



**PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS *STEM* PADA MATERI
PERUBAHAN LINGKUNGAN UNTUK SISWA SMA**

Skripsi

Disusun sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh

Widya Riyani
4401415089

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengembangan Modul Berbasis *STEM* pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Siswa SMA” disusun berdasarkan penelitian Saya dengan arahan dosen pembimbing. Semua informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan tercantum dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun

Semarang, September 2020


METERAI
TEMPEL
03101AHF479752153
6000
RUPIAH
Widya Riyani
4401415089

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Pengembangan Modul Berbasis *STEM* pada Materi Perubahan Lingkungan
untuk Siswa SMA

dusun oleh

Widya Riyani
4401415089

telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 6 Juli 2020

Panitia Ujian
Ketua




UNNES
FMIPA
Dr. Sugianto, M.Si
NIP. 96102191993031001

Sekretaris



Dr. dr. Nugrahaningsih WH, M.Kes
NIP. 196907091998032001

Penguji I




Prof. Dr. Retno Sri Iswari, S.U
NIP. 195202071979032001

Penguji II



Dr. Saiful Ridlo, M.Si
NIP. 196604191991021002

Penguji III/ Pembimbing



Prof. Dr. Sri Ngabekti, M.S
NIP. 195909011986012001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

Banyak orang gagal dalam kehidupan, bukan karena kurangnya kemampuan, pengetahuan, atau keberanian, namun hanya karena mereka tidak pernah mengatur energinya pada sasaran.

Persembahan

Untuk keluarga dan almamater
program studi pendidikan Biologi

PRAKATA

Puji syukur bagi Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan nikmat-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Modul Berbasis *STEM* pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Siswa SMA”. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan berbagai pihak yang telah membantu tenaga, waktu, dan pikirannya demi membantu Penulis dalam menyusun skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan studi S1 di Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberi izin untuk melaksanakan penelitian.
3. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Retno Sri Iswari, S.U. sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini.
5. Dr. Saiful Ridlo, M. Si. sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Prof. Dr. Sri Ngabekti, M.S. sebagai dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan, pengarahan serta bantuan dalam penyusunan skripsi dengan penuh kesabaran.
7. Dr. Sigit Saptono. dan Drs. Bambang Priyono, M.Si. yang telah menjadi validator produk demi kesempurnaan penyusunan skripsi.
8. Drs. Maryanto sebagai sebagai guru biologi SMA Kesatrian 1 Semarang yang telah berkenan dan membantu dan kerjasama dalam melaksanakan penelitian.
9. Peserta didik SMA Kesatrian 1 Semarang khususnya kelas X MIPA 3 yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

10. Ayah Samsudin dan Ibu Andriyani serta adik Riyan Permadi yang telah memberikan motivasi dan doa selama kegiatan penelitian
 11. Sahabat tercinta Andrean Reky Prasetya yang telah memberikan dukungan dan bantuan
 12. Sahabat kos Griya Puspitasari (Luthfia, Dyaisa, Aryu, Asmara, Denaya) yang telah memberikan dukungan dan bantuan.
 13. Sahabat RAU (Ayu, Vidiana, Fifi, Erika, Diah, Gina) yang telah memberikan dukungan dan bantuan
 14. Teman-teman rombel 3 Pendidikan Biologi 2015 (Caca, Rosi, Rara, Dentika) yang telah memberikan dukungan dan bantuan.
 15. Keluarga tercinta saya yang telah memberikan doa dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
- Akhirnya penulis mengucapkan terimakasih kepada pembaca yang telah berkenan membaca skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, September 2020

Penulis

ABSTRAK

Widya Riyani. 2020. *Pengembangan Modul Berbasis STEM pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Siswa SMA*. Skripsi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Prof. Dr. Sri Ngabekti M.S.

Kata Kunci: *Berbasis STEM, Modul, Perubahan Lingkungan*

Modul merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis untuk membantu peserta didik, selain itu modul dapat memonitor kegiatan peserta didik, dan dapat memberikan saran, petunjuk serta informasi balikan tingkat kemajuan belajar peserta didik. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik modul, kevalidan dan tanggapan keterbacaan modul perubahan lingkungan berbasis *STEM*. Metode penelitian menggunakan RnD yang dimodifikasi dari Sugiyono dengan 8 tahap, jenis data berupa validitas modul, keterbacaan modul dan tanggapan modul. Hasil validasi ahli materi (82,34%), ahli media (94,2%), tanggapan guru (86%), dan tanggapan peserta didik (82,34%) sebanyak 4 peserta didik, peserta didik yang berkemampuan sedang (78,3%) sebanyak 8 peserta didik, dan peserta didik yang berkemampuan rendah (73,4%) sebanyak 4 peserta didik, untuk presentase rata-ratanya (79,73%) dengan kriteria tinggi. Simpulan dari penelitian ini adalah modul berbasis *STEM* pada materi perubahan lingkungan yang memiliki karakteristik membahas materi perubahan lingkungan dengan pendekatan *STEM* untuk membangun karakter peduli terhadap lingkungan layak digunakan untuk mengajar siswa SMA.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERSYARATAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Penegasan Istilah	5
1.3.1 Modul Berbasis <i>STEM</i>	5
1.3.2 Materi Perubahan Lingkungan.....	6
1.3.3 Tempat Penelitian	6
1.3.4 <i>STEM</i>	6
1.4 Karakteristik Modul	7
1.5 Tujuan Penelitian	7
1.6 Manfaat Penelitian	7
1.6.1 Bagi Peserta Didik	7
1.6.2 Bagi Guru.....	8

1.6.3 Bagi Sekolah	8
1.6.4 Bagi Peneliti.....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Modul Berbasis <i>STEM</i>	9
2.2 Langkah-langkah Penyusunan Modul.....	10
2.2.1 Analisis Kebutuhan Modul	10
2.2.2 Peta modul	10
2.2.3 Implementasi.....	11
2.2.4 Penilaian.....	11
2.2.5 Evaluasi.....	11
2.3 <i>STEM (Science Technology Engineering and Mathematics)</i>	11
2.4 Materi Perubahan Lingkungan	13
2.5 Kerangka Berpikir	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.2 Rancangan Penelitian	17
3.2.1 Studi Pendahuluan	17
3.2.2 Pengumpulan Data.....	18
3.2.3 Desain Produk	18
3.2.4 Validasi Desain	18
3.2.5 Revisi Desain	19
3.2.6 Uji Coba Skala Kecil	19
3.2.7 Revisi Produk.....	20
3.2.8 Produk Final.....	20
3.3 Metode Pengumpulan Data	20
3.4 Metode Analisis Data.....	20
3.4.1 Analisis validitas modul.....	21
3.4.2 Analisis uji keterbacaan	21

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Penelitian	23
4.1.1 Hasil Validasi Modul	23
4.1.2 Hasil Uji Coba Skala Kecil	23
4.2 Pembahasan	24
BAB 5 PENUTUP	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Pengertian <i>STEM</i>	14
3.2 Kategori Keterbacaan.....	22
4.1 Rekapitulasi Validasi Ahli Materi.....	23
4.2 Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Kerangka Berpikir.....	16
3.1 Skema Rancangan Penelitian	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Angket tanggapan guru	37
2. Angket tanggapan siswa.....	39
3. Angket tanggapan ahli media.....	40
4. Angket tanggapan ahli materi.....	43
5. Dokumentasi... ..	50
6. Modul.....	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan perubahan berbagai aspek sosial, menuntut terciptanya pola pikir cerdas yang sejalan dengan perkembangan tersebut. Untuk membentuk suatu pola pikir yang maju maka dibutuhkan pendidikan sebagai langkah awal terciptanya pemikiran yang sesuai dengan perkembangan IPTEK saat ini. Hal ini tidak lepas dari peran dan tujuan pembelajaran di sekolah, sebagaimana telah dituliskan dalam pembukaan UUD 1945 yang menyebutkan bahwa tujuan pendidikan adalah mencerdaskan kehidupan bangsa.

