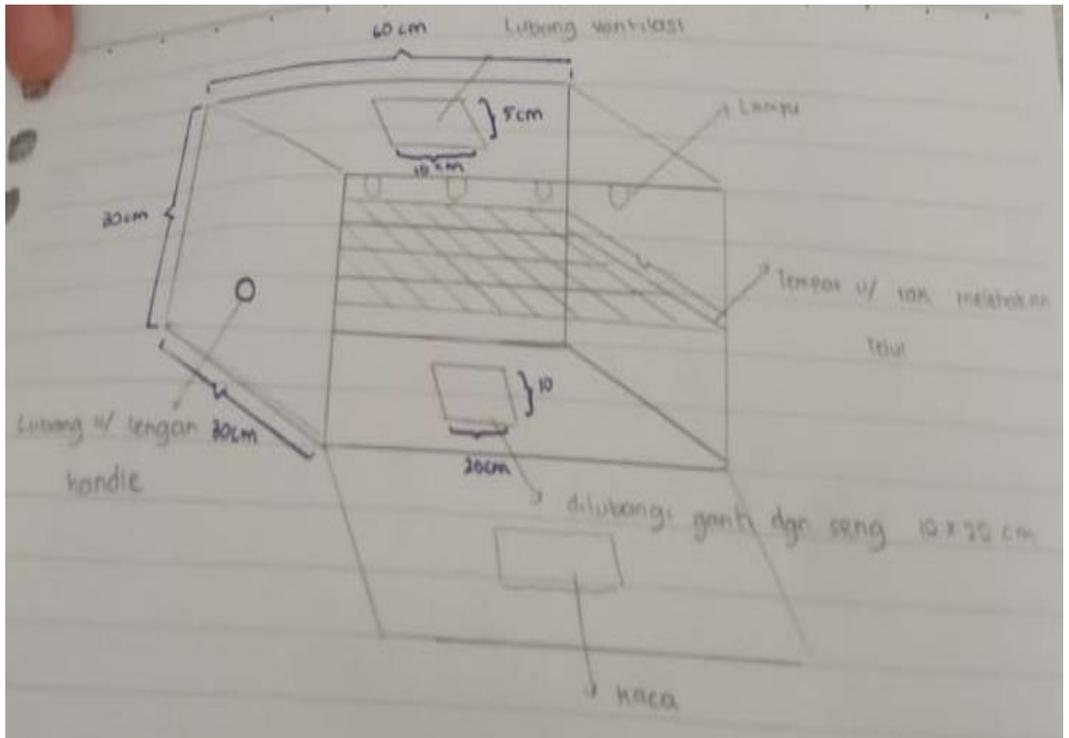
E. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada pembelajaran ini adalah:

- Kardus
- Triplex Papan
- Bambu
- Kawat
- Plastik Mika
- Lampu dan kabel
- Telur
- Higrometer

- Saklar
- Nampan air
- Kassa
- Mesin penggerak

Salah satu Desain Mesin Penetas Telur



BAB III PENILAIAN

A. Penilaian Sikap

Teknik Penilaian : Pengamatan

Bentuk Instrumen : Lembar Jurnal

Waktu Pelaksanaan: Saat pembelajaran berlangsung

JURNAL PENGAMATAN SIKAP

Sekolah : SMK UT PGII
 Mata Pelajaran : Produk Kreatif dan Kewirausahaan
 Kelas/Semester :
 Alokasi Waktu :

No	Waktu	Nama Siswa	Catatan Perilaku	Sikap (Aspek/ Nilai karakter)	Keterangan*)
1					
2					

*) Keterangan bisa berupa tindak lanjut dan/atau perkembangan sikap peserta didik setelah dilakukan pembinaan.

B. Penilaian Pengetahuan

Teknik Penilaian : Tertulis

Bentuk Instrumen : Uraian

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
	3.1.1.	1.	1.		
	3.1.2.	2.	2.		

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
	3.1.3.	3.	3.		
	3.1.4.	4.	4.		
Total Bobot				100	

C. Penilaian Keterampilan

Teknik Penilaian : Tes Praktik

Bentuk Instrumen : Lembar Praktik/ Rubrik penilaian

No	Instrumen Penilaian	Skala skor				Ket
		4	3	2	1	
1	Identifikasi alat dan bahan					
2	Langkah-langkah merangkai					
3	Skema rangkaian					
4	Hasil karya					
5	K3LH					

Panduan Peskoran

No	Instrumen Penilaian	Skor			
		4	3	2	1

B. Penilaian Pengetahuan

Teknik Penilaian : Tertulis

Bentuk Instrumen : Uraian

Kimia

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
1	Siswa mampu menjelaskan terjadinya reaksi kimia menggunakan teori tumbukan pada proses penetasan telur ayam	5. Menjelaskan proses penetasan telur terjadi karena reaksi kimia melalui teori tumbukan	5. Proses penetasan ayam dapat berlangsung dengan cepat atau lambat tergantung laju reaksi yang terjadi. Jelaskan proses penetasan tersebut dengan menggunakan teori tumbukan!	15	Di dalam telur terjadi suatu reaksi kimia sehingga dapat ditentukan kecepatan proses penetasan telur. Kecepatan ini tentu dipengaruhi oleh adanya tumbukan efektif yang terjadi. Partikel-partikel dalam telur bergerak dengan arah dan posisi tertentu disertai besarnya energi kinetik yang dimilikinya. Oleh karena itu, akan muncul peluang terjadinya tumbukan antar partikel-partikel di dalam telur sehingga terbentuk embrio sampai pada ayam yang siap menetas.
2	Siswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju proses penetasan telur ayam	6. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi laju proses penetasan telur ayam?	6. Apa saja faktor yang dapat mempengaruhi cepat lambatnya waktu yang dibutuhkan untuk telur menetas?	15	Kelembapan relatif, suhu, kadar oksigen dan karbondioksida, serta posisi telur saat dierami
3	Siswa mampu	7. Menjelaskan	7. Bagaimana pengaruh	20	- Kelembapan akan berpengaruh

