

**PENGEMBANGAN MODUL BIOTEKNOLOGI BERBASIS
STEAM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS,
AND MATHEMATICS*) DILENGKAPI ANIMASI FLASH
UNTUK PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA/MA**

TESIS

Oleh :
Luthfiyatul Hasanah
NIM 170220104009

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Slamet Hariyadi, M.Si
Dosen Pembimbing Anggota : Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN IPA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENGEMBANGAN MODUL BIOTEKNOLOGI BERBASIS
STEAM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS,
AND MATHEMATICS*) DILENGKAPI ANIMASI FLASH
UNTUK PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA/MA**

TESIS

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Magister Pendidikan IPA (S2)
dan mencapai gelar Magister Pendidikan

Oleh :

Luthfiyatul Hasanah
NIM 170220104009

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN IPA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, tak lupa Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kita pada jalan yang benar. Saya persembahkan skripsi ini dengan segala rasa cinta kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, yaitu Ayahanda Mokhamad Rodi dan Ibunda Susilowati beserta keluarga besar saya yang selama ini memberikan kasih sayang, doa, kesabaran, perhatian dan dukungan materiil;
2. Bapak dan ibu guru sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan bekal ilmu yang bermanfaat dan bimbingan dengan sepenuh hati.

MOTTO

*“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”
(QS. Al- Mujadalah:11)**

*“Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang.
Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh”
(Andrew Jackson)***



*Departemen Agama Republik Indonesia. 2012. Al Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

**Meacham, John. 2009. American Lion: Andrew Jackson in the White House. American Publisher.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luthfiyatul Hasanah

NIM : 170220104009

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi Animasi *Flash* untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2019

Yang menyatakan,

Luthfiyatul Hasanah
NIM. 170220104009

TESIS

**PENGEMBANGAN MODUL BIOTEKNOLOGI BERBASIS STEAM
(SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS, AND
MATHEMATICS) DILENGKAPI ANIMASI FLASH UNTUK
PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA/MA**

Oleh

Luthfiyatul Hasanah
NIM 170220104009

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Slamet Hariyadi, M.Si
Dosen Pembimbing Anggota : Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D

PERSETUJUAN

**PENGEMBANGAN MODUL BIOTEKNOLOGI BERBASIS STEAM
(SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS, AND
MATHEMATICS) DILENGKAPI ANIMASI FLASH UNTUK
PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA/MA**

TESIS

Diajukan untuk Dipertahankan di Depan Tim Penguji guna Menyelesaikan
Pendidikan Program Magister, Program Studi Pendidikan IPA,
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

Oleh

Nama : Luthfiyatul Hasanah
NIM : 170220104009
Tahun angkatan : 2017
Tempat, Tanggal Lahir : Probolinggo, 9 Desember 1993

Disetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota

Dr. Slamet Hariyadi, M.Si.
NIP.19680101 199203 1 007

Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D.
NIP. 19800705 200604 2 004

PENGESAHAN

Tesis berjudul “Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi Animasi *Flash* untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA” ini telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Rabu, 26 Juli 2019

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

Susunan Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Slamet Hariyadi, M.Si.
NIP.19680101 199203 1 007

Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D.
NIP. 19800705 200604 2 004

Penguji Utama,

Penguji Anggota1,

Penguji Anggota II,

Prof.Dr.Joko Waluyo, M.Si
NIP.19571028 198503 1 001

Prof.Dr.Sutarto,M.Pd.
NIP.19580526 198503 1 001

Dr. Sri Astutik, M.Si.
NIP.19670610 199203 2 002

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi Animasi *Flash* untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA; Luthfiyatul Hasanah, 170220104009; 2019:78 halaman; Program Studi Magister Pendidikan IPA; Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tuntutan pembelajaran abad 21 menuntut manusianya memiliki keterampilan teknologi dan manajemen informasi, belajar dan berinovasi, berkarir dan memiliki kesadaran global, serta berkarakter. Saat ini untuk memenuhi tingginya permintaan pasar terkait produk yang berbasis sains dan teknologi diperlukan pendidikan yang mampu menjawab tantangan tersebut. Salah satu pendekatan yang memiliki karakteristik untuk menjawab tuntutan pembelajaran abad 21 adalah pembelajaran berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*). Salah satu unsur sains ada pada mata pelajaran Biologi. Karakter materi Biologi yang sesuai untuk diintegrasikan dengan pendekatan STEAM adalah materi Bioteknologi. Permasalahan pembelajaran Bioteknologi berkaitan erat dengan bahan ajar yang digunakan saat pembelajaran. Salah satu bahan ajar yang menarik dan mampu melatih kemandirian siswa adalah modul. Media cetak belum mampu menjelaskan suatu proses dengan singkat dan mudah dipahami oleh pembaca, namun media elektronik berupa animasi *flash* mampu menutupi kekurangan tersebut. Sehingga diperlukan pengembangan modul bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi *flash* untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA. Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan modul bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi *flash* yang layak, praktis, dan efektif untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Penelitian ini mengembangkan modul berbasis STEAM yang dilengkapi media animasi *flash* pada materi Bioteknologi untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian adalah 4-D model, yang terdiri

dari 4 tahap, yakni (1) *define*, (2) *design*, (3) *development*, dan (4) *dissemination*. Penelitian uji coba produk pengembangan modul ini dilakukan di MAN 1 Jember pada siswa Kelas XII MIA-1, sebanyak 32 siswa.

Hasil penelitian ini menunjukkan modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* memiliki skor kelayakan 89.85% dengan kategori sangat valid. Skor rata-rata respon siswa dengan nilai sebesar 81 dan observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan nilai 80 dengan kategori praktis. Nilai rerata post-test (80.09) > nilai rerata pre-tes (27.51) dan rerata N-Gain termasuk dalam kategori tinggi (0.72), sehingga modul dinyatakan efektif digunakan dalam pembelajaran.

Kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan bahwa modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA yang telah dikembangkan layak, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi Animasi *Flash* untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA”. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan magister (S2) pada Program Studi Pendidikan IPA, Jurusan pendidikan MIPA, FKIP Universitas Jember.

Penyusunan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
3. Prof. Dr. Sutarto, M.Pd., selaku Ketua Program Magister Pendidikan IPA FKIP Universitas Jember yang membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Dr. Slamet Hariyadi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota sekaligus pemberi dana penelitian Riset Grand IDB 2018, yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga, serta perhatian dalam membimbing penulisan tesis ini;
5. Prof. Dr. H. Joko Waluyo, M.Si. dan Dr. Sri Astutik, M.Pd. selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan saran dalam penulisan tesis ini;
6. Prof. Dr. Indrawati, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan selama penulis menjadi mahasiswa;
7. Segenap dosen Magister Pendidikan IPA Universitas Jember yang telah ikhlas dan tulus dalam berbagi ilmu dan pengalaman kepada penulis selama ini;
8. Para validator ahli yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan dan saran yang sangat berharga demi penyempurnaan penyusunan modul yang menjadi produk dari penelitian saya;

9. Validator pengguna, Ibu Enny Purwati, S.Pd., yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan dan saran yang sangat berharga demi penyempurnaan penyusunan modul yang menjadi produk dari penelitian saya;
10. Kedua orang tua, kedua adikku, dan segenap keluarga besar yang telah memberi limpahan doa, motivasi, nasihat, sekaligus dukungan materiil;
11. Roy, Rizka, Siska, Ellena, Ifa, Eka, Dyah, dan Anas, yang telah membantu dan menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan penelitian ini;
12. Hilya dan Ella, segenap teman-teman satu proyek penelitian yang mencurahkan tenaga, dukungan dan motivasi pada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini;
13. Teman-teman angkatan 2017 Magister Pendidikan IPA FKIP Universitas Jember yang memberikan motivasi dan kenangan yang tak pernah terlupakan;
14. Semua pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tesis ini. Penulis juga berharap mudah-mudahan tesis ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Jember, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bahan Ajar	6
2.2 Modul Pembelajaran	6
2.2.1 Karakteristik Modul Pembelajaran.....	7
2.2.2 Fungsi dan Tujuan Modul Pembelajaran	9
2.2.3 Unsur-unsur Modul Pembelajaran	10
2.2.4 Kelebihan & Kelemahan Modul	10
2.2.5 Kualitas Modul Pembelajaran	11
2.3 Pendekatan STEAM	14
2.4 Pengembangan Modul Berbasis STEAM	17
2.5 Media Pembelajaran	19

2.6 Animasi <i>Flash</i>	21
2.7 Karakteristik Materi Biotek	22
2.8 Hasil Belajar	23
2.9 Kerangka Berpikir	25
BAB 3. METODE PENELITIAN	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.3 Subjek Penelitian	26
3.4 Definisi Operasional	26
3.5 Rancangan Penelitian Pengembangan	27
3.6 Prosedur Penelitian Pengembangan	34
3.7 Metode Pengumpulan Data	36
3.8 Analisis Data	36
3.8.1 Analisis Validitas Produk	36
3.8.2 Analisis Kepraktisan	37
3.8.3 Analisis Efektivitas Produk	39
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Penelitian	41
4.1.1 Proses Pengembangan Modul	41
4.1.2 Validasi Pengembangan Modul	48
4.1.3 Uji Kepraktisan	54
4.1.4 Uji Efektivitas	57
4.2 Pembahasan	58
4.2.1 Proses Pengembangan Modul	58
4.2.2 Deskripsi Modul Berbasis STEAM yang Valid	64
4.2.3 Deskripsi Modul Berbasis STEAM yang Praktis	65
4.2.4 Deskripsi Modul Berbasis STEAM yang Efektif	66
BAB 5. PENUTUP	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	71

DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	79



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komparasi Pembelajaran Modul dengan Pembelajaran- Tradisional.....	11
Tabel 3.1 Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar	31
Tabel 3.2 Kriteria Validitas.....	37
Tabel 3.3 Kriteria Hasil Pengamatan RPP	38
Tabel 3.4 Kriteria Respon Siswa.....	38
Tabel 3.5 Kriteria Interpretasi Persentase Hasil Uji Keterbacaan.....	39
Tabel 3.6 Kriteria Gain Skor.....	40
Tabel 4.1 Analisis KI dan KD.....	41
Tabel 4.2 Hasil angket analisis kebutuhan guru.....	43
Tabel 4.3 Hasil angket analisis kebutuhan siswa	44
Tabel 4.4 Susunan garis besar modul bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi <i>flash</i>	45
Tabel 4.5 Desain modul bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi <i>flash</i>	46
Tabel 4.6 Hasil validasi modul bioteknologi dilengkapi animasi <i>flash</i>	50
Tabel 4.7 Kritik dan saran validator terhadap modul berbasis bioteknologi STEAM dilengkapi animasi <i>flash</i>	50
Tabel 4.8 Hasil revisi modul bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi <i>flash</i>	51
Tabel 4.9 Hasil validasi silabus.....	53
Tabel 4.10 Hasil validasi RPP.....	53
Tabel 4.11 Hasil uji keterbacaan modul bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi <i>flash</i>	55
Tabel 4.12 Data respon siswa uji kelompok kecil terhadap modul bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi <i>flash</i>	55
Tabel 4.13 Data respon siswa uji skala besar terhadap modul bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi <i>flash</i>	56

Tabel 4.14 Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran di kelas XII MIA 1 MAN 1 Jember	56
Tabel 4.15 Rekapitulasi hasil uji gain nilai pre-test dan post-test di kelas XII MIA-1 MAN 1 jember	57
Tabel 4.16 Rekapitulasi hasil uji gain nilai pre-test dan post-test tahap Penyebaran.....	58



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Prosedur Pengembangan 4-D.....	29



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matriks Penelitian	79
B. Silabus	80
C. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran.....	82
D1. Angket Kebutuhan Guru	105
D2. Angket Kebutuhan siswa.....	107
E1. Lembar Validasi Ahli Materi.....	108
E2. Lembar Validasi Ahli Media dan Pengembang.....	110
E3. Lembar Validasi Pengguna.....	113
E4. Lembar Validasi RPP dan Silabus	115
F. Angket Keterlaksanaan Pembelajaran	117
G. Angket Respon Siswa	118
H. Analisis Respon Siswa	119
I. Lembar Uji Keterbacaan.....	120
J. Kisi-kisi Soal Pretes & Postes	121
K. Soal Pretes & postes.....	126
L. Hasil Pretes & postes	128
M. Hasil Belajar Siswa.....	129
N. Hasil uji Efektivitas	130
O. Surat Bukti Penelitian	134
P. Foto Kegiatan Penelitian.....	135

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan global yang amat pesat akibat kemajuan di bidang teknologi mengharuskan bangsa-bangsa di dunia mengubah sistem pendidikan mereka. Pada beberapa tahun terakhir, negara-negara maju maupun negara berkembang, berupaya meningkatkan kualitas pendidikan, tak terkecuali Indonesia. Menteri pendidikan dalam harian Kompas (2018) menyatakan bahwa Indonesia perlu menanamkan pendidikan ekonomi berbasis sains dan teknologi sejak dini dalam rangka pemanfaatan bonus demografi 2025-2045. Melalui pendidikan ekonomi berbasis sains dan teknologi maka diharapkan muncul manusia-manusia yang berkarakter, berbudi pekerti, memiliki kemauan untuk maju dan berkembang, serta memiliki nalar keilmuan.

Seiring dengan besarnya permintaan produk berbasis sains dan teknologi dibutuhkan sistem pendidikan yang menuntut siswa untuk berkreasi dan berinovasi sesuai dengan tujuan kurikulum 2013. Adapun tujuan kurikulum 2013 yaitu untuk mempersiapkan manusia Indonesia agar memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi dan warga negara yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, dan afektif serta mampu berkontribusi pada kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan peradaban dunia (Permendikbud, 2013). Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Permendikbud) Nomor 20 Tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah, siswa dituntut memiliki keterampilan berpikir kritis dan bertindak kreatif, produktif, mandiri, kolaboratif, dan komunikatif melalui pendekatan ilmiah sesuai dengan yang dipelajari di satuan pendidikan dan sumber lain secara mandiri. Berdasarkan uraian tersebut pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah, diharapkan bisa menanamkan dan melatih keterampilan-keterampilan sesuai tuntutan pembelajaran abad 21.

Sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad 21 yang menuntut manusianya memiliki keterampilan teknologi dan manajemen informasi, belajar dan berinovasi, berkarir dan memiliki kesadaran global, serta berkarakter untuk memenuhi tingginya permintaan pasar terkait produk yang berbasis sains dan teknologi

diperlukan pendidikan yang mampu menjawab tantangan tersebut. Salah satu pendekatan yang memiliki karakteristik untuk menjawab tuntutan pembelajaran abad 21 adalah pembelajaran berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*). Pembelajaran STEAM merupakan salah satu terobosan bagi pendidikan di Indonesia yang berupaya mengembangkan manusia yang bisa menciptakan ekonomi berbasis sains dan teknologi. Pendekatan STEAM adalah bagaimana sains diintegrasikan dengan teknologi secara reflektif ke teknik dan kesenian yang semua disiplin tersebut mengandung unsur matematika sebagai induk sains (Yakman, 2008). Pendekatan ini mengajak siswa untuk menjadi pemecah masalah dengan pemikiran terpadu, sehingga pada akhirnya akan menjadikan siswa mampu bersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan (Lee, 2003).

Pendekatan STEAM mengajak siswa untuk mengintegrasikan teknologi dengan cara reflektif ke teknik dan kesenian yang semuanya disiplin tersebut mengandung unsur matematika sebagai induk sains. Salah satu unsur sains ada pada mata pelajaran Biologi. Karakter materi Biologi yang sesuai untuk diintegrasikan dengan pendekatan STEAM adalah materi Bioteknologi. Materi ini berisikan penerapan prinsip-prinsip ilmu biologi dan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Bioteknologi sebagai suatu bidang ilmu sangat kompleks, bersifat multidimensi, sangat *scientific*, teknologis, bersifat sosiologi dan sangat berkaitan dengan etika (Moreland *et al.*, 2006). Bioteknologi juga merupakan ilmu yang bersifat multidisipliner, lebih banyak bersifat aplikatif sehingga membutuhkan penguasaan konsep dasar yang benar dan berkembang sangat pesat karena manfaatnya bersentuhan langsung dengan peningkatan taraf hidup manusia (Sohan *et al.*, 2003). Pada penerapannya juga perlu memperhatikan aspek sains dan teknologi, serta memperhatikan cara pengaplikasian melalui proses rekayasa/desain.

Permasalahan pembelajaran Bioteknologi berkaitan erat dengan bahan ajar yang digunakan saat pembelajaran. Hasil sebaran angket kepada 30 guru Biologi menunjukkan bahwa 25% pernah menggunakan modul sebagai bahan ajar dan sisanya menggunakan bahan ajar berupa buku paket, LKS, dan artikel dari internet. Demikian pula dengan sebaran angket kepada 200 siswa menunjukkan bahwa

bahan ajar yang mereka gunakan selama ini 83,4% siswa menggunakan buku paket dan sisanya menggunakan LKS dan artikel dari internet. Hasil sebaran angket tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar berupa modul belum banyak digunakan, padahal proses belajar mengajar dengan menggunakan modul merupakan salah satu pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan mandiri siswa. Modul pembelajaran mampu melatih kemandirian siswa dengan komponen-komponen yang ada didalamnya. Modul disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode, dan evaluasi yang dikembangkan (Basilotta, 2017). Menurut Russel dalam Made (2009), sistem pembelajaran modul akan menjadikan pembelajaran lebih efisien, efektif, dan relevan, dibandingkan dengan pembelajaran konvensional yang cenderung bersifat klasikal dan dilaksanakan dengan tatap muka. Keunggulan dan kelebihan modul antara lain modul memiliki perintah mandiri yang memungkinkan siswa dapat belajar sendiri menggunakan modul dan guru tidak lagi menjadi satu-satunya sumber belajar bagi siswa. Pengembangan bahan ajar berbentuk modul akan memudahkan siswa untuk memahami materi pembelajaran.

Hasil sebaran angket kepada 200 siswa menunjukkan bahwa 75,3% siswa menyatakan sangat membutuhkan bahan ajar alternatif untuk mempelajari konsep Bioteknologi. Bahan ajar yang dirasa dapat membantu memahami materi Bioteknologi menurut mereka 39,6% video/animasi, 22,6% artikel, 17,9% alat peraga, dan sisanya menjawab lain-lain. Berdasarkan jawaban dari sebaran angket kepada siswa tersebut bahwa siswa membutuhkan bahan ajar alternatif untuk mempelajari konsep Bioteknologi khususnya materi Bioteknologi modern yang sebagian besar masih bersifat abstrak. Materi Bioteknologi memiliki sub-materi rekayasa genetika yang sulit dipahami oleh siswa karena bersifat abstrak (Venville, 2002). Buku ajar bioteknologi berbasis STEM-LW untuk siswa menengah pertama (Utomo *et al.*, 2017) dan buku ajar bioteknologi berbasis STEM untuk siswa menengah atas telah mampu meningkatkan hasil belajar siswa (Wahono *et al.*, 2018) akan tetapi media cetak belum mampu menjelaskan suatu proses dengan singkat dan mudah dipahami oleh pembaca. Sedangkan media elektronik berupa animasi *flash* mampu menutupi kekurangan tersebut. Sehingga modul bioteknologi

berbasis STEAM ini dilengkapi animasi *flash* sebagai bentuk pengembangan media cetak menjadi media semi elektronik, yang mampu memvisualkan sub-materi yang bersifat abstrak. Berdasarkan penjabaran diatas, maka penulis dalam penelitian ini mengambil judul “Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi Animasi *Flash* untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan latar belakang yang telah diuraikan, sehingga dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi *flash* yang valid untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA?
- b. Bagaimanakah modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi *flash* yang praktis untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA?
- c. Bagaimanakah modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi *flash* yang efektif untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mendeskripsikan modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi *flash* yang valid untuk pembelajaran Biologi di SMA.
- b. Mendeskripsikan modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi *flash* yang praktis untuk pembelajaran Biologi di SMA.
- c. Mendeskripsikan modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi *flash* yang efektif untuk pembelajaran Biologi di SMA.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

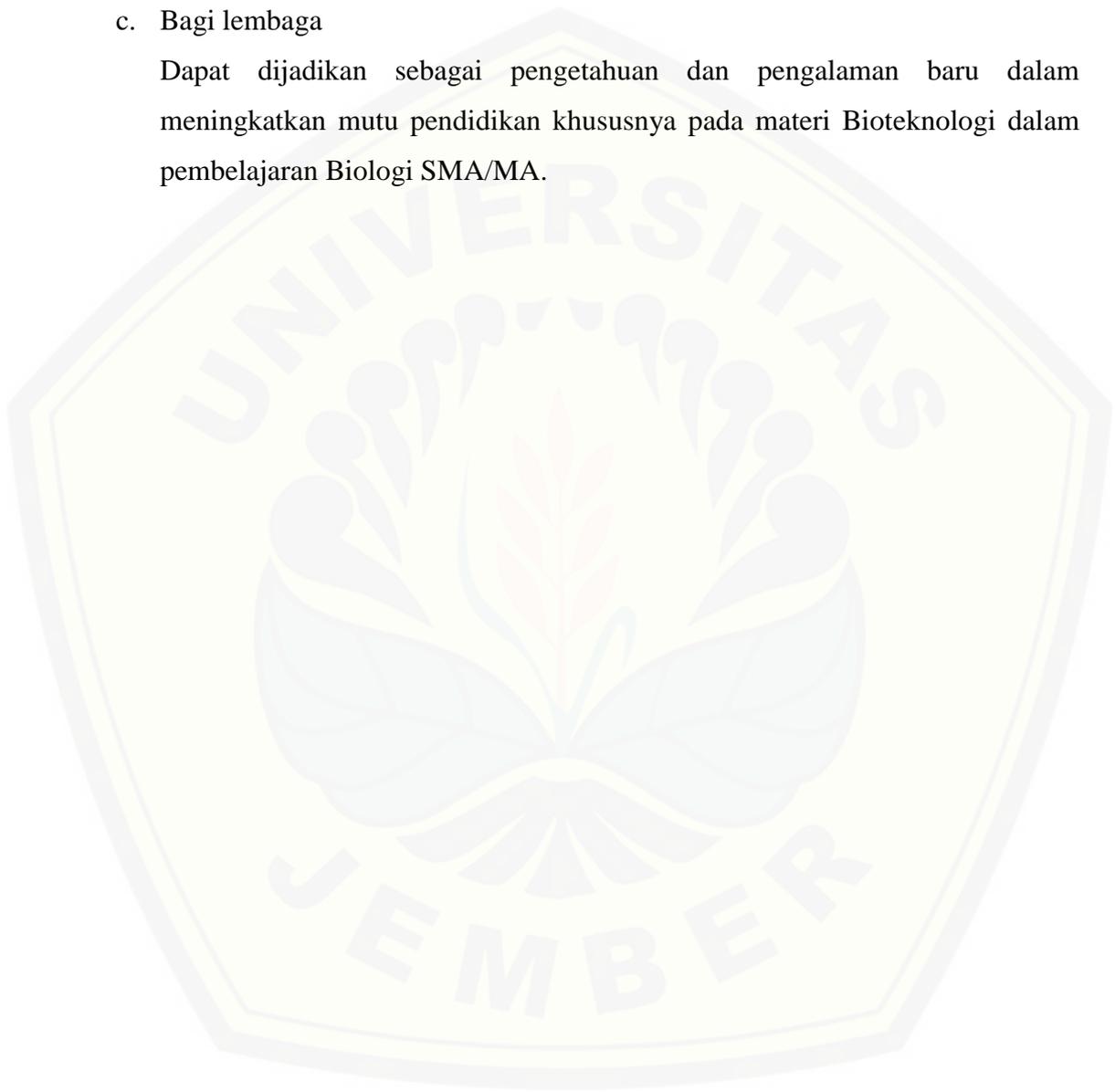
- a. Bagi guru biologi
Guru memiliki Bahan Ajar Biologi Berbasis STEAM yang dapat membantu dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien.

b. Bagi siswa

Diharapkan menjadi perubahan dalam pola berpikir dan kinerja siswa dalam memecahkan masalah dan mengasah kemampuan berpikir dalam menguasai suatu pengetahuan khususnya materi Bioteknologi.

c. Bagi lembaga

Dapat dijadikan sebagai pengetahuan dan pengalaman baru dalam meningkatkan mutu pendidikan khususnya pada materi Bioteknologi dalam pembelajaran Biologi SMA/MA.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan bahan-bahan atau materi pelajaran yang disusun secara sistematis, yang digunakan guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Bahan ajar atau materi pembelajaran (*instructional materials*) adalah pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang harus dipelajari oleh siswa dalam rangka mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan. Secara terperinci jenis-jenis materi pembelajaran terdiri dari pengetahuan (fakta, konsep, prinsip, dan prosedur), keterampilan, dan sikap (Pannen, 2001). Berdasarkan pendapat Hamdani (2011), bahan ajar adalah seperangkat materi pembelajaran yang disusun secara sistematis untuk membantu guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Sebelum menentukan materi pembelajaran terlebih dahulu perlu diidentifikasi aspek-aspek standar kompetensi dasar memerlukan jenis materi yang berbeda-beda dalam kegiatan pembelajaran. Bahan ajar memiliki ruang lingkup yang meliputi; judul, mata pelajaran, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, latihan-latihan, petunjuk kerja, dan evaluasi.

Bahan ajar merupakan informasi, alat, dan teks yang diperlukan guru sebagai perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran. Salah satu bentuk bahan ajar yang dapat digunakan guru sebagai perencanaan dan penelaahan implementasi belajar adalah modul (Prastowo, 2011).

2.2 Modul Pembelajaran

Modul merupakan salah satu bahan ajar dalam bentuk cetak yang digunakan oleh siswa sebagai alat untuk belajar secara mandiri dan digunakan seorang pengajar untuk memberikan materi kepada siswa secara runtut (Tim Direktorat Tenaga Kependidikan, 2010:3). Meskipun pada kenyataannya seorang siswa tetap membutuhkan bimbingan dan pendamping ketika dihadapkan pada sebuah materi yang rumit, akan tetapi modul yang baik adalah modul yang memberikan solusi ketika siswa merasa kesulitan dalam belajar menggunakan modul tersebut.

Modul adalah suatu paket pengajaran yang memuat satu unit konsep dari bahan pembelajaran. Menurut Majid (2012 : 176) modul adalah sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru atau pendidik, sehingga modul berisi segala komponen dasar bahan ajar. Dimana modul ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru sehingga modul berisi paling tidak tentang segala komponen dasar bahan ajar.

Menurut Tim Direktorat Tenaga Pendidikan (2008:4) menjelaskan bahwa modul disebut juga media untuk belajar mandiri karena di dalamnya telah dilengkapi petunjuk untuk belajar sendiri. Artinya, pembaca dapat melakukan kegiatan belajar tanpa kehadiran pengajar secara langsung. Bahasa, pola dan sifat kelengkapan lainnya yang terdapat dalam modul diatur, sehingga ia seolah-olah merupakan “bahasa pengajar” atau bahasa pendidik yang sedang memberikan pengajaran kepada murid-muridnya. Maka dari itulah, media ini sering disebut bahan instruksional mandiri. Pendidik tidak secara langsung memberi pelajaran atau mengajarkan sesuatu kepada siswa dengan tatap muka, tetapi cukup dengan modul-modul ini.

Sebuah modul akan bermakna kalau siswa dapat dengan mudah menggunakannya. Menurut Majid (2011:176) pembelajaran dengan modul memungkinkan seorang siswa yang memiliki kecepatan tinggi dalam belajar akan lebih cepat menyelesaikan satu atau lebih kompetensi dasar dibandingkan dengan siswa lainnya. Dengan demikian maka modul harus menggambarkan kompetensi dasar yang akan dicapai oleh siswa, disajikan dengan menggunakan bahasa yang baik, menarik, dilengkapi dengan ilustrasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul merupakan sebuah bahan ajar cetak yang berisi materi yang ditulis secara lengkap dan menarik sehingga memungkinkan peserta didik bisa belajar dengan atau tanpa bantuan dari guru.

2.2.1 Karakteristik Modul Pembelajaran

Modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan

menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya. Sebuah modul menurut Tim Direktorat Tenaga Pendidikan (2008: 5-6) bisa dikatakan baik dan menarik apabila terdapat karakteristik sebagai berikut:

a. *Self Instructional*

Yaitu melalui modul tersebut seseorang atau peserta belajar mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain.

b. *Self Contained*

Yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh. Tujuan dari konsep ini adalah memberikan kesempatan pembelajar mempelajari materi pembelajaran yang tuntas, karena materi dikemas ke dalam satu kesatuan yang utuh.

c. *Stand Alone* (berdiri sendiri)

Yaitu modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lain.

d. *Adaptive*

Modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Dikatakan adaptif jika modul dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel digunakan.

e. *User Friendly*

Modul hendaknya bersahabat dengan pemakainya. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.

Jadi, modul yang baik harus memenuhi beberapa karakteristik agar siswa bisa dengan mudah belajar secara mandiri, modul yang baik harus berisi materi yang ditulis secara lengkap dan disertai dengan berbagai macam ilustrasi yang membantu serta ditulis dengan bahasa yang mudah dipahami.

2.2.2 Fungsi dan Tujuan Modul Pembelajaran

Penggunaan modul sering dikaitkan dengan aktivitas pembelajaran mandiri (*self-instruction*), sehingga konsekuensi yang harus dipenuhi oleh modul ialah adanya kelengkapan isi; artinya isi atau materi sajian dari suatu modul haruslah secara lengkap dibahas lewat sajian-sajian sehingga dengan begitu para pembaca merasa cukup memahami bidang kajian tertentu dari hasil belajar melalui modul ini. Kecuali apabila pembaca menginginkan pengembangan wawasan tentang bidang tersebut, bahkan dianjurkan untuk menelusurinya lebih lanjut melalui daftar pustaka (bibliografi) yang sering juga dilampirkan pada bagian akhir setiap modul.

Isi suatu modul hendaknya lengkap, baik dilihat dari pola sajiannya, apalagi isinya. Modul mempunyai banyak arti berkenaan dengan kegiatan belajar mandiri. Orang bisa belajar kapan saja dan di mana saja secara mandiri. Karena konsep belajarnya berciri demikian, maka kegiatan belajar itu sendiri juga tidak terbatas pada masalah tempat, dan bahkan orang yang berdiam di tempat yang jauh dari pusat penyelenggara-pun bisa mengikuti pola belajar seperti ini. Terkait dengan hal tersebut, penulisan modul menurut Tim Direktorat Tenaga Pendidikan (2008 : 7) memiliki tujuan sebagai berikut:

- a. Memperjelas dan mempermudah penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbal.
- b. Mengatasi keterbatasan waktu, ruang dan daya indera, baik peserta belajar maupun pendidik/instruktur.
- c. Dapat digunakan secara tepat dan bervariasi, seperti untuk meningkatkan motivasi dan gairah belajar; mengembangkan kemampuan dalam berinteraksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar lainnya yang memungkinkan siswa atau pebelajar belajar mandiri sesuai kemampuan dan minatnya.
- d. Memungkinkan siswa atau pebelajar dapat mengukur atau mengevaluasi sendiri hasil belajarnya.