Asmani (2013) mengatakan bahwa perubahan yang sangat cepat dalam bidang sains ini merupakan fakta dalam kehidupan siswa. Pengembangan kemampuan siswa dalam bidang sains merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan kemampuan siswa dalam menyesuaikan diri dan memasuki dunia teknologi. Untuk kepentingan pribadi, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Siswa perlu dibekali kompetensi yang memadai agar menjadi peserta aktif dalam masyarakat. Selanjutnya menurut Saptono (2017), peserta didik yang mampu menyerap seluruh substansi pelajaran (*content oriented*) bukanlah satu-satunya output yang diharapkan dari sekolah tetapi juga bagaimana mempersiapkan peserta didik untuk menjadi anggota masyarakat yang mandiri, paham terhadap teknologi dan dampaknya bagi lingkungan.

Biologi adalah ilmu yang bersifat kontekstual, berarti bahwa setiap gejala biologi dapat dipelajari dari alam secara langsung. Hal ini sejalan dengan konsep belajar menurut Satrianawati (2018) yakni bahwa belajar merupakan proses saat tingkah laku ditimbulkan atau diubah melalui latihan atau pengalaman, belajar juga berarti suatu proses yang dilakukan individu untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang sama secara keseluruhan, sebagai hasil pengamatan individu itu sendiri di dalam interaksi dengan lingkungan alamnya.

Pembelajaran memerlukan adanya media yang berisi informasi dan gagasan yang mampu memfasilitasi pembelajaran kepada peserta didik yaitu sumber belajar. Sumber belajar penting digunakan dalam pembelajaran, karena bahan ajar berfungsi sebagai alat bantu dalam kegiatan pembelajaran, dengan menggunakan bahan ajar lebih menekankan pada aktivitas siswa dibanding guru. Ada banyak sekali bahan ajar yang digunakan guru, namun di SMA Kesatrian 1 Semarang, dalam pembelajaran Biologi masih menggunakan LKS, dan buku paket. LKS dan buku paket hanya digunakan saat pembelajaran di kelas sedangkan modul bisa digunakan pada saat mengerjakan tugas atau belajar di rumah. Sehingga dibutuhkan bahan ajar lain yang dapat membantu dalam proses pembelajaran. Salah satunya modul perubahan lingkungan berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)*.

Penerapan pembelajaran *STEM* dapat mengajarkan beberapa kasus permasalahan perubahan lingkungan bagi peserta didik. Pembelajaran dengan empat aspek serasi untuk menyelesaikan masalah nyata dan juga untuk pembelajaran berbasis masalah. Pendekatan ini mampu menciptakan suasana pembelajaran yang aktif karena keempat aspek itu sangat dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah.

Modul digunakan sebagai bahan ajar karena modul disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode, dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri. Penggunaan modul, siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru, adanya kontrol terhadap hasil belajar melalui penggunaan standar kompetensi dalam setiap modul yang dicapai oleh siswa, dan mereka lebih bertanggung jawab atas segala tindakannya. Diharapkan dengan semakin aktifnya siswa, maka semakin baik pula kualitas hasil belajar yang diperoleh. Menurut Sungkono (2009) bahan ajar mempunyai manfaat yaitu: 1) siswa dapat belajar tanpa atau dengan kehadiran guru. 2) siswa dapat belajar kapan dan dimana saja. 3) siswa dapat belajar sesuai dengan kecepatannya sendiri. 4) siswa dapat belajar menurut urutan yang dipilihnya sendiri, 5) membantu potensi untuk menjadi pelajar mandiri, Purnomo (2013).

Upaya untuk peserta didik dapat lebih aktif mencari tahu informasi mengenai materi biologi dapat dilakukan dengan pembelajaran biologi yang menggunakan modul biologi berbasis *STEM* agar siswa lebih dapat berfikir kreatif dan menggali lebih dalam lagi. Pembelajaran modul dapat juga diisikan pendidikan karakter. Pendidikan karakter merupakan suatu sistem penanaman nilai-nilai karakter kepada warga sekolah yang meliputi komponen pengetahuan, kesadaran atau kemauan dan tindakan untuk melaksanakan nilai-nilai tersebut, baik terhadap Tuhan Yang Maha Esa, diri sendiri, sesama, lingkungan, maupun kebangsaan sehingga menjadi manusia insan kamil. Pembelajaran menggunakan modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* secara tidak langsung peserta didik selain mendapatkan materi, siswa sekaligus dapat membubuhkan karakter peduli lingkungan.

Kurangnya bahan ajar yang memadai, membuat guru menyampaikan pembelajaran dengan metode yang cenderung konvensional, yakni dengan memberikan penjelasan secara langsung atau dengan penggambaran di papan tulis sehingga membuat pembelajaran tidak konsen. Karena kurangnya bahan ajar penelitian ini menggunakan modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* sebagai bahan ajar untuk membantu pembelajaran di sekolah, Ismail (2002).

Materi perubahan lingkungan merupakan salah satu materi dalam Kurikulum 2013 untuk mata pelajaran biologi yang dipelajari peserta didik kelas X semester genap. Dalam penelitian ini menggunakan KD 3.11 menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan. Pada KD 4.11 merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar, (Kemendikbud, 2014).

Hasil penelitian dapat dijadikan sumber belajar menarik dengan mengemas dalam suatu bahan ajar. Bahan ajar yang dikembangkan dari hasil penelitian di SMA Kesatrian 1 Semarang memiliki kelebihan yaitu yang diintegrasikan dengan pendekatan *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Adanya *STEM* akan membentuk peserta didik menjadi lebih kreatif yang inovatif dan unik (Plangue *et al.* 2013).

Melihat potensi dan masalah yang ada maka perlu adanya suatu media yang dapat menampung materi yang mengoptimalkan potensi-potensi yang ada di sekolah tersebut. Modul peranan perubahan lingkungan berbasis *STEM* diharapkan mampu menjadi solusi untuk menampung potensi-potensi tersebut, guna menunjang pembelajaran proses pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar.

STEM merupakan akronim dari suatu pendekatan pembelajaran interdisiplin antara *science, technology, engineering, and mathematics*. Torlakson (2014) menyatakan bahwa 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 menunjukkan bahwa peserta didik mampu untuk menyatukan konsep abstrak dari setiap aspek.

Penerapan pendekatan *STEM* dalam pembelajaran tentunya terintegrasi selama proses pembelajaran. Keempat aspek dalam *STEM* mengambil bagian dalam setiap pelaksanaan langkah-langkah pembelajaran. Adapun langkah-langkah dari setiap pelaksanaan aspek tersebut, sebagai berikut: (1) aspek *Science* dalam pendekatan *STEM* didefinisikan oleh Hannover (2011) adalah “ keterampilan menggunakan pengetahuan dan proses sains dalam memahami gejala alam dan memanipulasi gejala tersebut sehingga dapat dilaksanakan “. (2) aspek *Technology* adalah keterampilan peserta didik dalam mengetahui bagaimana teknologi baru dapat dikembangkan, keterampilan menggunakan teknologi, dan bagaimana teknologi dapat digunakan dalam memudahkan kerja manusia. (3) aspek *Engineering* adalah keterampilan yang dimiliki seseorang untuk mengoperasikan atau merangkai sesuatu. (4) aspek *Mathematics* adalah keterampilan yang digunakan untuk menganalisis, memberikan alasan, mengomunikasikan ide secara efektif, menyelesaikan masalah, dan menginterpretasikan solusi berdasarkan perhitungan dan data dengan matematis (Abdurrahman, 2011).

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana keterbacaan modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* ?
2. Bagaimana validitas modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* sebagai bahan ajar menurut BNSP?
3. Bagaimana karakteristik modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* ?

1.3 Penegasan Istilah

1.3.1 Modul berbasis *STEM*

Modul merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis untuk membantu peserta didik untuk belajar secara mandiri memberikan kesempatan belajar kepada peserta didik, selain itu modul dapat memonitor kegiatan belajar peserta didik, dan dapat memberikan saran, petunjuk serta informasi balikan tingkat kemajuan belajar peserta didik (Parmin 2012). Modul disebut juga bahan ajar mandiri karena dilengkapi petunjuk untuk belajar sehingga pembaca dapat melakukan kegiatan pembelajaran tanpa kehadiran pengajar secara langsung.