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
	menjelaskan pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi laju proses penetasan telur ayam	pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi laju proses penetasan telur	faktor-faktor tersebut terhadap laju proses penetasan telur?		<p>pada keberadaan air dalam telur. Kelembapan ini harus dibuat tidak rendah, karena jika rendah maka embrio akan mengalami dehidrasi dan kematian</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suhu mempengaruhi pada cepat lambatnya proses penetasan. Jika suhu rendah, maka proses penetasan akan berjalan sangat lambat dan dimungkinkan transfer panas terjadi dari dalam ke luar telur. Hal ini mengakibatkan embrio akan tidak aktif berkembang, sedangkan jika suhu tinggi maka akan berdampak pada proses penetasan yang cepat. Hal ini tentu sangat berbahaya pada embrio ayam yang dapat mengakibatkan pertumbuhan tidak normal, daya tahan akan lingkungan lemah, dan menetas dalam kondisi premature. Oleh karena itu, terdapat kondisi suhu optimum dalam menetas telur - Kadar oksigen dan karbondioksida sangat pening

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
					<p>karena dalam proses pertumbuhan embrio terjadi pertukaran gas. Kondisi yang baik ialah kadar oksigen disekitar telur harus kaya/banyak sehingga akan berdifusi ke dalam telur. Hal ini diiringi oleh difusi CO₂ ke luar telur.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posisi telur berpengaruh akan tersebar meratanya suhu yang diberikan sehingga tidak ada bagian yang mengalami hipotermia/kedinginan. Ketika suhu merata maka pertumbuhan akan berjalan optimal
4	Siswa mampu mengaitkan faktor-faktor yang mempengaruhi laju proses penetasan telur ayam dengan mesin penetas telur	8. Mengaitkan faktor-faktor yang mempengaruhi laju proses penetasan telur ayam dengan mesin penetas telur	8. Jika mesin penetas telur sebagai media inovasi digunakan untuk mengganti peran indukan dan meningkatkan angka produksi, bagaimana keterkaitan faktor tersebut terhadap rangkaian alat dan bahan mesin penetas	20	Dalam menyediakan kondisi dengan kelembapan tinggi maka diperlukan jerami sebagai alas telur dan lingkungan yang lembab; suhu dapat dihasilkan dari lampu bohlam dan thermostat sebagai pengatur suhu agar tidak meningkat terlalu tinggi; kadar oksigen dan co ₂ dikondisikan dengan kondisi lingkungan yang lembab, posisi telur dapat dibalik secara manual atau otomatis

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
			telur?		
5	Siswa mampu menentukan pengaruh suhu sebagai faktor yang dapat dimanipulasi	9. Menentukan pengaruh suhu sebagai faktor yang dapat dimanipulasi	9. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, faktor apakah yang dapat dimanipulasi (variabel bebas) dalam mesin penetas telur?	10	Faktor yang paling tepat untuk dimanipulasi ialah suhu, karena beberapa penelitian menyatakan suhu optimum direntang $36^{\circ}\text{C} - 39^{\circ}\text{C}$. Di antara rentang tersebut tentu ada suhu yang paling optimum yang harus diteliti
6	Siswa mampu menganalisis pengaruh suhu terhadap laju penetasan telur	6. Menganalisis pengaruh suhu terhadap laju penetasan telur	10. Telur dapat menetas dengan baik ketika suhu lingkungan dibuat konstan pada suhu optimum. Bagaimana pengaruh suhu terhadap laju penetasan telur jika suhu yang digunakan lebih kecil atau besar dari suhu optimum?	20	Suhu mempengaruhi pada cepat lambatnya proses penetasan. Jika suhu rendah maka proses penetasan akan berjalan sangat lambat dan dimungkinkan transfer panas terjadi dari dalam ke luar telur yang mengakibatkan embrio akan tidak aktif berkembang, sedangkan jika suhu tinggi maka akan berdampak pada proses penetasan yang cepat. Hal ini tentu sangat berbahaya pada embrio ayam yang dapat mengakibatkan pertumbuhan tidak normal, daya tahan akan lingkungan lemah, dan menetas dalam kondisi premature. Oleh karena itu, terdapat kondisi suhu optimum dalam menetas telur

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
Total Bobot				100	

Biologi

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
	Siswa mampu menjelaskan definisi pertumbuhan dan perkembangan	Setelah siswa melakukan kegiatan diskusi dan praktek membuat mesin penetas telur, siswa dapat menjelaskan definisi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan	1. Jelaskan perbedaan pertumbuhan dan perkembangan!	20	Pertumbuhan adalah penambahan sel-sel dan bobot tubuh yang bersifat <i>irreversible</i> . Perkembangan adalah pertumbuhan yang disertai dengan organogenesis dan diferensiasi struktur serta fungsi
	Siswa mampu menjelaskan faktor-faktor internal yang mempengaruhi	Setelah siswa melakukan kegiatan diskusi dan praktek membuat mesin penetas telur, siswa	2. Jelaskan Faktor-faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan	20	Faktor internal terdiri dari gen dan hormon

	pertumbuhan dan perkembangan hewan	dapat menjelaskan faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan	dan perkembangan pada hewan!		
	Siswa mampu menjelaskan faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan	Setelah siswa melakukan kegiatan diskusi dan praktek membuat mesin penetas telur, siswa dapat menjelaskan faktor-faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan	3. Jelaskan Faktor-faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan!	20	faktor eksternal terdiri dari makanan, aktivitas fisik, sinar matahari dan suhu
	Siswa mampu membuat desain rangkaian Mesin Penetas Telur	Setelah siswa melakukan kegiatan diskusi dan praktek membuat mesin penetas telur, siswa dapat membuat desain rangkaian Mesin Penetas Telur	4. Komponen apasajakah yang harus ada ketika mendesain mesin penetas telur?	20	Komponen yang harus ada pada mesin penetas telur adalah judul, ukuran panjang, lebar dan tinggi kotak dan keterangan gambar
	Siswa mampu merangkai	Setelah siswa melakukan kegiatan	5. Apasajakah yang harus	20	Yang harus diperhatikan ketika membuat mesin penetas telur adalah kesesuaian