Berdasarkan tujuan-tujuan di atas, modul sebagai bahan ajar akan sama efektifnya dengan pembelajaran tatap muka. Hal ini tergantung pada proses penulisan modul. Penulis modul yang baik menulis seolah-olah sedang mengajarkan kepada seorang peserta mengenai suatu topik melalui tulisan. Segala

sesuatu yang ingin disampaikan oleh penulis saat pembelajaran, dikemukakan dalam modul yang ditulisnya. Penggunaan modul dapat dikatakan sebagai kegiatan tutorial secara tertulis (Tim Direktorat Tenaga Pendidikan, 2008 : 8). Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa modul memiliki fungsi dan tujuan yang efektif dalam menunjang keberhasilan pembelajaran. Jika fungsi dan tujuan modul benar-benar diperhatikan, maka tidak menutup kemungkinan jika pendidikan di Indonesia akan maju karena siswa tidak lagi menunggu penjelasan dari guru atau pendidik.

2.2.3 Unsur-Unsur Modul Pembelajaran

Untuk membuat sebuah modul yang baik, maka yang harus dilakukan adalah mengenali unsur-unsurnya. Adapun unsur-unsur modul menurut Prastowo (2012 : 112) yang dipenuhi sebagai berikut:

- a. Judul
- b. Petunjuk belajar (petunjuk peserta didik atau pendidik)
- c. Kompetensi yang akan dicapai
- d. Informasi pendukung
- e. Latihan-latihan
- f. Petunjuk kerja atau lembar kerja
- g. Evaluasi

2.2.4 Kelebihan dan Kelemahan Modul Pembelajaran

Suatu karya tulis pasti memiliki kelemahan yang menyertai segala kelebihannya, meskipun kelemahan tersebut relatif kecil. Begitu juga dengan modul, modul juga mempunyai kelemahan dan kelebihan. Menurut Vembrianto (1985 : 25-26), kelemahan dan kelebihan modul dipaparkan dengan cara membandingkan pembelajaran yang menggunakan modul dengan tanpa menggunakan modul, seperti dalam tabel 2.1:

Tabel 2.1 Komparasi Pembelajaran Modul dengan Pembelajaran Tradisional

Belajar akan lebih efisien dan efektif apabila:	Pembelajaran Tradisional	Pembelajaran Modul
1. Siswa diberi motivasi yang kuat untuk mencapai tujuan pengajaran. Sebab itu peserta didik harus dibangkitkan minatnya dalam proses belajarnya.		Lebih baik
2. Siswa dapat belajar menurut kecepatan pemahamannya masing-masing.		Lebih baik
3. Siswa secara aktif terlibat dalam proses belajar.		
4. Guru mempunyai kesempatan lebih banyak untuk menolong peserta didik secara individual dalam memecahkan masalah atau menjawab pertanyaan pada waktu mereka belajar.		Lebih baik
5. Siswa dapat mengetrapkan belajarnya pada situasi kehidupan nyata.		Lebih baik
6. Siswa memperoleh informasi berulang-ulang tentang kemajuan belajar yang telah dicapai.		Lebih baik
7. Guru mengetahui metode-metode belajar manakah yang paling efisien dan mereka memiliki keterampilan dan fasilitas untuk menggunakan metode yang efisien.		Lebih baik
8. Guru dapat menyesuaikan pengajarannya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelumnya, misalnya keterlambatan pengiriman buku-buku dan alat-alat pelajaran lainnya.	Lebih baik	

Sumber: Vembrianto (1985 : 25-26)

Berdasarkan Tabel 2.2 di atas, dapat disimpulkan bahwa modul memiliki banyak kelebihan daripada kelemahannya ketika digunakan dalam proses pembelajaran.

2.2.5 Kualitas Modul Pembelajaran

Pembelajaran telah banyak dilakukan inovasi, perbaikan dan pengembangan, akan tetapi pembelajaran yang telah dilakukan tersebut dapat dikatakan baik jika sudah memenuhi tiga syarat, yaitu valid, praktis dan efektif.

a. Kevalidan Modul Pembelajaran

Validitas merupakan penilaian terhadap rancangan suatu produk. Kevalidan bahan ajar dalam penelitian yaitu bahan ajar yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan didesain berdasarkan pada pengetahuan ilmiah, serta bahan ajar yang dikembangkan logis untuk dirancang (Nieveen *et al.*, 2013:30)

Kevalidan modul didapatkan dari uji validasi oleh validator. Menurut Lufri (2007) validator adalah orang yang memvalidasi (menilai) kelayakan instrumen dan produk penelitian yang dikembangkan. Validator dapat berupa pakar, teman sejawat, praktisi dan yang relevan. Kriteria pemilihan validator berdasarkan masukan pembimbing dengan mempertimbangkan keahlian validator pada bidang media, materi, dan bahasa. Kevalidan modul pembelajaran dapat diartikan sebagai suatu modul pembelajaran yang dapat dilaksanakan guna mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

Aspek kevalidan, dikaitkan dengan dua hal yaitu,

- 1) Jika modul pembelajaran dapat diterapkan sesuai dengan kurikulum dan tujuan pembelajaran.
- 2) Tujuan pembelajaran dapat diterapkan sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

b. Kepraktisan (*Practicality*) Modul Pembelajaran

Kepraktisan merupakan ukuran suatu modul pembelajaran dapat dikatakan baik atau tidak. Kepraktisan mengacu pada tingkat bahwa pengguna (pakar) mempertimbangkan intervensi dapat digunakan dan disukai dalam kondisi normal (Akker, 1999:10). Media pembelajaran atau modul dapat dikatakan praktis jika guru dapat melaksanakan pembelajaran dengan media yang telah direncanakan (Nieveen, 1999: 127-128).

Kepraktisan sebuah media pembelajaran lebih menekankan pada tingkat efisiensi dan efektivitas modul pembelajaran tersebut, beberapa kriteria dalam mengukur tingkat kepraktisan pelaksanaan modul pembelajaran, menurut Nieveen (1999:127-128) diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1) Waktu yang diperlukan untuk menyusun persiapan modul pembelajaran tersebut

- 2) Biaya yang diperlukan untuk menyelenggarakan modul pembelajaran tersebut
- 3) Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pembelajaran menggunakan modul pembelajaran
- 4) Tingkat kesulitan mempersiapkan modul pembelajaran
- 5) Tingkat kesulitan dalam proses menggunakan modul pembelajaran tersebut

c. Keefektifan (*Effectiveness*) Modul Pembelajaran

Efektivitas merupakan bagaimana seseorang dapat berhasil memanfaatkan dan mendapatkan komponen dari strategi pembelajaran untuk memperoleh hasil yang baik. Efektivitas memiliki arti berhasil atau tepat guna. Efektif merupakan kata dasar, kata sifat dari efektif adalah efektivitas. Menurut Effendy (1989) mendefinisikan efektivitas sebagai berikut: “Komunikasi yang prosesnya mencapai tujuan yang direncanakan sesuai dengan biaya yang dianggarkan, waktu yang ditetapkan dan jumlah personil yang ditentukan”

Keefektifan modul pembelajaran merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam proses pembelajaran. Kemp (1994 : 288), mengatakan bahwa keefektifan menjawab pertanyaan ‘Apakah peserta didik mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan untuk setiap satuan pelajaran’. Pembelajaran efektif terjadi bila peserta didik dilibatkan secara aktif dalam mengorganisasi dan menemukan hubungan dari informasi-informasi yang diberikan, dan tidak hanya secara pasif menerima pengetahuan dari pendidik. Menurut Reigeluth (1999 : 45), aspek penting dalam keefektifan (efek potensial) dari suatu instrumen, teori, atau modul adalah mengetahui tingkat/derajat dari penerapan teori, atau modul dalam suatu situasi tertentu.

Penentuan keefektifan modul pembelajaran dilihat dari keefektifan penerapan modul di lapangan (pelaksanaan pembelajaran di kelas) menggunakan modul pembelajaran yang dikembangkan. Modul pembelajaran dikatakan efektif, jika memenuhi indikator-indikator berikut:

- 1) Pencapaian ketuntasan belajar siswa secara klasikal

- 2) Adanya peningkatan hasil belajar antara sebelum dan setelah penerapan modul pembelajaran

Penelitian pembelajaran ini dapat berjalan secara efektif dapat dilihat dari analisis data tes hasil belajar yang meliputi pencapaian ketuntasan belajar siswa secara klasikal dan adanya peningkatan hasil belajar antara sebelum dan setelah penerapan modul pembelajaran.

2.3 Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*)

STEAM merupakan sains dan teknologi yang diinterpretasikan melalui teknik dan seni, dan kesemua disiplin tersebut berbasis pada elemen matematika (Yakman, 2008). Yakman (2008) menyatakan jika “Kita sekarang hidup di dunia di mana Anda tidak dapat memahami Ilmu tanpa Teknologi, yang menuangkan sebagian besar penelitian dan pengembangannya dalam bidang Teknik, yang mana Anda tidak dapat membuatnya tanpa pemahaman tentang Seni dan Matematika”. Dalam hal ini, siswa berpartisipasi dalam STEAM, tidak hanya belajar untuk dididik di bidang tertentu tetapi juga mereka dapat menjadi pembelajar seumur hidup yang mampu menghadapi masyarakat global karena memiliki kemampuan berfikir kritis dan kreatif. Pendidikan STEAM juga mendukung mereka untuk memiliki kepedulian yang lebih terhadap masyarakat sekitar, dan hal-hal berbeda yang ada pada disiplin lain serta perspektif dan budaya. Sehingga mereka dapat berkomunikasi dan bekerja dengan satu dengan yang lainnya dengan tetap melestarikan identitas mereka.

STEAM berawal dari STEM, istilah STEM dikenalkan oleh NSF (National Science Foundation) Amerika Serikat pada tahun 1990-an sebagai singkatan untuk “Science, Technology, Engineering, & Mathematics” (Sanders, 2009). Jadi dalam konteks Indonesia, STEM merujuk kepada empat bidang ilmu pengetahuan, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Torlakson, (2014) menyatakan bahwa pendekatan dari keempat aspek ini merupakan pasangan yang serasi antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan juga pembelajaran berbasis masalah. Pendekatan ini mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran secara kohesif dan pembelajaran

aktif karena keempat aspek dibutuhkan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah. Solusi yang diberikan menunjukkan bahwa siswa mampu untuk menyatukan konsep abstrak dari setiap aspek.

Pendidikan STEM merupakan suatu pendekatan pengajaran dan pembelajaran antara dua atau lebih dalam komponen STEM atau antara satu komponen STEM dengan disiplin ilmu lain (Becker & Park, 2011). Pengintegrasian pendidikan STEM dalam pengajaran dan pembelajaran boleh dijalankan pada semua tingkatan pendidikan, mulai dari sekolah dasar sampai universitas, karena aspek pelaksanaan STEM seperti kecerdasan, kreatifitas, dan kemampuan desain tidak tergantung kepada usia (Sanders *et al.*, 2011). Oleh karena itu STEM menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan pembelajaran ini. STEM merupakan gabungan ilmu pengetahuan yang sudah dipadu seperti ilmu sains, teknologi, matematika serta pemilihan alat yang dipakai mudah terjangkau.

Tantangan dari seorang pendidik adalah menyediakan sebuah sistem pendidikan yang menciptakan kesempatan kepada peserta didik untuk menghubungkan antara pengetahuan dan keterampilan sehingga menjadi familiar bagi setiap peserta didik. Kesempatan tidak akan tercipta jika pengetahuan dan keterampilan dipisahkan dalam suatu proses pembelajaran. Pfeiffer, *et al.*, (2013) menyatakan bahwa dalam pembelajaran STEM keterampilan dan pengetahuan digunakan secara bersamaan oleh peserta didik. Perbedaan dari aspek pada STEM akan membutuhkan sebuah garis penghubung yang membuat seluruh aspek dapat digunakan secara bersamaan dalam pembelajaran. Peserta didik mampu menghubungkan seluruh aspek dalam STEM merupakan indikator yang baik bahwa ada pemahaman metakognisi yang dibangun oleh peserta sehingga bisa merangkai 4 aspek inter disiplin dalam STEM. Setiap aspek dari STEM memiliki ciri-ciri khusus yang membedakan antara ke empat aspek tersebut. Masing-masing dari aspek membantu peserta didik menyelesaikan masalah jauh lebih komprehensif jika diintegrasikan.

STEAM dapat diterima oleh berbagai jenis dan tingkat lingkungan belajar. Sehingga STEAM secara akurat dapat menjadi proxy dari budaya sekitarnya dan dikembangkan untuk menjadi toleran terhadap semua jenis keanekaragaman.

Dengan demikian semua siswa dapat belajar tentang budaya di sekitarnya, dan budaya sekitarnya dapat menjadi media pembelajaran untuk mereka (Lee, 2012). Sebagai kesimpulan, pendidikan STEAM membutuhkan sebuah konteks sebagai media untuk menumbuhkan pengintegrasian Sains, Teknologi, Teknik, Seni, dan disiplin Matematika serta memberikan berbagai macam perlakuan dalam pengembangannya. Fakta ini didukung oleh Lee (2012) bahwa sebuah konteks dapat memediasi STEAM.

Konteks atau fenomena yang paling terkenal dalam hal ini di setiap daerah, bahkan di seluruh negara dan wilayah adalah kearifan lokal, khususnya budaya lokal. Ilmu dan teknologi yang canggih tercipta karena adanya degradasi budaya (Mungmachon, 2012), kemudian degradasi nilai-nilai moral dan sosial budaya terjadi di masyarakat / budaya lokal. Wagiran, (2013) menyatakan bahwa “Penyebab degradasi moral, sebagai berikut: 1) Semakin mudarnya budaya asli yang memiliki nilai-nilai luhur dan masuknya budaya asing yang tidak sesuai dengan budaya lokal; 2) Kurangnya dukungan dan semangat kesatuan untuk mempertahankan dan mengembangkan teknologi dan pengetahuan lokal”. Maka kearifan lokal dapat memperkuat sifat pembelajaran kontekstual yang dapat menstimulus peningkatan kemampuan berfikir kritis dan kreatif serta mendorong setiap siswa di sekolah untuk menjadi bijaksana, penuh hikmat dalam menyelesaikan masalah hidup (Santrock, 2011). Kearifan Lokal meliputi pengetahuan lokal, keterampilan lokal, lokalintelijen, sumber daya lokal, proses sosial lokal, nilai-nilai atau norma-norma lokal dan adat istiadat setempat (Wagiran, 2013).

Menurut keterangan tentang kearifan lokal di atas, selanjutnya, kearifan lokal dapat menjadi Art dan konteks yang tepat dalam modul pembelajaran berbasis STEAM. Art dalam STEAM dan kearifan lokal memiliki sebuah nilai yang dapat menanamkan keterampilan berfikir kritis dan kreatif perihal pemecahan masalah bagi siswa. Dengan demikian, konteks kearifan lokal terkait dengan bioteknologi akan memaksimalkan peran pendekatan STEAM dalam proses belajar mengajar yang dituangkan di dalam sebuah modul pembelajaran.

Adapun ke empat ciri tersebut berdasarkan defenisi yang dijabarkan oleh Torlakson (2014:35) yakni: (1) sains yang mewakili pengetahuan mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep yang berlaku di alam; (2) teknologi adalah keterampilan atau sebuah sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau mendesain serta menggunakan sebuah alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan; (3) Engineering/rekayasa adalah pengetahuan untuk mengoperasikan atau mendesain sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah; dan (4) Art/seni disini meliputi estetika, ergonomi, sosiologi, psikologi, filsafat dan pendidikan. Untuk lebih spesifiknya art/seni dapat berupa seni berbahasa, seni gerak/fisik, seni bersosialisasi dan seni murni (5) Matematika adalah ilmu yang menghubungkan antara besaran, angka dan ruang yang hanya membutuhkan argument logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris. Seluruh aspek ini dapat membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna jika diintegrasikan dalam proses pembelajaran (Asmuniv, 2015).

2.4 Pengembangan Modul berbasis STEAM (*Sciene, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*)

Pengembangan pembelajaran didasarkan pada adanya sebuah kesadaran orang tua akan pentingnya pendidikan yang berkualitas bagi anak-anaknya. Untuk dapat meningkatkan mutu pendidikan anak, maka dapat dilakukan dengan pengembangan modul pengembangan yang diterapkan oleh pendidik. Seels dan Richey (1999 : 37) mendefinisikan penelitian pengembangan sebagai suatu kajian sistematis terhadap pendesainan pengembangan dan evaluasi program, proses dan produk pembelajaran yang harus memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, dan keefektivan. Hasil dari pengembangan buku bioteknologi SMA milik Wahono (2018) mendapatkan hasil validasi 86,4% dengan kategori sangat valid. Selain kevalidan juga dilihat dari kepraktisan dan keefektivan. Hasil efektifitas buku sebesar 87.18% tergolong sangat efektif dan nilai n-gain 0.77 tergolong kriteria tinggi. Kesimpulannya bahwa pengembangan buku bioteknologi yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif untuk proses pembelajaran. Selain buku juga dapat melakukan pengembangan modul.

Penelitian yang akan dilakukan ini dapat dikategorikan sebagai penelitian pengembangan, yang bertujuan untuk mengembangkan modul dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*). Pembelajaran pada hakikatnya bertujuan untuk meningkatkan kemampuan kognitif, afektif, dan ketrampilan peserta didik (Dimiyati dan Mujiono, 2006). Kemampuan tersebut dikembangkan dengan berbagai strategi pembelajaran yang inovatif dan kreatif. Pembelajaran adalah kegiatan belajar antara pendidik dengan peserta didik sebagai akibat perubahan tingkah laku karena pengalaman belajarnya untuk mencapai tujuan pembelajaran. Guru dapat menggunakan modul pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Modul yang tepat untuk pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik pada zaman era digital ini adalah modul pembelajaran berbasis Sains, Teknologi, Teknik, Seni, dan Matematika (STEAM). Hal ini bertujuan agar pembelajaran dapat dilaksanakan dimana saja dan kapan saja.

Pembelajaran yang dikaitkan dengan aspek-aspek STEAM akan membantu peserta didik untuk mengumpulkan dan menganalisis serta memecahkan permasalahan yang terjadi serta mampu untuk memahami hubungan antara suatu permasalahan dan masalah lainnya (Handayani, 2014). Pendidikan berbasis STEAM membentuk sumber daya manusia (SDM) yang mampu bernalar dan berpikir kritis, logis, dan sistematis, sehingga mereka nantinya mampu menghadapi tantangan global serta mampu meningkatkan perekonomian negara. STEAM mengacu pada kemampuan individu untuk menerapkan pemahaman tentang bagaimana ketatnya persaingan bekerja di dunia riil yang membutuhkan empat domain yang saling terkait. Pada domain *mathematics*, dampak pada pembelajaran dengan bantuan jenis tertanam menjanjikan mendapatkan pengetahuan di bidang *technology* dan *engineering* (Honey *et al.*, 2014).

Sebagai komponen dari STEAM, sains adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran, sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah (Torlakson, 2014). Terdapat beberapa domain utama dari sains pada jenjang pendidikan dasar dan menengah, yakni fisika, biologi, kimia, serta ilmu pengetahuan bumi dan antariksa (IPBA). Teknologi merujuk pada inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk

memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, sehingga membuat kehidupan lebih baik dan lebih aman. Teknologi menjadikan manusia dapat melakukan perjalanan secara cepat, berkomunikasi langsung dengan orang di tempat yang berjauhan, memperoleh makanan sehat, dan alat-alat keselamatan. Bligh (2015) mengklasifikasikan aspek *engineering* merujuk pada “aplikasi dari pengetahuan sains dan keterampilan dalam menggunakan teknologi dalam menciptakan suatu cara yang memiliki manfaat”.

Penerapan modul dengan pendekatan STEAM (*Sains, Teknologi, Engineering, Art, and Mathematics*) pada pembelajaran biologi khususnya materi Bioteknologi diharapkan dapat meningkatkan keefektifan pembelajaran. Selain itu, dalam penerapan pembelajaran tersebut diharapkan dapat menjadikan pembelajaran di kelas lebih layak, praktis, dan efektif. Melalui penerapan modul dengan pendekatan STEAM (*Sains, Teknologi, Engineering, Art, and Mathematics*) pada pembelajaran Bioteknologi peserta didik diajak untuk belajar mandiri dan dapat memecahkan suatu masalah sendiri. Peserta didik diajak untuk bijak dalam menggunakan dan mengolah berbagai informasi yang mereka dapatkan dari internet. Hal ini dikarenakan tidak semua informasi yang tersedia di internet dapat dijamin kebenarannya.

2.5 Media Pembelajaran

Media merupakan kata jamak dari “medium” yang berarti perantara atau pengantar. Kata media berlaku untuk berbagai kegiatan, istilah media digunakan juga dalam bidang pendidikan sehingga istilahnya menjadi media pendidikan atau media pembelajaran. Sanjaya, (2006) mengemukakan bahwa media pembelajaran adalah seluruh alat dan bahan yang dapat dipakai untuk mencapai tujuan pendidikan. Sanjaya, (2006) menyatakan: “*A-medium, Conceived is any person, material or event that establishes condition which enable the learner to acquire knowledge, skill, and attitude.*” Menurut Gerlach secara umum media itu meliputi orang, bahan, peralatan, atau kegiatan yang menciptakan kondisi yang memungkinkan siswa memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap. Dalam pengertian ini media bukan hanya alat perantara seperti TV, radio, slide, bahan

cetakan, tetapi meliputi orang atau manusia sebagai sumber belajar atau juga berupa kegiatan semacam diskusi seminar, karya wisata, simulasi dan lain sebagainya yang dikondisikan untuk menambah pengetahuan dan wawasan mengubah sikap siswa, atau untuk menambah ketrampilan siswa.

Media pembelajaran memiliki nilai praktis sebagai berikut: Pertama, Media dapat mengatasi keterbatasan pengalaman yang dimiliki siswa. Kedua, Media dapat mengatasi batas ruang kelas. Hal ini terutama untuk menyajikan bahan belajar yang sulit dipahami secara langsung oleh siswa. Dalam kondisi ini media dapat berfungsi untuk;

- a. Menampilkan objek yang terlalu besar untuk dibawa ke ruang kelas.
- b. Memperbesar serta memperjelas objek yang terlalu kecil.
- c. Mempercepat gerakan suatu proses yang terlalu lambat sehingga dapat dilihat dalam waktu yang lebih cepat.
- d. Memperlambat proses gerakan yang terlalu cepat.
- e. Menyederhanakan suatu objek yang terlalu kompleks
- f. Memperjelas bunyi-bunyian yang sangat lemah sehingga dapat ditangkap oleh telinga.

Ketiga, media dapat memungkinkan terjadinya interaksi langsung antara siswa dengan lingkungan. Keempat, Media dapat menghasilkan keseragaman pengamatan. Kelima, Media dapat menanamkan konsep dasar yang benar, nyata dan tepat. Keenam, Media dapat membangkitkan motivasi dan merangsang siswa untuk belajar dengan baik. Ketujuh, media dapat membangkitkan keinginan dan minat baru. Kedelapan, media dapat mengontrol kecepatan belajar siswa. Kesembilan, media dapat memberikan pengalaman yang menyeluruh dari hal-hal yang konkret sampai yang abstrak (Sanjaya, 2006).

Manfaat media pembelajaran sebagaimana yang dinyatakan oleh Sudjana dan Rivai (2005), antara lain menarik perhatian siswa, bahan lebih jelas maknanya, metode mengajar akan lebih bervariasi, siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, memerankan, dan lain-lain.

Agar media pembelajaran benar-benar digunakan untuk membelajarkan siswa, maka ada sejumlah prinsip yang harus diperhatikan, diantaranya:

- a. Media yang akan digunakan oleh guru harus sesuai dan diarahkan untuk mencapai tujuan pembelajaran.
- b. Media yang digunakan harus sesuai dengan materi pembelajaran
- c. Media pembelajaran harus sesuai dengan minat, kebutuhan dan kondisi siswa.
- d. Media yang digunakan harus memperhatikan eektivitas dan efesien.
- e. Media pembelajaran yang digunakan harus sesuai dengan kemampuan guru dalam mengoprasikannya.

2.6 Animasi *Flash*

Flash adalah salah satu produk *Macromedia / Adobe* yang sangat handal, terbukti dengan banyak dipakainya animasi-animasi berbasis *flash*. Disamping proses pembuatan animasi tersebut relatif mudah, *flash* menyediakan fitur-fitur pendukung yang lengkap, sehingga menjadikan animasi yang dibuat lebih interaktif. *Adobe flash* merupakan salah satu program *animasi vector* yang banyak digunakan saat ini, karena *Adobe flash profesional 8.0*. Selain fasilitas templet, program ini juga menghasilkan beberapa animasi sehingga hasil animasi yang dibuat tidak membosankan (Dewantara, 2014).

Animasi adalah gambar bergerak berbentuk dari sekumpulan objek (gambar) yang disusun secara beraturan mengikuti alur pergerakan yang telah ditentukan pada setiap pertambahan hitungan waktu yang terjadi. Gambar atau objek yang dimaksud dalam definisi di atas bisa berupa gambar manusia, hewan, maupun tulisan. Pada proses pembuatannya pembuat animasi atau yang lebih dikenal dengan animator harus menggunakan logika berfikir untuk menentukan alur gerak suatu objek dari keadaan awal hingga keadaan akhir objek tersebut. Perencanaan yang matang dalam perumusan alur gerak berdasarkan logika yang tepat akan menghasilkan animasi yang menarik untuk disaksikan.

Animasi pada *Macromedia Flash* sama halnya dengan film secara fisik, yang tersusun dari banyak *frame* dengan gambar-gambar penyusunnya, *frame* yang mendefinisikan adanya perubahan pada objek tersebut dengan *keyframe*. Dalam

dunia animasi web, teknologi *flash* kini seolah meraja dengan keunggulan-keunggulan yang ditonjolkan membuat hampir semua hal yang terlihat rumit menjadi semakin simple dan gampang (Dewantara, 2014)

Media pembelajaran berbasis animasi *flash* mampu memotivasi belajar siswa dan mampu mengkonstruksi pengetahuan baru melalui indra penglihatan dan pendengaran (Artanto, 2011). Selain hal tersebut beberapa fungsi media pembelajaran *Audio visual* berbasis animasi *flash*, seperti dikemukakan Levie and Lenz (Arsyad, 2002) terdapat empat (4) fungsi pembelajaran khususnya media visual yaitu: a) fungsi atensi, b) fungsi afektif, c) fungsi kognitif, d) fungsi kompetensi.

2.7 Karakteristik Materi Bioteknologi

Bioteknologi merupakan salah satu ilmu sains yang berkembang pesat saat ini. Penggunaan bioteknologi sebagai ilmu dan alat bertanggungjawab dalam meningkatkan kemajuan secara cepat dalam berbagai bidang kehidupan. Penggunaan bioteknologi menghasilkan banyak keuntungan, meskipun tetap harus memperhatikan potensi resiko yang dapat muncul dari penggunaan teknologi tersebut. Sebagai suatu ilmu, bioteknologi mempunyai beberapa karakteristik diantaranya merupakan ilmu yang bersifat multidisipliner, lebih banyak bersifat aplikatif sehingga membutuhkan penguasaan konsep-konsep dasar yang benar, banyak menimbulkan kontroversi (terutama produk-produk bioteknologi yang bersifat transgenik) dan berkembang sangat pesat karena manfaatnya bersentuhan langsung dengan peningkatan taraf hidup manusia (Sohan *et al.*, 2003).

Bioteknologi menjadi salah satu bidang teknologi yang cukup sulit diajarkan karena memiliki karakteristik-karakteristik seperti yang telah disampaikan pada paragraf sebelumnya. Sejalan dengan itu, bioteknologi merupakan salah satu disiplin ilmu yang relative sulit tetapi juga merupakan ilmu yang berkembang sangat kompleks dan menimbulkan perdebatan di berbagai area seperti etika, politik dan moral. Bioteknologi meskipun merupakan bidang yang dianggap sulit, tetapi sekaligus juga merupakan bidang yang sangat berkaitan dengan peningkatan

kesejahteraan manusia, sehingga tetap dibutuhkan penguasaan di bidang ini (Moreland *et al*, 2006).

Bioteknologi merupakan penerapan asas-asas sains (ilmu pengetahuan alam) dan rekayasa (teknologi) untuk pengolahan suatu bahan dengan melibatkan aktivitas jasad hidup untuk menghasilkan barang dan/atau jasa (Bull dalam Wahyono 2001). Menurut OECD (1982) bioteknologi merupakan penerapan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan kerekayasaan untuk penanganan dan pengolahan bahan dengan bantuan agen biologis untuk menghasilkan bahan dan jasa.

Penerapan materi bioteknologi di bidang perikanan saat ini sangat dinantikan, mengingat adanya penangkapan ikan yang melebihi potensi lestari (over fishing), banyak terumbu karang yang rusak dan adanya peningkatan konsumsi ikan. Pengembangan bioteknologi di bidang akuakultur dan biologi molekuler juga sangat dibutuhkan. Bidang kajian tersebut meliputi seleksi, hibridasi, rekayasa kromosom, dan transgenik sangat dibutuhkan untuk menyediakan benih dan induk ikan. Pada akuakultur program peningkatan sistem kekebalan ikan telah dilakukan dengan menggunakan vaksin, imunostimulan, probiotik dan bioremediasi.

2.8 Hasil Belajar

Belajar adalah sebuah proses yang kompleks yang di dalamnya terkandung beberapa aspek. Aspek-aspek tersebut adalah bertambahnya jumlah pengetahuan, adanya kemampuan mengingat dan mereproduksi, ada penerapan pengetahuan, menyimpulkan makna, menafsirkan dan mengaitkan dengan realitas, dan adanya perubahan sebagai pribadi (Siregar,2010).

Bila terjadi proses belajar, maka bersama itu pula terjadi proses mengajar. Hal ini kiranya mudah dipahami, karena bila ada yang belajar sudah barang tentu ada yang mengajarnya, dan begitu pula sebaliknya kalau ada yang mengajar tentu ada yang belajar. Dari proses belajar mengajar ini akan diperoleh suatu hasil, yang pada umumnya disebut hasil belajar. Tetapi agar memperoleh hasil yang optimal, proses belajar mengajar harus dilakukan dengan sadar dan sengaja serta terorganisasi secara baik (Sardiman,2011).