Modul yang ada dalam penelitian adalah sebuah bahan ajar yang berisi materi perubahan lingkungan yang terdiri dari berbagai permasalahan yang ada di lingkungan sekitar. Selain itu modul juga memuat tentang materi yang dapat membantu dalam proses pembelajaran peserta didik untuk mengetahui kemampuan literasinya.

Modul berbasis *STEM* yaitu modul yang berisi materi perubahan lingkungan yang sudah disusun secara sistematis menurut KD dan mengkaitkan dengan unsur *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. dengan pembelajaran berbasis masalah. sehingga peserta didik mampu memecahkan masalah berdasarkan permasalahan yang ada pada modul.

1.3.2 Materi perubahan lingkungan

Materi ini merupakan bab materi yang ada pada mata pelajaran biologi yang diajarkan di kelas X SMA. Pada penelitian ini materi perubahan lingkungan hanya diambil beberapa sub bab saja, yang berkaitan data perubahan lingkungan. Kompetensi dasar dalam penelitian ini yakni KD 3.11 dan KD 4.11. kompetensi dasar yang akan dicapai dalam penggunaan modul ini yaitu KD 3.11 menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan. KD 4.11 merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar.

1.3.3 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMA Kesatrian 1 Semarang, menurut guru biologi di SMA Kesatrian 1 Semarang sejauh ini belum ada yang penelitian dengan judul pengembangan modul berbasis *STEM*. Baru penelitian ini dengan menggunakan judul pengembangan modul berbasis *STEM* sehingga guru termotivasi pada pembelajaran berbasis *STEM* dan siswa juga sangat senang karena bisa melatih kemampuan berpikir dan dapat memecahkan suatu permasalahan dalam mengerjakan modul.

1.3.4 *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)*

Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan *STEM* diharapkan dapat membangun dan mengembangkan siswa agar tidak hanya menghafal konsep, tetapi juga dibimbing untuk dapat mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada siswa terhadap materi pembelajaran.

Proses pembelajaran yang menggunakan *STEM* akan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berfikir sendiri dalam menyelesaikan suatu masalah melalui penggunaan modul perubahan lingkungan berbasis *STEM*. Modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* adalah modul yang berisi materi serta lembar kerja peserta didik dalam melakukan pembelajaran. Peserta didik diarahkan agar mampu mengaitkan konsep yang dipelajari di

sekolah kedalam kehidupan nyata, karena pelajaran biologi bukan hanya pelajaran yang bersifat abstrak dan hafalan tetapi pelajaran yang sangat erat kaitannya dengan kehidupan.

1.4 Karakteristik Modul

Modul berorientasi pada materi perubahan lingkungan, materi perubahan lingkungan berkaitan dengan lingkungan sekitar sekolah dan tempat tinggal peserta didik. kemudian modul dikembangkan untuk meningkatkan peserta didik dalam berfikir untuk memecahkan masalah dan diharapkan peserta didik dapat membentuk karakter peduli lingkungan disekitar. Modul yang sudah dikembangkan sesuai dengan BNSP dan telah divalidasi oleh validator sehingga modul valid untuk digunakan dalam menunjang pembelajaran peserta didik.

1.5 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan permasalahan yang telah dikemukakan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* memiliki keterbacaan yang baik
2. Menganalisis validitas modul perubahan lingkungan berbasis *STEM*
3. Menganalisis karakteristik modul perubahan lingkungan berbasis *STEM*

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peserta didik, peneliti, guru dan sekolah. Berikut adalah manfaat penelitian tersebut.

1.6.1 Bagi Peserta didik

- a. Memperoleh informasi baru berupa ilmu pengetahuan yang berkaitan erat dengan tempat tinggal.
- b. Menambah referensi/sumber belajar bagi peserta didik.

- c. Memperoleh kesempatan untuk belajar secara mandiri dan mengurangi ketergantungan terhadap kehadiran guru.
- d. Memperoleh bahan ajar inovatif yang membantu peserta didik untuk lebih mudah dalam mendalami materi secara mandiri.

1.6.2 Bagi Guru

- a. Mendapatkan informasi baru mengenai materi yang ada dengan menggunakan modul berpendekatan *STEM*.
- b. Memperoleh bahan ajar yang sesuai tuntutan kurikulum dan kebutuhan belajar peserta didik

1.6.3 Bagi Sekolah

- a. Sebagai salah satu bahan ajar untuk proses pembelajaran di sekolah.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran di sekolah.

1.6.4 Bagi Peneliti

- a. Memperoleh pengalaman wawasan dalam pengembangan modul pembelajaran yang baik diterapkan pada peserta didik.
- b. Menambah cakrawala pengetahuan serta diharapkan dapat menambah kompetensi dan kemampuan dalam mengajar sehingga dapat menjadi calon pendidik yang professional.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Modul berbasis *STEM*

Modul merupakan suatu unit program pembelajaran yang disusun dalam bentuk tertentu untuk keperluan belajar secara mandiri dan digunakan seorang pengajar untuk memberikan materi kepada peserta didik secara runtut. Modul merupakan media yang digunakan untuk belajar secara mandiri karena di dalam modul terdapat petunjuk belajar yang memungkinkan peserta didik dapat belajar sendiri tanpa bantuan pengajar. Segala aspek yang seperti halnya bahasa, struktur desain, dan pola juga diatur sedemikian rupa sehingga membuat peserta didik merasa lebih mudah dalam belajar.

Modul tidak serta merta dibuat dan dikembangkan tanpa memiliki tujuan. Salah satu tujuan yang paling umum disusunnya modul adalah tersusun secara sistematis dan terarah, Budiyo (2009) sedangkan untuk peserta didik modul mampu memudahkan guru dalam menyampaikan materi dan peserta didik dalam belajar mandiri maupun dengan bimbingan guru.

Adapun tujuan penyusunan modul :

1. Memudahkan dan memperjelas penyampaian materi pembelajaran agar tidak terlalu verbal.
2. Mengatasi keterbatasan waktu dan ruang siswa maupun guru.
3. Mengembangkan kemampuan siswa dalam berinteraksi secara langsung dengan materi dan sumber belajar lainnya.
4. Memungkinkan siswa bisa mengukur atau mengevaluasi hasil belajarnya sendiri.

Menurut BSNP (2013) bahan ajar adalah rujukan, objek dan/bahan yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran, yang berupa media cetak elektronik, narasumber, serta lingkungan fisik, alam, sosial, dan budaya. Herry (2008) mengatakan bahwa bahan ajar adalah segala sesuatu yang mengandung informasi yang dapat memfasilitasi peserta didik memperoleh informasi yang diperlukan dalam belajar. Sumber belajar dikategorikan kedalam enam kelompok yaitu pesan, orang, bahan, alat, teknik, dan latar/lingkungan, yang dimaksud dengan pesan adalah bahan ajar yang dipelajari dapat dalam bentuk konsep, teori, gagasan, fakta, makna, atau data dan termasuk kurikulum. Orang berfungsi sebagai bahan ajar karena memiliki atau menyalurkan pesan, termasuk pendidik dan tenaga kependidikan.

2.2 Langkah-langkah penyusunan modul

2.2.1 Analisis Kebutuhan Modul

Analisis kebutuhan modul merupakan kegiatan menganalisis silabus dan RPP untuk memperoleh informasi modul yang dibutuhkan peserta didik dalam mempelajari kompetensi yang telah diprogramkan. Nama dan judul modul sebaiknya disesuaikan dengan kompetensi yang terdapat di silabus dan RPP. Pada dasarnya tiap satu standar kompetensi dikembangkan menjadi satu modul dan satu modul terdiri dari 2-4 kegiatan pembelajaran. Perlu disampaikan bahwa yang dimaksud kompetensi disini adalah standar kompetensi dan kegiatan pembelajaran adalah kompetensi dasar. Tujuan analisis kebutuhan modul adalah untuk mengidentifikasi dan menetapkan jumlah dan judul modul yang harus dikembangkan dalam satu satuan program tertentu. Satuan program tersebut dapat diartikan sebagai satu tahun pelajaran, satu semester, satu mata pelajaran atau lainnya, Nazir (2003).