Mesin Penetas Telur	diskusi dan praktek membuat mesin penetas telur, siswa dapat merangkai Mesin Penetas Telur	diperhatikan ketika membuat mesin penetas telur?		desain dengan alat bahan dan mesin penetas telur yang dibuat, hati-hati dalam bekerja, serta teliti dan rapih dalam membuat mesin penetas telur.
Total Bobot			100	

Ekonomi

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
1	3.4.1 Mengidentifikasi konsep permintaan dan penawaran	Disajikan ilustrasi mengenai permintaan, siswa dapat merumuskan fungsi penawaran dengan benar	Pada saat harga barang Rp 2,00 jumlah barang yang ditawarkan sebanyak 2 unit, sedangkan pada saat tingkat harga barang Rp 4,00 jumlah barang yang ditawarkan sebanyak 6 unit	20	$QS = \frac{P - P.1}{P.2 - P.1} = \frac{Q - Q.1}{Q.2 - Q.1}$ $= \frac{P - 2}{4 - 2} = \frac{Q - 2}{6 - 2}$ $= \frac{P - 2}{2} = \frac{Q - 2}{4}$ $4P - 8 = 2Q - 4$ $-2Q = -4 + 8 - 4P$ $-2Q = 4 - 4P$ $Q = -2 + 2P$
2	3.4.2 Menyebutkan Faktor-faktor	Disajikan ilustrasi mengenai kenaikan permintaan, siswa	Permintaan ayam dan telur organik semakin meningkat	20	Naiknya permintaan akan telur dan ayam organik dipengaruhi oleh semakin meningkatnya kesadaran masyarakat

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
	yang mempengaruhi permintaan dan penawaran	dapat mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi kenaikan permintaan dengan tepat.	tiap tahunnya. Identifikasilah faktor – faktor yang mempengaruhi kenaikan permintaan tersebut.		dalam menjaga kesehatan, sehingga masyarakat mulai memilih makanan yang betul – betul sehat dan dapat menyehatkan.
3	3.4.3 Menjelaskan Proses terbentuknya keseimbangan pasar	Disajikan fungsi permintaan, siswa dapat menghitung harga keseimbangan pasar dengan tepat	Diketahui fungsi permintaan $Q_d = 5 - P$ dan fungsi penawaran $Q_s = - 10 + 4P$. Hitunglah: Harga dan kuantitas keseimbangan	20	Syarat keseimbangan: $Q_d = Q_s$ $5 - P = - 10 + 4P$ $5 + 10 = 4P + P$ $15 = 5P$ $P = 3$ $Q_d = 5 - P = 5 - 3 = 2$ $E = \{2;3\}$
4	3.4.4 Menjelaskan elastisitas permintaan dan penawaran	Siswa dapat menjelaskan jenis – jenis elastisitas	Jelaskan jenis – jenis elastisitas.	20	Elastisitas terbagi dalam tiga macam, yaitu sebagai berikut. a. Elastisitas harga (<i>price elasticity</i>) yaitu persentase perubahan jumlah barang yang

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci								
					<p>diminta atau yang ditawarkan, yang disebabkan oleh persentase perubahan harga barang tersebut.</p> <p>b. Elastisitas silang (<i>cross elasticity</i>) adalah persentase perubahan jumlah barang x yang diminta, yang disebabkan oleh persentase perubahan harga barang lain (y).</p> <p>c. Elastisitas pendapatan (<i>income elasticity</i>) yaitu persentase perubahan permintaan akan suatu barang yang diakibatkan oleh persentase perubahan pendapatan (<i>income</i>) riil konsumen.</p>								
5	3.4.5 Menghitung elastisitas permintaan dan penawaran	Disajikan ilustrasi mengenai penawaran, siswa dapat menghitung koefisien elastisitas penawaran dengan benar	Ketika harga Rp. 3, Jumlah penawarannya adalah 2. Bila harga mengalami kenaikan menjadi Rp 7,- dan jumlah menjadi 10 unit.	20	<p>Elastisitas penawaran</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>P</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>$\Delta P = 4$</td> <td>$\Delta Q = 8$</td> </tr> </tbody> </table>	P	Q	3	2	7	10	$\Delta P = 4$	$\Delta Q = 8$
P	Q												
3	2												
7	10												
$\Delta P = 4$	$\Delta Q = 8$												

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
			Hitunglah koefisien elastisitas penawarannya.		$E_s = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \times \frac{P}{Q} = \frac{8}{4} \times \frac{3}{2} = \frac{24}{8} = 3$ <p>E > 1 elastis</p>
Total Bobot				100	