Hasil belajar merupakan pernyataan yang diharapkan oleh seorang pembelajar untuk tahu, mengerti atau dapat menunjukkan pada akhir periode pembelajaran (Adam,2004). Secara garis besar hasil belajar dibagi ke dalam tiga ranah taksonomi Bloom antara lain:

a. Ranah Kognitif

Ranah kognitif berkaitan dengan kemampuan menyatakan kembali konsep atau prinsip yang telah dipelajari yang berhubungan dengan kemampuan berpikir, kompetensi memperoleh pengetahuan, pengenalan, pemahaman, konseptualisasi, penentuan dan penalaran.

b. Ranah Afektif

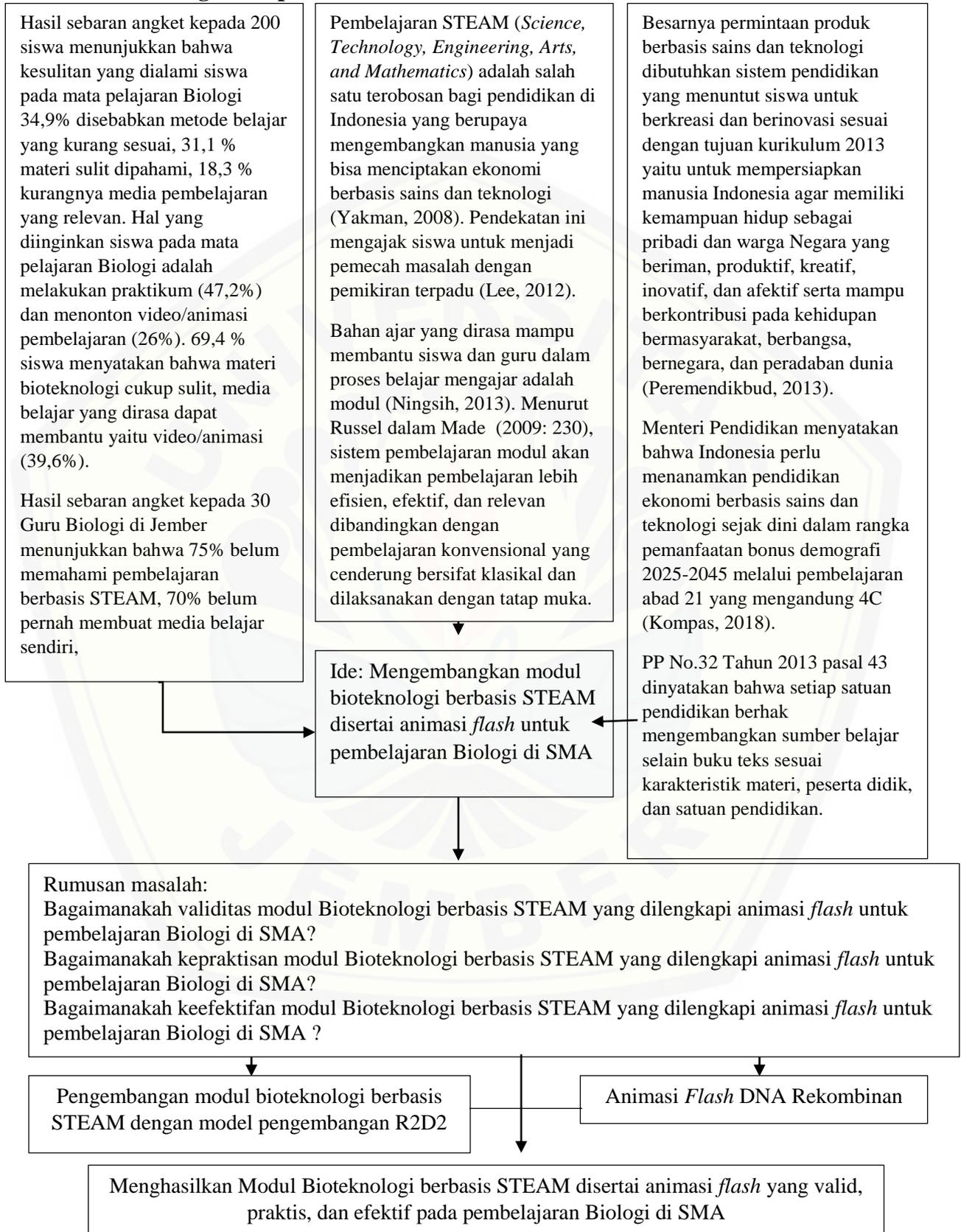
Ranah afektif merupakan ranah yang berorientasi pada sikap, nilai, perasaan, emosi, serta derajat penerimaan atau penolakan terhadap suatu obyek.

c. Ranah Psikomotorik

Ranah Psikomotorik berkaitan dengan kompetensi melakukan pekerjaan yang melibatkan anggota badan yang meliputi gerakan dan koordinasi, serta kompetensi yang berhubungan dengan gerak fisik (motorik).

Keberhasilan belajar sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor dalam diri siswa (intern) dan faktor dari luar diri siswa (ekstern). a) Faktor intern adalah faktor dari dalam diri siswa yaitu kecakapan, minat, bakat, usaha, motivasi, perhatian, kelemahan, kesehatan dan kebiasaan siswa. b) Faktor Ekstern yaitu faktor dari luar diri siswa diantaranya yaitu lingkungan fisik dan non fisik belajar (termasuk suasana kelas dalam belajar, seperti riang gembira, menyenangkan), lingkungan sosial budaya, lingkungan keluarga, program sekolah (termasuk dukungan komite sekolah), guru, pelaksanaan pembelajaran dan teman sekolah (Sri, 2007).

2.9 Kerangka Berpikir



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Penelitian ini mengembangkan modul berbasis STEAM yang dilengkapi media animasi *flash* pada materi Bioteknologi untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian merupakan adalah 4-D model terdiri dari 4 tahap, yakni (1) *define*, (2) *design*, (3) *development*, dan (4) *dissemination*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian uji coba produk pengembangan modul ini dilakukan di MAN 1 Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun pelajaran 2018/2019.

3.3 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XII-IA MAN 1 Jember, Tahun pelajaran 2018/2019. Pokok bahasan yang digunakan adalah Bioteknologi.

3.4 Definisi Operasional

Definisi operasional dalam objek penelitian ini digunakan untuk menghindari terjadinya salah pengertian dan perbedaan pendapat. Definisi operasional yang berkaitan dengan variabel yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

- a. Modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi dengan animasi *flash* secara operasional didefinisikan sebagai modul yang memuat lima komponen STEAM yaitu Sains, Teknologi, Rekayasa, Seni, dan Matematika pada materi Bioteknologi untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA dan dilengkapi animasi *flash* terkait Bioteknologi modern (pembuatan *golden rice* dan proses pembuatan plasminogen aktivator).
- b. Variabel bebas pada penelitian ini adalah pengembangan modul bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi dengan animasi *flash*.

- c. Variabel Terikat pada penelitian ini adalah pembelajaran Biologi di SMA/MA. Pembelajaran Biologi yang diamati dan dianalisis terdiri dari:
- 1) Kevalidan modul Bioteknologi berbasis STEAM yang dilengkapi animasi *flash* secara operasional didefinisikan sebagai skor rata-rata hasil penilaian 3 validator ahli tentang keterbacaan, kebahasaan, sajian dan kegrafisan.
 - 2) Kepraktisan modul Bioteknologi berbasis STEAM yang dilengkapi animasi *flash* secara operasional adalah tingkat kebergunaan modul dan animasi *flash* dalam pembelajaran Biologi yang dapat diketahui melalui skor keterlaksanaan pembelajaran yang sesuai dengan Silabus dan RPP oleh observer sekurang-kurangnya termasuk dalam kategori cukup baik, skor rata-rata angket respon siswa terhadap modul sekurang-kurangnya termasuk dalam kategori menarik, serta skor rata-rata uji rumpang sekurang-kurangnya dalam kategori mudah.
 - 3) Keefektifan modul Bioteknologi berbasis STEAM yang disertai animasi *flash* secara operasional adalah skor perbandingan selisih skor *post-test* dan *pre-test* terhadap selisih skor maksimal dan *pre-test*.

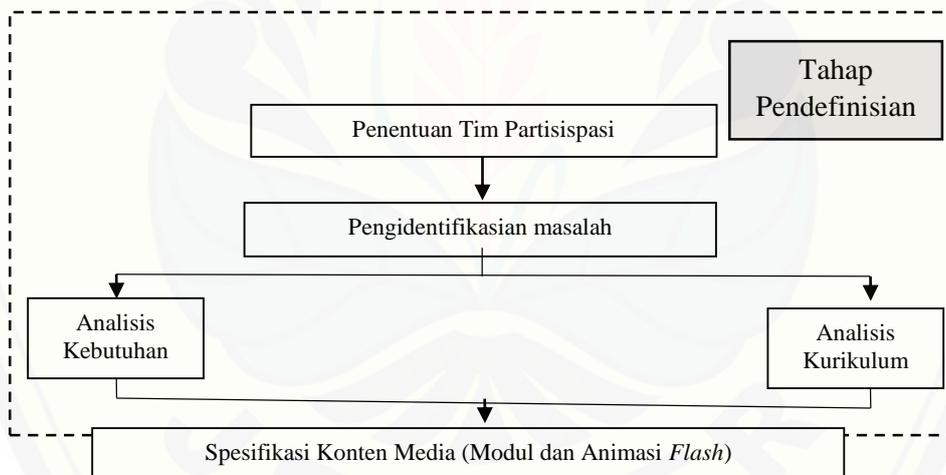
3.5 Rancangan Penelitian Pengembangan

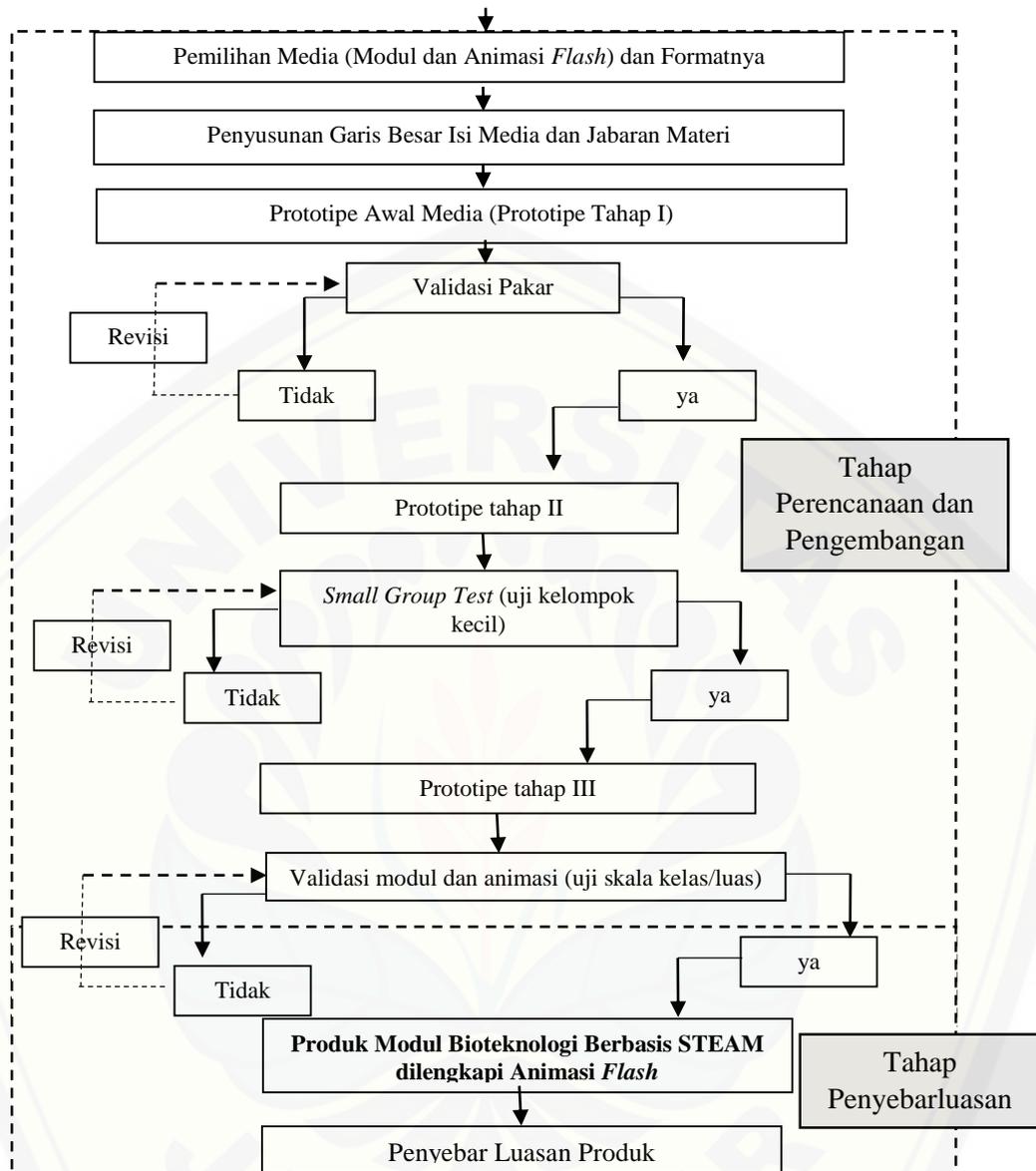
Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan 4-D model. Prosedur pengembangan pada penelitian ini yakni: (1) tahap pendefinisian, (2) tahap perencanaan dan pengembangan, dan (3) tahap penyebaran.

Masing-masing tahapan pengembangan model R2D2 menurut Mustaji (2012) secara singkat diuraikan sebagai berikut: Tahap pendefinisian dilakukan dengan cara membentuk tim pengembang (*team partisipatory*). Tugas tim partisipasi sedikitnya ada tiga aktivitas yang dapat dilaksanakan, yaitu (1) menciptakan dan mendukung tim partisipasi, (2) memecahkan solusi masalah secara progresif, dan (3) mengembangkan pronesis atau pemahaman kontekstual. Pengembangan prognosis atau pemahaman kontekstual dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya : (1) melalui anggota tim pengembang, dan (2) dengan bekerja beberapa waktu untuk lingkungan dengan observasi atau wawancara.

Tahap perencanaan dan pengembangan merupakan satu kesatuan yang tak terpisahkan, karena terkait dengan pengembangan pronesis dan pemecahan masalah secara progresif. Ada empat kegiatan yang dilakukan dalam tahap ini yakni: (1) memilih lingkungan, (2) memilih format produk dan media, (3) menentukan format penilaian, dan (4) mendesain dan mengembangkan produk. Produk desain dan pengembangan secara umum terdiri dari tiga komponen, yaitu : (1) *Surface design* (desain permukaan) dalam bentuk *screen layout, graphics, illustrations, and sound*, (2) *interpace design* dalam bentuk pandangan, interaksi pengguna, bantuan, dan dukungan, dan (3) *scenario* yaitu urutan dari pilihan simulasi dan hasil.

Tahap penyebarluasan sebagaimana model sistem desain pembelajaran pada umumnya, kegiatan penyebarluasan terdiri dari 4 kegiatan yakni (1) evaluasi, (2) produk akhir, (3) difusi, dan (4) adopsi. Secara ringkas, tahapan pengembangan media pembelajaran dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Prosedur pengembangan R2D2

Adapun penjelasan dari diagram alur penelitian pengembangan media pembelajaran modul Bioteknologi berbasis STEAM disertai Animasi *Flash* adalah sebagai berikut:

a. Tahap Pendefinisian

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pendefinisian bertujuan untuk menentukan tim partisipasi, pengidentifikasian permasalahan pembelajaran biologi dan merumuskan pentingnya melakukan pengembangan media pembelajaran serta

menentukan spesifikasi media yang akan dikembangkan. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1) Penentuan Tim Partisipasi

Pada kegiatan ini dilakukan pemilihan orang-orang yang akan terlibat dalam proses pengembangan, setiap anggota tim harus memiliki kesadaran penuh dari semua aspek desain sehingga mereka dapat memberikan kontribusi informasi dalam semua keputusan yang akan diambil (Willis, 2009:313). Anggota tim diharapkan dapat memberikan kritik dan saran terhadap media yang akan dikembangkan. Tim yang akan dibentuk terdiri dari peneliti, dosen pembimbing utama, dosen pembimbing anggota.

2) Pengidentifikasian Masalah

Desain ini sangat kaya dengan proses interaktif yang memunculkan pemecahan tertentu selama proses pengembangan. Suatu masalah pada konteks tertentu, perlu pemecahan masalah tertentu pula (Willis, 2009:314). Kegiatan pengidentifikasian masalah ini dilakukan untuk menghimpun informasi tentang permasalahan pembelajaran biologi dan merumuskan pentingnya melakukan pengembangan media pembelajaran. Dalam langkah identifikasi permasalahan ini dilakukan beberapa analisis sebagai berikut:

(i) Analisis Tugas/ Kurikulum

Analisis merupakan kumpulan prosedural untuk menentukan isi dalam satuan pembelajaran. Analisis tugas merupakan analisis isi kurikulum. Tahap analisis kurikulum dilakukan dengan cara studi literatur terhadap materi yang akan dikembangkan dalam media pembelajaran. Analisis kurikulum meliputi analisis materi pembelajaran (menetapkan, merinci dan menyusun secara sistematis). Analisis kurikulum yang dilakukan atas dasar kurikulum 2013, kemudian untuk pemilihan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar
3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah	3.10 Memahami tentang prinsip-prinsip bioteknologi yang menerapkan bioproses dalam menghasilkan produk baru untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dalam berbagai aspek kehidupan.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan	4.10 Merencanakan dan melakukan percobaan dalam penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional untuk menghasilkan produk dan mengevaluasi produk yang dihasilkan serta prosedur yang dilaksanakan

(ii) Analisis Kebutuhan (siswa dan guru)

Analisis kebutuhan dilakukan bertujuan untuk menganalisis tentang kebutuhan siswa siswa dan guru terkait materi dan media pembelajaran yang diperlukan untuk mencapai tujuan pembelajaran dalam kurikulum. Hasil analisis kebutuahn ini dijadikan sebagai dasar untuk rancangan pengembangan media pembelajaran. Analisis kebutuhan siswa dan guru dilakukan dengan memberikan pertanyaan berupa angket siswa dan angket guru terkait kebutuhan siswa dan guru terhadap media pembelajaran terutama pada materi Bioteknologi. Berdasarkan hasil dari jawaban angket diketahui bahwa masih kurangnya media yang mampu digunakan untuk belajar mandiri dan membutuhkan media yang interaktif untuk memahami materi bioteknologi modern, siswa juga menginginkan pembelajaran Bioteknologi melakukan banyak praktikum, sehingga kegiatan praktikum dapat dilakukan pada sub materi bioteknologi konvensional dan pada sub-materi bioteknologi modern ditampilkan dalam animasi *flash*. Keseluruhan media dikemas dan disajikan dalam modul Bioteknologi berbasis STEAM disertai animasi *flash* yang digunakan sebagai latar belakang dari pengembangan media pada penelitian ini.

3) Spesifikasi Konten Media yang akan dikembangkan

Media yang akan dikembangkan adalah Modul Bioteknologi berbasis STEAM yang disertai dengan animasi *flash*. Modul dan animasi *flash* memiliki beberapa konten yakni konten materi, konten praktikum/animasi dan kuis/latihan soal. Konten materi adalah bagian yang berisikan materi yang akan dipelajari siswa, konten praktikum/animasi adalah bagian dimana siswa dapat melakukan praktikum sesuai dengan petunjuk yang disajikan dalam modul dan animasi yang menampilkan proses pembuatan suatu produk bioteknologi modern, konten kuis/latihan soal adalah bagian dari media pembelajaran berisi beberapa pertanyaan untuk mengevaluasi pembelajaran yang telah dilakukan siswa.

b. Tahap Perencanaan dan Pengembangan

1) Pemilihan format produk dan media

Pemilihan format dilakukan dengan mengkaji format-format media pembelajaran yang sudah ada. Pemilihan format dapat dalam bentuk (1) *screen, layout, typography, language, graphics, illustrations, and sound*; (2) *interpace design*, misalnya dalam bentuk pandangan atau interaksi, dan (3) *scenario* yaitu urutan kegiatan pembelajaran (Mustaji, 2012). Modul dan animasi *flash* yang dikembangkan merupakan pengembangan peneliti sendiri dan pengadopsian dari sumber pustaka yang relevan. Pemilihan media dilakukan untuk menentukan media yang tepat dalam pembuatan produk modul Bioteknologi yang disertai animasi *flash*.

2) Penyusunan Garis Besar Isi Media dan Jabaran Materi (GBIM dan JM)

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh kemudian dilakukan penyusunan garis besar isi media dan jabaran materi. Penyusunan GBIM dan JM merupakan acuan utama dalam tahap pengembangan media pembelajaran. Komponen GBIM dan JM yang akan dimasukkan dalam media pembelajaran yang akan dikembangkan adalah (1) KI dan KD, (2) Tujuan Pembelajaran, (3) Materi Bioteknologi, (4) Praktikum/ Simulasi, (5) Kuis.

3) Mendesain dan Mengembangkan Produk

Rancangan awal media pembelajaran biologi dibatasi pada materi bioteknologi. Tahap ini dilakukan untuk membuat media pembelajaran sesuai

dengan kerangka hasil analisis kurikulum, analisis siswa dan penyusunan garis besar isi media dan jabaran materi. Hasil produk (Prototype I) selanjutnya akan divalidasi.

4) Validasi Ahli

Prototipe I divalidasi terlebih dahulu oleh para ahli sebelum diujicobakan di kelas. Validasi ahli dilakukan dengan cara meminta pertimbangan para ahli yang terdiri atas tiga validator yaitu: satu orang dosen Bioteknologi dari FMIPA Biologi UNEJ sebagai ahli materi, satu orang dosen Biologi dari FKIP Biologi sebagai ahli media dan pengembang, serta satu orang guru biologi kelas XII MAN Jember sebagai pengguna. Dalam kegiatan validasi ini membutuhkan instrumen penilaian berupa lembar validasi yang diserahkan kepada tiga orang validator sesuai dengan bidang keahliannya. Hasil dari lembar validasi yang telah diisi oleh masing-masing validator kemudian dianalisis untuk mengetahui kualitas media pembelajaran dan apakah media pembelajaran tersebut siap digunakan untuk kegiatan uji coba atau perlu dilakukan revisi sebelum diujicobakan. Kritik dan Saran dari validator digunakan sebagai acuan untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan media pembelajaran. Setelah dilakukan revisi media pembelajaran yang dihasilkan merupakan prototipe II yang siap untuk diujicobakan di kelompok kecil.

5) *Small Group Test* (uji kelompok kecil)

Pada uji kelompok kecil ini subyek yang digunakan adalah siswa kelas XII IPA MAN 1 Jember sebanyak 9 siswa yang mampu mewakili seluruh sampel, yaitu dengan cara memilih tiga siswa dengan kemampuan tinggi (pintar), tiga siswa dengan kemampuan cukup (cukup pintar), dan tiga siswa dengan kemampuan rendah (kurang pintar). Pada tahap ini 9 siswa tersebut diminta untuk mengamati kesesuaian atau kelayakan media pembelajaran tersebut. Pada tahap ini penting karena untuk mengantisipasi kesalahan yang dapat terjadi selama pengembangan media yang sesungguhnya berlangsung. Tujuan dari uji kelompok kecil ini adalah untuk mengumpulkan data-data mengenai uji keterbacaan dan tingkat kesulitan media pembelajaran. Hasil dari uji kelompok kecil adalah data validasi uji keterbacaan dan tingkat kesulitan, data ini akan dianalisis sehingga diperoleh informasi tentang valid atau tidaknya media pembelajaran yang dikembangkan.

Jika media pembelajaran tersebut memenuhi kriteria valid maka diperoleh Prototipe III.

6) Produk Media Pembelajaran

Produk media pembelajaran merupakan produk yang telah direvisi berdasarkan hasil validasi oleh validator dan telah dinyatakan valid. Produk yang telah siap akan diujicobakan efektivitasnya pada siswa kelas XII IPA MAN 1 Jember.

3.6 Prosedur Penelitian Pengembangan

a. Persiapan Penelitian

- 1) Observasi awal alat bantu pembelajaran yang telah digunakan
- 2) Perijinan tempat penelitian

b. Pelaksanaan Penelitian

- 1) Pengumpulan data,

Mengumpulkan data mengenai perangkat pembelajaran dan kekurangan media pembelajaran yang digunakan, serta sumber materi yang akan digunakan dalam media pembelajaran.

- 2) Pembuatan draft awal produk

Draft awal produk yang dimaksud adalah rancangan seluruh isi modul dan animasi *flash* pada pokok bahasan Bioteknologi yang sesuai dengan tujuan, materi, dan strategi yang telah ditentukan sebelumnya. Rancangan awal ini diharapkan dapat memberikan gambaran modul yang disertai animasi *flash* sebelum dilakukan uji coba terbatas.

- 3) Penentuan Sarana dan Prasarana

Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan alat evaluasi yang digunakan untuk menilai baik tidaknya media pembelajaran yang telah disusun. Perangkat evaluasi tersebut meliputi instrumen lembar validasi ahli, angket uji keterbacaan dan tingkat kesulitan.

- 4) Validasi ahli

Pada tahap ini dilakukan penilaian terhadap media pembelajaran yang telah disusun. Penilaian dilakukan dengan cara validasi menggunakan instrumen

penilaian oleh validator. Tujuan dari validasi ini adalah untuk mengetahui kelayakan modul Bioteknologi berbasis STEAM disertai animasi *flash* yang telah dikembangkan. Validator yang dipilih harus memiliki kualifikasi yang sesuai dengan kriteria media pembelajaran yang dikembangkan.

5) *Small Group Test* (uji terbatas/uji kelompok kecil)

Prototipe II media pembelajaran yang dikembangkan akan di uji kelompok kecil dengan subjek merupakan sampel yang mampu mewakili seluruh populasi. Pada uji kelompok kecil ini subyek yang digunakan sebanyak 9 siswa dari kelas XII IPA yang mampu mewakili seluruh sampel, yaitu dengan cara memilih tiga siswa dengan kemampuan tinggi (pintar), tiga siswa dengan kemampuan cukup (cukup pintar), dan tiga siswa dengan kemampuan rendah (kurang pintar). Pada tahap ini 9 siswa tersebut diminta untuk mengamati kesesuaian media pembelajaran tersebut. Pada tahap ini penting karena untuk mengantisipasi kesalahan yang dapat terjadi selama pengembangan media yang sesungguhnya berlangsung. Tujuan dari uji kelompok kecil ini adalah untuk mengumpulkan data-data mengenai uji keterbacaan dan tingkat kesulitan media pembelajaran. Hasil dari uji kelompok kecil adalah data validasi uji keterbacaan dan tingkat kesulitan, data ini akan dianalisis sehingga diperoleh informasi tentang valid atau tidaknya media pembelajaran yang dikembangkan. Jika media pembelajaran tersebut memenuhi kriteria valid maka diperoleh prototipe III.

6) *Main product revision* (revisi hasil uji kelompok kecil)

Tahap ini bertujuan untuk memperbaiki prototipe II yang telah digunakan pada uji kelompok kecil. Jika prototipe II tersebut memenuhi kriteria valid maka draft tersebut akan direvisi berdasarkan kritik dan saran dari uji kelompok kecil untuk membuat prototipe III yang lebih baik.

3.7 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan penelitian. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode campuran (*mixed methods*) antara lain:

a. Data kualitatif

Data kualitatif Modul bioteknologi dengan pendekatan STEAM yang disertai animasi *flash* pada tahap pendahuluan berupa karakteristik siswa, kebutuhan guru, kondisi riil sekolah terhadap media yang digunakan serta kajian KI, KD, dan indikator. Metode yang digunakan untuk memperoleh data dengan menggunakan observasi dan angket. Sedangkan pada tahap prototipe (*prototype stage*), data kualitatif didapat dari angket validasi berupa kritik dan saran yang diberikan oleh validator. Data kualitatif yang lain didapat dari angket respon siswa dan lembar keterlaksanaan dalam proses pembelajaran Modul bioteknologi berbasis STEAM yang disertai animasi *flash*.

b. Data kuantitatif

Data kuantitatif didapat dari hasil uji rumpang, nilai *pre test* dan *pos test* yang berkaitan dengan hasil belajar setelah menggunakan Modul bioteknologi berbasis STEAM yang disertai animasi *flash*. Selain itu data kualitatif juga diperoleh dari hasil analisis uji validasi berupa skor kelayakan yang diperoleh dari validator serta hasil analisis angket respon siswa.

3.8 Analisis Data

3.8.1 Analisis Validitas Produk

Validasi produk dalam penelitian ini didasarkan pada validasi internal/logis. Validasi internal/logis harus memenuhi validasi konstruk (*construct validity*) dan validasi isi (*content validity*) (Sugiyono, 2012: 123). Validasi konstruk dan validasi isi dilakukan oleh ahli pendidikan Biologi yaitu dosen Magister Pendidikan Biologi Universitas Jember dengan melakukan analisis sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Validasi logis diperlukan untuk mengetahui sejauhmana Modul bioteknologi dengan pendekatan STEAM disusun berdasarkan teori yang relevan dengan tingkat perkembangan siswa. Selain divalidasi oleh dosen Magister Biologi sebagai ahli modul dengan pendekatan STEAM juga divalidasi oleh pengguna, yaitu guru biologi di MAN 1 Jember.

Pedoman penilaian dan teknik penskoran terdapat pada lembar validasi. Data dimuat dalam tabel penskoran kelayakan dan saran. Penilaian mencakup: a)

kelayakan isi, b) komponen penyajian, c) kebahasaan dan d) kelayakan gambar. Langkah selanjutnya uraian dan saran yang diberikan oleh validator disimpulkan secara deskriptif dan digunakan sebagai bahan untuk melakukan revisi terhadap produk yang dikembangkan. Hasil validasi Modul bioteknologi berbasis STEAM dianalisis dengan perhitungan:

$$V = \frac{T_{se}}{T_{sm}} \times 100\%$$

V = jumlah skor penilaian

TSE = Jumlah skor empirik

TSM = jumlah skor maksimal

Data hasil analisis kemudian dirubah menjadi kuantitas deskriptif, dengan menggunakan kriteria penilaian seperti yang tertulis dalam Tabel 3.2. Hasil analisis validator digunakan sebagai bahan masukan untuk merevisi produk.