2.2.2 Peta Modul

Setelah kebutuhan modul ditetapkan, langkah berikutnya adalah membuat peta modul. Peta modul adalah tata letak atau kedudukan modul pada satu satuan program yang digambarkan dalam bentuk diagram. Pembuatan peta modul disusun mengacu kepada diagram pencapaian kompetensi yang termuat dalam kurikulum. Setiap judul

modul dianalisis keterkaitannya dengan judul modul yang lain dan diurutkan penyajiannya sesuai dengan urutan pembelajaran yang akan dilaksanakan.

2.2.3 Implementasi

Implementasi modul dalam kegiatan belajar dilaksanakan sesuai dengan alur yang telah digariskan dalam modul. Bahan, alat, media dan lingkungan belajar yang dibutuhkan dalam kegiatan pembelajaran diupayakan dapat dipenuhi agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Strategi pembelajaran dilaksanakan secara konsisten sesuai dengan skenario yang ditetapkan.

2.2.4 Penilaian

Penilaian hasil belajar dimaksudkan untuk mengetahui tingkat penguasaan peserta didik setelah mempelajari seluruh materi yang ada dalam modul. Pelaksanaan penilaian mengikuti ketentuan yang telah dirumuskan di dalam modul. Penilaian hasil belajar dilakukan menggunakan instrumen yang telah dirancang atau disiapkan pada saat penulisan modul.

2.2.5 Evaluasi dan Validasi

Modul yang telah dan masih digunakan dalam kegiatan pembelajaran, secara periodik harus dilakukan evaluasi dan validasi. Evaluasi dimaksudkan untuk mengetahui dan mengukur apakah implementasi pembelajaran dengan modul dapat dilaksanakan sesuai dengan desain pengembangannya. Untuk keperluan evaluasi dapat dikembangkan suatu instrument evaluasi yang didasarkan pada karakteristik modul tersebut. Instrument ditunjukkan baik untuk guru maupun peserta didik, karena keduanya terlibat langsung dalam proses implementasi suatu modul. Dengan demikian hasil evaluasi dapat objektif.

2.3 *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)*

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. Andrews (2014) 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 yang dibangun oleh peserta didik sehingga bisa merangkai 4 aspek inter disiplin dalam *STEM*.

Pembelajaran berbasis *STEM* secara langsung memberikan latihan kepada peserta didik untuk dapat mengintegrasikan masing-masing aspek sekaligus. Proses pembelajaran yang melibatkan keempat aspek akan membentuk pengetahuan tentang subjek yang dipelajari lebih dipahami. Bybee (2010) adalah karakter dalam pembelajaran *STEM* adalah kemampuan peserta didik mengenali sebuah konsep atau pengetahuan dalam sebuah kasus. Sebagaimana dalam pembelajaran biologi, maka *STEM* membantu peserta didik untuk menggunakan teknologi dan merangkai percobaan yang dapat membuktikan sebuah konsep sains. Kesimpulan tersebut didukung oleh data yang telah dikelola secara matematis.

Tujuan dari pembelajaran berbasis *STEM* cocok untuk diterapkan pada pembelajaran sekolah menengah yang subjek dalam pembelajarannya membutuhkan pengetahuan yang kompleks. Gonzalez & Kuenzi (2010) menemukan bahwa *STEM* memiliki arti pengajaran dan pembelajaran yang berkaitan dengan bidang Sains, Teknologi, Engineering dan Matematika. *STEM* tidak hanya dapat dilakukan dalam tingkat pendidikan dasar dan menengah saja, tetapi juga dapat dilaksanakan sampai tingkat kuliah bahkan sampai jenjang postdoctoral. Manfaat dari pembelajaran *STEM* yang berkelanjutan sebaiknya mulai ditunjukkan oleh pendidikan sejak dini dan pada tahap peserta didik sudah mampu mengkombinasikan antara pengetahuan kognitif dan psikomotorik.

2.4 Materi Perubahan Lingkungan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009, lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Antara makhluk hidup dengan lingkungannya terjadi interaksi. Lingkungan dapat mengalami perubahan, baik karena kegiatan manusia atau peristiwa alam. Perubahan lingkungan berpengaruh pada makhluk hidup yang ada dalam lingkungan tersebut.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah perubahan lingkungan. Pada kurikulum 2013 materi perubahan lingkungan memuat tentang beberapa sub bab. Pada pembelajaran di SMA menggunakan buku paket dan LKS yang jumlahnya terbatas.

Tujuan pembelajaran biologi adalah agar siswa memiliki kemampuan berfikir kreatif diperlukan adanya kemauan untuk belajar baik secara individu maupun berkelompok. Sesuai dengan kelebihan pembelajaran dengan menggunakan modul yang diantaranya menurut siswa untuk banyak belajar secara mandiri dan mempercepat siswa dalam penguasaan materi pembelajaran. Proses belajar mengajar dapat diartikan sebagai proses interaksi antara guru dan siswa untuk selalu mengembangkan profesionalismenya dengan menciptakan lingkungan atau situasi belajar yang kondusif bagi siswa agar tujuan pembelajaran dapat recapai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan literasi sains peserta didik terhadap hasil belajar dan mengetahui pemahaman konsep setelah menggunakan modul. *STEM* dengan mengintegrasikan keempat komponennya mampu menghasilkan aktivitas mental yang berguna untuk membantu memunculkan berpikir kritis peserta didik yang ditandai dengan kemampuan memecahkan masalah, mengambil keputusan, menganalisis asumsi, mengevaluasi, dan melakukan penyelidikan.

STEM bermakna memberi penguatan praktis pendidikan dalam bidang-bidang *STEM* secara terpisah, sekaligus lebih mengembangkan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dengan memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari ataupun kehidupan profesi. *STEM* tidak hanya dapat diterapkan di sekolah dasar dan sekolah menengah, tapi juga dapat diterapkan di perkuliahan bahkan program doctoral. *STEM* menghubungkan pembelajaran dengan empat komponen pengajaran, yaitu *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*.

Selaras dengan hal tersebut pendekatan *STEM* dapat dilaksanakan pada tingkat pendidikan formal atau di dalam kelas dan tingkat satuan non formal atau di luar kelas, *STEM* beberapa tahun terakhir ini sudah banyak diterapkan di beberapa negara seperti di Taiwan, peningkatan kurikulum 9 tahun mulai mengintegrasikan pembelajaran *STEM* yang membuat siswa berperan sebagai pusat kegiatan belajar.

STEM dapat berupaya memunculkan keterampilan dalam diri peserta didik misalnya kemampuan menyelesaikan persoalan dan kemampuan melakukan penyelidikan. Keterampilan ini penting untuk membantu meningkatkan sumber daya manusia. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan definisi dari literasi *STEM* pada empat bidang studi yang saling berhubungan.

Tabel 2.1 Pengertian *STEM*

No	<i>STEM</i>	Keterangan
1.	Sains (<i>Sciece</i>)	Literasi sains : kemampuan dalam mengidentifikasi informasi ilmiah, lalu mengaplikasikannya dalam dunia nyata yang juga mempunyai peran dalam mencari informasi
2.	Teknologi (<i>Technology</i>)	Literasi teknologi : keterampilan dalam menggunakan berbagai teknologi, belajar mengembangkan teknologi, menganalisis teknologi dapat mempengaruhi pemikiran siswa dan masyarakat.

3.	Teknik (<i>Engineering</i>)	Literasi desain : kemampuan dalam mengembangkan teknologi dengan desain yang lebih kreatif dan inovatif melalui penggabungan berbagai bidang keilmuan.
4.	Matematika (<i>Mathematics</i>)	Literasi matematika : kemampuan dalam menganalisis dan menyampaikan gagasan, rumusan, menyelesaikan masalah secara matematik dalam pengaplikasiannya.

(Permanasari. 2016)

PBL lebih menekankan pada kemampuan siswa dalam membangun pengetahuannya sendiri, dimana siswa menjadi pusat kelas (*student center*) dan guru sebagai pembimbing. Model *PBL* tersebut dengan demikian dapat membantu siswa dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa yang mana metode ini memiliki sifat membangun pengetahuan, sehingga siswa tidak langsung mendapatkan informasi tetapi siswa harus berupaya dengan mengorientasi, memecahkan masalah, mengevaluasi dan mengambil keputusan dari masalah.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Akinoglu dan Ruhan, menyatakan bahwa dalam model *PBL* terdapat beberapa sikap yang dihasilkan oleh peserta didik yaitu mempunyai rasa ingin tahu yang tinggi untuk memecahkan masalah, meningkatkan kemampuan peserta didik berpikir sehingga tidak hanya menerima informasi secara langsung, kemampuan dalam menjalin kerjasama.