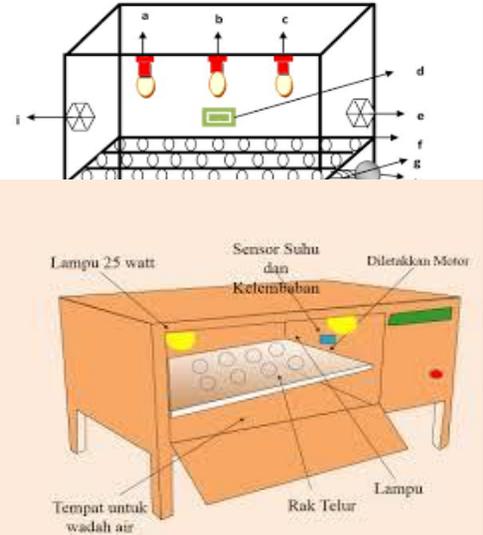
Prakarya

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
1	Siswa mampu Mengidentifikasi proses pemeliharaan unggas petelur	Menjelaskan enam proses yang harus dipersiapkan dalam pemeliharaan budidaya unggas petelur	Jelaskan enam Proses yang harus dipersiapkan dalam pemeliharaan budidaya unggas petelur!	20	<p>enam proses yang harus dipersiapkan dalam pemeliharaan unggas petelur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemilihan bibit <ul style="list-style-type: none"> - Bibit dari induk yang sehat, tidak cacat, bisa mulai dari DOC atau <i>pullet</i> (4) 2. Pembuatan kandang <ul style="list-style-type: none"> - Ketika masih DOC sampai 14 minggu memakai kandang postal dan ketika usia 16-22

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci						
					<p>minggu menggunakan kandang <i>baterrey</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Pemberian pakan (4) <ul style="list-style-type: none"> - Terdiri dari pakan <i>strater</i>, <i>grower</i> dan <i>finisher</i> (3) 4. Pemeliharaan kesehatan <ul style="list-style-type: none"> - Mempersiapkan vaksin dan obat-obatan (2) 5. Pemanenan <ul style="list-style-type: none"> - Dilakukan 3 kali sehari, disortir dan dibersihkan (3) 6. Promosi dan Penjualan <ul style="list-style-type: none"> - Promosi cetak dan non cetak - Penjualan langsung dan tidak langsung (4) 						
2	Siswa mampu Menganalisis hasil pemanenan unggas petelur	Menganalisis factor-faktor yang mempengaruhi hasil	Perhatikan table di bawah ini : <table border="1" data-bbox="681 1005 1141 1155"> <thead> <tr> <th data-bbox="681 1005 865 1044">kriteria</th> <th colspan="2" data-bbox="865 1005 1141 1044">Tipe ayam</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="681 1044 865 1155"></td> <td data-bbox="865 1044 996 1155">(ringan) putih</td> <td data-bbox="996 1044 1141 1155">(medium) coklat</td> </tr> </tbody> </table>	kriteria	Tipe ayam			(ringan) putih	(medium) coklat	15	Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pemanenan unggas petelur adalah : <ol style="list-style-type: none"> 1. Tipe ayam (ringan dan medium)
kriteria	Tipe ayam										
	(ringan) putih	(medium) coklat									

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci									
		pemanenan unggas petelur	<table border="1" data-bbox="681 303 1137 676"> <tr> <td data-bbox="681 303 865 488">pemeliharaan</td> <td data-bbox="865 303 996 488">Di dalam kandang baterey</td> <td data-bbox="996 303 1137 488">Di lepas</td> </tr> <tr> <td data-bbox="681 488 865 600">Jumlah pakan</td> <td data-bbox="865 488 996 600">1,7-2,0 kg/dosin telur</td> <td data-bbox="996 488 1137 600">1,9 kg/dosin telur</td> </tr> <tr> <td data-bbox="681 600 865 676">Jumlah telur</td> <td data-bbox="865 600 996 676">280 – 285</td> <td data-bbox="996 600 1137 676">260 – 275</td> </tr> </table> <p data-bbox="681 714 1137 861">Dari data tabel diatas, faltor-faktor yang mempengaruhi hasil pemanenan telur dari unggas petelur adalah?</p>	pemeliharaan	Di dalam kandang baterey	Di lepas	Jumlah pakan	1,7-2,0 kg/dosin telur	1,9 kg/dosin telur	Jumlah telur	280 – 285	260 – 275		<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1315 303 1731 412">2. Cara pemeliharaan di dalam kandang (intensif) dan di lepas (ekstensif) <li data-bbox="1315 412 1731 488">3. Jumlah pakan (1,7-2,0kg/dosin)
pemeliharaan	Di dalam kandang baterey	Di lepas												
Jumlah pakan	1,7-2,0 kg/dosin telur	1,9 kg/dosin telur												
Jumlah telur	280 – 285	260 – 275												
3	Siswa mampu mengevaluasi perkembangan pemeliharaan induk unggas petelur	Mengevaluasi perkembangan pemeliharaan induk unggas	Pak Budi memelihara 20 unggas petelur, dan 4 ayam jantan, semuanya berkembang dengan baik. Beberapa ayam petelurnya sudah hampir usia dua tahun, waktunya mengganti dengan bibit	15	Cara yang dapat dilakukan adalah mengawinkan beberapa induk ayam 3-4 ekor yang masih bertelur dengan ayam jantan yang ada. (5) Setelah bertelur, maka telurnya dapat dierami dan ditetaskan untuk									

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
		petelur	yang baru. Bagaimana cara Pak Budi untuk mendapatkan bibit unggas petelur yang baru tanpa harus membeli ? dan bagaimana jika ingin mendapatkan bibit dengan jumlah yang banyak, kaitkan jawabanmu dengan mesin penetas telur?		mendapatkan bibit ayam petelur yang baru. (5) Telur hasil perkawinan yang jumlahnya banyak dapat ditetaskan dengan mesin penetas telur. Karena mesin penetas telur dapat membantu penetasan telur dengan kapasitas telur yang banyak. (5)
4	Siswa mampu merancang media untuk proses pemeliharaan unggas petelur yang berkelanjutan	Merancang mesin penetas telur yang dapat membantu proses pemeliharaan unggas petelur	Buatlah rancangan mesin penetas telur yang dapat membantu proses pemeliharaan unggas petelur secara berkelanjutan.	20	<p>Contoh jawaban</p> 