Tabel 3.2 Kriteria Validitas

Interval skor	Katagori
$25,00 \leq V_a < 43,75$	Tidak Valid
$43,76 \leq V_a < 62,50$	Kurang Valid
$62,51 \leq V_a < 81,25$	Valid
$81,26 \leq V_a \leq 100$	Sangat valid

Sujarwo (2006)

3.8.2 Analisis Kepraktisan

a. Analisis data keterlaksanaan RPP

Analisis kepraktisan bisa dilakukan melalui pengamatan yang dilakukan oleh dua orang guru, dalam pelaksanaanya pengamat memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom penilaian. Kriteria penilaiannya dengan cara membandingkan rata-rata penilaian yang didapat dari dua pengamat seperti dalam tabel 3.2

Persamaan yang digunakan untuk analisis kepraktisan adalah :

$$\text{Rerata Skor (r)} = \frac{\text{jumlah skor tiap aspek}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

Tabel 3.3 Kriteria Hasil Pengamatan RPP

Skor keterlaksanaan RPP	Kategori keterlaksanaan RPP
$20 \leq Va < 36$	Sangat Tidak Praktis
$36 \leq Va < 52$	Tidak Praktis
$52 \leq Va < 68$	Cukup Praktis
$68 \leq Va < 84$	Praktis
$84 \leq Va \leq 100$	Sangat Praktis

b. Respon siswa

Angket respon siswa sebagai pengguna digunakan untuk mengukur pendapat siswa tentang Modul Bioteknologi dengan pendekatan STEAM. Angket ini diberikan setelah siswa selesai melakukan semua kegiatan dalam pembelajaran. Hasilnya dapat dianalisis menggunakan rumus :

$$\text{Tingkat kesesuaian} = \frac{A}{B} \times 100$$

Keterangan :

A = proporsi jumlah siswa yang memilih

B = jumlah siswa (Trianto, 2010:243)

Selanjutnya dari hasil persentase respon siswa dikonversi dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 3.4 Kriteria Respon Siswa

Persentase Respon Siswa	Kriteria Respon Siswa
$25,00 \leq X < 43,75$	Tidak Baik
$43,76 \leq X < 62,50$	Cukup Baik
$62,51 \leq X < 81,25$	Baik
$81,26 \leq X \leq 100$	Sangat Baik

(Mardapi, 2008)

Modul bioteknologi berbasis STEAM disertai animasi *flash* dikatakan diterima jika rata-rata skor yang diperoleh $>62,51$ atau dalam kriteria baik.

c. Data Uji Keterbacaan dan Tingkat Kesulitan

Data Uji Keterbacaan dan Tingkat Kesulitan dianalisis secara deskriptif dengan menelaah hasil penilaian yang diberikan siswa terhadap modul. Uji

Keterbacaan dan Tingkat Kesulitan ini berisi sejumlah pertanyaan angket dengan memberi tanda centang pada kolom “mudah/senang atau sulit/tidak senang”. Hasil telaah digunakan sebagai masukan yang bertujuan untuk mengetahui sampai sejauh mana tingkat keterbacaan dan kesulitan bahan ajar yang dikembangkan dan di uji cobakan dalam skala terbatas. Nilai Uji Keterbacaan dan Tingkat Kesulitan ini terdapat pada Tabel 3.5. Adapun rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{jumlah menjawab positif pada semua opsi}}{\text{jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

Tabel 3.5 Kriteria Interpretasi Persentase Hasil Uji Keterbacaan

Presentase uji rumpang	Kriteria uji rumpang
25 - 43,75	Kurang layak
43,76 – 62,5	Cukup layak
62,6 – 81,25	Layak
81,26 - 100	Sangat layak

3.8.3 Analisis efektivitas produk

Efektivitas Modul bioteknologi dengan pendekatan STEAM dianalisis secara kuantitatif berdasarkan data hasil *pretest* dan *posttest* pada tahap uji lapangan dilihat dari hasil belajar siswa. Untuk mengetahui efektivitas hasil belajar siswa, dilakukan dengan menggunakan rumus Normalized gain (N-gain). Data diperoleh dengan menganalisis nilai pre tes dan pos tes siswa. Indeks gain dihitung dengan menggunakan rumus indeks gain menurut Meltzer (2002) yaitu :

$$N \text{ gain} = \frac{\text{skor pos tes} - \text{skor pre tes}}{SMI - \text{skor pre tes}}$$

Keterangan:

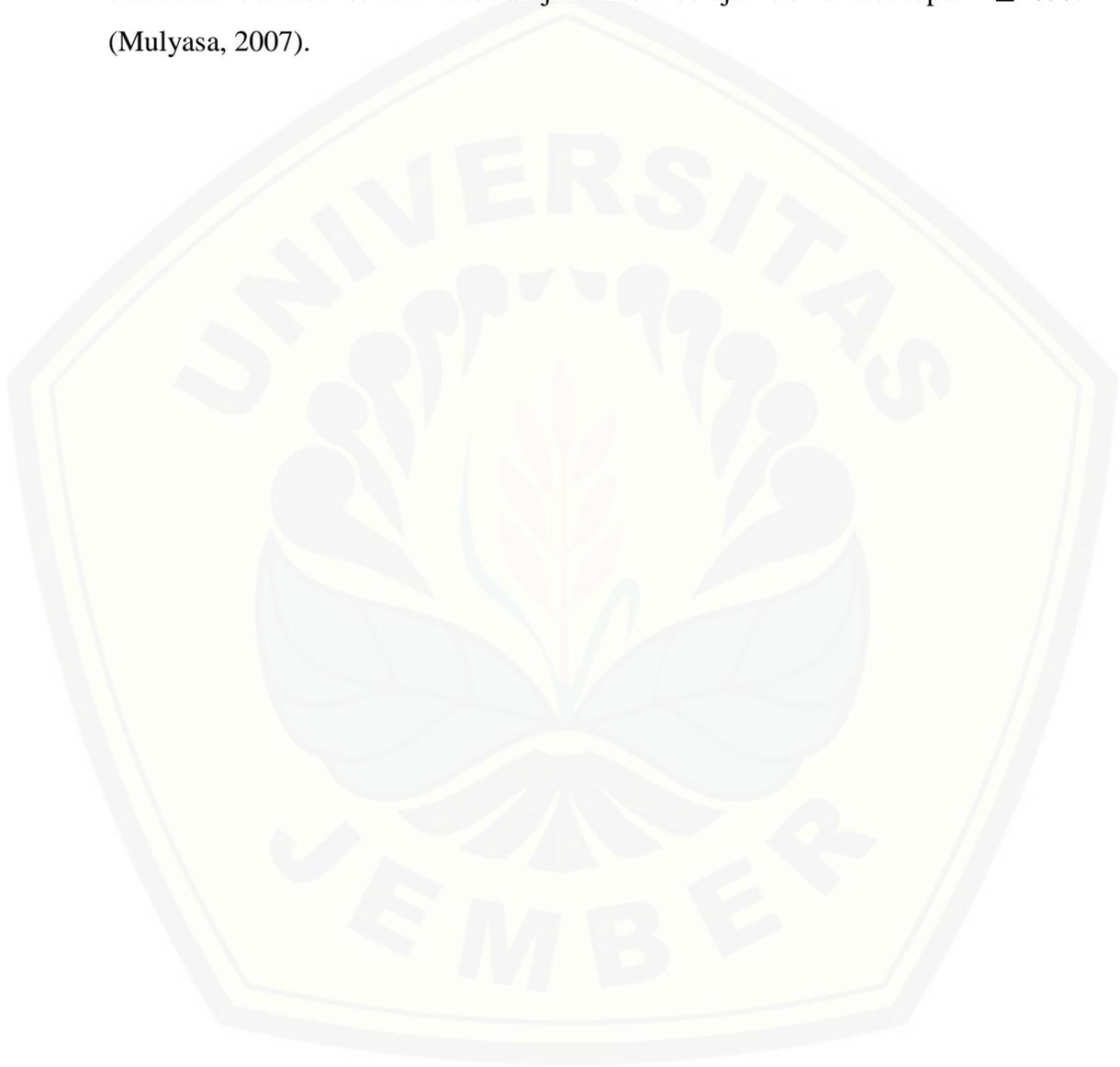
SMI = Skor Maksimal Ideal

Tabel 3.6 Kriteria gain skor

Skor gain	Kriteria
$G < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$G \geq 0,7$	Tinggi

(Hake,1998:66)

Modul bioteknologi dengan pendekatan STEM dikatakan efektif apabila hasil belajar siswa mengalami peningkatan dengan skor rata-rata N-gain sebesar $0,3 \leq g < 0,7$ pada kategori sedang. Sedangkan pembelajaran dapat dikatakan berhasil apabila hasil belajar siswa secara individual mencapai 65 % dan pembelajaran dikatakan berhasil secara klasikal jika hasil belajar siswa mencapai $\geq 85\%$ (Mulyasa, 2007).



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pengembangan modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* adalah 89.85 dengan kategori sangat valid sehingga modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA yang telah dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran.
- b. Modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* yang praktis dengan skor rata-rata respon siswa dengan nilai sebesar 81 dan observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan nilai 80 dengan kategori praktis, sehingga modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA yang telah dikembangkan praktis digunakan dalam pembelajaran.
- c. Modul bioteknologi berbasis STEAM yang dilengkapi animasi *flash* ini efektif dengan nilai rerata posttest (80.09) > nilai rerata pretes (27.51) dan rerata N-Gain termasuk dalam kategori tinggi (0.72). Sehingga modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA yang telah dikembangkan efektif digunakan dalam pembelajaran.

5.2 Saran

Saran-saran terhadap pengembangan modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA dituliskan dibawah ini:

- a. Bagi guru dan lembaga pendidikan, penelitian pengembangan ini dapat dijadikan sebagai media pembelajaran dan dapat dikembangkan pada materi biologi lainnya dalam bentuk media pembelajaran biologi berbasis pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*).
- b. Bagi peneliti lanjut, sebaiknya penelitian pengembangan dilakukan penyebaran lebih luas untuk mendapatkan hasil analisis konsistensi efektivitas yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, S. 2004. Using Learning Outcomes. University of Westminster. http://www.ehea.info/Uploads/seminars/040620LEARNING_OUTCOMES_Adams.pdf. [Diakses tanggal 6 November 2018].
- Aldemir, J., & Kermani, H. 2016. Integrated STEM curriculum: Improving educational outcomes for Head Start children. *Early Child Development and Care*, 1-13.
- Akker, Van den. 1999. Principles and Method of Development Research. London. Dlm. van den Akker, J., Branch, R.M., Gustafson, K., Nieveen, N., & Plomp, T. (pnyt.)". *Design approaches and tools in educational and training*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Arsyad, A. 2002. *Media Pengajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Arsyad, A. 2006. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Artanto., Widhiya. 2011. Pengembangan Bahan Belajar Berbasis Audio Visual. *Tesis Unila*. Digital Repository Unila.
- Asmuniv. 2015. *Pendekatan Terpadu Pendidikan STEM Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia Yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner Dalam Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)*. <http://www.vedcmalang.com/pppstk-boemlg-/index.php/menuutama/listrikelectro/1507-asv9>. [Diakses tanggal 5 November 2018].
- Basilotta, G. V., Martín, P. M., & García, V.M.R.A.. 2017. Project-Based Learning (PBL) through the incorporation of digital technologies: An evaluation based on the experience of serving teachers. *Computers in Human Behavior*, 68, S40. <https://doi.org/-10.1016/j.chb.2016.11.056>.
- Becker, K., & Park, K. 2011. Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 23.
- Birren, F. 2010. *Color Psychology and Color Theraphy: A Factual Study of the Influence of Color on Human Life*. Whitefish. Kessinger Publishing L.L.C.
- Bligh, A. 2015. *Toward a 10-Year Plan for Science, Technology, Engineering, and Matematics (STEM) Education and Skills in Queensland*. Queensland: Department of Education, Training and the Arts.

- Bybee, Rodger W. 2010. *The case for STEM education: Challenges and opportunity*. Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press.
- Creative Education. (2012). *The Effects of Animation Technique on the 7th Grade Science and Technology Course Gokhan Aksoy Ministry of National Education, IMKB Primary School, Erzurum, Turkey*. Published Online June 2012 in SciRes, Vol.3, No.3, 304-308. <http://www.SciRP.org/journal/ce>. [Diakses tanggal 10 Mei 2019]
- Dewantara. 2014. Pengembangan Animasi *Flash* dan Soal Interaktif Berbasis Power Point pada Materi Sistem Pernapasan Manusia kelas XI. *Tesis*. Digital Repository Unila.
- Depdiknas. 2010. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat PSMA.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Effendy, O. U. 1989. *Kamus Komunikasi*. Mandar Maju. Bandung.
- Eisner, Elliot W. 2004. What Can Education Learn from the Arts about the Practice of Education? *International Journal of Education & Arts*, Vol. 5 Number 4, October 2004, pp: 1 – 12, <http://www.proquest.umi.com> [diakses pada 10 Mei 2019].
- Farmer, C., Allen, D. T., Berland, L. K., Crawford, R. H., & Guerra, L. 2012. *Engineer your world: An innovative approach to developing a high school engineering design course*. Paper presented at the meeting of the American Society for Engineering Education, San Antonio, TX.
- Greenwald, N. L. 2000. Learning from problems. *The Science Teacher*, 67 (4), 28–32.
- Hake, R.R. 1998. Analyzing Changes Gain Score. Indiana University Usa(Online) <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>, diakses 23 September 2018.
- Hamdani. 2011. *Strategi Belajar Mengajar*. Bandung: Pustaka Setia.
- Handayani, F. 2014. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Science ,Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Materi Hidrolisis Garam. *Univeristas Syiah Kuala*.
- Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9 (3), 247-298.

- Honey, M., Pearson, G., & Schweingrube, H. 2014. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an*. Washington DC: National Academy of Sciences.
- Householder, D. L., & Hailey, C. E. 2012. Incorporating engineering design challenges into STEM courses. http://ncete.org/flash/pdfs/NCETE_CaucusReport.pdf [Diakses 13 Pebruari 2018].
- Kemdikbud. 2013. *Permendikbud No. 81A tentang Implementasi Kurikulum*. Jakarta : Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kemp, J. E. 1994. *Designing Effective Instruction*. New York: Colaga Publising Company.
- Kompas. 2018. Jelang Bonus Demografi, Perguruan Tinggi Diminta Tingkatkan Mutu SDM. Penulis dan editor : Yohanes Enggar Harususilo <https://edukasi.kompas.com/read/2018/09/03/23473061/jelang-bonusdemografi-perguruan-tinggi-diminta-tingkatkan-mutu-sdm> [Diakses tanggal 18 September 2018].
- Lee, & George, Y. 2003. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S as practical education framework for Korea. *STEAM Education*, 1072-1082.
- Levie, W. H. and Lentz, R.. 1982. Effects of text illustrations: a review of research. *Educational Communication and Technology Journal*, 30: 195- 232.
- Lottero-Perdue, P. S. 2015. *Running Head: The engineering design process, responses to failure*, Towson University. Presented at NARST 2015.
- Made dan Wena. 2009. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer: Suatu Tinjauan Konseptual Operasional*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Majid, A. 2011. *Perencanaan Pembelajaran (mengembangkan kompetensi guru)*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Mardapi, D. 2008. *Evaluasi Pendidikan. Makalah Konvensi Pendidikan Nasional*. 19-23 september 2008. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., & Schunn, C. 2008. Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97 (1), 71-85.

- Meltzer, D. E. 2002. The Relationship Between Mathematics Preparation And Conceptual Learning Gains In Physic: A Possible Hidden Variable In Diagnostic Pre-Test Score. *Journal of am J Phys*, 70 (12), 1260.
- Moreland, J., Jones, A., & Cowie, B. 2006. Developing pedagogical content knowledge for the new sciences: the example of biotechnology. *Teacher Education Journal*, 143-155.
- Morrison, J. 2006. *TIES STEM Education Monograph Series: Attributes of STEM Education*. Baltimore, MD: TIES.
- Mulyasa, E. 2002. *Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.
- Mulyasa, E. 2007. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.
- Mungmachon, M. 2012. Knowledge and Local Wisdom: Community Treasure. *International Journal of Humanities and Social Science*, Vol. 2, Halaman: 174-181.
- Mustaji. 2012. Desain Pembelajaran dengan Model R2D2. <http://pasca.tp.ac.id/site/desain-pembelajaran-dengan-model-r2d2>. Diakses tanggal 13 September 2018.
- Nasution. 2013. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar & mengajar*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Nieveen, N. 1999. "Prototype to reach product quality. Dlm. van den Akker, J., Branch, R.M., Gustafson, K., Nieveen, N., & Plomp, T. (pnyt.)". *Design approaches and tools in educational and training*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- O'Day, D.H., Liu, D. 2007. The Value of Animations in Biology Teaching: A Study of Long-Term Memory Retention. *Journal List, CBE Life Sci Educ*, v.6(3), 217-223.
- OECD Organization for Economic Cooperation and Development. 1982. *Eutrophication of Waters*. OECD Publication Office. Paris.
- Pannen, Paulina, & purwanto. 2001. *Penulisan Bahan Ajar*. Jakarta: Pusat antar Universitas untuk Peningkatan dan Pengembangan Aktivitas Instruksional Ditjen Dikti Diknas.
- Permendikbud. 2013. Kerangka dasar dan struktur kurikulum sekolah. s.1: Permendikbus No. 54.

- Pfeiffer, H.D, Ignatov, D.I., & Poelmans, J .2013. Conceptual Structures for STEM Research and Education. 20th International Conference on Conceptual Structures, ICCS 2013 Mumbai, India, January 10-12, 2013Proceedings. Springer. ISBN 978-3-642-35785-5.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovasi: Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta.
- Prastowo, A. 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Rahdiyanta, D. 2012. Teknik Penyusunan Modul. Artikel. (Online) <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/dr-dwi-rahdiyanta-mpd/20-teknik-penyusunan-modul.pdf>. [diakses 10 Mei 2019].
- Ramansyah, W. 2013. Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Strategi Pembelajaran untuk Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Widyagogik*. Vol 1 (1): 17-27.
- Ratumanan. 2013. *Pengantar Penelitian Ilmiah Dasar, Metode, dan Tehnik*. Bandung: Tarsito.
- Reigeluth, C.M. 1999. *Instructional Design Theories and Models: An Overview of Their Curent Status*. London: Lawren Erlbaum Associates, Puplishers.
- Sanders, M., Hyuksoo. K., Kyungsuk, P. & Hyonyong, L. 2011. Integrative STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Education: *Contemporary Trends and Issues. Secondary Education* 59, 729-762.
- Sanders, M. 2009. STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*. 2 (2009), 20-26.
- Sanjaya, W. 2006. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta:Kencana Prenada Media Group.
- Sardiman A.M. 2011. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Santrock, John W. (2011). *Perkembangan Anak Edisi 7 Jilid 2*. (Terjemahan: Sarah Genis B) Jakarta: Erlangga.
- Schunn, C. D. 2009. How kids learn engineering: The cognitive science perspective. *The Bridge: Linking Engineering and Society*, 39 (3), 32-37.

- Seel, B & Richey, R.C. 1999. *Teknologi Pembelajaran Definisi dan Kawasannya*. Washington, DC: Association for Education Communication and Technology.
- Siregar, E., Hartini N. 2010. *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Snezana., Stavreva V. 2015. *Impact of the usage of animation in teaching cell biology on student achievement*. In: Researching Paradigms of Childhood and Education, 13-15 Apr 2015, Opatija, Croatia.
- Sohan, D.E., Waliczeck, T.M., dan Briers, G.E. 2003. *Knowledge, Attitudes and Perception Regarding Biothechnology among Collage Students*. J.Nat.Resour.Life.Sci.Educ.
- Sri, Anitah W. 2007. *Strategi Pembelajaran di SD*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Sudjana, N dan Rivai, A. 2013. *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan, Pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujarwo. 2006. *Penyusunan Karya Tulis Ilmiah Populer*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Supriyati, Y. 2011. Effectiveness of *Flash*-Based Summative Assessment Using the Anchor Items on the Learning of Science. *New prespective in science education journal*, conferences pixel on line.
- Taylor, P.C. 2017. Why is STEAM curriculum perspective crucial to the 21st century?. *Science education for diversity: Theory and practice* (pp. 97–117). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Tim Direktorat Tenaga Pendidikan. 2008. *Penulisan Modul*. Jakarta.
- Torlakson, T. 2014. *Innovate: A Blueprint For Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California: State Superintendent of Public Instruction.
- Trianto. 2010. *Mendesain Model pembelajaran Inovatif Progresif*. Jakarta: Perenada Media Group.
- Utomo, A.P., Novenda, I.L., Budiarmo, A.S., Narulita, E. (2017). Development of Learning Material of Biotechnology Topic Based on STEAM-LW Approach

for Secondary School in Coastal Area. *International Journal of Humanities Social Sciences and Education*. 4 (11): 121-127.

Utomo, A.P., Prihatin, J., and Pujiastuti. (2014). Pengembangan bahan ajar IPA Berbasis Pendekatan Sains Teknologi Masyarakat (STM) pada Pokok Bahasan Limbah dan Penanganannya Kelas XI Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) [Development of Science Learning Material Based on STS Approach in Waste and Handling Topic Grade XI Vocational School]. *Pancaran Pendidikan*, 3(4): 163-174.

Vembrianto. 1985. *Pengantar Pengajaran Modul*. Yogyakarta : Yayasan Pendidikan Paramita.

Venville, G & Treagust, D.F. (2002). Teaching about the Gene in the Genetic Information Age. *Australian Science Teachers' Journal*, 48 (2), pp. 20-24.

Verma, A. K., Dickerson, D., & McKinney, S. 2011. Engaging Students in STEM Careers with Project-Based Learning—MarineTech Project. *Technology and engineering teacher*.

Wahono, B., Rosalina, A. M., Utomo, A. P., Narulita, E. 2018. Developing STEM Based Student ' s Book for Grade XII Biotechnology Topics, *Journal of Education and Learning* 12(3), 450–456. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i3.7278>.

Wahyono, P. 2001. Bioteknologi, Sebuah ilmu Masa Depan yang Menjanjikan. *Jurnal Bestari* nomor 31 tahun XIV.

Wagiran. 2013. *Implementasi Kurikulum 2013 dalam Pembelajaran dan Penilaian*. Semarang: CV Bahtera Wijaya Perkasa.

Willis, J. 1995. *Development with: R2D2*. Jakarta:Rineka Cipta.

Willis, J. 2009. A General Set of Procedures for C-ID: R2D2. In J. Willis (Ed.), *Constructivist Instructional Design (C-ID): Foundations, Models, and Examples*. Charlotte, NC: Information Age Publishing. (pp. 313-355).

Yakman. 2008. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. *STEAM Education*, 1-28.

Yakman, G., Lee, H. 2012. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical educational Framework for Korea. *J Korea Assoc, Sci, Edu*, 32 (6): 1072-1086.

LAMPIRAN

Lampiran A.

MATRIKS PENELITIAN PENGEMBANGAN

Judul	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Metode Penelitian	Teknik/instrumen pengumpulan data	Teknik analisis data	Subjek	Sumber
Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic) dilengkapi Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimanakah modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi flash yang valid untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA? 2. Bagaimanakah modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi flash yang efektif untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA? 3. Bagaimanakah modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi flash yang praktis untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA? 	<p>Variabel bebas: Modul Bioteknologi Berbasis STEAM yang dilengkapi animasi flash</p> <p>Variabel terikat: Pembelajaran biologi di SMA/MA (hasil belajar siswa)</p>	<p>Indikator keberhasilan penelitian:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dihasilkan modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi flash yang valid untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA 2. Dihasilkan modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi flash yang efektif untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA 3. Dihasilkan modul Bioteknologi berbasis STEAM dilengkapi animasi flash yang praktis untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA 	<p>Desain model pengembangan: R2D2 (Reflective, Recursive, Design, Development)</p> <p>Desain uji coba: <i>One Group Pretest-Posttest Design</i></p>	<p>Studi pustaka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat konsep materi bioteknologi SMA berbasis STEAM dari beberapa sumber yang relevan • Menyusun soal/permasalahan yang berbasis STEAM terkait materi Bioteknologi SMA • Membuat rumusan untuk menghitung tingkat penguasaan materi Bioteknologi di SMA <p>Observasi Tes Angket (analisis kebutuhan dan kepuasan pengguna)</p>	<p>Deskriptif kualitatif</p> <p>N-gain</p>	<p>Siswa SMA kelas XII</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Buku • Jurnal • Artikel • Angket (analisis kebutuhan dan kepuasan pengguna)

Lampiran B.

SILABUS MATA PELAJARAN BIOLOGI

Satuan Pendidikan : MAN 1 JEMBER

Kelas/Semester : XII/Genap

Alokasi Waktu : 4 Jam Pelajaran/Minggu

Kompetensi Inti (KI):

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong), kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar	Materi Pokok dan Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu
<p>3.10 Memahami tentang prinsip-prinsip bioteknologi yang menerapkan bioproses dalam menghasilkan produk baru untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dalam berbagai aspek kehidupan.</p>	<p>Bioteknologi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsep dasar Bioteknologi • Jenis Bioteknologi • Bioteknologi Konvensional (Fermentasi) • Bioteknologi Modern (Rekayasa Genetika) • Produk Bioteknologi Konvensional • Produk Bioteknologi modern • Dampak pemanfaatan produk Bioteknologi di masyarakat 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengkaji referensi tentang arti, prinsip dasar dan jenis-jenis Bioteknologi melalui modul bioteknologi berbasis STEAM disertai dengan animasi flash • Mengidentifikasi dan mengklasifikasi kan produk Bioteknologi yang beredar di masyarakat berdasarkan prinsip dasar proses bioteknologi melalui pengamatan pada media animasi flash • Membuat rencana dan melaksanakan pembuatan produk bioteknologi konvensional dan menyusun laporan secara rinci dengan bantuan modul bioteknologi berbasis STEAM • Mengumpulkan informasi dari menonton animasi flash tentang proses dan produk bioteknologi modern di berbagai bidang kehidupan. • Mendiskusikan dampak bioteknologi berdasarkan pengamatan dan prediksi berdasarkan konsep-konsep yang telah dipelajari. • Memaparkan hasil diskusi tentang penerapan bioteknologi konvensional yang telah dilakukan melalui STEAM <i>activity</i> pada modul 	<p>Portofolio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laporan kegiatan pengamatan /praktikum dan presentasi kelas <p>Tes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pemahaman tentang pemanfaatan ilmu biologi pada teknologi untuk menghasilkan barang dan jasa • Pemahaman tentang bioteknologi konvensional dan modern 	<p>8 JP</p>
<p>4.10 Merencanakan dan melakukan percobaan dalam penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional untuk menghasilkan produk dan mengevaluasi produk yang dihasilkan serta prosedur yang dilaksanakan</p>				

Lampiran C.**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN****A. IDENTITAS**

Nama Sekolah	: MAN 1 Jember
Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas/Semester	: XII IPA/Genap
Alokasi Waktu	: 8 Jam pelajaran (2 JP X 4 pertemuan)
Materi	: Bioteknologi

B. Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

C. Kompetensi Dasar

- 1.1. Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang struktur dan fungsi DNA, gen dan kromosom dalam pembentukan dan pewarisan sifat serta pengaturan proses pada makhluk hidup.
- 1.2. Menyadari dan mengagumi pola pikir ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses.
- 1.3. Peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya.
- 2.1. Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli

- lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium.
- 2.2. Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar.
 - 3.10. Memahami tentang prinsip-prinsip bioteknologi yang menerapkan bioproses dalam menghasilkan produk baru untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dalam berbagai aspek kehidupan.
 - 4.10. Merencanakan dan melakukan percobaan dalam penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional untuk menghasilkan produk dan mengevaluasi produk yang dihasilkan serta prosedur yang dilaksanakan.

D. Indikator

- 1.3.1. Peka dan peduli terhadap fenomena evolusi yang menjadi permasalahan lingkungan hidup.
- 2.1.1. Berperilaku ilmiah: jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi.

Pertemuan ke-1 :

- 3.10. 1. Menjelaskan arti Bioteknologi.
- 3.10. 2. Menjelaskan prinsip-prinsip dasar bioteknologi.
- 3.10. 3. Membedakan bioteknologi konvensional dan modern.
- 3.10. 4. Mengidentifikasi organisme yang berperan dalam proses bioteknologi beserta produk yang dihasilkan

Pertemuan ke-2 :

- 3.10. 5. Menyusun rencana kegiatan penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional.
- 3.10. 6. Menjelaskan dampak dari aplikasi bioteknologi konvensional di kehidupan sehari-hari.

Pertemuan ke-3 :

- 3.10. 7. Mengevaluasi produk yang dihasilkan serta prosedur yang dilaksanakan.
- 4.10.1 Melakukan kegiatan penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional (praktikum).

Pertemuan ke-4 :

- 3.10. 8. Menjelaskan teknik-teknik aplikasi bioteknologi modern.
- 3.10. 9. Menjelaskan dampak pemanfaatan hasil produk bioteknologi modern di kehidupan sehari-hari.

E. MATERI PEMBELAJARAN (terlampir)

- Definisi/pengertian bioteknologi.
- Prinsip dasar bioteknologi
- Nilai tambah penggunaan bioteknologi
- Jenis-jenis/macam bioteknologi.
- Rekayasa Genetika
- Pemanfaatan bioteknologi di berbagai bidang.
- Dampak bioteknologi.