Kemampuan ini dapat diraih ketika peserta didik mampu menghubungkan berbagai informasi atau pengetahuan yang didapat dari informasi yang telah ada sebelumnya untuk selanjutnya dikembangkan dengan memecahkan kesimpulan dari informasi tersebut, Akinaglu (2007).

Langkah kerja (sintak) model Problem Based Learning dalam pembelajaran adalah sebagai berikut:

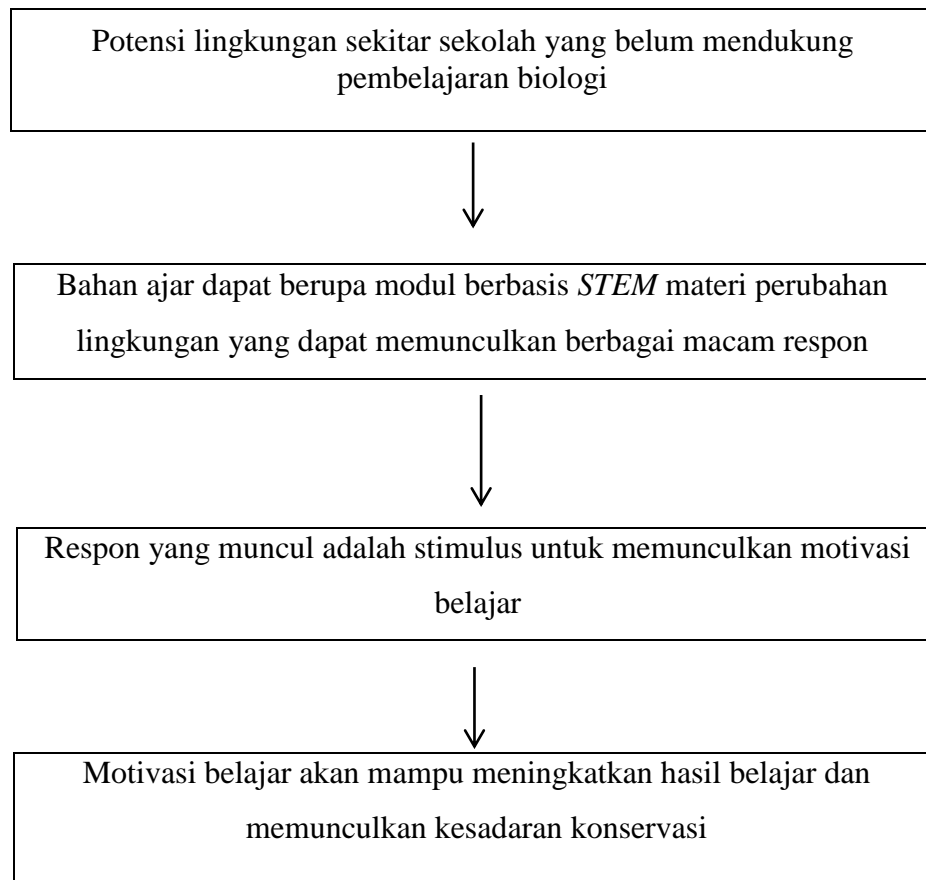
1. Orientasi peserta didik pada masalah
2. mengorganisasikan peserta didik untuk belajar

3. Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok
4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya
5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

2.5 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dari penelitian pengembangan modul berbasis *STEM* pada materi perubahan lingkungan ditunjukkan pada Gambar 2.1

Gambar 2.1 Kerangka Berpikir



BAB 3 METODE PENELITIAN

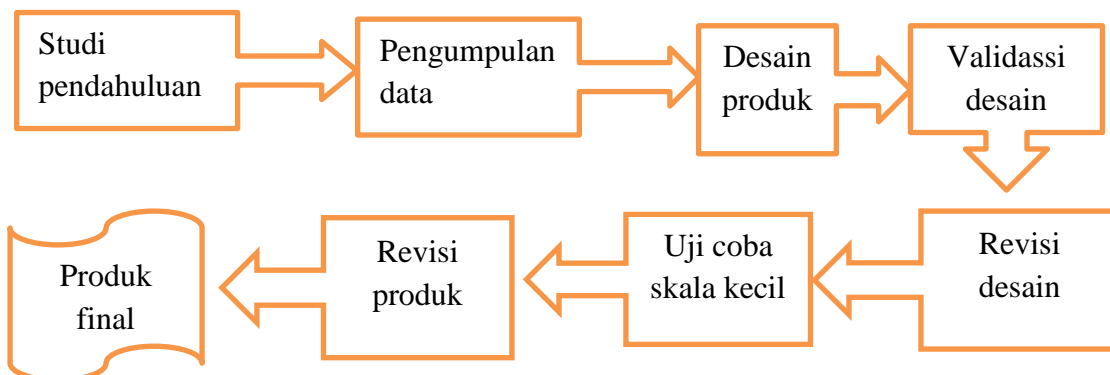
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah SMA Kesatrian 1 Semarang, waktu pengambilan data dan uji coba dilaksanakan pada Semester Genap Tahun Pelajaran 2020/2021.

3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development (R&D)* modifikasi dari Sugiyono (2017: 298). Metode *R&D* digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah suplemen belajar berupa modul perubahan lingkungan. Langkah-langkah penelitian pengembangan yang dilakukan meliputi kegiatan berikut ini:

Gambar 3.1 Skema rancangan penelitian



3.2.1 Studi Pendahuluan

Penelitian *R&D* dapat diinisiasi dengan adanya masalah atau potensi di lapangan berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi di SMA Kesatrian 1 Semarang terkait materi perubahan lingkungan, siswa mengalami kesulitan memahami materi. Siswa tidak dapat menjelaskan dampak dan solusi dari perubahan lingkungan yang terjadi, dengan adanya modul tersebut digunakan untuk mempermudah siswa belajar mengenai materi perubahan lingkungan.

3.2.2 Pengumpulan Data

Penelitian menggunakan beberapa cara, sebagai berikut :

- a. Penilaian dosen dari ahli materi dan media diperoleh dengan lembar penilaian validator
- b. Angket diberikan kepada guru untuk mengukur tanggapan guru mengenai modul pembelajaran perubahan lingkungan sebagai bahan ajar yang telah dikembangkan.
- c. Angket tanggapan peserta didik diberikan untuk mengetahui uji keterbacaan modul peserta didik pada *STEM (Science, Technology, Engineering and ,Mathematics)* dari aspek kognitif.
- d. Observasi diberikan untuk mengetahui literasi peserta didik selama kegiatan pembelajaran.
- e. Dokumentasi berupa foto dan gambar aktivitas peserta didik, serta nilai peserta didik.

3.2.3 Desain Produk

Produk dalam penelitian ini adalah bahan ajar berupa modul. Modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, di dalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu peserta didik menguasai tujuan belajar yang spesifik. Modul minimal memuat tujuan pembelajaran, materi/substansi belajar, dan evaluasi. Modul berfungsi sebagai sarana belajar yang bersifat mandiri, sehingga peserta didik dapat belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing. Sesuai dengan skenario dalam naskah pembuatan modul yang dibuat, modul ini berisi pendahuluan, pembelajaran berupa tujuan, uraian materi, rangkuman, tugas evaluasi dan kunci jawaban, daftar pustaka.

3.2.4 Validasi Desain

Validasi dilakukan oleh pakar atau tenaga ahli dan guru. Peneliti meminta bantuan kepada dosen Biologi FMIPA UNNES yang berkompeten dalam bidang pembuatan modul perubahan lingkungan guna untuk menilai ke-validan modul pembelajaran. Validasi produk dilakukan secara berkesinambungan yang artinya

dalam proses validasi, produk yang diberikan akan divalidasi oleh ahli kemudian jika produk masih bagian yang belum valid maka akan dilakukan revisi, setelah revisi modul akan diserahkan kembali kepada ahli, begitu seterusnya hingga produk yang ada tidak mengalami revisi kembali

3.2.5 Revisi Desain

Setelah modul divalidasi oleh pakar, maka selanjutnya adalah dilakukan revisi guna memperbaiki kekurangan yang masih ditemukan pada modul, sesuai dengan anjuran dari ahli. Modul yang sudah direvisi kemudian divalidkan kembali untuk dikoreksi guna menyempurnakan perbaikan modul.