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
5	Siswa mampu menguraikan hasil rancangan media untuk proses pengembangan unggas petelur	Menguraikan model mesin penetas telur sesuai rancangan dengan inovasi yang dituangkan	Uraikanlah model mesin penetas telur yang telah dirancang dilengkapi harga alat dan bahannya juga dengan keistimewaan/ inovasi yang ditampilkan	30	<p>Contoh jawaban :</p>  <p>Alat dan bahan :</p> <p>Multiplek/ triplek 9mm @ Rp..... Engsel @ Rp..... Kawat ram diameter 0,5 @ Rp..... Seng Rp.....</p>

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Soal	Bobot	Kunci
					Thermostat Rp..... Fiting lampu Rp..... Steker listrik Rp..... dst Lampu bohlam Thermometer Bak nampan air Paku triplek dan lem kayu
Total Bobot				100	

C. Penilaian Keterampilan

Teknik Penilaian : Tes Praktik

Bentuk Instrumen : Lembar Praktik/ Rubrik penilaian

Instrumen:

Rubrik Penilaian:

No	Instrumen Penilaian	Skala skor				Ket
		4	3	2	1	
1						
2						
3						

Panduan Peskoran

No	Instrumen Penilaian	Skor			
		4	3	2	1
1		Dapat mengidentifikasi lebih atau sama dengan 5	Dapat mengidentifikasi 3-4	Dapat mengidentifikasi 1-2	Tidak dapat mengidentifikasi
2		Dapat mengidentifikasi lebih atau sama dengan 5	Dapat mengidentifikasi 3-4	Dapat mengidentifikasi 1-2	Tidak dapat mengidentifikasi
3		Dapat mengidentifikasi lebih atau sama dengan 5	Dapat mengidentifikasi 3-4	Dapat mengidentifikasi 1-2	Tidak dapat mengidentifikasi

Keterangan Indikator Nomor

A. Kecakapan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah (*Critical Thinking and Problem Solving Skill*)

1. Menggunakan berbagai tipe pemikiran/penalaran atau alasan,
2. Memahami interkoneksi antara satu konsep dengan konsep yang lain
3. Melakukan penilaian dan menentukan keputusan secara efektif dalam mengolah data dan menggunakan argumen.
4. Menguji hasil dan membangun koneksi antara informasi dan argumen.
5. Mengolah dan menginterpretasi informasi melalui simpulan awal dan mengujinya lewat analisis terbaik.
6. Membuat solusi dari berbagai permasalahan non-rutin.
7. Menyusun, mengungkapkan, menganalisa, dan menyelesaikan suatu masalah

B. Kecakapan Berkomunikasi (*Communication Skills*)

1. Memahami, mengelola, dan menciptakan komunikasi yang efektif dan multimedia (*ICT Literacy*).
2. Menggunakan kemampuan untuk mengutarakan ide-ide.
3. Menggunakan bahasa lisan yang sesuai konten dan konteks pembicaraan.
4. Memiliki sikap untuk dapat mendengarkan, dan menghargai pendapat orang lain.
5. Menggunakan alur pikir yang logis, terstruktur sesuai dengan kaidah yang berlaku.
6. Memiliki kemampuan *multi-languages (cross-cultural)*

C. Kreatifitas dan Inovasi (*Creativity and Innovation*)

1. Memiliki kemampuan dalam mengembangkan, melaksanakan, dan menyampaikan gagasan-gagasan baru.
2. Bersikap terbuka dan responsif terhadap perspektif baru dan berbeda.
3. Mampu mengemukakan ide-ide kreatif secara konseptual dan praktikal.
4. Menggunakan konsep-konsep atau pengetahuannya dalam situasi baru dan berbeda.
5. Menggunakan kegagalan sebagai wahana pembelajaran.
6. Memiliki kemampuan dalam menciptakan kebaruan berdasarkan pengetahuan awal yang dimiliki.
7. Mampu beradaptasi dalam situasi baru dan memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan.

D. Kolaborasi (*Collaboration*)

1. Memiliki kemampuan dalam kerjasama berkelompok (*teamwork*)
2. Beradaptasi dalam berbagai peran dan tanggungjawab, bekerja secara produktif dengan yang lain.
3. Memiliki empati dan menghormati perspektif berbeda.

4. Mampu berkompromi dengan anggota yang lain dalam kelompok demi tercapainya tujuan yang telah ditetapkan.

BAB IV PENUTUP

Unit Pembelajaran pendidikan STEAM terintegrasi PBL diharapkan bisa menjadi pedoman bagi guru Matematika SMP dalam mengembangkan perencanaan pembelajaran, pelaksanaan, dan penilaian bagi peserta didik pada materi Segitiga dan Segiempat. Setelah peserta pelatihan menyimak paparan tentang pendekatan STEAM dalam pembelajaran di SMA dengan pendekatan STEAM, melakukan kegiatan pembelajaran dengan pendekatan STEAM, dan berlatih membuat perencanaan pembelajaran pada topik terpilih, diharapkan peserta memiliki pemahaman, gambaran dan arahan bagaimana melaksanakan pembelajaran dengan pendekatan STEAM terintegrasi PBL di sekolah masing-masing.