F. KEGIATAN PEMBELAJARAN**Pertemuan ke-1**

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan		a. Guru dan siswa datang tepat waktu. b. Guru mengucapkan salam. c. Mengecek kebersihan kelas (apabila lingkungan kotor, meminta regu piket untuk membersihkannya). d. Mengecek kehadiran siswa. e. Prasyarat : Guru menampilkan gambar produk hasil bioteknologi yang mungkin tanpa sadar belum mereka ketahui bahwa produk tersebut hasil penerapan bioteknologi. f. Guru membimbing peserta didik menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai.	5 mnt
Kegiatan Inti (PBL)	Orientasi peserta didik pada masalah	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk membuka modul bioteknologi berbasis STEAM pada Kegiatan Belajar 1, kemudian membaca suatu fenomena atau permasalahan (Info Terkini) yang telah tersaji dalam modul. Sajian bacaan tersebut berisi tentang susu hasil dari ternak sapi perah di suatu kecamatan sangat berlimpah sehingga nilai jual menurun dan penduduk tidak memiliki fasilitas tempat penyimpanan susu. Pada saat itu harga pakan sapi meningkat 	10 mnt

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
		<p>sehingga apabila peternak tidak mampu menjual hasil susu dengan harga tinggi maka mereka akan mengalami kerugian. Bagaimana alternatif pemecahan masalah untuk peternak agar tidak mengalami kerugian?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memotivasi siswa untuk terlibat dalam pemecahan masalah • Guru membagi siswa dalam sebuah kelompok diskusi untuk menemukan alternatif pemecahan masalah 	
	<p>Mengorganisa-sikan peserta didik untuk belajar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengarahkan peserta didik untuk melakukan kajian teori dengan membaca materi dalam modul, maupun buku-buku dan bacaan yang relevan untuk mendapatkan ide mengatasi masalah • Membantu peserta didik mendefinisi-kan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut yaitu terkait bioteknologi, bakteri yang berperan dalam bioteknologi 	10 mnt
	<p>Membimbing penyelidikan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai yaitu bagaimana susu bisa bertahan lebih lama dan mampu memiliki nilai jual yang lebih tinggi daripada dijual dalam bentuk susu segar (disajikan berupa pertanyaan dalam modul). • Didalam proses penyelidikan siswa akan melakukan proses berpikir dengan pendekatan sains yaitu konsep bahwa ada beberapa jenis bakteri yang mampu mengasamkan laktosa 	25 mnt

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
		<p>atau materi lain dalam susu. Bakteri perusak makanan tidak dapat hidup pada kadar asam tertentu sehingga dapat dijadikan metode pengawetan alami makanan. Pendekatan teknologi yaitu dengan memanfaatkan kemampuan bakteri (makhluk hidup) dalam mengasamkan makanan secara alami. Berupa proses fermentasi. Pendekatan teknik/rekayasa yaitu merancang proses pembuatan produk olahan susu menjadi produk baru yang lebih awet dan memiliki nilai jual lebih tinggi, contohnya proses pembuatan yogurt, dan pembuatan keju. Merancang suatu wadah yang dapat menumbuhkan bakteri untuk melakukan proses fermentasi sehingga dapat menghasilkan produk yang diinginkan. Pendekatan seni yaitu mendesain strategi pemasaran produk, mendesain pengemasan makanan sehingga menarik pembeli dan dapat menghasilkan nilai jual tinggi, Pendekatan matematika yaitu menghitung perkiraan modal yang dibutuhkan untuk mengolah susu menjadi produk baru dan menghitung perkiraan nilai jual produk sehingga dapat menghasilkan keuntungan bagi peternak. Selain itu juga menghitung komposisi dalam proses pembuatan yogurt atau keju.</p>	
	<p>Mengembangkan dan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memfasilitasi siswa untuk bertanya terkait dengan alternatif solusi pemecahan 	<p>15 mnt</p>

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
	menyajikan hasil karya	<p>masalah dan penyajian hasil diskusi</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa dapat bertanya pada guru terkait hal-hal yang kurang dipahami dalam pemecahan masalah maupun dalam penyajian laporan hasil diskusi Perwakilan siswa dalam suatu kelompok menyampaikan hasil diskusinya didepan kelas 	
	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengevaluasi hasil diskusi siswa melalui Tanya jawab saat presentasi Siswa memberikan tanggapan atas hasil presentasi yang disampaikan oleh temannya 	15 mnt
Kegiatan penutup		<ol style="list-style-type: none"> Guru bersama siswa menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan pada hari ini Penugasan : <i>Tugas Mandiri Terstruktur</i> : mencari informasi dan contoh-contoh bioteknologi konvensional dan modern. Guru memberi salam dan mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan bersyukur atas ilmu yang telah dipelajari dan kelancaran proses belajar hari ini 	10 mnt

Pertemuan ke-2, ke-3, dan ke-4

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> Guru dan siswa datang tepat waktu. Guru mengucapkan salam. 	5 mnt

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
		<p>c. Mengecek kebersihan kelas (apabila lingkungan kotor, meminta regu piket untuk membersihkannya).</p> <p>d. Mengecek kehadiran siswa.</p> <p>e. Prasyarat : Guru menanyakan hasil pengerjaan tugas tentang jenis bioteknologi.</p> <p>f. Guru membimbing peserta didik menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai.</p> <p>g. Stimulasi: Guru memberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik : jenis-jenis bioteknologi, dengan cara; menunjukkan gambar produk bioteknologi seperti di bawah ini;</p>  <p>The diagram shows a circular process: 1. Pengumpulan Bahan (Collection of Materials) - 2. Pengolahan Bahan (Processing of Materials) - 3. Pengemasan (Packaging) - 4. Distribusi (Distribution). The text in the diagram reads: 'Tingkat ekonomis pada alat yang digunakan akan menentukan keberhasilan' and 'Mula (Lula yang sudah dan beres)'. There is also a small plant icon labeled 'Perawatan tanaman' (Plant Care).</p>	
<p>Kegiatan Inti (PjBL)</p>	<p>1. Penentuan Pertanyaan Mendasar (<i>Start With the Essential Question</i>) (pertemuan ke-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa membaca dan melakukan kegiatan yang ada di modul bioteknologi berbasis STEAM disertai animasi flash pada bagian Kegiatan Belajar 2. • Siswa mengoperasikan animasi flash tentang bioteknologi untuk memahami perbedaan bioteknologi konvensional dan modern 	<p>30 mnt</p>

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
		<ul style="list-style-type: none"> • siswa membuat kelompok untuk merancang dan menyelesaikan <i>project</i> • Guru meminta peserta didik untuk membaca modul bioteknologi berbasis STEAM yang disertai dengan animasi flash, pada Kegiatan Belajar 3 telah tersaji suatu <i>project</i> yang harus diselesaikan oleh siswa. Pertanyaan utamanya adalah siswa diminta untuk mengatasi suatu permasalahan terkait keberlimpahan air kelapa di Indonesia, kemudian siswa diminta untuk merancang membuat suatu produk yang menerapkan konsep bioteknologi konvensional. 	
	<p>2. Mendesain Perencanaan Proyek (<i>Design a Plan for the Project</i>) (pertemuan ke-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan kesempatan pada siswa untuk secara kolaboratif merancang pembuatan suatu produk yang menghasilkan nilai jual tinggi. • Siswa menuliskan rancangan mereka yang terdiri dari pemilihan produk yang akan dibuat, alat dan bahan yang diperlukan, rancangan langkah kerja yang akan dilakukan beserta estimasi waktunya, pembagian kerja dalam kelompok, dan menjawab sejumlah pertanyaan yang tersedia • Pada proses desain siswa akan mencari tahu kandungan bahan baku suatu makanan yang dapat membuat mikroorganisme tumbuh, dan 	40 mnt

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
		<p>mencari tahu bahan tambahan apa yang diperlukan untuk menumbuhkan mikroorganisme (Proses Sains), siswa merancang praktikum yang akan dilakukan mulai dari pemilihan alat dan bahan, merancang langkah kerja agar pembuatan produk berhasil (Proses technology and Engineering) hingga cara mengemas produk agar menarik dipasaran dan memiliki nilai jual tinggi (Proses Art), siswa perlu menghitung takaran yang pas untuk menghasilkan produk dan mampu mengestimasi keuntungan dari produk yang akan terjual (Proses Mathematics)</p>	
	<p>3. Menyusun Jadwal (<i>Create a Schedule</i>) (pertemuan ke-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa membuat deadline penyelesaian proyek (Proses engineering and Mathematics) • Guru memberikan arahan agar siswa merencanakan dengan baik dan proyek berakhir tepat waktu • Guru meminta siswa untuk memberikan alasan dari setiap pemilihan suatu cara • Siswa akan menyampaikan fungsi dan kegunaan dari bahan yang dipakai dan langkah kerja yang dilakukan saat praktikum (Proses Sains) 	15 mnt
	<p>4. Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (<i>Monitor the Students</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa mulai melakukan praktikum membuat produk bioteknologi konvensional sesuai dengan rancangan yang telah dibuat (Proses Technology and Engineering) 	90 mnt

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
	<i>and the Progress of the Project</i>) (pertemuan ke-3)	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengamati aktivitas siswa dan memberikan arahan pada siswa yang bertanya terkait dengan topik Bioteknologi 	
	5. Menguji Hasil (<i>Assess the Outcome</i>) (pertemuan ke-4)	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melakukan presentasi didepan kelas untuk menyampaikan hasil praktikum dan upaya menjawab pertanyaan dari audience Siswa mempromosikan hasil produk bioteknologi yang telah mereka buat (Proses Art) Guru mengamati dan memberikan masukan pada siswa terkait bioteknologi 	70 mnt
Kegiatan penutup		<ul style="list-style-type: none"> Siswa melaksanakan postes <ol style="list-style-type: none"> Penugasan : <i>Tugas Mandiri Terstruktur</i> : menyajikan laporan tertulis mengenai kegiatan membuat produk bioteknologi konvensional mulai dari merancang hingga hasil analisis kegiatan. Penutup: Guru memberi salam dan mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan bersyukur atas ilmu yang telah dipelajari dan kelancaran proses belajar hari ini 	20 mnt

G. PENILAIAN

1. Teknik Penilaian :

No	Aspek	Teknik	Bentuk instrumen
1	Sikap	<ul style="list-style-type: none"> • Obsevasi kegiatan diskusi • Jurnal 	Lembar observasi Lembar penilaian
2	Pengetahuan	<ul style="list-style-type: none"> • Tes tertulis (pretes dan posttest) 	Soal essay
3	Keterampilan	Penilaian aktifitas praktikum Penilaian proposal Penilaian saat presentasi	Lembar pengamatan keterampilan

2. Instrumen penilaian (selengkapnya, terlampir)

- a. Penilaian pengetahuan : soal essay dan lembar hasil diskusi
- b. Penilaian keterampilan : Lembar pengamatan keterampilan penyusunan proposal dan saat presentasi

3. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

- a. Pembelajaran **remedial** dilaksanakan segera setelah posttest dinilai. Peserta didik yang mendapat nilai di bawah 75 mengerjakan kembali soal tes.
- b. Program **pengayaan** diberikan kepada peserta didik yang sudah memenuhi KKM dengan pemberian tugas ; Membuat makalah tentang pandangan Harun Yahya terhadap bioteknologi, diberi waktu (Diberi waktu seminggu dan dikumpulkan dalam bentuk laporan)

H. Media/alat, Bahan, dan Sumber Belajar

1. Media/Alat : Komputer/laptop, LCD.
2. Bahan : Modul bioteknologi berbasis STEAM disertai animasi flash, gambar kultur jaringan, bagan kloning, bagan DNA rekombinan, gambar produk-produk bioteknologi.
3. Sumber Belajar : Irnaningtyas, 2013. *Biologi XII*, Jakarta: Erlangga, bacaan yang relevan dari internet.

Mengetahui,
Kepala Madrasah

Jember,2019
Guru Mapel

.....
NIP.

Luthfiyatul Hasanah, S.Pd.
NIP.

Lampiran**Materi Pelajaran “Bioteknologi”****PRINSIP DASAR DAN JENIS-JENIS BIOTEKNOLOGI****1. Prinsip Dasar Bioteknologi**

Bioteknologi adalah cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa.

Bioteknologi berasal dari kata *bio* (hidup), *tekno* (teknologi), dan *logos* (ilmu) yang secara harafiah berarti ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip biologi. Secara klasik atau konvensional, bioteknologi dapat didefinisikan sebagai teknologi yang memanfaatkan organisme atau bagian-bagiannya untuk mendapatkan barang atau jasa dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Perkembangan bioteknologi tidak hanya didasari pada biologi semata, tetapi juga pada ilmu-ilmu terapan dan murni lain, seperti biokimia, komputer, biologi molekular, mikrobiologi, genetika, kimia, matematika, dan lain sebagainya.

Bioteknologi secara sederhana sudah dikenal oleh manusia sejak ribuan tahun yang lalu. Sebagai contoh, di bidang teknologi pangan adalah pembuatan bir, roti, maupun keju yang sudah dikenal sejak abad ke-19, pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas-varietas baru di bidang pertanian, serta pemuliaan dan reproduksi hewan. Di bidang medis, penerapan bioteknologi di masa lalu dibuktikan antara lain dengan penemuan vaksin, antibiotik, dan insulin walaupun masih dalam jumlah yang terbatas akibat proses fermentasi yang tidak sempurna. Perubahan signifikan terjadi setelah penemuan Bioreaktor oleh **Louis Pasteur**.

Dalam tahun 1981 **Perhimpunan Bioteknologi Eropa** mendefinisikan Bioteknologi sebagai penggunaan biokimia mikrobiologi dan rekayasa kimia secara terpadu dengan tujuan untuk mencapai penerapan teknologi dari kapasitas mikroba dan sel-sel jaringan yang dibiakkan. Sesuai dengan definisi ini bioteknologi melibatkan mikrobiologi, biokimia/kimia, rekayasa genetika, biologi molekular dan rekayasa proses dan teknik kimia untuk menghasilkan produk dan jasa.

6 Prinsip dasar bioteknologi:

- a. Fermentasi
- b. Seleksi dan persilangan
- c. Analisis genetic
- d. Kultur jaringan
- e. Rekombinasi DNA
- f. Analisis DNA

Nilai tambah pengembangan bioteknologi:

- a. Sumber makanan dan minuman baru
- b. Farmasi dan kedokteran
- c. Pertanian
- d. Hama tanaman

e. Pertambahan

2. Jenis-Jenis Bioteknologi

a. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang memanfaatkan mikroorganisme, proses biokimia, dan proses genetic alami untuk memproduksi alkohol, asam asetat, gula, atau bahan makanan, Mikroorganisme dapat mengubah bahan pangan. Ciri khas yang tampak pada bioteknologi konvensional, yaitu adanya penggunaan makhluk hidup secara langsung dan belum tahu adanya penggunaan enzim.

Ciri- ciri bioteknologi konvensional:

- i. sasaran: makhluk hidup secara langsung.
- ii. landasan: tanpa prinsip ilmiah.
- iii. dasar: ketrampilan turun- temurun.
- iv. hasil: tidak secara masal.
- v. alat sederhana.
- vi. contoh: tempe, tape, oncom

Kelebihan Bioteknologi Konvensional :

- i. Biaya produksi murah.
- ii. Teknologi menggunakan peralatan sederhana.
- iii. Pengaruh jangka panjang sudah diketahui.

Kelemahan Bioteknologi Konvensional :

- i. Perbaikan genetic tidak terarah.
- ii. Memerlukan waktu relative lama.
- iii. Belum ada pengkajian prinsip-prinsip ilmiah.
- iv. Hasil tidak dapat diperkirakan sebelumnya.
- v. Tidak mengatasi ketidaksesuaian genetic.
- vi. Hanya diproduksi dalam skala kecil.
- vii. Prosesnya relative belum steril sehingga kualitas hasilnya belum terjamin.

b. Bioteknologi Modern

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, para ahli teknologi mulai mengembangkan bioteknologi dengan memanfaatkan prinsip ilmiah melalui penelitian dan berupaya menghasilkan produk secara efektif dan efisien. Bioteknologi tidak hanya di manfaatkan dalam industri makanan, tetapi telah mencakup berbagai bidang seperti rekayasa genetika, penanganan polusi, penciptaan sumber energi dan lainnya. Dengan adanya penelitian serta perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka bioteknologi makin besar manfaatnya untuk masa yang akan datang. Rekayasa genetika, kultur jaringan, DNA rekombinan, pengembangbiakan sel induk, kloning, dan lain-lain. Teknologi ini memungkinkan kita untuk memperoleh penyembuhan penyakit-

penyakit genetik maupun kronis yang belum dapat disembuhkan, seperti kanker ataupun AIDS.

Ciri- ciri bioteknologi modern:

1. sasaran: makhluk hidup secara langsung.
2. landasan: dengan prinsip ilmiah.
3. dasar: kajian dari berbagai prinsip ilmu.
4. hasil: secara masal.
5. alat modern
6. contoh: bir, kloning, bayi tabung.

Kelebihan Bioteknologi Modern :

- i. Hasil dapat diperhitungkan.
- ii. Dapat mengatasi kendala ketidaksesuaian genetic.
- iii. Perbaikan sifat genetic dapat dilakukan secara terarah.
- iv. Dapat menghasilkan organisme yang sifat barunya tidak ada pada sifat alaminya.

Kelemahan Bioteknologi Modern :

- i. Biaya produksi relatif lebih mahal.
- ii. Memerlukan teknologi canggih.
- iii. Pengaruh jangka panjang belum diketahui.

Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika adalah teknik memanipulasigen melalui penambahan dan pengurangan ADN dari luar sehingga dihasilkan rekombinasi ADN baru dengan cara plasmit dan hibridoma.

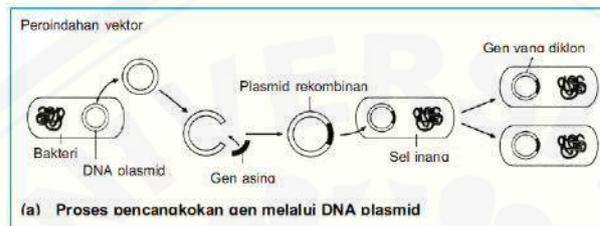
Urutan proses rekayasa genetika

- a. Identifikasi gen yang disisipkan.
- b. Memotong gen dengan menggunakan enzim restriksi.
- c. Ekstraksi gen yang dipotong.
- d. Ekstraksi plasmit bakteri.
- e. Penyisipan gen dengan enzim endonuklease.
- f. Memasukan plasmit ke bakteri.
- g. Mengembangkan bakteri.
- h. Memanen produk

Manipulasi dalam bioteknologi modern ditujukan pada susunan gen dalam kromosom organism karena itu bioteknologi modern dikenal dengan rekayasa genetika. Rekayasa genetika adalah semua proses yang ditujukan untuk menghasilkan organism transgenik. Organisme transgenik adalah organisme yang urutan informasi genetik dalam kromosomnya telah diubah sehingga mempunyai sifat menguntungkan yang dikehendaki. Ada beberapa prinsip dasar dalam rekayasa genetika yaitu DNA rekombinan, fusi protoplasma, dan kultur jaringan.

1. DNA Rekombinan

Perubahan susunan DNA diperoleh melalui teknik DNA rekombinan. Teknologi DNA rekombinan banyak melibatkan bakteri atau virus sebagai vektor (perantara). Proses DNA rekombinan melalui 3 tahapan. Tahap pertama yaitu mengisolasi DNA, tahap kedua memotong dan menyambung DNA (transplantasi gen/DNA), tahap ketiga memasukkan DNA ke dalam sel hidup. Isolasi DNA dilakukan untuk memilih dan memisahkan DNA maupun gen yang dikehendaki. Isolasi ini dilakukan dengan mengekstrak kromosom dari organisme donor. DNA dalam kromosom yang dipilih harus dipotong terlebih dahulu. Pemotongan gen dalam satu untaian DNA menggunakan enzim endonuklease restriksi yang berperan sebagai gunting biologi.



Plasmid dipotong terlebih dahulu agar dapat digunakan sebagai vektor. Pemotongan ini juga menggunakan enzim endonuklease restriksi. Gen atau DNA yang telah diisolasi kemudian dicangkokkan ke dalam plasmid. Proses ini dikenal dengan transplantasi gen. Transplantasi dilakukan dengan cara mencangkokkan (menyambung) gen yang telah diisolasi ke dalam DNA plasmid vektor. Penyambungan gen menggunakan enzim ligase yang mampu menyambung ujung-ujung nukleotida dan berperan sebagai lem biologi. Setelah penyambungan ini maka vektor mengandung DNA asli dan DNA sisipan (asing). Dengan demikian, diperoleh organisme dengan rantai DNA gabungan atau kombinasi baru sehingga rantai DNA ini disebut DNA rekombinan.

2. Fusi Protoplasma/teknologi hibridoma

Fusi protoplasma adalah penggabungan dua sel dari jaringan yang sama atau dua sel dari organisme yang berbeda dalam suatu medan listrik. Hal ini akan mengakibatkan kedua sel akan tertarik satu sama lain dan akhirnya mengalami fusi (melebur). Prinsip ini dapat dilakukan pada sel tumbuhan maupun sel hewan.

3. Kultur jaringan

Teori yang melandasi teknik kultur jaringan ini adalah teori **Totipotensi**, yaitu kemampuan untuk tumbuh menjadi individu baru bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Tahap-tahap kultur jaringan dalam membentuk embrio dari sel somatik serupa pada tahap perkembangan zigot menjadi embrio. Perkembangan tersebut dimulai dari sel → **globular** → **bentuk jantung** → **bentuk torpedo** → **bentuk kotiledon** → **bentuk plantlet (tumbuhan muda)**.

Kultur jaringan merupakan perbanyakan vegetative menggunakan jaringan atau sel pada medium buatan (biasanya berupa agar-agar yang diperkaya dengan hormon, vitamin, dan unsur hara). Kultur jaringan merupakan salah satu alternatif untuk

mendapatkan tanaman baru yang mempunyai sifat sama dengan induknya. Teknik ini hanya membutuhkan jaringan maupun sel dari tumbuhan dan akan didapatkan **tanaman sejenis dalam jumlah besar**. Kultur jaringan sering disebut sebagai perbanyakan secara **in vitro** karena jaringan ditanam (dikultur) pada suatu media buatan (bukan alami).

PEMANFAATAN DAN DAMPAK BIOTEKNOLOGI

➤ Pemanfaatan Mikroorganisme

Mikroorganisme berperan penting yaitu pertumbuhan mikroorganisme yang sangat cepat, mudah dimodifikasi, mengandung protein tinggi, mudah ditumbuhkan pada berbagai media dan tidak membutuhkan katalis atau reaktan dari luar.

Penerapan bioteknologi

- a. Bidang pangan, Contoh: PST dan mikoprotein
- b. Bidang pertanian dan peternakan, Contoh: padi transgenik, buah tahan busuk, tembakau resisten terhadap virus, dan ikan salmon raksasa
- c. Bidang kedokteran, Contoh: pembuatan insulin, vaksin, dan antibodi monoclonal

1. Peranan/ manfaat bioteknologi

Di bidang kedokteran :

- Antibody monoklonal : antibody yang diperoleh dari suatu sumber tunggal. Manfaat antibody monoklonal antara lain : mendeteksi kandungan hormone korionik gonadotropin dalam urine wanita hamil, mengikat racun dan menonaktifkannya, mencegah penolakan tubuh terhadap hasil transplantasi jaringan lain.
- Pembuatan vaksin : vaksin digunakan untuk mencegah serangan penyakit terhadap tubuh yang berasal dari mikroorganisme. Vaksin berasal dari virus dan bakteri yang telah dilemahkan atau racunnya diambil.

Contoh vaksin :

Vaksin BCG : untuk mencegah penyakit TBC

Vaksin kotipa : mencegah penyakit kolera, tifus, paratifus

Vaksin varisela : mencegah penyakit cacar air

Vaksin MMR : mencegah penyakit campak, gondong, rubella

DPT/DT : mencegah penyakit difteri, pertusis, tetanus

- Pembuatan antibiotik : antibiotic adalah zat yang dihasilkan oleh organism tertentu dan berfungsi untuk menghambat pertumbuhan organism lain yang ada di sekitarnya. Antibiotic dapat diperoleh dari jamur atau bakteri tertentu.

Contoh antibiotik

No	Antibiotik	Mikroorganisme
1.	Streptomycin	<i>Streptomyces griseus</i>
2.	Polymyxin	<i>Bacillus polymyxa</i>
3.	Penisilin	<i>Penicillium notatum</i>
4.	Griseofulvin	<i>Penicillium griseofulvum</i>
5.	Sefalosporin	<i>Cephalosporium acremonium</i>

- Pembuatan hormon : dengan rekayasa DNA telah digunakan mikroorganisme tertentu untuk memproduksi hormone, misalnya : hormone insulin, testosterone, pertumbuhan, kortison.

Bidang pertanian :

Dihasilkan tumbuhan yang mampu mengikat nitrogen : tanaman selain *Leguminosae* dapat mengikat nitrogen karena diinjeksi dengan bakteri rhizobium yang hidup pada akar tanaman *Leguminosae*. Dihasilkan tumbuhan tahan hama : misalnya tembakau tahan penyakit mozaik daun.

Penghasil PST (Protein Sel Tunggal) :

No	Mikroorganisme	Kegunaan
1	<i>Methylophilus methylotrophus</i>	Makanan ternak agar menghasilkan daging dan susu yang berkualitas
2	<i>Spirulina</i>	Sumber pangan kaya protein bagi manusia
3	<i>Chlorella</i>	Sumber pangan kaya protein bagi manusia
4	<i>Fusarium</i>	Makanan tambahan ternak
5	<i>Saccharomyces cereviceae</i>	Suplemen makanan ternak
6	<i>Candida utilis</i>	Suplemen makanan ternak

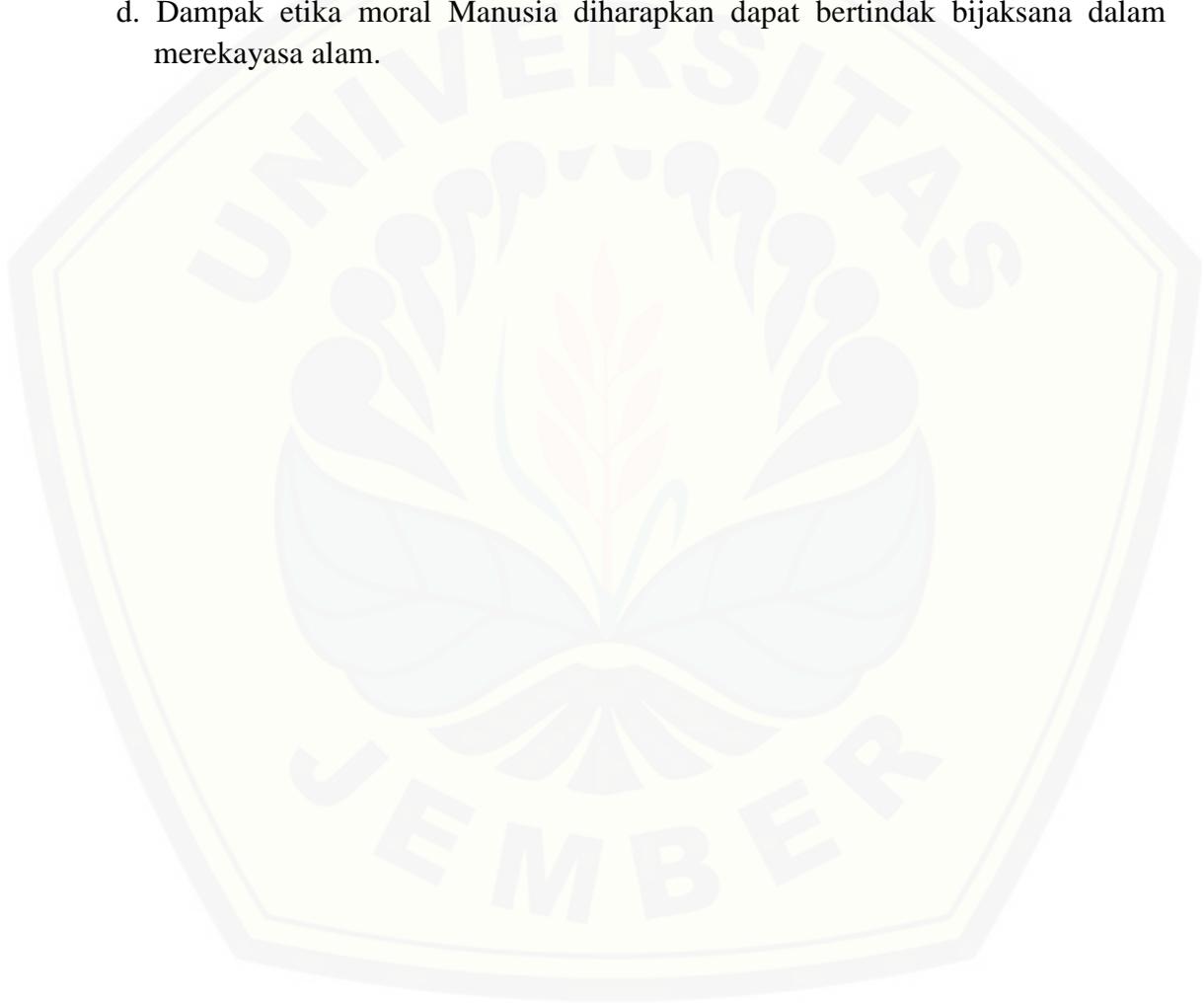
Bidang lingkungan hidup

- Dihasilkan mikroorganisme yang digunakan untuk mengatasi pencemaran yang disebabkan oleh tumpahan minyak, yaitu *Xanthomonas campestris* dan *Pseudomonas*
- Memproduksi plastik yang dapat diuraikan oleh bakteri
- Mengolah limbah cair menjadi bahan bakar , misalnya limbah dari organik dengan bantuan mikroorganisme diubah menjadi bahan bakar alternative, yaitu biogas (dari feses hewan), gasahol (alkohol dari fermentasi gula tebu)

Dampak bioteknologi

- a. Dampak terhadap lingkungan, (1). Dampak positif: a) Penemuan tumbuhan yang tahan terhadap serangan hama, b) Peningkatan aktivitas pengolahan bahan tambang sehingga mengurangi pencemaran limbah. (2) Dampak negative: a)

- dapat menyebabkan gulma menjadi resisten sehingga populasinya melimpah, b) dapat menimbulkan ketidakseimbangan ekosistem
- b. Dampak di bidang sosial ekonomi, (1) Dampak positif: a) Kalangan industri giat mencari tanaman atau hewan varietas baru agar nilai jualnya lebih tinggi, b) Pasar komersial banyak menyediakan produk-produk hasil rekayasa genetika. (2) Dampak negative: a) Terjadi kesenjangan dan kecemburuan dalam masyarakat karena produk-produk dari petani tradisional mulai tersisih.
- c. Dampak terhadap kesehatan, (1) Dampak positif : Penemuan-penemuan produk obat atau hormon menyebabkan produk tersebut murah dan mudah didapat oleh masyarakat. (2) Dampak negative: Penggunaan produk kesehatan juga dapat menimbulkan gejala-gejala lain dari suatu penyakit, misalnya alergi.
- d. Dampak etika moral Manusia diharapkan dapat bertindak bijaksana dalam merekayasa alam.



Lampiran:**1. Instrumen Penilaian Pengetahuan****a. Tes Tulis (Soal Essay)****soal pre tes dan post tes**

1. Perhatikanlah data gizi makanan pada tabel berikut:

Zat gizi	Satuan	Komposisi zat gizi dalam 100 gram	
		Kedelai	Tempe
Energi	(kalori)	381	201
Protein	(gram)	40,4	20,8
Lemak	(gram)	16,7	8,8
Hidrat arang	(gram)	24,9	13,5
serat	(gram)	3,2	1,4
Abu	(gram)	5,5	1,6
Kalsium	(mg)	222	155
Fisfor	(mg)	682	326
Besi	(mg)	10	4
karotin	(mg)	31	34
Vitamin B1	(mg)	0,52	0,19
Air	(mg)	12,7	55,3

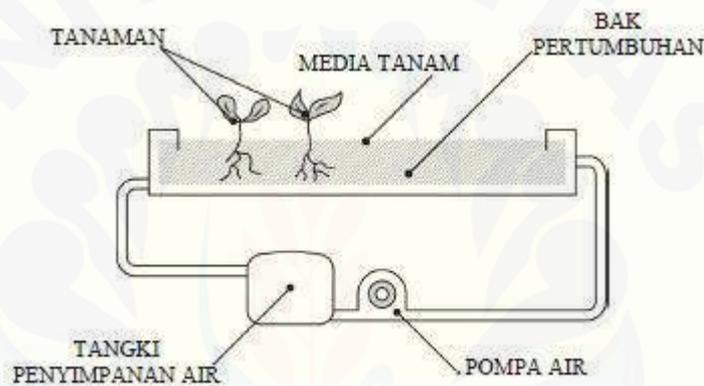
Sumber: Komposisi zat gizi pangan Indonesia Depkes RI

Data tabel di atas merupakan komposisi zat gizi pada kedelai dan tempe. Berdasarkan tabel tersebut komposisi gizi kedelai lebih bagus daripada tempe, tetapi mengapa banyak orang mengatakan mengonsumsi tempe lebih baik daripada mengonsumsi kedelai?

2. *Golden rice* merupakan salah satu produk hasil rekayasa genetika. Bulir padi yang dihasilkan mengandung betakaroten yang didapat dari gen warna bunga daffodil, sehingga bulir padinya berwarna kuning/emas dan bermanfaat untuk meningkatkan ketajaman penglihatan karena adanya vitamin A. Coba kamu jelaskan bagaimana proses rekayasa genetika yang dilakukan untuk menghasilkan *Golden rice*?
3. Ketika membuat yoghurt, Pak Yoga membutuhkan susu sebagai substrat dan bakteri *S. thermo-philus* atau *Lactobacillus bulgaricus* sebagai agen biologi. Namun suatu hari Pak Yoga tidak bisa mendapatkan bakteri tersebut sehingga diganti oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Pak Yoga merasa sedih karena ternyata ia gagal membuat yoghurt yang diinginkan. Pak Yoga ingin mengetahui alasan yoghurt yang diinginkan gagal dibuat, agar ia bisa memperbaiki produknya. Menurut anda, alasan yang paling tepat untuk hal tersebut adalah karena ...
4. Informasi terkini melaporkan bahwa saat ini sekelompok ilmuwan mengklaim telah menciptakan *chip bionic* yang ditanam dalam tubuh. *Chip* tersebut berupa sel yang dijepit oleh tiga lapis silikon. Sel tersebut berperan untuk melengkapi sirkuit listrik. Mereka telah mengembangkan *chip* mikroelektroporasi dengan memasukkan sel hidup dalam sirkuit listrik. Hal ini seperti menambah gen baru. Lewat *chip* yang ditanam dalam tubuhnya,

manusia tidak perlu lagi berkomunikasi dengan sesamanya lewat suara karena saraf-sarafnya telah dihubungkan dengan komputer. Sehingga materi pembicaraan dapat ditransfer dalam sebuah data. Manusia akan benar-benar berbeda ketika *intelligence machine* telah menggantikan otak dan emosi.