3.2.6 Uji coba skala kecil

Uji coba skala kecil dengan menggunakan sampel 16 siswa XI MIPA SMA 1 Kesatrian Semarang yang telah mendapatkan materi pada KD 3.11 dan 4.11. uji coba skala kecil bertujuan untuk menilai keterbacaan modul perubahan lingkungan yang dikembangkan. Modul perubahan lingkungan memuat materi yang singkat dan jelas sehingga mudah dipahami oleh peserta didik dan melatih peserta didik untuk memecahkan masalah dengan menggunakan modul berbasis *STEM* ini. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dengan melihat heterogenitas pengetahuan peserta didik berdasarkan nilai Ulangan Tengah Semester. Peserta didik diminta untuk membaca modul perubahan lingkungan, kemudian mengisi angket tanggapan. Data yang diambil adalah tingkat keterbacaan dari segi bahasa, pemahaman, penulisan maupun tampilan modul perubahan lingkungan. pengambilan sampel dilakukan dengan empat peserta didik dengan kemampuan tinggi, delapan peserta didik dengan kemampuan sedang, dan empat peserta didik dengan kemampuan rendah.

Kepraktisan modul yaitu modul bisa dibawa kemana-mana termasuk di rumah dan lingkungan sekolah, modul juga tidak terlalu banyak materi hanya berisi materi singkat yang dilengkapi dengan latihan soal. Sehingga memudahkan peserta didik dalam belajar memahami materi yang begitu rumit.

3.2.7 Revisi produk

Masukan dan saran yang diberikan oleh ahli, guru, dan siswa menjadi bahan acuan perbaikan modul perubahan lingkungan sehingga didapatkan produk akhir berupa modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* untuk siswa kelas X SMA.

3.2.8 Produk Final

Produk akhir berupa modul yang telah divalidasi dan disempurnakan dari hasil uji coba dan dinyatakan layak untuk digunakan.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Jenis, sumber, metode, pengumpulan data, dan analisis data penelitian ini disajikan dalam tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jenis, Sumber, Pengumpulan Data, dan Analisis Data Penelitian

No	Jenis Data	Sumber Data	Metode Pengumpulan	Metode Analisis
1.	Validitas modul	1. Ahli materi 2. Ahli media 3. Guru biologi	Angket validitas	Deskriptif presentase
2.	Keterbacaan modul	1. Peserta didik	Nilai	Deskriptif presentase KKM
3.	Tanggapan modul	1. Guru dan peserta didik	Angket tanggapan	Deskriptif presentase

3.4 Metode Analisis Data

Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil penelitian sehingga dapat mudah dipahami. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan modul perubahan lingkungan. Modul ini digunakan untuk mengitung data-data yang dibutuhkan dalam instrumen penelitian. Adapun data penelitian yang akan dianalisis adalah sebagai berikut.

3.4.1 Analisis Validitas Modul

Hasil validasi modul dilakukan oleh ahli media, ahli materi, guru biologi SMA Kesatuan 1 Semarang. Rumus yang digunakan untuk mengolah presentase masing-masing item yaitu :

$$P = \frac{x}{xi} \times 100\%$$

Rumus yang digunakan untuk pengolahan data keseluruhan:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

(Arikunto, 2010: 137)

Keterangan :

P = presentase

Xi = jumlah skor ideal dalam satu item

$\sum X$ = total jumlah skor jawaban responden

$\sum Xi$ = total jumlah skor ideal

kategori validitas modul:

skor	Kategori
>60%	Sangat layak
40-60%	Layak
<40%	tidak layak

3.4.2 Analisis Uji Keterbacaan

Uji keterbacaan teks dalam modul dianalisis dalam penelitian ini berfungsi sebagai alat ukur keterbacaan. Uji keterbacaan bahan ajar menggunakan sampel skala kecil dilakukan pada saat uji coba terbatas. Uji coba terbatas dilakukan pada sampel 18 orang siswa X MIPA SMA Kesatrian 1 Semarang.

Rumus yang digunakan untuk mengolah skor tes hasil uji keterbacaan:

$$\text{presentase skor tiap peserta didik} = \frac{\text{jumlah jawaban yang benar}}{\text{jumlah kata yang dihilangkan}} \times 100\%$$

(Suladi, *et al.* 2010: 10)

Adapun kategori pencapaian keterbacaan modul berdasarkan uji keterbacaan menurut Suladi *et al*, (2010: 11) di tujukan pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Kategori Keterbacaan modul

Skor	Kategori
>60%	Tinggi
40-60%	Sedang
<40%	Rendah

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Hasil Validasi Modul Perubahan Lingkungan Berbasis *STEM*

Validasi modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* dilakukan oleh ahli materi, ahli media dan guru biologi SMA Kesatrian 1 Semarang. Validasi dari aspek materi dilakukan validator V1. Aspek media divalidasi oleh validator V2 sebagai pakar media, serta V3 sebagai guru biologi di SMA Kesatrian 1 Semarang. Rekapitulasi hasil validasi ahli materi terhadap modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Rekapitulasi Validasi Ahli Materi, media, guru dan peserta didik terhadap Modul Perubahan Lingkungan Berbasis *STEM*

Sumber data	Presentase	Kriteria
Ahli media	94,2%	Sangat baik
Ahli materi	82,5%	Baik
Guru biologi	86%	Sangat baik
Peserta didik	82,34%	Sangat baik

saran dari ahli media yaitu, gambar sebaiknya milik penulis, format teks banyak kata-kata nyambung tanpa spasi, banyak ruang kosong masih ditemukan dan layout diperbaiki, masih ada font dan uuran yang berbeda. selanjutnya saran dari peserta didik yaitu, gambar dan materi terlalu sedikit, tampilan cover kurang menarik.

4.1.2 Hasil Uji Coba Skala Kecil Modul Perubahan Lingkungan Berbasis *STEM*

Uji coba skala kecil dilakukan dengan uji keterbacaan dan tanggapan peserta didik kelas X MIPA SMA Kesatrian 1 Semarang berjumlah 16 siswa dengan tingkat kemampuas berbeda. Tingkat kemampuan dilihat berdasarkan nilai ujian akhir semester siswa. Tingkat kemampuan siswa dibagi menjadi tiga golongan yaitu

kemampuan tinggi sebanyak empat siswa, kemampuan sedang sebanyak delapan siswa, dan kemampuan rendah sebanyak empat siswa. Rekapitulasi hasil uji keterbacaan dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan Siswa

No	Responden	Jumlah	Presentase	Kriteria
1	Siswa kemampuan tinggi	4	87,5%	Tinggi
2	Siswa kemampuan sedang	8	78,3%	Tinggi
3	Siswa kemampuan rendah	4	73,4%	Tinggi
Presentase rata-rata			79,73%	Tinggi

Selain menjawab soal uji keterbacaan, peserta didik mengisi angket tanggapan terhadap modul perubahan lingkungan berbasis *STEM*. Angket terdiri dari sepuluh aspek yang berisi pernyataan positif. peserta didik memberikan tanggapan positif dengan keberadaan modul sebagai bahan ajar. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil rekapitulasi. Rekapitulasi angket tanggapan siswa dapat dilihat pada tabel 4.6

4.2 Pembahasan

Adanya modul diharapkan dapat membangun karakter peduli terhadap lingkungan. Materi yang disajikan mengarahkan agar peserta didik menjaga keseimbangan lingkungan. Modul hasil pengembangan tentunya memiliki kekurangan dan keterbatasan. Keterbatasan tersebut seperti tampilan kurang menarik dan materi kurang lengkap. Adanya modul perubahan lingkungan diharapkan dapat memberikan wawasan baru, dengan demikian peserta didik menjadi sadar untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan. Karakteristik modul dalam penelitian ini yaitu berisi tujuan yang dirumuskan, dengan jelas, berisi materi pembelajaran yang dikemas kedalam unit-unit kecil/spesifik sehingga memudahkan belajar secara tuntas, menampilkan soal-soal latihan yang memungkinkan pengguna memberikan respon dan mengukur tingkat penguasaannya, terdapat rangkuman materi pembelajaran, terdapat instrumen yang dapat digunakan penggunanya untuk mengukur atau

mengevaluasi tingkat penguasaan materi, menyediakan contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran.