Daftar Pustaka

- Beetham, H., & Sharpe, R. (2013). *Rethinking pedagogy for a digital age: Designing for 21st century learning*. New York, NY: Routledge.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1),30-35.
- Ernest, P., 1991. *The Philosophy of Mathematics Education*. London: Falmer Press.
- Ernest, P., 2000. Why teach mathematics?. In: S. Bramall & J. White, eds. *Why Learn Maths?*. London: Institute of Education, pp. 1-14.
- Hanover Research- District Administrative Practices. (October 2011). K-12 STEM Education Overview. Washington, DC.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Virginia, VA: NCTM Inc.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Santrock, J.W. (2011). *Child Development: An introduction*. New York: McGraw Hill.
- Young, M. & Muller, J., 2015. *Curriculum and Specialization of Knowledge: Studies in sociology of education*. London: Routledge.

Lampiran

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Materi :
Mata Pelajaran :
Kelas/Semester : X../Ganjil
Waktu : 90 menit (1 pertemuan)

Kelompok:
Ketua :
Sekretaris :
Anggota kelompok:

1.
2.
3.
4.

Petunjuk Pengisian LKPD:

1. Bacalah pertanyaan/Tugas/Penuntun dengan benar dan teliti!
2. Diskusikan jawaban dengan teman sekelompokmu!

Kompetensi Dasar

Mata Pelajaran: Biologi

- 3.1 Menjelaskan pengaruh faktor internal dan faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup
- 4.1 Menyusun laporan hasil percobaan tentang pengaruh faktor eksternal terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hewan

Mata Pelajaran: Prakarya

- 3.3 mengevaluasi kegiatan usaha budidaya unggas petelur
- 4.3 menyusun rencana pengembangan usaha budidaya unggas petelur

Mata Pelajaran: Ekonomi

- 3.4 Mendeskripsikan terbentuknya keseimbangan pasar dan struktur pasar
- 4.4 menyajikan hasil pengamatan tentang perubahan harga dan kuantitas keseimbangan di pasar

Mata Pelajaran: Kimia

- 3.6 Menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi menggunakan teori tumbukan
- 4.6 Merancang, melakukan, dan menyajikan data percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi

A. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan sains dan model pembelajaran *Problem Base Learning* (PBL), kegiatan eksplorasi, diskusi, percobaan dan perancangan Mesin Penetas Telur,

siswa dapat memiliki pemahaman konsep tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses penetasan telur ayam, pertumbuhan dan perkembangan pada hewan, keseimbangan pasar dan elastisitas permintaan dan penawaran, dan evaluasi kegiatan budidaya unggas. Begitu pula siswa dapat memahami pengaruh suhu terhadap laju proses penetasan telur ayam tersebut termasuk bagaimana merancang, melakukan, dan menyajikan data percobaan dalam menentukan suhu optimum untuk menetas telur ayam yang sehat dan kuat terhadap kondisi lingkungannya.

1. Tantangan

Hampir tiap hari Budi makan telur mata sapi dan ayam geprek. Harganya yang murah membuat mama jadi senang dan tidak kerepotan lagi menyiapkan lauk untuk Budi. Namun, mama belakangan ini menjadi ketakutan memasak ayam untuk lauk di rumah, karena berita yang beredar di media sangat santer dan seram kalau ayam broiler itu berbahaya dikonsumsi karena banyak kandungan hormon dan residu antibiotik sehingga bisa menyebabkan penyakit kanker. Akhirnya mama tahu bahwa ayam dan telur probiotik / organik dapat menjadi alternatif konsumsi karena pakan yang sehat dan terbuat dari herbal, menjadikan ayam dan telur probiotik/organik memiliki kandungan gizi yang sehat. Namun harga dan ketersediaan ayam dan telur organik masih sedikit dan harganya mahal karena proses produksinya yang tergolong mahal dan lama. Saat ini, jumlah permintaan ayam dan telur organik semakin meningkat, tapi tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah peternak karena lahan yang terbatas dan proses produksi yang lambat. Jumlah permintaan ayam dan telur organik di Bandung pada tahun 2017 adalah sebanyak 15.000 ton dengan harga ayam Rp.55.000/kg dan telur Rp.40.000/Kg. Sementara tahun 2018 permintaan naik menjadi 16.000 ton dengan harga jual yang naik Rp.10.000/kg. Kalian diminta untuk menciptakan alat sehingga produksi ayam dan telur dapat meningkat dan mencukupi kebutuhan masyarakat, dengan harga yang terjangkau.

2. Batasan

Desain yang dibuat harus tetap dalam batas ini:

- a. Ayam dan telur yang dikembangkan adalah ayam dan telur organik
- b. Penggunaan anggaran maksimal Rp500.000

- c. Alat yang difokuskan pada tahapan proses penetasan (telur→ayam)

3. Bahan-bahan

Tuliskan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proyek ini.

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

4. Langkah kerja

- a. Diskusikan tantangan bersama dengan grup. Pikirkan pertanyaan berikut:
- b. Diskusikan tantangan dengan grup kalian, lalu pikirkan konsep apa saja yang akan digunakan dalam merancang mesin penetas telur yang sesuai dengan tantangan

- c. Buatlah rancangan mesin penetas telur secara mandiri pada kotak di bawah ini.

- d. Kemukakan rancangan yang sudah kamu buat, jelaskan alasan dan kelebihan dari mesin penetas telur yang telah kamu buat.

- e. Dengarkan anggota grup lainnya ketika sedang mempresentasikan hasil rancangan mesin penetas telur.

- f. Diskusikan apa yang bagus dari rancangan mesin penetas telur tersebut.

- g. Gabungkan ide-ide dari anggota grup ketika merancang mesin penetas telur secara grup. Kemudian, coba pikirkan cara untuk meningkatkan rancangan mesin penetas telur.

- h. Buatlah rancangan yang sudah disetujui oleh grup dan tuliskan dalam kertas yang sudah disediakan.