- a) Bagaimanakah pendapat Anda mengenai *chip bionic* tersebut, jika dikaitkan dengan dampaknya bagi lingkungan sosial, dan etika moral?
- b) Apa saran yang dapat Anda berikan kepada ilmuwan atau pemerintah terkait dengan perkembangan bioteknologi modern yang semakin pesat, contohnya adanya *chip bionic* pada teks diatas?
5. Hidroponik adalah cara menanam tanaman tanpa tanah. Tanaman tumbuh dalam bahan berpori yang tidak larut, misalnya pasir, yang secara teratur direndam dengan air.



Air dipompa melalui sistem sebanyak empat hingga enam kali sehari tergantung pada jenis tanaman. Setelah pompa berhenti, kelebihan air mengalir dan terkumpul di tangki penyimpanan air. Penelitian telah menunjukkan bahwa tanaman yang ditanam secara hidroponik menggunakan lebih sedikit air daripada tanaman yang tumbuh di tanah. Alasan utama untuk ini terletak pada desain sistem hidroponik. Apa ciri dari sistem hidroponik sehingga mampu menghemat air dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di tanah?

b. Kunci Soal dan Norma Penilaian

No	Alternatif Kunci Jawaban	Score
1.	Tempe telah melalui proses fermentasi, sehingga enzim yang dihasilkan oleh <i>Rhizopus sp.</i> mampu mengubah makanan menjadi lebih kaya air. Jadi tempe akan lebih mudah dicerna oleh tubuh.	20
2.	Memotong gen pengkode warna kuning pada bunga daffodil dengan enzim restriksi, kemudian menyatukannya dengan plasmid dari agrobacterium dengan bantuan enzim ligase. Kemudian sel agrobacterium dikulturkan bersama dengan sel padi normal sehingga akan terjadi penyatuan gen antara gen padi dengan gen warna, maka terbentuklah gen padi <i>Golden rice</i>	20
3.	Mikroorganisme memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim yang berbeda-beda pula. Sehingga tidak bisa sembarangan dalam mengubah mikroorganisme yang akan digunakan apabila menginginkan hasil produk yang sama.	20
4.	a) Kurang baik. Akan membentuk manusia antisosial. b) Pemerintah membuat aturan yang jelas disertai dengan undang-undang dan ilmuwan mematuhi aturan yang telah dibuat oleh pemerintah	20
5.	Menanam tanpa media tanah, lebih hemat air karena apabila menggunakan media pasir yang memiliki ukuran partikel lebih besar dari tanah. Maka partikel air tidak akan menggenang lama dan akan lebih hemat air.	20
JUMLAH SCORE		100

2. Instrumen Penilaian Keterampilan

a. Instrumen Penilaian menyusun Proposal

No	Aspek yang dinilai	Ya	Tidak	Ket.
1	Mengumpulkan proposal tepat waktu			Ya = 3
2	Konsep Biologi pada proposal benar			Tidak = 1
3	Kalimat yang digunakan dalam proposal menggunakan bahasa yang komunikatif			
4	Tata bahasa proposal sesuai aturan			
5	Merumuskan tujuan dengan benar.			
6	Sistematika proposal sesuai aturan yang disepakati			
7	Memuat sumber informasi yang akurat			
8	Bentuk proposal rapi dan menarik			
Skor total				

Petunjuk Penyelesaian :

Jika aspek yang dinilai ada, beri tanda cek (√) pada kolom “Ya” , jika tidak sesuai aspek, beri tanda cek (√) pada kolom “tidak”

Rumus untuk perhitungan nilai keterampilan :

Nilai = $\frac{\text{jumlah skor}}{24} \times 100$

24

b. Instrumen Penilaian Presentasi

Klp	Nama Siswa	Aspek yang dinilai			Total skor
		Materi presentasi	Penggunaan Media	Keterampilan dalam mengemukakan pendapat	

Rubrik penilaian;

Aspek yang dinilai	Rubrik
Materi presentasi	Materi sangat lengkap = 4 Materi cukup lengkap = 3 Materi kurang lengkap = 2 Materi tidak lengkap = 1
Penggunaan Media	Penggunaan media sangat beragam = 4 Penggunaan media beragam = 3 Penggunaan media kurang beragam = 2 Penggunaan media tidak beragam = 1
Keterampilan dalam mengemukakan pendapat	Sangat terampil mengemukakan pendapat = 4 Terampil mengemukakan pendapat = 3 Kurang terampil mengemukakan pendapat = 2 Tidak terampil mengemukakan pendapat = 1

Pedoman penilaian;

Nilai= (skor yang dicapai/12)X100

c. Penilaian Produk

Materi Pelajaran : Bioteknologi

Nama Peserta didik:

Tema : Penerapan Bioteknologi
Konvensional

Kelas :

Produk :

Alokasi Waktu : 2 JP

No	Tahapan	Skor
1	Perencanaan Bahan	
2	Proses Pembuatan a. Persiapan alat dan bahan. b. Teknik pengolahan/pembuatan c. K3 (Keselamatan kerja, Keamanan, Kebersihan)	
3	Hasil Produk	
Total Skor		

Pedoman penilaian;

Skor maksimal = jumlah komponen yang dinilai = 20

Nilai produk = $Nilai = (\text{Jumlah total skor yang dicapai} / \text{skor maksimal}) \times 100$

Lampiran D1.

ANGKET KEBUTUHAN GURU

BIODATA GURU

I. IDENTITAS GURU

1. Nama Lengkap	Musniha Sari, S.Pd., M.P.
2. NIP	1975 02 09 199903 2 003
3. Jenis Kelamin	<input checked="" type="checkbox"/> Perempuan <input type="checkbox"/> Laki-laki
4. Tempat Lahir	Jember
5. Tanggal Lahir	9 Februari 1975
6. Pangkat dan Golongan	Penghina / IV a
7. Agama	Islam
8. Status Perkawinan	Kawin
9. Alamat Tempat Tinggal	Jalan Bumi Bumi Masagi Bumi GC. 01 Telepon: 08214269933

II. PENDIDIKAN

1. Pendidikan Tinggi	<input type="checkbox"/> Akademi <input type="checkbox"/> D-3 <input type="checkbox"/> S-1 <input checked="" type="checkbox"/> S-2 <input type="checkbox"/> S-3
2. Asal Lulusan	AGROTEKNI - Jember
3. Situasi Tahun	2009
4. Jurusan/Program Studi	AGROTEKNI

III. RIWAYAT PEKERJAAN

1. Lama menjadi guru	19 tahun
2. Tahun pertama diangkat	Tahun 1999
3. Sekolah pertama mengajar	SMAN 3 Jember
4. Sekolah sekarang mengajar	SMAN 3 Jember
5. Mata pelajaran yang diajarkan sekarang	Biologi
6. Mata pelajaran yang pertama diajarkan	Biologi

(Sumber: Suryandani, Wignj, 2016)

IV. LAIN-LAIN

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan memberi tanda (✓) atau sesuai petunjuk pada soal!

A. Karakteristik siswa dalam pembelajaran Biologi

1. Menurut Bapak/Ibu guru apakah siswa menyukai pelajaran Biologi?

Sangat suka Kurang suka
 Cukup suka Tidak suka

2. Menurut Bapak/Ibu guru bagaimana antusias siswa selama pembelajaran Biologi berlangsung?

Sangat antusias Kurang antusias
 Cukup antusias Tidak antusias

3. Berdasarkan pengalaman Bapak/Ibu guru, bagaimana ketertarikan pembelajaran Biologi selama ini?

Sangat tertarik Jarang tertarik
 Kadang-kadang tertarik Tidak pernah tertarik

B. Pendekatan, model dan proses pembelajaran Biologi

4. Apakah Bapak/Ibu guru menggunakan pendekatan pembelajaran yang mampu menghadapi tuntutan bidang karir/peserta/keterampilan abad 21?

Selalu Jarang
 Kadang-kadang Tidak pernah

5. Pendekatan pembelajaran yang paling sering Bapak/Ibu guru digunakan adalah

Science Technology Society Inkuiri
 Problem Based Learning Konstruktivisme
 Quantum Learning Lain-lain.....

6. Apakah alasan Bapak/Ibu guru sering menggunakan pendekatan tersebut (no.5)?

Membahayakan Peserta didik untuk Mendapatkan suatu konsep.

7. Pendekatan Pembelajaran Biologi yang Bapak/Ibu guru gunakan khususnya pada materi Bioteknologi adalah (boleh lebih dari satu)

Inkuiri Konstruktivisme
 Science Technology Society Lain-lain.....
 Problem Based Learning Quantum Learning

8. Apakah Bapak/Ibu pernah mendengar tentang pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)?

Iya pernah Tidak pernah

Jika iya, Apa yang Bapak/Ibu ketahui tentang pendekatan STEM?

9. Apakah Bapak/Ibu pernah mendengar tentang pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics)?

Iya pernah Tidak pernah

Jika iya, Apa yang Bapak/Ibu ketahui tentang pendekatan STEAM?

10. Apa yang bapak/ibu guru ketahui tentang perbedaan STEM dan STEAM?

STEM menggunakan singkatan dari sebuah pendekatan pembelajaran interdisiplin antara Science, Technology, Engineering and Mathematics. Talakson (2014) mengatakan bahwa pendekatan dari konsep aspek ini merupakan pasangan yang terdiri antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan juga pembelajaran berbasis masalah.

Sedangkan pendekatan STEAM merupakan pengembangan dari STEM yang diinterpretasikan melalui teknik dan seni, dan kemudian disiplin tersebut terintegrasi pada elemen matematika (Yakanni, 2008).

11. Apakah menurut Bapak/Ibu guru pendekatan STEM dapat diaplikasikan dalam pembelajaran Biologi di SMA?

Iya Tidak

Jika iya, Apa keuntungan pencapaian pendekatan STEM dalam pelajaran Biologi?

1. Peserta didik mampu menganalisa masalah yang berkaitan Biologi dan mampu memberikan solusinya.

2. Metode pembelajaran bisa lebih menyenangkan.

12. Metode pembelajaran yang paling sering Bapak/Ibu guru gunakan adalah

Ceramah Eksperimen
 Diskusi Simulasi
 Debat Lain-lain.....

13. Metode pembelajaran yang Bapak/Ibu guru gunakan khususnya pada materi bioteknologi adalah (boleh lebih dari satu):

Ceramah Eksperimen
 Diskusi Simulasi
 Debat Lain-lain.....

14. Apakah Bapak/Ibu guru pernah mengombinasikan animasi flash dalam penerapan pembelajaran Biologi di SMA?

Iya Tidak

Jika iya, Animasi flash seperti apa yang pernah Bapak/Ibu guru terapkan?

a. Animasi tentang PROSES MEIOGAMETASI pada Biji-bijian Reproduksi

b. Bagaimana respon/antusias siswa dengan media tersebut?

Sangat antusias Kurang antusias
 Cukup antusias Tidak antusias

15. Menurut Bapak/Ibu guru pembelajaran Biologi yang bagaimana yang paling dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran di SMA?

C. Karakteristik materi (bioteknologi)

16. Menurut Bapak/ Ibu guru materi Biologi kelas XII apakah yang palin susah diajarkan kepada siswa?

<input checked="" type="checkbox"/> Pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup	<input type="checkbox"/> Pewarisan sifat (Hukum Mendel)
<input type="checkbox"/> Metabolisme sel	<input type="checkbox"/> Hereditas
<input type="checkbox"/> Materi genetik	<input type="checkbox"/> Mutasi
<input type="checkbox"/> Pembelahan sel	<input type="checkbox"/> Evolusi
	<input checked="" type="checkbox"/> Bioteknologi

17. Menurut Bapak/ Ibu guru materi Biologi kelas XII apakah yang palin susah dipahami oleh siswa?

<input type="checkbox"/> Pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup	<input type="checkbox"/> Pewarisan sifat (Hukum Mendel)
<input type="checkbox"/> Metabolisme sel	<input type="checkbox"/> Hereditas
<input type="checkbox"/> Materi genetik	<input type="checkbox"/> Mutasi
<input type="checkbox"/> Pembelahan sel	<input type="checkbox"/> Evolusi
	<input checked="" type="checkbox"/> Bioteknologi

18. Apakah Bapak/ Ibu guru sudah pernah mengajarkan materi bioteknologi? Iya pernah Tidak pernah

Jika iya, bagaimana Bapak/ Ibu guru mengajarkan materi ini? (terkait model, metode, dan pendekatan yang digunakan)

1. Untuk materi bioteknologi konvensional dan menggunakan metode eksperimen

2. Untuk materi bioteknologi modern lebih sering metode diskusi dan keterampilan komunikasi

19. Apakah siswa antusias selama pembelajaran bioteknologi berlangsung?

<input type="checkbox"/> Sangat antusias	<input type="checkbox"/> Kurang antusias
<input checked="" type="checkbox"/> Cukup antusias	<input type="checkbox"/> Tidak antusias

20. Apakah Bapak/ Ibu guru mengajarkan materi ini dengan kehidupan sehari-hari?

<input checked="" type="checkbox"/> Selalu	<input type="checkbox"/> Jarang
<input type="checkbox"/> Kadang-kadang	<input type="checkbox"/> Tidak pernah

21. Apakah Bapak/ Ibu guru meminta siswa untuk melakukan praktikum berkaitan dengan materi bioteknologi?

<input type="checkbox"/> Selalu	<input type="checkbox"/> Jarang
<input checked="" type="checkbox"/> Kadang-kadang	<input type="checkbox"/> Tidak pernah

22. Bagaimana ketuntasan hasil belajar siswa dalam materi pembelajaran bioteknologi?

<input checked="" type="checkbox"/> Selalu tuntas	<input type="checkbox"/> Jarang tuntas
<input type="checkbox"/> Kadang-kadang tuntas	<input type="checkbox"/> Tidak pernah tuntas

23. Pembelajaran materi bioteknologi apakah yang menurut Bapak/ Ibu guru susah dipahami oleh siswa?

<input type="checkbox"/> Bioteknologi konvensional (contoh: pembuatan tape, tempe, yogurt, keju)
<input checked="" type="checkbox"/> Bioteknologi modern (contoh: kloning, rekayasa genetika, kultur jaringan)

D. Bahan Ajar Biologi

24. Bahan ajar yang biasa Bapak/ Ibu guru gunakan dalam pembelajaran bioteknologi adalah... (boleh lebih dari satu)

<input checked="" type="checkbox"/> Buku teks (buku guru, buku siswa)	<input type="checkbox"/> Handout
<input type="checkbox"/> Modul	<input checked="" type="checkbox"/> Internet
<input checked="" type="checkbox"/> LKS	<input type="checkbox"/> Lain-lain,

25. Apakah bahan ajar yang Bapak/ Ibu guru gunakan adalah buatan sendiri?

<input type="checkbox"/> Iya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak
------------------------------	---

Jika iya, bahan ajar apakah yang pernah Bapak/ Ibu guru buat?

<input type="checkbox"/> Buku teks (buku guru, buku siswa)	<input type="checkbox"/> Handout
<input type="checkbox"/> Modul	<input type="checkbox"/> Internet
<input type="checkbox"/> LKS	<input type="checkbox"/> Lain-lain,

26. Apakah Bapak/ Ibu guru pernah membuat modul elektronik (e-modul)?

<input type="checkbox"/> Iya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak
------------------------------	---

Jika tidak, apakah ada kendala tersendiri untuk menerapkannya/ membuatnya?

<input checked="" type="checkbox"/> Tidak ada waktu (kelebihan waktu)	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak ada biaya
<input checked="" type="checkbox"/> Kurangnya pengetahuan	<input type="checkbox"/> Lain-lain,

27. Sebutkan buku-buku yang digunakan dalam pembelajaran biologi khususnya tentang materi bioteknologi!

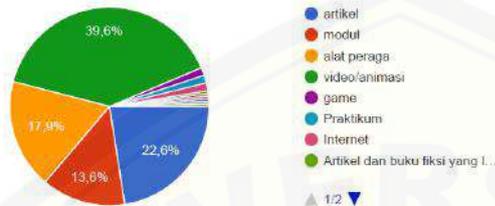
1. Buku siswa
2. Artikel di internet

Lampiran D2.

HASIL ANGKET KEBUTUHAN SISWA (ONLINE)

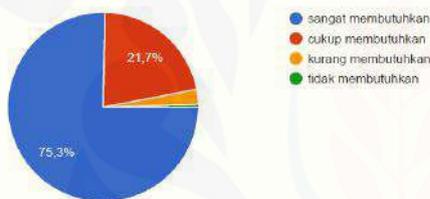
23. Bahan ajar apakah selain buku dari sekolah yang dapat membantu anda dalam memahami materi bioteknologi?

235 tanggapan



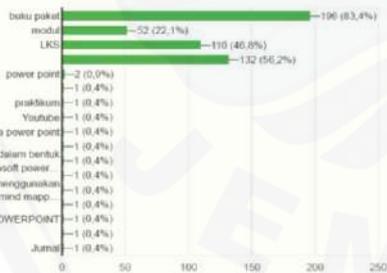
25. Apakah anda membutuhkan bahan ajar alternatif yang dapat digunakan untuk mempelajari konsep bioteknologi secara lebih mudah dan lebih menarik?

235 tanggapan



20. Bahan ajar/buku apakah yang anda pakai dalam pembelajaran bioteknologi ? (boleh pilih lebih dari satu)

235 tanggapan



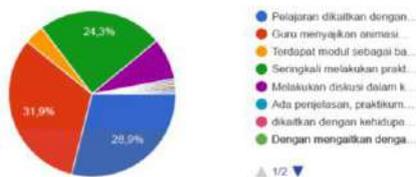
26. Saran anda untuk pembelajaran Biologi terutama materi Bioteknologi menjadi lebih mudah dipahami apabila ...

oxx.google.com/forms/d/13ptrCLD5XOZXU8TpaXOyr3_M-AqjyAIZHC5Eoo/viewanalytics

118

Angket Analisis Kebutuhan Siswa Terhadap Media Pembelajaran Berbasis STEAM

235 tanggapan



Lampiran E1.

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

LEMBAR VALIDASI MODUL BIOTEKNOLOGI BERBASIS STREAM
DISERTAI ANIMASI FLASH
UNTUK AHLI MATERI

Identitas Validator
 Nama : *Muhammad Su'ah, Ph.D*
 NIP : *96016780*
 Alamat Rumah : *Jl. S. Purwan II Blok Mekar 0-12 Jember*
 Tempat, tanggal lahir : *Lumajang, 12 Juli 1977*
 Jenis Kelamin : *Laki-laki*
 Pendidikan Terakhir : *Doktor IS3*
 Tempat Mengajar : *Biology FMIPA-Unej*
 Lama Mengajar :
 Mata Pelajaran : *Biologi*
 Pokok Bahasan : *Bioteknologi*

Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian
 Lembar penilaian ini dilaksanakan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang "Modul Bioteknologi Berbasis STREAM disertai Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA". Aspek penilaian materi modul ini disesuaikan dan disesuaikan dengan aspek keefektifan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Penilaian, perbaikan, saran, dan kritik dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Untuk ini kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda "✓" di bawah kolom skor penilaian berikut sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

Kriteria Penilaian :
 Skor 4 : penilaian sangat baik
 Skor 3 : penilaian baik
 Skor 2 : penilaian kurang baik
 Skor 1 : penilaian tidak baik

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		1	2	3	4
A. Kesesuaian Materi dengan KI dan KD	1. Kesesuaian materi dengan KD 3.10				✓
	2. Keluasan materi dengan KD 3.10				✓
	3. Kedalaman materi dengan KD 3.10				✓
B. Keakuratan Materi	4. Keakuratan konsep dan definisi				✓
	5. Keakuratan data dan fakta				✓
	6. Keakuratan contoh dan kasus				✓
	7. Keakuratan Gambar, diagram dan formula				✓
	8. Keakuratan prosedur/metode				✓
	9. Keakuratan analisis/arah				✓
C. Kemutakhiran Materi	10. Keakuratan acuan pustaka				✓
	11. Kesesuaian materi dengan perkembangan Ilmu Biologi				✓
	12. Contoh dan kasus dalam kehidupan sehari-hari				✓
	13. Gambar, diagram dan formula dalam kehidupan sehari-hari				✓
	14. Identifikasi contoh kasus yang relevan dalam kehidupan sehari-hari				✓
	15. Kemutakhiran pustaka				✓
D. Menumbuhkan Kreativitas	16. Adanya pengisian maupun kegiatan yang dapat menumbuhkan kreativitas siswa				✓
E. Keaslian Materi	17. Keaslian Animasi Flash menggunakan konsep sendiri (tidak hasil plagiat)				✓
	18. Adanya referensi/pustaka/sumber/isi				✓
F. Pendekatan STREAM dalam Materi	19. Keakuratan materi berbasis STREAM				✓
	20. Aktifitas belajar berbasis STREAM				✓
Jumlah Skor per kolom					16
Total skor					74

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		1	2	3	4
A. Teknik Penyajian	1. Kesesuaian isi/materi dengan dalam kegiatan belajar				✓
	2. Keakuratan konsep				✓
	3. Kesesuaian penyajian materi				✓
	4. Soal tes/soal				✓
B. Pendukung Penyajian	5. Konsistensi soal/bahan				✓
	6. Dampak baik soal tes/soal				✓
	7. Pengantar				✓
	8. Givernasi pada modul				✓
	9. Daftar Pustaka pada modul				✓
C. Penyajian Pembelajaran	10. Hubungan pada modul				✓
	11. Keterbacaan penyajian soal				✓
B. Keakuratan dan Kemutakhiran Materi	12. Kesesuaian acuan kegunaan belajar / sub-kegiatan belajar siswa				✓
	13. Keaslian materi yang berkaitan antara modul dengan acuan/soal				✓
Jumlah Skor per kolom					16
Total skor					48

E. Kesesuaian dengan Kurikulum Biologi	8. Kesesuaian isi/bahan				✓
	9. Kesesuaian acuan				✓
F. Penggunaan Istilah, Simbol, atau Icon	10. Konsistensi penggunaan istilah				✓
	11. Kesesuaian penggunaan simbol atau icon				✓
Jumlah Skor per kolom					16
Total skor					40

No	Bahan yang perlu perbaikan	Saran perbaikan
1.		
2.		
3.		

Kesimpulan: Modul Bioteknologi Berbasis STREAM disertai Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA dinyatakan
 Dapat dipasarkan tanpa perbaikan
 Dapat dipasarkan dengan sedikit perbaikan
 Dapat dipasarkan dengan banyak perbaikan
 Tidak dapat dipasarkan

Jember, 10.03.2019
 Dosen ahli materi
Muhammad Su'ah, Ph.D

Indikator Penilaian	Isi/isi Penilaian	Alternatif Pilihan			
		1	2	3	4
A. Layout	1. Keterbacaan antar halaman				✓
	2. Keefektifan layout				✓
	3. Keakuratan uraian				✓
B. Komunikatif	4. Penjelasan terhadap pesan atau informasi				✓
	5. Komunikatif menggunakan media/teknologi				✓
C. Dialogis dan Interaktif	6. Keakuratan dengan perkembangan intelektual peserta didik				✓
	7. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan intelektual peserta didik				✓

LEMBAR VALIDASI MODUL BIOLOGI BERBASIS STEAM
DISERTAI ANIMASI FLASH
UNTUK AHLI MATERI

Identitas Validator
 Nama : Dr. Agung Nugroho Puspito
 NIP : 760016793
 Alamat Rumah : Suling wihara Cer. mel. Bondowoso
 Tempat, tanggal lahir : Probolinggo 09 Mei 1979
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Pendidikan Terakhir : Doktor
 Tempat Mengajar : Pasca sarjana UMSJ
 Lama Mengajar : 3 tahun

Mata Pelajaran : Biologi
 Pokok Bahasan : Biologi

Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

Lembar penilaian ini disediakan untuk membantu pengisi/ validator tentang 'Modul Biologi Berbasis STEAM disertai Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA'. Aspek penilaian modul ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek keefektifan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Penilaian, penilaian, saran, dan komentar dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda 'x' di bawah kolom skor penilaian berikut sesuai dengan petunjuk Bapak/Ibu.

Kriteria Penilaian :

- Skor 4 : penilaian sangat baik
- Skor 3 : penilaian baik
- Skor 2 : penilaian kurang baik
- Skor 1 : penilaian tidak baik

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		1	2	3	4
A. Kesesuaian Materi dengan KI dan KD	1. Kesesuaian materi dengan KD 3.10				✓
	2. Keluasan materi dengan KD 3.10				✓
	3. Kedalaman materi dengan KD 3.10				✓
B. Keakuratan Materi	4. Kesesuaian konsep dan definisi				✓
	5. Kesesuaian data dan fakta				✓
	6. Kesesuaian contoh dan kasus				✓
	7. Kesesuaian gambar, diagram dan animasi				✓
	8. Kesesuaian prosedur/metode				✓
C. Kemutakhiran Materi	9. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu/teknologi				✓
	10. Kesesuaian materi dengan kebutuhan siswa/isi				✓
	11. Kesesuaian materi dengan kebutuhan masyarakat				✓
	12. Kesesuaian materi dengan kebutuhan industri				✓
	13. Kesesuaian materi dengan kebutuhan masyarakat				✓
D. Memebatkan Kreativitas	14. Mengetahui contoh kasus yang dapat memebatkan kreativitas siswa				✓
	15. Mengetahui contoh kasus yang dapat memebatkan kreativitas siswa				✓
	16. Mengetahui contoh kasus yang dapat memebatkan kreativitas siswa				✓
E. Keaslian Materi	17. Keaslian Animasi Flash, menggunakan karya orisinil (bukan hasil plagiat)				✓
	18. Adanya referensi/pustaka/bahan				✓
F. Penekanan STEAM dalam Materi	19. Keaslian materi berbasis STEAM				✓
	20. Akurasi belajar berbasis STEAM				✓
Jumlah Skor per kolom				2	3
Total skor				60	75%

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		1	2	3	4
A. Teknik Penyajian	1. Kesesuaian esensi/materi esensi dalam kegiatan belajar				✓
	2. Kesesuaian format				✓
	3. Kesesuaian penyajian materi				✓
B. Pendukung Penyajian	4. Soal latihan				✓
	5. Kunci jawaban soal latihan				✓
	6. Umpan balik soal latihan				✓
	7. Pengantar				✓
	8. Kesimpulan pada modul				✓
C. Penyajian Pembelajaran	9. Bahasa yang digunakan				✓
	10. Penggunaan gambar/animasi				✓
	11. Kesesuaian penyajian materi				✓
B. Kebermanaknaan dan Keterampilan Antar Pribadi	12. Kesesuaian materi kegiatan belajar / sub-kegiatan belajar/ subbab				✓
	13. Kesesuaian materi yang berkaitan antara modul dengan materi lain				✓
Jumlah skor per kolom				2	3
Total skor				48	60%

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		1	2	3	4
E. Kesesuaian dengan Kurikulum	8. Kesesuaian isi/bahan				✓
	9. Kesesuaian format				✓
F. Penggunaan Bahasa	10. Kesesuaian penggunaan bahasa				✓
	11. Kesesuaian penggunaan simbol atau ikon				✓
Jumlah skor per kolom				2	3
Total skor				41	51%

No	Bagian yang perlu perbaikan	Saran perbaikan
1.	P. Biologi mawangi materi Hal 12 - 13 - 14	harus dipertahankan pengorganisasian kebablu yang ada berpasangan panjang dan pendek adalah 15/10
2.	P. Biologi mawangi materi Hal 11 - 12	harus dipertahankan lebih terdapat + 10 gambar, kebablu yang panjang di bawah 10/10, dan kebablu yang pendek di atas 10/10
3.	Hal 15 - 20	harus dipertahankan lebih terdapat

Kesesuaian Modul Biologi Berbasis STEAM disertai Animasi Flash

untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA dinyatakan

- Dapat digunakan tanpa perbaikan
- Dapat digunakan dengan sedikit perbaikan
- Dapat digunakan dengan banyak perbaikan
- Tidak dapat digunakan

Jember, 06-02-2019

Ditanda-tangani

Dr. Agung Nugroho Puspito
760016793

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
		1	2	3	4
A. Lugas	1. Kejelasan struktur kalimat				✓
	2. Kejelasan makna				✓
B. Komunikatif	3. Kebiasaan menulis				✓
	4. Penulisan kalimat/paragraf atau esensi				✓
C. Dialogis dan Interaktif	5. Kemampuan berdiskusi				✓
	6. Kemampuan berdiskusi				✓
D. Kesesuaian dengan Perbandingan Peserta Didik	7. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan intelektual peserta didik				✓
	8. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik				✓

Lampiran E2.

VALIDASI AHLI MEDIA DAN PENGEMBANG

**LEMBAR VALIDASI MODUL BIO TEKNOLOGI BERBASIS STEAM
DISERTAI ANIMASI FLASH
UNTUK AHLI MEDIA**

Identitas Validator
 Nama : Dr. Irwan Kusubek
 NIP :
 Alamat Rumah :
 Tempat, tanggal lahir :
 Jenis Kelamin :
 Pendidikan Terakhir :
 Tempat Mengajar :
 Ilmu Mengajar :

Mata Pelajaran : Biologi
 Pokok Bahasan : Botanologi

Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian
 Lembar penilaian ini dilaksanakan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang "Modul Biologi Berbasis STEAM disertai Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA". Aspek penilaian materi modul ini diadaptasi dari komposisi penilaian aspek kelayakan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Penilaian, saran, dan kritisi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda "✓" di bawah kolom skor penilaian berikut sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

Kriteria Penilaian :
 Skor 4 : penilaian sangat baik.
 Skor 3 : penilaian baik.
 Skor 2 : penilaian kurang baik.
 Skor 1 : penilaian tidak baik.

Indikator Penilaian	Bahan penilaian	Skor/Nilai				
		1	2	3	4	
A. Struktur modul	1. Menyajikan informasi modul dengan struktur yang baik				✓	
	B. Desain Sampul modul (Cover)	2. Penampilan sampul dan layout yang menarik, mudah dibaca, dan profesional			✓	
		3. Kemampuan pada sampul dengan font yang baik			✓	
		4. Warna serta letak gambar dan gambar yang jelas			✓	
C. Detail modul	5. Fungsi yang dipaparkan menarik dan mudah dibaca	A. Ukuran huruf pada modul lebih dominan dan profesional dibandingkan modul lain yang sejenis			✓	
		B. Warna pada modul kontras dengan latar belakang			✓	
		6. Struktur dan Isi Modul				✓
		a. Mengetahui informasi yang disajikan menggunakan bahasa yang lugas				✓
	b. Berisi, sesuai, dan sesuai dengan objek yang disajikan				✓	
	7. Kemudahan dan Kejelasan				✓	
	a. Penempatan warna dan font yang sesuai dan profesional				✓	
	b. Penggunaan font yang profesional				✓	
8. Media dan Simulasi yang Berdaya guna				✓		
a. Penggunaan animasi dan gambar yang menarik				✓		
b. Penggunaan gambar dan animasi yang mendukung materi				✓		

No	Indikator	1	2	3	4
10. Tipografi Isi Modul	a. Penggunaan huruf dan font yang sesuai dan profesional				✓
	b. Spasi antar baris dan antar kata yang sesuai				✓
	c. Spasi antar huruf yang sesuai				✓
11. Desain Isi	a. Mampu menggunakan warna yang menarik				✓
	b. Berisi dan informatif				✓
	c. Keseluruhan desain				✓
Jumlah Skor per kolom				24	96
Total Skor					96

96 = 80 %

12. ASPEK KELAYAKAN ANIMASI FLASH

Aspek	No	Indikator	1	2	3	4
A. Kejelasan	1	Penggunaan bahasa				✓
	2	Pembuatan kalimat				✓
B. Kejelasan penyajian	3	Kontribusi dan efisiensi program media pembelajaran				✓
	4	Kejelasan program media pembelajaran				✓
	5	Kejelasan media pembelajaran				✓
	6	Kemudahan program media pembelajaran				✓
	7	Kejelasan program media pembelajaran				✓
	8	Penerapan program media pembelajaran				✓
	9	Kontrol suara (musik latar, sound effect, dan narasi)				✓
	10	Kontrol animasi atau video				✓
	11	Navigasi media pembelajaran				✓
	12	Kesesuaian tata letak tiap slide				✓
C. Tampilan visual dan audio	13	Kualitas interaksi media dengan pengguna				✓
	14	Kejelasan teks				✓
	15	Kualitas tampilan latar				✓
	16	Kualitas gambar				✓
17	Kualitas animasi				✓	
18	Pembuatan sound effect				✓	
19	Pembuatan musik latar				✓	
20	Kualitas suara				✓	
Jumlah Skor per kolom				30	120	
Total Skor					120	

120 = 80 %

No	Isian yang perlu perbaikan	Saran perbaikan
1.	animasi dan peragaan tidak hanya latar	Animasi flash
3.	Tampilan animasi	Di PO sesuai konsep
3.		