Pengintegrasian ilmu pengetahuan alam, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran terbukti meningkatkan kualitas hasil pembelajaran sehingga pendidikan berbasis *STEM* ini berkembang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Menurut Marrison (2006) pendidikan *STEM* bertujuan untuk membuat peserta didik menjadi *problem solver*, penemu, memiliki inovasi, mandiri berpikir logis, melek teknologi, mampu menghubungkan budaya dan sejarahnya dengan pendidikan, serta mampu menerapkan pengetahuannya dalam kehidupan nyata

Di Indonesia penelitian-penelitian tentang *STEM* telah dimulai sekitar tahun 2013 sampai sekarang, Suprpto (2016) telah melakukan integrasi antara kurikulum sains formal dengan *STEM*. Dalam kegiatan belajarnya siswa menggunakan kit hidrogen surya untuk menemukan sendiri aplikasi energi bersih dengan menggunakan sel bahan bakar dan hidrogen terbarukan. Dari hasil kegiatan ini siswa memberikan respon positif terhadap pembelajaran. Berkaitan dengan pengembangan bahan ajar sebuah penelitian juga dilakukan oleh Syukri, dkk (2013) yang merupakan kerja sama Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Syiah Kuala dengan Fakultas Pendidikan Universitas Kebangsaan Malaysia. Modul yang dihasilkan dari penelitian ini terbukti meningkatkan hasil dan minat belajar siswa.

Pengembangan bahan ajar berbasis *STEM* juga dilakukan oleh Desy Rachmawati dkk (2017). Bahan ajar yang dikembangkan adalah modul untuk pembelajaran kimia dasar pada materi laju reaksi. Hasil uji kelayakan bahan ajar menunjukkan nilai sangat valid dan sangat praktis digunakan di dalam pembelajaran. Widya Nessa dkk (2017) juga mengembangkan buku ajar berbasis *STEM* untuk materi jarak pada ruang tiga dimensi. Buku ajar ini telah divalidasi dan berada pada kategori valid serta telah digunakan di dalam pembelajaran dan terbukti dapat meningkatkan hasil pembelajaran.

Dari paparan di atas dapat dilihat bahwa pembelajaran berbasis *STEM* telah mulai diterapkan di dalam berbagai materi pelajaran seperti kimia, fisika, biologi dan matematika sehingga banyak guru dan dosen yang telah mencoba mengembangkan bahan ajar berbasis *STEM*. Bahan ajar berbasis *STEM* ini juga dapat dikembangkan

Hasil validasi terhadap materi modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* oleh ahli materi mendapatkan hasil komponen nomor empat, tujuh dan sembilan mendapatkan skor maksimum (4) dapat diartikan bahwa materi yang disajikan relevan dengan tunyutan kurikulum. komponen nomor satu, dua, tiga, lima, enam, delapan dan sepuluh mendapatkan skor (3) terdapat beberapa kesalahan kata yang salah tulis. Terminologi yang digunakan kurang konsisten. Bahasa dalam modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* kurang konsisten antara bahasa indonesia dan bahasa inggris sehingga mempersulit pembaca untuk memahami isi modul perubahan lingkungan berbasis *STEM*.

Validasi media oleh ahli mendapatkan hasil semua komponen mendapatkan skor maksimum kecuali komponen nomor tiga dan delapan yang mendapatkan skor tiga (3). Data tersebut dapat dideskripsikan bahwa penggunaan modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* berjalan dengan efisien dan dapat membantu siswa dalam pembelajaran di sekolah maupun di rumah. Rekapitulasi hasil validasi ahli media terhadap modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* dapat dilihat pada Tabel 4.2

Hasil tanggapan guru biologi terhadap modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* dapat dideskripsikan bahwa dari segi kergrafikan tampilan menarik sehingga mudah dipahami siswa. Penyajian materi dalam tersusun dengan sistematis. Segi bahasa, masih terdapat beberapa kata yang salah tulis yang sehingga perlu diperbaiki. Penilaian angket tanggapan guru dilakukan sebelum penelitian dalam kelas Rekapitulasi hasil tanggapan guru biologi dilihat pada Tabel 4.3.

Selain menjawab soal uji keterbacaan, peserta didik mengisi angket tanggapan terhadap modul perubahan lingkungan berbasis *STEM*. Angket terdiri dari sepuluh

aspek yang berisi pernyataan positif. Peserta didik memberikan tanggapan positif dengan keberadaan modul sebagai bahan ajar.

Modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* yang dikembangkan telah divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan guru biologi SMA Kesatrian 1 Semarang. Ahli materi dan ahli media menilai komponen kevalidan berdasarkan keahlian yang dimiliki. Guru melakukan penilaian terhadap semua komponen kevalidan modul karena guru yang nantinya akan menggunakan modul sebagai bahan ajar pembelajaran secara langsung dalam kelas.

Penilaian kevalidan selain dilakukan oleh ahli dan guru biologi, diperoleh pula dari peserta didik melalui angket tanggapan peserta didik. Penilaian kevalidan modul oleh peserta didik dilakukan pada saat uji coba skala kecil. Lembar penilaian modul mengacu pada BNSP tahun 2014 yang telah dimodifikasi. Komponen yang dinilai dari penilaian kevalidan materi diantaranya adalah dimensi pengetahuan, kebahasaan, dan teknik penyajian. Aspek yang dinilai dalam dimensi pengetahuan antara lain yaitu relevansi tujuan pembelajaran dengan Kompetensi Dasar, akurasi materi, dan kontekstual materi. Penilaian dari validator memperoleh nilai presentase yang sangat tinggi sebesar 91,6%. Modul yang dikembangkan dinyatakan valid karena modul yang dikembangkan telah memenuhi beberapa komponen tampilan modul yang interaktif. Beberapa komponen tersebut meliputi tersedianya tujuan pembelajaran yang spesifik dan disesuaikan dengan standar kompetensi kurikulum. Modul berbasis *STEM* dapat digunakan untuk melatih peserta didik dalam memecahkan masalah sesuai dengan materi yang ada di dalam modul. Dengan adanya modul berbasis *STEM* peserta didik mampu berpikir secara kritis mengenai materi yang telah diajarkan oleh guru, sehingga modul tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk melatih peserta didik dalam memecahkan masalah.

Perolehan presentase yang tinggi menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan menyajikan materi yang aktual sesuai dengan perkembangan ilmu,

contoh yang disajikan dengan lingkungan peserta didik dan dapat membuka wawasan siswa untuk mengenal jenis perubahan lingkungan dan faktor yang mempengaruhi perubahan lingkungan. Uraian materi yang disajikan dalam modul mendorong peserta didik untuk menggali pengetahuan yang belum diketahui, menimbulkan rasa senang ketika membaca dan mendorong untuk mempelajari modul tersebut secara tuntas. Fakta yang disajikan sesuai dengan kenyataan, penggunaan modul membawa kebermanfaatan, serta meminimalkan pengeluaran biaya dan waktu yang diperlukan dalam pembelajaran. Modul yang dikembangkan terbatas hanya membahas tentang perubahan lingkungan yang terjadi di Kota Semarang peserta didik mampu menerapkan pembelajaran berbasis *STEM*, materi tersebut diantaranya perubahan banjir di Kota Semarang, tumpahan minyak di laut, kualitas udara di Semarang, perubahan lahan, dan perubahan luas mangrove.