- i. Kemukakan dan diskusikan rancangan yang sudah dibuat di depan kelas.

- j. Lakukan perbaikan rancangan yang sesuai dengan masukan dari teman yang lain.
- k. Buatlah video atau animasi dari menu yang telah dibuat oleh grup dan disetujui oleh guru.

TESTIMONI PEMBELAJARAN STEAM PBL

1. Pengalaman Bapak Dida Firgiawan dalam pembelajaran STEAM PBL

Saya adalah Dida Firgiawan, M.Pd, guru mata pelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas 8 Bandung. Saya akan memberikan testimoni pengalaman pribadi dalam pelaksanaan pembelajaran STEAM PBL Biologi.

Saya melaksanakan kegiatan mengajar STEAM PBL untuk topik Biologi membuat rancangan menu makanan pada konsep ilmu gizi untuk tingkat kelas XI. Kegiatan pembelajaran ini dilaksanakan dua pertemuan, dimana pertemuan pertama adalah mendesain dan pertemuan kedua adalah membuat menu makanan yang dituangkan dalam bentuk animasi. Pada pertemuan pertama sintak STEAM PBL yang digunakan yaitu *Orientasi peserta didik kepada masalah, Mengorganisasikan peserta didik dan Membimbing penyelidikan individu dan kelompok*. Ada pun deskripsi kegiatan **per sintak nya** adalah sebagai berikut:

Salah satu yang terpenting dalam pelaksanaan pembelajaran STEAM PBL adalah solusi berupa proyek yang dibuat siswa itu harus muncul atas usulan siswa itu sendiri. Jangan sampai diberitahukan oleh guru. Karena jika diberitahu oleh guru maka tidak ada proses berpikir kritis dan kreatifnya. Siswa hanya melaksanakan instruksi saja dalam membuat proyek seperti membuat sebuah "kerajinan". Oleh karena itu, diperlukan kreativitas dan kesabaran dari guru dalam hal menyajikan permasalahan pada tahapan dan fase pertemuan pertama melaksanakan pembelajaran STEAM PBL ini.

Pada sintak berikutnya yaitu *Mengorganisasikan peserta didik dan Membimbing penyelidikan individu dan kelompok* siswa mencari informasi yang diperlukan terkait solusi yang diusulkannya serta berdiskusi dalam kelompok untuk memecahkan masalah yang disajikan dalam LKPD. Pada

tahap ini, siswa melaksanakan presentasi dan diskusi kelompok. Oleh karena itu, siswa difasilitasi untuk mengembangkan kemampuan komunikasi dan kolaborasi antar siswa.

Tantangan atau kesulitan yang dihadapi pada pembelajaran STEAM PBL ini adalah:

1. Waktu

Pembelajaran ini memerlukan alokasi waktu yang cukup banyak, sedangkan waktu yang tersedia cukup terbatas sesuai dengan ketetapan jam pelajaran untuk setiap pertemuan. Waktu diperlukan untuk memberikan permasalahan, membuat desain dan membuat produk, serta mempresentasikannya dalam diskusi kelas. Jika persiapan dan alokasi waktu dilakukan dengan baik maka proses dan hasil pembelajaran berbasis STEM akan lebih optimal.

Diperlukan kreativitas dan manajemen waktu yang baik dalam pembelajaran STEAM PBL ini agar dapat menggunakan waktu dengan efektif. Salah satu caranya adalah dengan fokus pada rencana yang telah dibuat (RPP) serta selalu mengingatkan waktu pengerjaan pada siswa ketika sedang melaksanakan diskusi pembelajaran (mendesain dan membuat produk)

2. Persiapan

Dalam pembelajaran STEAM PBL persiapan yang matang perlu dilakukan. Persiapan tersebut meliputi administrasi pembelajaran seperti RPP, instrumen penilaian, LKPD, serta persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat desain dan produk. Dalam persiapan ini memang dibutuhkan waktu, tenaga dan pikiran yang ekstra agar pembelajaran dapat berjalan dengan baik.

3. Penilaian

Salah satu hal yang sulit dilakukan dalam pembelajaran STEAM PBL ini adalah penilaian, terutama dalam menilai proses pembelajaran. Instrumen yang digunakan untuk menilai proses pembelajaran seperti lembar observasi dan rubrik (keterampilan komunikasi, kerjasama, kreativitas proses, dsb) agak sulit dilakukan jika mengajar seorang diri. Karena fokus akan terbagi antara mengajar dan membimbing siswa dengan keharusan menilai proses pembelajaran setiap orang siswa dalam satu kelas. Solusinya jika untuk kepentingan penelitian dapat dilakukan dengan meminta guru lain untuk membantu mengobservasi siswa. Solusi lainnya adalah dilakukan *team*

teaching sehingga dapat berbagi peran, ada yang fokus mengajar dan ada yang fokus menilai proses pembelajaran siswa.

Secara keseluruhan pembelajaran STEAM PBL ini sangat baik dan efektif dalam memfasilitasi siswa untuk mengembangkan keterampilan memecahkan masalah, berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi dan komunikasi serta dapat meningkatkan penguasaan konsep. Hal ini sesuai dengan penelitian saya mengenai implementasi pembelajaran STEM. Tanggapan siswa juga sangat positif, dimana siswa merasa lebih termotivasi, semangat, tertantang dan aktif dalam mengikuti kegiatan pembelajaran, sehingga pembelajaran STEAM PBL ini dapat dijadikan alternatif pembelajaran yang baik dan efektif untuk mengembangkan kemampuan 4C keterampilan abad 21 yang diperlukan saat ini dan di masa yang akan datang.