Kesimpulan Modul Biologi Berbasis STEAM disertai Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA dinyatakan:
 ✓ Dapat digunakan tanpa perbaikan
 ✓ Dapat digunakan dengan sedikit perbaikan
 □ Dapat digunakan dengan banyak perbaikan
 □ Tidak dapat digunakan

Jember, 8-03-2019
 Disetujui oleh ahli media

 Dr. Irwan Kusubek
 NIP.

LEMBAR VALIDASI MODUL BIOTEKNOLOGI BERBASIS STREAM
DISERTAI ANIMASI FLASH

UNTUK AHLI MEDIA

Identitas Validator
 Nama : **Fahryby Akhwan S. Kurni / MMSI**
 NIP :
 Alamat Rumah :
 Tempat, tanggal lahir :
 Jenis Kelamin :
 Pendidikan Terakhir :
 Tempat Menajar :
 Lama Menajar :

Mata Pelajaran : Biologi
 Pokok Bahasan : Bioteknologi

Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang "Modul Bioteknologi Berbasis STREAM disertai Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA". Aspek penilaian terdiri dari 10 indikator dari kompleks penilaian aspek kepelatihan dan penilaian bahan ajar oleh Dosen Sekolah Nasional Pendidikan (BSNP). Pendapat, penilaian, saran dan kritik dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda "√" di bawah kolom skor penilaian berikut sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

Kriteria Penilaian :

- Skor 4 : penilaian sangat baik
- Skor 3 : penilaian baik
- Skor 2 : penilaian kurang baik
- Skor 1 : penilaian tidak baik

10. Tampilan Isi Modul Sederhana					
a. Penggunaan variasi huruf (bold, italic, all capital, small capital) tidak berlebihan					✓
b. Spasi antar huruf sesuai jenis normal					✓
c. Spasi antar baris normal					✓
11. Ilustrasi Isi					
a. Mampu mengungkap makna dari data objek					✓
b. Mampu akan dan proposional sesuai dengan konsep					✓
c. Keartif dan dinamis					✓
Jumlah Skor per kolom					12, 60
Total Skor					60

20
70 = 35%

11. ASPEK KELAYAKAN ANIMASI FLASH

Aspek	No	Indikator	Penilaian			
			1	2	3	4
A. Keefektifan	1	Penggunaan Kolom				✓
	2	Pembaca kalimat				✓
B. Kekayaan peragaan bunyi	3	Kejelasan dan efektivitas program media pembelajaran				✓
	4	Uraian program media pembelajaran				✓
	5	Kelengkapan media pembelajaran				✓
	6	Komparasi program media pembelajaran				✓
	7	Instansi program media pembelajaran				✓
	8	Pengaruh penggunaan program media pembelajaran				✓
	9	Kontrol suara (musik latar, sound effect, dan narasi)				✓
	10	Kontrol animasi atau video				✓
	11	Navigasi media pembelajaran				✓
	12	Keseluruhan tata letak tiap slide				✓
C. Tampilan visual dan audio	13	Kualitas interaksi media dengan pengguna				✓
	14	Keterbacaan teks				✓
	15	Kualitas tampilan layar				✓
	16	Kualitas gambar				✓
	17	Kualitas animasi				✓
	18	Pengaruh sound effect				✓
	19	Pengaruh musik latar				✓
	20	Kualitas narasi				✓
Jumlah Skor per kolom						10, 50, 20
Total Skor						60

20
80 = 40%

1. ASPEK KELAYAKAN KEGRAFIKAN MODUL

Indikator Penilaian	Detail penilaian	Alternatif Pilihan			
		1	2	3	4
A. ukuran modul	1. Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO				✓
	B. Desain Sampul modul (Cover)	2. Pemilihan unsur tata letak pada sampul modul, belakang, dan punggung secara harmonis memiliki nilai dan kesatuan serta kesederhanaan			✓
		3. Menampilkan gambar pendukung (warna penuh) yang baik			✓
		4. Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi			✓
		5. Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca. a. Ukuran huruf judul modul lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran modul, nama pengarang			
	b. Warna judul modul kontras dengan warna latar belakang			✓	
C. Desain modul	6. Desain Sampul Modul a. Menunjukkan identitas agar dan menggunakan karakter objek				✓
	b. Bersih, serasi, utuh, relevan, jelas sesuai tema				✓
C. Desain modul	7. Kesesuaian tata letak				✓
	a. Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola				✓
	8. Unsur Tata Letak Harmonis a. Bidang warna dan margin proporsional				✓
	b. Margin dan tekanan yang selaras dengan proporsional				✓
	9. Tata letak Menangkap Perhatian a. Penerbitan hierarkis sebagai latar belakang tidak mengganggu judul teks, angka halaman				✓

No	Daftar yang perlu perbaikan	Saran perbaikan
1.		
2.		
3.		

Kesimpulan Modul Bioteknologi Berbasis STREAM disertai Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA dinyatakan:

- (1) Dapat digunakan tanpa perbaikan
- (2) Dapat digunakan dengan sedikit perbaikan
- (3) Dapat digunakan dengan banyak perbaikan
- (4) Tidak dapat digunakan

Jember, 2-2-2019

Dosen ahli media

(Signature)

Fahryby Akhwan S. Kurni / MMSI
 NIP

LEMBAR VALIDASI MODUL BIOTEKNOLOGI BERBASIS STEAM
DISEKALI ANIMASI FLASH
UNTUK AHLI PENGEMBANG

Identitas Validator
Nama : Des. Ines Kusri
NIP :
Alamat rumah :
Tempat, tanggal lahir :
Jenis Kelamin :
Pendidikan Terakhir :
Tempat Menengah :
Lainnya :
Mata Pelajaran : Biologi
Pekerjaan : Biologi

Demikian ini,
Sahabuddin dengan adanya penilaian Pengembangan Modul Biologi berbasis STEAM disertai animasi flash untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap Modul Biologi berbasis STEAM yang telah dibuat, karena penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai tolak ukur dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas Modul Biologi berbasis STEAM ini sehingga dapat dikatakan layak atau tidak untuk digunakan dalam pembelajaran Biologi.

A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Bapak / Ibu di mohon memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek pada kolom yang tersedia
2. Makna poin penilaian adalah 1 (tidak baik) ; 2 (kurang baik) ; 3 (baik) ; dan 4 (sangat baik)

	4. Dalam apa dan media sudah tersedia kriteria untuk dilakukan validasi					✓
	5. Dalam apa dan media sudah tersedia kriteria untuk dilakukan uji coba terbatas					✓
C	Summative	1. Dalam apa dan media sudah tersedia kriteria untuk dilakukan uji coba terbatas				✓
Skor						
						12/32

C. KOMENTAR DAN SARAN

✓ persenasi, menggunakan foto dengan sub judul
✓ struktur penulisan
✓ keseluruhan baik

D. KESIMPULAN PENILAIAN SECARA UMUM

Keampuhan Modul Biologi berbasis STEAM disertai Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA dipandang

- Dapat digunakan tanpa perbaikan
- Dapat digunakan dengan sedikit perbaikan
- Dapat digunakan dengan banyak perbaikan
- Tidak dapat digunakan

Angka: 8-02-2019

Direksi ahli pengembangan

Dr. Hani Nurhikmah

B. PENILAIAN

No	Lahap Pengembangan	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian			
			1	2	3	4
A	Need and Context Analysis	1. Dalam apa dan media sudah menggunakan konsep materi sebagai perangkat pembelajaran				✓
		2. Dalam apa dan media sudah menggunakan kebutuhan siswa sebagai sumber belajar				✓
		3. Dalam apa dan media sudah menyajikan isi materi secara ringkas			✓	
		4. Dalam apa dan media sudah menyajikan informasi menggunakan bahasa yang mudah dipahami			✓	
		5. Dalam apa dan media sudah menyajikan konsep materi sesuai dengan bab			✓	
		6. Dalam apa dan media sudah menggunakan gambar, video, foto			✓	
B	Design Development and Formative evaluation	1. Dalam apa dan media yang disajikan sudah menggunakan tes sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓
		2. Dalam apa dan media yang disajikan sudah menyajikan media sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓
		3. Dalam apa dan media yang disajikan sudah menggunakan format sesuai dengan tingkat perkembangan siswa				✓

Lampiran E3.

VALIDASI PENGGUNA

Lampiran II.

LEMBAR VALIDASI MODUL BIOTEKNOLOGI BERBASIS STEAM
DIRITAI ANDMANSI PLASIK
UNTUK PENGGUNA (GURU)

Identitas Validasi:
 Nama: ENY PURNATI
 NIP: 19670205 1995032 002
 Alamat Rumah: Jl. MAM BONGOL 69 PERUMAHAN 07 Jember
 Tempat, tanggal lahir: LUMAJANG, 05 FEBRUARI 1967
 Jenis Kelamin: PEREMPUAN
 Pendidikan Terakhir: SARJANA PENDIDIKAN BIODOKSI UNEL
 Tempat Menganjur: MAULI JEMBER
 Lama Menganjur: 24 Tahun

Mata Pelajaran: Biologi
 Pokok Bahasan: Bioteknologi

Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian:

Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang "Modul Bioteknologi Berbasis STEAM berbasis Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA". Aspek penilaian materi modul ini ditinjau dari kompetensi penilaian aspek keefektifan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda "√" di bawah kolom skor penilaian berikut sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

Kriteria Penilaian:

- Skor 4: penilaian sangat baik.
- Skor 3: penilaian baik.
- Skor 2: penilaian kurang baik.
- Skor 1: penilaian tidak baik.

I. ASPEK KELAYAKAN ISI

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		1	2	3	4
A. Kesesuaian Materi dengan KT dan KD	1. Kesesuaian materi dengan KD 3.10				✓
	2. Kesesuaian materi dengan KD 3.10				✓
	3. Kesesuaian materi dengan KD 3.10				✓
B. Keakuratan Materi	4. Keakuratan konsep dan definisi				✓
	5. Keakuratan data dan fakta				✓
	6. Keakuratan contoh dan kasus				✓
	7. Keakuratan Daftar, diagram dan ilustrasi				✓
	8. Keakuratan prosedur/metode				✓
	9. Keakuratan referensi				✓
C. Kemutakhiran Materi	10. Keakuratan acuan pustaka				✓
	11. Keakuratan isi dan data				✓
	12. Contoh dan term dalam kehidupan sehari-hari				✓
	13. Gambar, diagram dan ilustrasi dalam kehidupan sehari-hari				✓
D. Menumbuhkan Kreativitas	14. Menunjukkan contoh kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari				✓
	15. Kemampuan pemecahan				✓
E. Keaslian Materi	16. Adanya permasalahan yang dapat menumbuhkan kreativitas siswa				✓
	17. Konten Animasi Flash merupakan karya orisinal (tidak dari plagiat)				✓
F. Pendekatan STEAM dalam Materi	18. Adanya referensi/kegiatan/kegiatan				✓
	19. Konten materi berbasis STEAM				✓
Jumlah Skor per kolom					9
Total skor					96

II. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		1	2	3	4
A. Teknik Penyajian	1. Kesesuaian sistem/teks/soal/ gambar/ gambar/ gambar				✓
	2. Keakuratan konsep				✓
	3. Kemudahan pengisian materi				✓
	4. Soal/ latihan				✓
B. Pendukung Penyajian	5. Susun jawaban soal latihan				✓
	6. Diagram/ grafik/ tabel/ gambar				✓
	7. Penjurian				✓
	8. Glosarium/ kata/ modul				✓
	9. Daftar Pustaka/ pada modul				✓
	10. Rangkuman/ pada modul				✓
C. Penyajian Pembelajaran	11. Keterbacaan/ presentasi/ deskriptif				✓
	12. Kesesuaian/ antar/ kegiatan/ terintegrasi/ dengan/ kegiatan/ belajar/ mengajar/ di/ kelas/ di/ luar/ kelas/				✓
D. Keefektifan dan Kesesuaian Alat Pajar	13. Keaslian/ materi/ saling/ berkaitan/ antara/ modul/ dengan/ animasi/ flash/				✓
					✓
Jumlah Skor per kolom					9
Total skor					40

III. ASPEK KEBAHASAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
		1	2	3	4
A. Luasitas	1. Kejelasan struktur kalimat				✓
	2. Keefektifan kalimat				✓
	3. Keakuratan istilah				✓
B. Komunikatif	4. Penulisan/ istilah/ pesan/ atau/ referensi/				✓
	5. Kesesuaian/ mendukung/ berpikir/ kritis/				✓
D. Kesesuaian dengan Perkembangan Penceria Diak	6. Kesesuaian/ dengan/ perkembangan/ intelektual/ peserta/ didik/				✓
	7. Kesesuaian/ dengan/ tingkat/ perkembangan/ intelektual/ peserta/ didik/				✓
	8. Keterampilan/ baik/ bahasa/				✓

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
		1	2	3	4
K. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa	9. Kesesuaian/ ejaan/				✓
	10. Kesesuaian/ penggunaan/ istilah/				✓
F. Penggunaan Jumlah Simbol, atau Ilustrasi	11. Kesesuaian/ penggunaan/ simbol/ atau/ Ilustrasi/				✓
					✓
Jumlah Skor per kolom					12
Total skor					40

IV. ASPEK KELAYAKAN KEGRAFIKAAN MODUL

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
		1	2	3	4
A. ukuran modul	1. Kesesuaian/ ukuran/ modul/ dengan/ standar/ ISO/				✓
	2. Penempatan/ unsur/ tata/ letak/ pada/ sampul/ modul/ belakang/ dan/ pengantar/ secara/ harmonis/ memiliki/ irama/ dan/ kesatuan/ serta/ keserasian/				✓
B. Desain Sampul modul (Cover)	3. Menampilkan/ pesan/ penting/ / pesan/ yang/ baik/				✓
	4. Warna/ unsur/ tata/ letak/ harmonis/ dan/ mengesankan/ fungsi/				✓
	5. Ilustrasi/ yang/ digunakan/ menarik/ dan/ mudah/ dibaca/				✓
	a. Unsur/ huruf/ judul/ modul/ lebih/ dominan/ dan/ proporsional/ dibandingkan/ elemen/ modul/ secara/ penempatan/				✓
	b. Warna/ judul/ modul/ kontras/ dengan/ warna/ latar/ belakang/				✓
6. Halaman Sampul Modul	a. Mengembangkan/ isi/ materi/ ajar/ dan/ mengorganisasikan/ kecerdasan/ objek/				✓
	b. Berjudul, warna, ukuran, gambar/ objek/ sesuai/ esensi/				✓

Aspek	No	Indikator	Pemilihan
C. Desain media	7. Konsistensi Tata Letak	a. Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola	<input checked="" type="checkbox"/>
		b. Penggunaan warna dan bentuk konsisten	<input checked="" type="checkbox"/>
	8. Unsur Tata Letak Harmonis	a. Bidang cetak dan margin proporsional	<input checked="" type="checkbox"/>
		b. Margin dan blokum yang selaras dengan proporsional	<input checked="" type="checkbox"/>
	9. Tata Letak Mempunyai Halaman	a. Penempatan bagian-bagian sebagai latar belakang tidak mengganggu judul, teks, angka halaman	<input checked="" type="checkbox"/>
		b. Penggunaan variasi huruf (bold, italic, all caps, small caps) tidak berlebihan	<input checked="" type="checkbox"/>
	10. Tipografi Media Sederhana	a. Spasi antar huruf konsisten	<input checked="" type="checkbox"/>
		b. Spasi antar kata konsisten	<input checked="" type="checkbox"/>
		c. Spasi antar baris normal	<input checked="" type="checkbox"/>
	11. Ilustrasi	a. Mampu mengungkap makna/ nilai dan objek	<input checked="" type="checkbox"/>
b. Benak akurasi dan proporsional sesuai dengan kelayakan		<input checked="" type="checkbox"/>	
c. Akrurasi dan dimensi		<input checked="" type="checkbox"/>	
Jumlah Skor per kolom			32/40
Total Skor			68

V. ASPEK KEKUALIFIKAN ANIMASI FLASH

Aspek	No	Indikator	Pemilihan
A. Kebiasaan	1	Penggunaan bahasa	<input checked="" type="checkbox"/>
	2	Penulisan kalimat	<input checked="" type="checkbox"/>
B. Keayaan perangkat lunak	3	Keterampilan dan efisiensi program media pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>
	4	Kelebihan program media pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>
	5	Kelengkapan media pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>
	6	Kemampuan program media pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>
	7	Intuisi program media pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>
	8	Petunjuk penggunaan program media pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>
	9	Kemampuan teknik basic, sound effect, dan animasi	<input checked="" type="checkbox"/>

Aspek	No	Indikator	Pemilihan
C. Tampilan visual dan audio	10	Kemudahan akses atau video	<input checked="" type="checkbox"/>
	11	Navigasi media pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>
	12	Konsistensi tata letak tiap slide	<input checked="" type="checkbox"/>
	13	Kualitas interaksi media dengan pengguna	<input checked="" type="checkbox"/>
	14	Kualitas suara teks	<input checked="" type="checkbox"/>
	15	Kualitas tampilan layar	<input checked="" type="checkbox"/>
	16	Kualitas gambar	<input checked="" type="checkbox"/>
	17	Kualitas animasi	<input checked="" type="checkbox"/>
	18	Penggunaan sound effect	<input checked="" type="checkbox"/>
	19	Penggunaan musik latar	<input checked="" type="checkbox"/>
20	Kualitas animasi	<input checked="" type="checkbox"/>	
Jumlah Skor per kolom			20/20
Total Skor			40

No	Begitu yang perlu perhatian	Saran perbaikan
1.	Gambar tidak konsisten media	Sebelumnya tidak menggunakan media gambar
2.	Hal 7 no 2	5 prinsip dasar
3.	Hal 1 dan 2	diuraikan a, b, c, d, e

Kemampuan Media Interaktif Berbasis STEAM untuk siswa SMA/MA di Jember

Dapat digunakan tanpa perhatian
 Dapat digunakan dengan sedikit perhatian
 Dapat digunakan dengan banyak perhatian
 Tidak dapat digunakan

Jember, 27 Februari 2019

Pengantar

 Emy Purwati

Lampiran E4.

VALIDASI RPP DAN SILABUS

LEMBAR PENILAIAN RPP

A. Tujuan
Instrumen ini digunakan untuk mengukur kebenaran isi RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) dalam pelaksanaan pembelajaran Biologi dengan menggunakan modul Bioteknologi berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dilengkapi animasi flash.

B. Petunjuk
a. Objek instrumen adalah RPP
b. Bapak/ibu dimohon memberikan penilaian dengan member tanda (✓) pada kolom yang tersedia.
c. Keterangan skala penilaian adalah sebagai berikut:
1 = sangat kurang baik
2 = kurang baik
3 = baik
4 = sangat baik

C. Penilaian

No	Aspek penilaian	Jawaban			
		1	2	3	4
1.	Kelengkapan komponen RPP				✓
2.	Kejelasan rumusan indikator				✓
3.	Kesesuaian antara RPP dan silabus				✓
4.	Kebenaran materi yang terdapat di RPP				✓
5.	Kesesuaian antara indikator pembelajaran dengan materi pokok				✓
6.	Kesesuaian antara indikator pembelajaran dengan strategi/ metode/ model pembelajaran				✓
7.	Kesesuaian antara indikator pembelajaran dengan pengalaman belajar		✓		
8.	Kejelasan kegiatan pembelajaran				✓
9.	Kesesuaian alokasi waktu yang ditentukan				✓
10.	Rincian waktu untuk tiap tahapan pembelajaran				✓

11.	Kesesuaian teknik penilaian dengan tujuan pembelajaran				✓
12.	Kejelasan prosedur penilaian				✓
13.	Kelengkapan instrumen penilaian			✓	
14.	Ketercakupan aspek proses, produk dan sikap ilmiah dalam indikator pembelajaran				✓
Jumlah skor				12	40
Total skor					80

D. Komentar dan Saran

.....

.....

.....

E. Kesimpulan
Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap Silabus mohon Bapak/ Ibu melingkari angka rekomendasi di bawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/ Ibu

1. Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
 2. Layak digunakan di lapangan dengan sedikit revisi

Jember, 22 Februari 2019
 Pengetes

 ENDY PURWATI

LEMBAR PENILAIAN RPP

A. Tujuan
Instrumen ini digunakan untuk mengukur kebenaran isi RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) dalam pelaksanaan pembelajaran Biologi dengan menggunakan modul Bioteknologi berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dilengkapi animasi flash.

B. Petunjuk
a. Objek instrumen adalah RPP
b. Bapak/ibu dimohon memberikan penilaian dengan member tanda (✓) pada kolom yang tersedia.
c. Keterangan skala penilaian adalah sebagai berikut:
1 = sangat kurang baik
2 = kurang baik
3 = baik
4 = sangat baik

C. Penilaian

No	Aspek penilaian	Jawaban			
		1	2	3	4
1.	Kelengkapan komponen RPP				✓
2.	Kejelasan rumusan indikator				✓
3.	Kesesuaian antara RPP dan silabus			✓	
4.	Kebenaran materi yang terdapat di RPP				✓
5.	Kesesuaian antara indikator pembelajaran dengan materi pokok			✓	
6.	Kesesuaian antara indikator pembelajaran dengan strategi/ metode/ model pembelajaran				✓
7.	Kesesuaian antara indikator pembelajaran dengan pengalaman belajar			✓	
8.	Kejelasan kegiatan pembelajaran				✓
9.	Kesesuaian alokasi waktu yang ditentukan				✓
10.	Rincian waktu untuk tiap tahapan pembelajaran				✓

11.	Kesesuaian teknik penilaian dengan tujuan pembelajaran				✓
12.	Kejelasan prosedur penilaian				✓
13.	Kelengkapan instrumen penilaian			✓	
14.	Ketercakupan aspek proses, produk dan sikap ilmiah dalam indikator pembelajaran				✓
Jumlah skor				12	40
Total skor					80

D. Komentar dan Saran

Dipakai penilaian

.....

.....

.....

E. Kesimpulan
Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap Silabus mohon Bapak/ Ibu melingkari angka rekomendasi di bawah ini sesuai dengan penilaian Bapak/ Ibu

1. Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
 2. Layak digunakan di lapangan dengan sedikit revisi
 3. Layak digunakan di lapangan dengan revisi
 4. Tidak layak digunakan di lapangan

Jember, 8-02-2019
 Dosen sisk pengembang

 Dr. Wawan Purwati

Lampiran F.

ANGKET KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN & ANALISISNYA

Lampiran N.

ANGKET KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN
(SILABUS DAN RPP)

A. Tujuan
Instrumen ini digunakan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran dengan mengimplementasikan modul bioteknologi dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematic) yang disertai dengan animasi flash, berdasarkan silabus dan RPP.

B. Petunjuk
a. Objek uji keterlaksanaan pembelajaran adalah modul bioteknologi dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematic) yang disertai dengan animasi flash.
b. Dapsel/bu dimohon memberi penilaian dengan memberi cek (✓) pada kolom yang tersedia dengan kategori sebagai berikut.
c. Keterangan skala penilaian adalah sebagai berikut:
1 = sangat tidak baik
2 = tidak baik
3 = kurang baik
4 = baik
5 = sangat baik

No	Pernyataan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Langkah-langkah pembelajaran menggunakan modul bioteknologi berbasis STEAM yang disertai animasi flash mudah dilaksanakan dalam pembelajaran di kelas				✓	
2	Pengaturan kegiatan diskusi siswa mudah dilaksanakan dalam pembelajaran di kelas				✓	
3	Pengaktifan peran siswa dalam proses pembelajaran mudah dilaksanakan dalam pembelajaran di kelas					✓
4	Alokasi waktu untuk diskusi siswa cukup			✓		
5	Alokasi waktu untuk generalisasi materi cukup			✓		
6	Alokasi waktu untuk kegiatan belajar cukup			✓		
7	Proses analisis dapat dilakukan dalam kegiatan pembelajaran			✓		
8	Capaian pembelajaran dan indikator pembelajaran yang ditentukan dapat dicapai siswa			✓		

C. Saran/kritik

Amber, 22 Februari 2019
Petugas
Emy Puellarti

No.	Pernyataan	Penilaian
1.	Langkah-langkah pembelajaran menggunakan modul Bioteknologi berbasis STEAM mudah dilaksanakan dalam pembelajaran di kelas	80
2.	Pengaturan kegiatan diskusi siswa mudah dilaksanakan dalam pembelajaran di kelas.	80
3.	Pengaktifan peran siswa dalam proses pembelajaran mudah dilaksanakan dalam pembelajaran di kelas	100
4.	Alokasi waktu untuk diskusi siswa cukup	80
5.	Alokasi waktu untuk generalisasi materi cukup	60
6.	Alokasi waktu untuk kegiatan belajar cukup	80
7.	Proses analisis dapat dilakukan dalam kegiatan pembelajaran	80
8.	Capaian pembelajaran dan indikator pembelajaran yang ditentukan dapat dicapai siswa	80
9.	Proses diskusi kelompok siswa dapat dicapai	80
10	Pembelajaran dapat meningkatkan tingkat penguasaan materi pada kegiatan belajar	80
	Skor	800
	Rata -rata	80
	Kategori	Praktis

Lampiran G.

ANGKET RESPON SISWA

Lampiran G.

ANGKET RESPON SISWA

Judul bahan ajar: Modul Bioteknologi berbasis STEAM untuk SMA/MA dengan animasi flash

Mata pelajaran: Biologi

Materi: Biokimia

Penulis: Lutfiyanti Heranti, S.Pd

Nama siswa: SMA Plo. Rengas

Tanggal: 21-2-2019

Petunjuk pengisian

Berilah tanda centang (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat kalian.

Keterangan dalam memberi jawaban:

1 = sangat tidak setuju

2 = tidak setuju

3 = kurang setuju

4 = setuju

5 = sangat setuju

I. Respon terhadap modul

No	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
1	Modul berbasis STEAM yang digunakan dalam pembelajaran membuat saya mudah memahami materi bioteknologi			✓	
2	Saya senang terhadap materi pembelajaran bioteknologi, kegiatan yang dilakukan, baik di rumah atau di sekolah			✓	
3	Materi yang ada dalam modul membuat saya senang untuk mempelajari materi bioteknologi berbasis STEAM			✓	
4	Penyajian modul berbasis STEAM ini menarik sehingga saya tertarik untuk mempelajarinya			✓	

No	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
12	Saya memahami tujuan pembelajaran pada modul ini			✓	
13	Penyajian penggunaan pada media jelas dan membantu			✓	
14	Bahasa yang digunakan komunikatif sehingga saya mudah memahami pesan yang disampaikan			✓	
15	Materi yang disajikan menarik dan mudah dipahami			✓	
16	Susunan materi yang disajikan menarik			✓	
17	Pembahasan pada latihan soal mudah dipahami sehingga mempermudah pemahaman saya			✓	
18	Penyajian untuk menyajikan soal tes jelas dan dapat dipahami			✓	
19	Adanya gambar dan animasi yang membantu dalam memahami konsep yang belajar			✓	
20	Dengan belajar menggunakan media ini saya menjadi paham akan konsep-konsep dalam materi bioteknologi			✓	
Jumlah skor				20	
Total skor				20	

Berdasarkan data di atas

Berikan saran dan kritik kalian terhadap modul bioteknologi berbasis STEAM untuk SMA/MA dengan animasi flash

Apabila ada saran, kritik, dan tanggapan, mohon untuk disampaikan kepada penulis melalui email: lutfiyantiheranti@gmail.com atau melalui nomor telepon: 08123456789

Jember, 21 Februari 2019

Kependen

(SMA Plo. Rengas)

5	Modul berbasis STEAM memuat kegunaan sosial yang dapat menguji pemahaman siswa tentang materi bioteknologi				✓
6	Informasi-informasi dalam modul berbasis STEAM memberikan pengetahuan baru yang belum pernah saya ketahui			✓	
7	Kata, kalimat dan paragraf yang digunakan dalam modul berbasis STEAM ini jelas dan mudah dipahami			✓	
8	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dimengerti			✓	
9	Modul berbasis STEAM ini melatih saya untuk mengontrol strategi pembelajaran yang saya gunakan untuk materi bioteknologi			✓	
10	Modul berbasis STEAM ini melatih saya untuk menghubungkan materi yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari			✓	
Jumlah skor				20	
Total skor				20	

II. Respon terhadap media animasi flash

No	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
1	Tampilan awal animasi menarik			✓	
2	Tata letak gambar, teks, gambar dan animasi menarik sehingga mempermudah saya belajar			✓	
3	Desain background menarik, komposisi warna menarik sehingga tidak mengganggu pemebelajaran			✓	
4	Jenis, ukuran dan posisi huruf sesuai sehingga terbaca dengan jelas			✓	
5	Terdapat musik latar dan mudah dimengerti			✓	
6	Perpaduan warna dalam media tersebut menarik			✓	
7	Gambar terlihat jelas dan mendukung materi pembelajaran			✓	
8	Animasi menarik dan membantu saya dalam pemahaman materi			✓	
9	Video terlihat jelas dan mendukung materi pembelajaran			✓	
10	Adanya animasi dapat membuat suasana belajar semakin menarik dan tidak membosankan			✓	
11	Saya merasa tertarik dan termotivasi jika belajar menggunakan media pembelajaran ini			✓	

Lampiran H.