2. Pengalaman ibu Guru Elly Cholishoh dalam pembelajaran STEAM PBL

Saya adalah Hj. Elly Cholisoh S.Pd guru mata pelajaran Fisika di sekolah SMAN 10 Bandung. Awal tahun 2017 saya baru mendengar istilah STEM dan ini tantangan bagi saya untuk mengetahui dan memahami lebih dalam lagi, apa itu STEM? Saat itu saya baru mengenal tentang pendekatan Saintifik, itu juga belum 100% saya pahami dan merupakan tantangan bagi saya untuk lebih mendalami tentang pendekatan Saintifik. Berbagai cara saya lakukan demi memahami pendekatan saintifik, mulai dari *browsing* internet sampai baca baca buku tentang pendekatan Saintifik. Karena ingin menguasai tentang pendekatan Saintifik akhirnya saya beranikan diri untuk membuat Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang berjudul “Pengembangan Modul Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Suhu dan Kalor Dengan Menggunakan Model Pembelajaran *Discovery Learning* Di Kelas XI IPA 2 SMAN 10 Bandung semester Genap Tahun Pelajaran 2017-2018”. Bersyukur sekali saya pada saat itu, karena Penelitian Tindakan Kelas (PTK) membawa keberkahan bagi saya lolos penilaian kenaikan pangkat. Alhamdulillah Hirobbil Alamiin.

Pendekatan STEM di dalamnya memuat pendekatan saintifik yang meliputi 4 m (mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar, mengomunikasikan). Pendekatan saintifik ini wajib digunakan pada pembelajaran di sekolah, baik sekolah dasar maupun sekolah menengah berdasarkan kurikulum 2013, sedangkan pendekatan STEM adalah pendekatan pembelajaran interdisiplin antara Sains, Teknologi, *Engineering*, dan Matematika. Pendekatan dari keempat aspek ini merupakan pasangan serasi.

Dengan berkembangnya teknologi, maka sekarang kita mengenal apa yang disebut dengan STEAM, yaitu singkatan dari Sains, Teknologi, *Engineering*, Animasi dan Matematika. STEAM ini bisa dilaksanakan satu mata pelajaran yang sama atau lintas mata pelajaran. Untuk STEAM lintas mata pelajaran saya baru pertama melaksanakan yaitu model sendi engsel dan mesin penetas telur. STEAM lintas mata pelajaran ini lebih menarik dan menantang, dimana siswa akan mendapatkan ilmu yang saling keterkaitan antara mata pelajaran yang satu dengan yang lainnya.

Adapun kekurangan dari STEAM lintas mata pelajaran ini adalah kekurangan waktu jam pelajaran. Siswa harus bekerja keras untuk menghasilkan produk yang baik dan memenuhi konsep yang diberikan.

Di bawah ini beberapa kegiatan siswa pada saat mengerjakan produk PBL STEAM tentang Mesin Penetas telur.



3. Pengalaman siswa Hilda dalam pembelajaran STEAM PBL

Saya Hilda siswa XI IPA 1 mata pelajaran Fisika di Sekolah SMAN 10 Bandung.

Dalam pembelajaran STEAM sangat menyenangkan dan membuat kita dapat berpikir lebih. Walaupun awalnya memang kami merasa kesulitan, namun karena dikerjakan bersama sama dan atas bantuan Bu Ani semua menjadi mudah dan menyenangkan.

Melalui STEAM, saya dan teman teman menjadi lebih mudah memahami materi pembelajaran dan mendapatkan pengalaman pengalaman baru.

Dalam membuat kapal selam saya dapat mengetahui apa saja yang perlu diperhitungkan dalam membuat kapal selam, bagaimana cara menggunakan hukum archimedes dan fluida stasis.

Kesulitan dalam STEAM ini menurut saya ketika menyatukan beberapa pendapat yang berbeda sering kali terjadi perselisihan dan dalam pembiayaannya.

4. Pengalaman siswa Muhammad Dhia Nurdika dalam pembelajaran STEAM PBL

Saya Muhammad Dhia Nurdika siswa dari kelas XI IPA 1 mata pelajaran Fisika bersekolah di SMAN 10 Bandung. Menurut saya pembelajaran dengan sistem STEAM ini sangat menarik dan juga membuat saya berpikir lebih kritis karena kita harus memikirkan solusi dari masalah masalah kecil

yang terjadi dan juga kita harus menemukan sendiri hasil analisis kita selama melakukan kegiatan tersebut.

Banyak sekali yang kami pikirkan untuk menemukan masalah dan solusi dari produk yang kami buat yaitu kapal selam dan juga kami menemukan beberapa kesalahan yang kami tidak ketahui tetapi setelah melakukan percobaan ini saya mengetahui bahwa untuk menjadikan suatu produk yang bagus tidak mudah dan akan ada kegagalan, tetapi semua itu dilakukan dengan santai dan juga menyenangkan.

5. Pengalaman siswa Imam Maliki dalam pembelajaran STEAM PBL

Nama saya Imam Maliki, kelas XI IPA 1 di mata pelajaran Fisika SMAN 10 Bandung. Dalam pembelajaran STEAM rasanya semakin mempermudah dalam pembelajaran. Karena pembelajaran dilaksanakan dengan menyenangkan, juga pembelajarannya jadi tak membosankan. Pembelajaran seperti ini juga membuat siswa siswanya termasuk saya jadi berpikir lebih kritis. Dan karena sebab itu siswanya harus memahami dengan sangat baik pembelajaran yang ada, dan harus memikirkan hal hal kecil sekalipun.

Tapi pembelajaran seperti itu membuat saya sangat gemar dalam menghadapi pembelajaran fisika. Karena akan ada masalah masalah yang dihadapi. Itulah yang membuat rasa penasaran saya untuk ingin selalu belajar dan menemukan suatu hal yang baru kembali dari pembelajaran yang akan dilaksanakan