ANALISIS RESPON SISWA

NO	NAMA SISWA	Aspek (%)			
		1	2	3	4
1	M Saihul Hadi	79	75	89	94
2	M Roichan Mufid	79	75	75	75
3	M Imron Hamzah	79	81	75	75
4	M Royhan Nur	79	78	75	75
5	Zulkarnaen Nasrullah	75	78	71	69
6	Aidah Muflichatul M	100	100	89	92
7	Ajeng Arifia W	100	100	86	89
8	Ana Fikria	79	59	82	89
9	Atia Atriviana	100	94	96	86
10	Diah Nafisah M	67	72	57	58
11	Dian Agustina	96	94	79	89
12	Ervina Nur Azizah	88	91	89	81
13	Ervinna Damayanti	75	88	86	75
14	Faiqotul Himmah	92	94	82	83
15	Faridatul Laily	75	81	71	75
16	Farizqi Dwi Maharani	79	75	86	89
17	Intan Rania F	92	94	100	100
18	Jessica Gunawan	75	97	68	72
19	Jihan Nufel Q N	75	78	79	78
20	Nur Laila M	71	75	79	69
21	Silvi Dina R	83	94	89	97
22	Tania Hairun N B	79	81	86	86
23	Tarisyia Widya S	88	78	75	78
24	Yeni Kriesmawati	75	88	93	81
25	Yuniar Nur I	88	78	75	83
26	Zanirah	63	72	57	94
27	Wahyu Putri A W	75	75	75	75
28	Wardatus Soleha	75	81	82	75
29	Junaedi Firmansyah	83	75	82	78
30	Silvi Faridatul M	71	72	82	81
31	Syafina Ayu N I	71	75	75	69
32	Walda Tria F	100	97	86	78
Rerata		81	83	80	80
Kategori		Baik	Sangat baik	Baik	Baik

*Keterangan:Aspek 1=keterbacaan; 2=kejelasan penyajian; 3=kemenarikan; 4=kegunaan

Lampiran I.

LEMBAR UJI KETERBACAAN

8

Lampiran P.

LEMBAR UJI KETERBACAAN MODUL BIOTEKNOLOGI BERBASIS
STEAM DISERTAI ANIMASI FLASH

Nama Sekolah: MAN 1 Jember Kelas/Semester : XII MIPA 1 / Semester 1 a
Mata Pelajaran: Biologi Sub Pokok Bahasan : Bioteknologi
Nama Siswa : SILVI DINIA ROSIDA

96

Bioteknologi berasal dari istilah Latin, yaitu Bio (hidup), tekno (teknologi = penerapan), dan (1) logos (ilmu). Artinya, ilmu yang mempelajari penerapan prinsip-prinsip biologi. Ilmu-ilmu yang digunakan dalam Bioteknologi diantaranya adalah mikrobiologi, (2) Reproduksi, genetika, dan (3) Biokimia. Sedangkan prinsip dasar Bioteknologi ada 6 prinsip yaitu, fermentasi, seleksi dan persilangan, (4) Kultur Jaringan, (5) Rekombinasi DNA, rekombinasi DNA, dan (6) Analisis DNA.

Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang memanfaatkan (7) bioproses secara langsung untuk menghasilkan produk barang dan jasa bagi manusia melalui proses (8) fermentasi. Sedangkan Bioteknologi modern merupakan bioteknologi yang memanfaatkan keterampilan manusia dalam memanipulasi (9) informasi makhluk hidup untuk menghasilkan produk barang dan jasa guna kepentingan manusia.

Ada berbagai contoh bioteknologi modern yang telah banyak diaplikasikan saat ini, salah satunya adalah kultur jaringan. Kultur jaringan tumbuhan (mikropropagasi) adalah bentuk perbanyakan tumbuhan secara (10) vegetatif dengan memanipulasi jaringan somatik tumbuhan di dalam (11) kultur aseptik (bebas kuman) dengan lingkungan terkontrol. Kultur jaringan tumbuhan utuh dapat dihasilkan dari bagian atau potongan (12) akar, (13) batang, atau (14) daun yang disebut (15) eksplan yang masih hidup.

Pada perkembangan dan aplikasi bioteknologi, perkembangan yang pesat baru terjadi setelah diketahui (16) mikroorganisme melakukan fermentasi. Penelitian ini dipelopori oleh (17) Louis Pasteur sehingga beliau mendapat julukan sebagai Bapak Bioteknologi. Sedangkan perkembangan Bioteknologi secara modern terjadi setelah (18) penemuan struktur DNA sekitar tahun 1950 yang diikuti dengan penemuan-penemuan lainnya. Aplikasi bioteknologi konvensional mencakup berbagai aspek, salah satunya pada aspek pangan terdapat tempe yang dibuat dari (19) kedelai menggunakan jamur (20) Rhizopus, tape dibuat dari (21) ketela pohon dengan menggunakan khamir *Saccaromyces cereviceae*, keju dan yogurt dibuat dari (22) Susu sapi dengan menggunakan (23) bakteri laktobacillus Lactobacillus. Aplikasi bioteknologi modern pada aspek pangan terdapat Golden Rice yang memiliki kandungan (24) beta karoten yang mengandung vitamin A berguna bagi (25) kehatan penglihatan.

Lampiran J.**KISI – KISI SOAL PRE TES & POST TES****TAHUN PELAJARAN 2018/2019**

Indikator Pencapaian:	
Menganalisis prinsip-prinsip dasar bioteknologi dalam penerapannya di kehidupan	
No. Soal : 1	
Klasifikasi : C- 3	
Bobot : 20	
Jenis Soal : esai	
Uraian Soal :	
Disajikan Tabel berisi data gizi makanan pada kedelai dan tempe.	
Data tabel di atas merupakan komposisi zat gizi pada kedelai dan tempe. Berdasarkan tabel tersebut komposisi gizi kedelai lebih bagus daripada tempe, tetapi mengapa banyak orang mengatakan mengonsumsi tempe lebih baik daripada mengonsumsi kedelai?	
Alternatif Kunci jawaban	Skor
Tempe telah melalui proses fermentasi, sehingga enzim yang dihasilkan oleh <i>Rhizopus sp.</i> mampu mengubah makanan menjadi lebih kaya air. Jadi tempe akan lebih mudah dicerna oleh tubuh.	20

Indikator Pencapaian: Menjelaskan proses penerapan bioteknologi modern	
No. Soal : 2	
Klasifikasi : C- 2	
Bobot : 20	
Jenis Soal : esai	
Uraian Soal : <i>Golden rice</i> merupakan salah satu produk hasil rekayasa genetika. Bulir padi yang dihasilkan mengandung betakarotein yang didapat dari gen warna bunga daffodil, sehingga bulir padinya berwarna kuning/emas dan bermanfaat untuk meningkatkan ketajaman penglihatan karena adanya vitamin A. Coba kamu jelaskan bagaimana proses rekayasa genetika yang dilakukan untuk menghasilkan <i>Golden rice</i> ?	
Alternatif Kunci jawaban Memotong gen pengkode warna kuning pada bunga daffodil dengan enzim restriksi, kemudian menyatukannya dengan plasmid dari agrobacterium dengan bantuan enzim ligase. Kemudian sel agrobacterium dikulturkan bersama dengan sel padi normal sehingga akan terjadi penyatuan gen antara gen padi dengan gen warna, maka terbentuklah gen padi <i>Golden rice</i>	Skor 20

Indikator Pencapaian: Menganalisis prinsip bioteknologi konvensional melalui bioproses	
No. Soal : 3	
Klasifikasi : C- 3	
Bobot : 20	
Jenis Soal : esai	
Uraian Soal : Ketika membuat yoghurt, Pak Yoga membutuhkan susu sebagai substrat dan bakteri <i>S. thermo-philus</i> atau <i>Lactobacillus bulgaricus</i> sebagai agen biologi. Namun suatu hari Pak Yoga tidak bisa mendapatkan bakteri tersebut sehingga diganti oleh bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> . Pak Yoga merasa sedih karena ternyata ia gagal membuat yoghurt yang diinginkan. Pak Yoga ingin mengetahui alasan yogurt yang diinginkan gagal dibuat, agar ia bisa memperbaiki produknya. Menurut anda, alasan yang paling tepat untuk hal tersebut adalah karena ...	
Kunci jawaban Mikroorganisme memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim yang berbeda-beda pula. Sehingga tidak bisa sembarangan dalam mengubah mikroorganisme yang akan digunakan apabila menginginkan hasil produk yang sama.	Skor 20

Indikator Pencapaian:	
Mengidentifikasi keuntungan dan kerugian diperolehnya produk bioteknologi	
No. Soal : 4	
Klasifikasi : C- 3	
Bobot : 20	
Jenis Soal : esai	
Uraian Soal :	
<p>Informasi terkini melaporkan bahwa saat ini sekelompok ilmuwan mengklaim telah mencipta- kan <i>chip bionic</i> yang ditanam dalam tubuh. <i>Chip</i> tersebut berupa sel yang dijepit oleh tiga lapis silikon. Sel tersebut berperan untuk melengkapi sirkuit elektris. Mereka telah mengembangkan <i>chip</i> mikroelektroporasi dengan memasukkan sel hidup dalam sirkuit elektris. Hal ini seperti menambah gen baru. Lewat <i>chip</i> yang ditanam dalam tubuhnya, manusia tidak perlu lagi berkomunikasi dengan sesamanya lewat suara karena saraf-sarafnya telah dihubungkan dengan komputer. Sehingga materi pembicaraan dapat ditransfer dalam sebuah data. Manusia akan benar-benar berbeda ketika <i>intelligence machine</i> telah menggantikan otak dan emosi.</p> <p>a) Bagaimanakah pendapat Anda mengenai <i>chip bionic</i> tersebut, jika dikaitkan dengan dampaknya bagi lingkungan sosial, dan etika moral?</p> <p>b) Apa saran yang dapat Anda berikan kepada ilmuwan atau pemerintah terkait dengan perkembangan bioteknologi modern yang semakin pesat, contohnya adanya <i>chip bionic</i> pada teks diatas?</p>	
Alternatif Kunci jawaban	Skor
<p>a) Kurang baik. Akan membentuk manusia antisosial.</p> <p>b) Pemerintah membuat aturan yang jelas disertai dengan undang-undang dan ilmuwan mematuhi aturan yang telah dibuat oleh pemerintah</p>	20

Indikator Pencapaian: Menjelaskan keuntungan diperolehnya produk bioteknologi	
No. Soal : 5	
Klasifikasi : C- 2	
Bobot : 25	
Jenis Soal : esai	
Uraian Soal : Hidroponik adalah cara menanam tanaman tanpa tanah. Tanaman tumbuh dalam bahan berpori yang tidak larut, misalnya pasir, yang secara teratur direndam dengan air. (disajikan gambar hidroponik sederhana). Air dipompa melalui sistem sebanyak empat hingga enam kali sehari tergantung pada jenis tanaman. Setelah pompa berhenti, kelebihan air mengalir dan terkumpul di tangki penyimpanan air. Penelitian telah menunjukkan bahwa tanaman yang ditanam secara hidroponik menggunakan lebih sedikit air daripada tanaman yang tumbuh di tanah. Alasan utama untuk ini terletak pada desain sistem hidroponik. Apa ciri dari sistem hidroponik sehingga mampu menghemat air dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di tanah?	
Alternatif Kunci jawaban Menanam tanpa media tanah, lebih hemat air karena apabila menggunakan media pasir yang memiliki ukuran partikel lebih besar dari tanah. Maka partikel air tidak akan menggenang lama dan akan lebih hemat air.	Skor 20

Lampiran K.

SOAL PRE TES & POST TES

1. Perhatikanlah data gizi makanan pada tabel berikut:

Zat gizi	Satuan	Komposisi zat gizi dalam 100 gram	
		Kedelai	Tempe
Energi	(kalori)	381	201
Protein	(gram)	40,4	20,8
Lemak	(gram)	16,7	8,8
Hidrat arang	(gram)	24,9	13,5
serat	(gram)	3,2	1,4
Abu	(gram)	5,5	1,6
Kalsium	(mg)	222	155
Fisfor	(mg)	682	326
Besi	(mg)	10	4
karotin	(mg)	31	34
Vitamin B1	(mg)	0,52	0,19
Air	(mg)	12,7	55,3

Sumber: Komposisi zat gizi pangan Indonesia Depkes RI

Data tabel di atas merupakan komposisi zat gizi pada kedelai dan tempe. Berdasarkan tabel tersebut komposisi gizi kedelai lebih bagus daripada tempe, tetapi mengapa banyak orang mengatakan mengonsumsi tempe lebih baik daripada mengonsumsi kedelai?

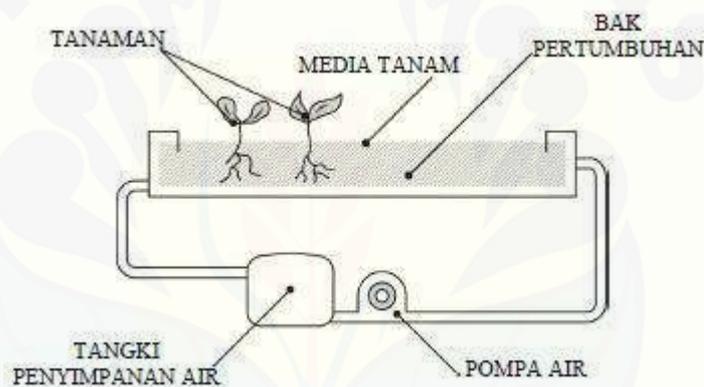
2. *Golden rice* merupakan salah satu produk hasil rekayasa genetika. Bulir padi yang dihasilkan mengandung betakaroten yang didapat dari gen warna bunga daffodil, sehingga bulir padinya berwarna kuning/emas dan bermanfaat untuk meningkatkan ketajaman penglihatan karena adanya vitamin A. Coba kamu jelaskan bagaimana proses rekayasa genetika yang dilakukan untuk menghasilkan *Golden rice*?
3. Ketika membuat yoghurt, Pak Yoga membutuhkan susu sebagai substrat dan bakteri *S. thermo-philus* atau *Lactobacillus bulgaricus* sebagai agen biologi. Namun suatu hari Pak Yoga tidak bisa mendapatkan bakteri tersebut sehingga diganti oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Pak Yoga merasa sedih karena ternyata ia gagal membuat yoghurt yang diinginkan. Pak Yoga ingin mengetahui alasan yoghurt yang diinginkan gagal dibuat, agar ia bisa memperbaiki produknya. Menurut anda, alasan yang paling tepat untuk hal tersebut adalah karena ...
4. Informasi terkini melaporkan bahwa saat ini sekelompok ilmuwan mengklaim telah menciptakan *chip bionic* yang ditanam dalam tubuh. *Chip* tersebut berupa sel yang dijepit oleh tiga lapis silikon. Sel tersebut berperan untuk melengkapi sirkuit listrik. Mereka telah mengembangkan *chip* mikroelektroporasi dengan memasukkan sel hidup dalam sirkuit listrik. Hal ini seperti menambah gen baru. Lewat *chip* yang ditanam dalam tubuhnya,

manusia tidak perlu lagi berkomunikasi dengan sesamanya lewat suara karena saraf-sarafnya telah dihubungkan dengan komputer. Sehingga materi pembicaraan dapat ditransfer dalam sebuah data. Manusia akan benar-benar berbeda ketika *intelligence machine* telah menggantikan otak dan emosi.

a) Bagaimanakah pendapat Anda mengenai *chip bionic* tersebut, jika dikaitkan dengan dampaknya bagi lingkungan sosial, dan etika moral?

b) Apa saran yang dapat Anda berikan kepada ilmuwan atau pemerintah terkait dengan perkembangan bioteknologi modern yang semakin pesat, contohnya adanya *chip bionic* pada teks diatas?

5. Hidroponik adalah cara menanam tanaman tanpa tanah. Tanaman tumbuh dalam bahan berpori yang tidak larut, misalnya pasir, yang secara teratur direndam dengan air.



Air dipompa melalui sistem sebanyak empat hingga enam kali sehari tergantung pada jenis tanaman. Setelah pompa berhenti, kelebihan air mengalir dan terkumpul di tangki penyimpanan air. Penelitian telah menunjukkan bahwa tanaman yang ditanam secara hidroponik menggunakan lebih sedikit air daripada tanaman yang tumbuh di tanah. Alasan utama untuk ini terletak pada desain sistem hidroponik. Apa ciri dari sistem hidroponik sehingga mampu menghemat air dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di tanah?

Lampiran L.

HASIL PRETES POSTES

PRETES 30

- 1) Karena ~~Tempa~~ Membuat tempe Membutuhkan Jamur.
- 2) Mengawinkan gen bunga dan gen padi.
- 3) Karena bakterinya diganti
- 4) Chip biotik berdampak buruk bagi lingkungan sosial dan etika moral.
- 5) Sebaiknya jangan menggunakan chip biotik tersebut karena dapat menimbulkan dampak yang buruk.
- 6) Karena tidak menggunakan tanah.

Silvi dina Rosida
XII MIA 1

POSTES 95

- 1) Karena protein kekelor berubah menjadi protein sederhana oleh jamur rhizopus orize yg digunakan pd pembuatan tempe, sehingga kandungan airnya lebih banyak dan tempe lebih mudah & serap oleh tubuh daripada kekelor.
- 2) Memotong gen pengkode warna kuning pada bunga daffodil dengan enzim restriksi, kemudian menyatukannya dengan plasmid dari agrobacterium dengan bantuan enzim ligase. Setelah itu sel agrobacterium berplasmid rekombinan dikulturkan bersama dengan sel padi normal sehingga akan terjadi penyatuan gen antara gen warna dengan urutan gen dari padi normal, maka terbentuklah golden rice.
- 3) Karena bakteri yg sipakai pakiyoga tidak bisa memakan laktosa dan menghasilkan asam laktat sehingga mampu mengubah susu menjadi yogurt. acetobacteri xylinum untuk membuat nata de coco bukan untuk membuat yogurt.
- 4) a) ~~Bakteri~~ Manusia tidak saling berkomunikasi secara langsung karena sekarang ada banyak alat komunikasi.
b) Manusia harus memperhatikan abrasi yang berlaku ketika melakukan penelitian.
- 5) Tidak menggunakan tanah, hidroponik menggunakan pasir yang memiliki pori-pori yang lebih besar dari pada tanah sehingga air yang tumpah atau menggenang lebih sedikit dan penggunaannya airnya menjadi lebih hemat.

Silvi dina Rosida
XII MIA 1

Lampiran M.**HASIL BELAJAR SISWA KELAS XII MIA 1 MAN 1 JEMBER**

NO	NAMA SISWA	KB 1	KB 2	KB 3
1	M Saihul Hadi	78	80	88
2	M Roichan Mufid	80	76	80
3	M Imron Hamzah	70	72	83
4	M Royhan Nur	74	76	80
5	Zulkarnaen Nasrullah	70	72	78
6	Aidah Muflichatul M	82	80	88
7	Ajeng Arifia W	84	86	90
8	Ana Fikria	88	86	90
9	Atia Atriviana	80	82	88
10	Diah Nafisah M	84	82	85
11	Dian Agustina	84	86	85
12	Ervina Nur Azizah	82	86	82
13	Ervinna Damayanti	88	88	90
14	Faiqotul Himmah	82	86	80
15	Faridatul Laily	80	82	80
16	Farizqi Dwi Maharani	80	84	82
17	Intan Rania F	82	82	88
18	Jessica Gunawan	84	88	90
19	Jihan Nufel Q N	88	86	90
20	Nur Laila M	84	82	82
21	Silvi Dina R	86	88	88
22	Tania Hairun N B	84	82	82
23	Tarisyia Widya S	82	82	86
24	Yeni Kriesmawati	86	82	90
25	Yuniar Nur I	82	80	80
26	Zanirah	82	88	90
27	Wahyu Putri A W	80	82	84
28	Wardatus Soleha	86	82	88
29	Junaedi Firmansyah	80	84	80
30	Silvi Faridatul M	84	88	90
31	Syafina Ayu N I	84	82	84
32	Walda Tria F	84	80	88
Rerata		82.00	82.56	85.28

*Keterangan: Kegiatan Belajar 1= Hasil diskusi kelompok; Kegiatan Belajar 2= Rancangan praktikum; Kegiatan Belajar 3= Praktikum dan laporan hasil

Lampiran N.**HASIL ANALISIS EFEKTIVITAS**

1) Efektivitas MAN 1 Jember

NO	NAMA SISWA	pre tes	pos tes	N gain	keterangan
1	M Saihul Hadi	31	75	0.64	sedang
2	M Roichan Mufid	15.5	75	0.70	sedang
3	M Imron Hamzah	15.5	60	0.53	sedang
4	M Royhan Nur	43.5	68.5	0.44	sedang
5	Zulkarnaen Nasrullah	75	90	0.60	sedang
6	Aidah Muflichatul M	31	90	0.86	tinggi
7	Ajeng Arifia W	28.5	77.5	0.69	sedang
8	Ana Fikria	24.5	77.5	0.70	sedang
9	Atia Atriviana	26	78	0.70	sedang
10	Diah Nafisah M	24.5	90	0.87	tinggi
11	Dian Agustina	21.5	95	0.94	tinggi
12	Ervina Nur Azizah	20.5	75	0.69	sedang
13	Ervinna Damayanti	20.5	95	0.94	tinggi
14	Faiqotul Himmah	31.5	63.5	0.47	sedang
15	Faridatul Laily	19.5	95	0.94	tinggi
16	Farizqi Dwi Maharani	28.5	66	0.52	sedang
17	Intan Rania F	31	72.5	0.60	sedang
18	Jessica Gunawan	67.5	95	0.85	tinggi
19	Jihan Nufel Q N	16.5	90	0.88	tinggi
20	Nur Laila M	48.5	76.5	0.54	sedang
21	Silvi Dina R	30	95	0.93	tinggi
22	Tania Hairun N B	10	90	0.89	tinggi
23	Tarisya Widya S	23.5	68	0.58	sedang
24	Yeni Kriesmawati	55.5	90	0.78	tinggi
25	Yuniar Nur I	12	87.5	0.86	tinggi
26	Zanirah	24.5	80	0.74	tinggi
27	Wahyu Putri A W	16	65	0.58	sedang
28	Wardatus Soleha	5	62.5	0.61	sedang
29	Junaedi Firmansyah	26	65	0.53	sedang
30	Silvi Faridatul M	27	75	0.66	sedang
31	Syafina Ayu N I	12	95	0.94	tinggi
32	Walda Tria F	18.5	85	0.82	tinggi
Rerata		27.52	80.09	0.72	tinggi

2) Efektivitas SMAN 1 Sumberasih, Probolinggo

NO	NAMA SISWA	pre tes	pos tes	N gain	keterangan
1	Abd. Wahit	20	76	0,70	tinggi
2	Abdul Halim	20	77	0,71	tinggi
3	Abdur Rohman Wahid	45	75	0,55	sedang
4	Ahmad Danil	50	75	0,50	sedang
5	Ainun Nadifah	40	75	0,58	sedang
6	Dini Febrianti	35	75	0,62	sedang
7	Fike Rifalia Putri	40	78	0,63	sedang
8	Gufron Al Mahalli	45	80	0,64	sedang
9	Heru Kurniawan	40	77	0,62	sedang
10	Ita Alifia	45	75	0,55	sedang
11	Meinita Nur Sa'diah	35	82	0,72	sedang
12	Moh. Ishaq	35	83	0,74	sedang
13	Moh. Ismail	35	76	0,63	sedang
14	Mohammad Efendi Hidayat	25	83	0,77	sedang
15	Mohammad Sohib	55	80	0,56	sedang
16	Mohammad Zainuri	30	75	0,64	sedang
17	Muhammad Abdul Hafid	25	78	0,71	sedang
18	Muhammad Mislum	25	76	0,68	sedang
19	Muhammad Robi	40	75	0,58	sedang
20	Nur Aziza	35	76	0,63	sedang
21	Nur Laila	25	79	0,72	tinggi
22	Nur Qomariyah Wulandari	20	80	0,75	tinggi
23	Nurhayati	25	75	0,67	sedang
24	Nurul Huda	10	75	0,72	tinggi
25	Silvi Yunitasari	15	75	0,71	tinggi
Rerata		32.6	77.24	0.65	sedang

3) Efektivitas SMAS Wali Songo Probolinggo

NO	NAMA SISWA	pre tes	pos tes	N gain	keterangan
1	Abdul Wafidinul Islam	35	83	0.74	tinggi
2	Alfiah Qonitatul Widad	35	76	0.63	sedang
3	Dandi Firdaus	25	83	0.77	tinggi
4	Devi Nurhasanah	55	80	0.56	sedang
5	Dewi Susi Susanti	30	75	0.64	sedang
6	Dila	25	78	0.71	tinggi
7	Dini Pratiwi Lestari	25	76	0.68	sedang
8	Erwin Mujianto	40	75	0.58	sedang
9	Halimatus Sakdiah	23.5	68	0.58	sedang
10	Hamida	55.5	90	0.78	tinggi
11	Hoirul Anam	12	87	0.85	tinggi
12	Holianto	24.5	80	0.74	tinggi
13	Husnul Hotimah	16	65	0.58	sedang
14	Intan Purnamasari	15.5	60	0.53	sedang
15	Jailani	43.5	68	0.43	sedang
16	M. Wahyudi	75	80	0.20	rendah
17	M.Lutfi Irwanto	31	78	0.68	sedang
18	Mohammad Ramadhani	15.5	75	0.70	sedang
19	Muhammad Aldiyanto	15.5	60	0.53	sedang
20	Muhammad Rizal	43.5	68	0.43	sedang
21	Nur Walia Ariska	75	90	0.60	sedang
22	Nuris So'imah	31	80	0.71	tinggi
23	Riski	28.5	77	0.68	sedang
24	Riyan Purnomo	24.5	77	0.70	sedang
25	Rudi Hartono	26	78	0.70	sedang
26	Saiful Nur Cahya	24.5	80	0.74	tinggi
27	Samsul	21.5	80	0.75	tinggi
28	Siti Nurfadila	15.5	60	0.53	sedang
Rerata		31.70	75.96	0.63	sedang

4) Efektivitas MA Unggulan Nuris Jember

NO	NAMA SISWA	pre tes	pos tes	N gain	keterangan
1	Ahmad Ni'amullah	24.5	90	0.87	tinggi
2	Ahmad Rosidi	21.5	95	0.94	tinggi
3	Andini Alfa M.R	20.5	75	0.69	sedang
4	Choirunnisa Nur Diana	20.5	95	0.94	tinggi
5	Elysa maulida Rahma	31.5	63.5	0.47	sedang
6	Hanin Afrohatin	19.5	95	0.94	tinggi
7	Karina Adinda Putri	28.5	66	0.52	sedang
8	Lukluk Ainul Iffah F	31	72.5	0.60	sedang
9	Luluk Nur Khotimah	67.5	95	0.85	tinggi
10	M. Shohib Kurniawan	16.5	80	0.76	tinggi
11	Meita Ergy Sisillia	30	90	0.86	tinggi
12	Moch. Suaieb Firmanto	10	88	0.87	tinggi
13	Moch. Tio Fani	23.5	68	0.58	sedang
14	Moh. Alfian Kusuma Ardhi	55.5	88	0.73	tinggi
15	Mohammad Riki Saputra	12	86	0.84	tinggi
16	Mohammad Ali Rouf R	24.5	78	0.71	tinggi
17	Muhammad Fadil Nur	75	90	0.60	sedang
18	Muhammad Fahmi Idris	31	80	0.71	tinggi
19	Muhammad Kholil	28.5	77	0.68	sedang
20	Muhammad Rois	24.5	77	0.70	sedang
21	Muhammad Vicky Dwi H	26	78	0.70	tinggi
22	Mukarromah Robiatus S	24.5	90	0.87	tinggi
23	Mutiara Ayu Pitaloka	21.5	95	0.94	tinggi
24	Nabila Imaniar Firdausi	23.5	68	0.58	sedang
25	Nazhirotul Aulia	55.5	90	0.78	tinggi
26	Okky Merinda Fadilah	12	87	0.85	tinggi
27	Putri Angraini	24.5	80	0.74	tinggi
28	Putri Safadila	16	65	0.58	sedang
29	Qanita	15.5	60	0.53	sedang
30	Qanita Hafidah Aseni	43.5	68	0.43	sedang
31	Rosiana Eka Noer Yanti	75	80	0.20	rendah
32	Syifa Nurul Sabila	31	80	0.71	tinggi
Rerata		30.14	80.94	0.71	tinggi

Lampiran O.

SURAT TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN JEMBER
MADRASAH ALIYAH NEGERI 1
Jalan Imam Bonol 53, Tulung, 681145119, Pabeli, 68114, Jember
E-mail: ma1@kementan.go.id
Website: www.kementan.go.id



YAYASAN SOSIAL DAN PENDIDIKAN ISLAM WALI SONGO
"SMA WALI SONGO"
Necaris HAPSORO WIDYONONDO SIGIBSIA,
Nomor: AH/905/98/AL/04/10/2015
Sekretaris: J. Sulaksana No.64 Lanyang Tlo. (0332)769125 Kede. Pro.67251
SUMBERASIH – PROBLINGGO

SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor: 220 /Ma.13.32.01/FP.00.05/02/2019

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. Anwarudin, M.Si
NIP : 19560812194031002
Jabatan : Kepala
Unit Kerja : MAN 1 Jember
Instansi : Kementerian Agama

dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Lutfiatul Hasanah
NIM : 170220104009
Fakultas : Magister Pendidikan IPA FKIP UNEJ

Benar-benar telah selesai melaksanakan penelitian di Madrasah Aliyah Negeri 1 Jember dengan judul "Pengembangan Modul Bioteknologi berbasis STEAM (SCIENCE, Technology, Engineering, art and Mathematic) dilengkapi animasi flash untuk pembelajaran biologi di SMA/MA di Sekolah yang Saudara pimpin. Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 1 Maret 2019

Kepala Madrasah



SURAT KETERANGAN PENELITIAN
NO: 082/SMA.WS/IV/2019

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Shokhib, S.Pd
NIP : -
Jabatan : Kepala Sekolah
Unit Kerja : SMAS Walsongo Sumberasih
Instansi : Dinas Provinsi Jawa Timur

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Lutfiatul Hasanah
NIM : 170220104009
Fakultas : Magister Pendidikan IPA FKIP UNEJ

Benar-benar telah selesai melaksanakan penelitian di SMAS Walsongo Sumberasih Kabupaten Probolinggo dengan judul: "Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (SCIENCE, Technology, Engineering, Art and Mathematic) dilengkapi animasi flash untuk pembelajaran biologi di SMA/MA, di Sekolah yang Saudara Pimpin. Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Probolinggo, 27 April 2019

Kepala SMA Wali Songo



SHOKHIB, S.Pd



MADRASAH ALIYAH
MA UNGGULAN NURIS
NSM: 131235090080 NPSN: 69788151
TERAKREDITASI "A"

Jl. Pangudaran, 48 Antrogo - Sumberasih - Jember 68125 Tlp. (0331) 5101612
web: www.maunggulan.com e-mail: ma2007es@gmail.com

SURAT KETERANGAN

NOMOR : 1072 /MA-UNT/Be-O/IV/2019

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Balqis Al Humairo, S.Pd.I
Jabatan : Kepala MA Unggulan Nurtal Islam Jember

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa yang berorientasi:

Nama : Lutfiatul Hasanah
NIM : 170220104009
Fakultas : Magister Pendidikan IPA FKIP UNEJ

Telah selesai melakukan penelitian di MA Unggulan Nuris dengan judul "Pengembangan Modul Bioteknologi berbasis STEAM (SCIENCE, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dilengkapi Animasi Flash untuk pembelajaran Biologi di SMA/MA".

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sepenuhnya.



Lampiran P.

FOTO KEGIATAN PENELITIAN



Uji Keterbacaan



Pre-tes



Diskusi Kelompok
(STEAM thinking)



Mengoperasikan aplikasi flash



Praktikum
(STEAM activity)



Pos-tes



Desiminasi di MA unggulan Nuris



Desiminasi di SMAN Sumberasih



Desiminasi di SMAS Wali Songo