Komponen kedua dalam validasi materi adalah kebahasaan. Aspek yang dinilai dalam kebahasaan antara lain yaitu keterbacaan, kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia, kemampuan memotivasi, penggunaan bahasa sesuai tingkat perkembangan peserta didik, dan penggunaan istilah, simbol/lambang serta nama ilmiah. Nilai presentase pada komponen kebahasaan yang diberikan oleh validator terhadap modul yang dikembangkan yaitu 85%. Hal ini menunjukkan bahwa kebahasaan modul dalam kriteria baik bahasa yang digunakan telah sesuai dengan perkembangan peserta didik, sehingga akan menumbuhkan rasa senang ketika membaca dan mendorong untuk mempelajari modul hingga selesai. Namun ada beberapa komponen yang mendapat nilai 3, hal tersebut menandakan bahwa diperlukan banyak perbaikan dari segi tata tulis dan konsistensi. Bahasa yang digunakan masih bercampur sehingga kurang konsisten antara bahasa Indonesia dan bahasa Inggris yang dapat membuat peserta didik bingung pada saat mempelajarinya. Oleh karena itu, penulisan dengan bahasa yang baik dan benar sangat diperlukan agar materi dapat dipahami oleh semua siswa.

Aspek ketiga adalah teknik penyajian. Komponen yang dinilai antara lain sistematika dan keruntutan penyajian. Nilai presentase pada komponen teknik penyajian yang diberikan oleh validator terhadap modul yang dikembangkan yaitu 87,5% . Nilai tersebut menunjukkan bahwa teknik penyajian dalam modul termasuk dalam kriteria sangat baik. Modul yang dikembangkan menyajikan isi materi konsep dari yang mudah ke sukar, dari yang sederhana ke yang kompleks, dari yang belum dikenal sampai yang dikenal.

Validasi selanjutnya dari segi media yang divalidasi oleh ahli media dari Universitas Negeri Semarang. Aspek yang dinilai meliputi aspek ukuran buku. Komponen yang dinilai antara lain yaitu. Kesesuaian ukuran buku dengan standar ISO, kesesuaian format dengan isi materi buku, penampilan unsur tata letak pada kulit muka, belakang dan punggung memiliki satu kesatuan, memiliki pusat pandang (*point center*) yang baik, proporsi tampilan tata letak tiap unsur sesuai, warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi, memiliki tingkat kekontrasan yang baik. Hasil validasi aspek ukuran buku memperoleh nilai presentase sebesar 96,4%. Modul yang dikembangkan berada pada kriteria sangat baik.

Aspek kedua adalah tata letak. Hasil validasi mendapatkan nilai presentase sebanyak 92%. Tata letak yang dikembangkan berada pada kriteria sangat baik. Tata letak disesuaikan dengan penempatan unsur tata letak konsisten (sesuai pola), memberikan kesan irama yang baik (muka, balakang, dan punggung) dan penempatan gambar yang sesuai. Warna yang digunakan adalah dominasi hijau sesuai dengan materi isi modul. Warna hijau mempunyai arti alam, lingkungan, ramah lingkungan, dan tumbuhan (Isroi, 2005: 40). Modul yang dikembangkan memiliki tampilan menarik dengan banyak gambar yang dapat memfokuskan pembaca untuk memahami isi modul. Selain itu modul ini memadukan unsur (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) *STEM* sebagai pendekatan tambahan dalam pembelajaran. Adanya *STEM* akan meningkatkan aktivitas peserta didik dalam mengkolaborasi antara

pengetahuan, teknologi, dan ketrampilan yang mereka miliki untuk mengasah kemampuan berpikir kreatif siswa.

Hasil penelitian Jauhariyah (2007) menyimpulkan bahwa pembelajaran berbasis *STEM* dapat melatih dan meningkatkan literasi sains, motivasi, pemahaman materi, kemampuan berpikir kreatif, efektivitas, pembelajaran bermakna, dan menunjang karir di masa depan. Komponen *STEM* diwujudkan dengan berbagai kegiatan yang dapat membantu siswa untuk meningkatkan kemampuan mereka. Komponen *Science* berupa materi atau konsep dari perubahan lingkungan, *Technology* diimplementasikan dalam peranan perubahan lingkungan bagi manusia maupun lingkungan, *Engineering* diwujudkan berupa kegiatan peserta didik untuk mengetahui langkah-langkah mengenai perubahan lingkungan, dan *Mathematics* berupa data perubahan lingkungan yang terjadi.

Penilaian oleh ahli dan guru mendapatkan presentase rata-rata 87,57% dengan kriteria layak. Dengan demikian modul yang dikembangkan telah memenuhi standar kevalidan menurut BNSP tahun 2014. Hal ini didukung dengan penelitian dari Sulastri *et al* (2019) yang mendapat presentase sebesar 81% dalam mengembangkan modul perubahan lingkungan sebagai bahan ajar. Sehingga modul yang dikembangkan layak untuk dijadikan suplemen pembelajaran.

Uji coba skala kecil dilakukan pada enam belas siswa kelas X MIPA SMA Kesatrian 1 Semarang dengan tingkat kemampuan yang berbeda. Uji coba skala kecil bertujuan untuk mengetahui tingkat keterbacaan modul dan tanggapan siswa terhadap modul. Peserta didik diminta mengisi soal yang ada pada modul. Uji keterbacaan digunakan sebagai alat ukur keterbacaan yang telah dikembangkan, Uji keterbacaan tersebut diperoleh rata-rata presentase 79,73% dengan kriteria tinggi. Hal ini dibuktikan dengan perolehan presentase peserta didik dengan tingkat kemampuan rendah 73,4%. Perolehan uji keterbacaan menandakan bahwa peserta didik dapat memahami isi dari modul. Modul juga memiliki karakteristik kepraktisan diantaranya

yaitu: mudah dibawa. Ukuran modul sedang dan tidak terlalu tebal. Mudah dibaca. ukuran huruf sesuai dan jelas. Interaktif dan memotivasi pengguna. Materi mudah dipahami, kontekstual, penyajian sesuai tahapan PBK/ penyajian sistematis dan rangkuman yang singkat, jelas dan mencakup seluruh materi.

Selain itu peserta didik diminta untuk mengisi angket tanggapan mengenai modul yang dikembangkan. Pengisian angket bertujuan untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap modul yang dikembangkan. Nilai rata-rata 79,73% dengan kriteria baik. Kriteria baik oleh siswa menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan cocok digunakan sebagai bahan ajar biologi SMA.

Komponen dalam angket mendapat tanggapan baik dan sangat baik. Komponen yang mendapatkan tanggapan baik yaitu penggunaan modul membawa kebermanfaatan, serta meminimalkan pengeluaran biaya dan waktu untuk pembelajaran, dan bahasa menumbuhkan rasa senang bagi pembacanya.

BAB 5

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Modul perubahan lingkungan yang telah dikembangkan memperoleh kriteria keterbacaan tinggi dan sangat praktis untuk digunakan
2. Modul perubahan lingkungan yang telah dikembangkan memperoleh kriteria valid digunakan sebagai bahan ajar biologi khususnya materi perubahan lingkungan kelas X SMA
3. Modul perubahan lingkungan memiliki karakteristik yang sesuai dengan pelaksanaan penelitian yaitu tujuan yang dirumuskan berisi sangat jelas

5.2 SARAN

Saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya antara lain yaitu:

1. Penelitian ini hanya dipetakan pada sub materi perubahan lingkungan pada kelas X SMA. Penelitian mendatang dapat mengembangkan bahan ajar sejenis dengan materi perubahan lingkungan secara keseluruhan
2. Penelitian mendatang dapat mengkaitkan efektifitas bahan ajar dengan hasil kognitif, psikomotorik, ataupun afektif siswa dengan menggunakan modul hasil pengembangan sebagai bahan ajar.
3. Modul bisa digunakan dalam pembelajaran biologi

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, dkk. 2011. *Dasar-dasar Metode Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV Pustaka Setia
- Andrews, Bufford, Banks. 2014. Stem Modules: Developing Innovative Approches to Enchance Student Lwarning. *Journal School of Education: Department of Materials Science and Engineering Tuskegee University*.
- Akinaglu, O. dan Ruhan, R. O., *The effects of problem based active learning of student' academic achievement, attitude and concept learning, Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. 3, no. 1, 2007, pp. 71-81.
- Arikunto, suharsimi. 2017. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Aris, shoimin. 2014. *68 model pembelajaran inovatif dalam kurikulum 2013*. Yogyakarta : Ar-Ruzz Media
- Asmani, Jamal. 2013. *Buku Panduan Interalisasi Pendidikan Karakter di Sekolah*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. 2013. *Deskripsi Instrument Penilaian Buku Teks Pelajaran Biologi SMA/MA*. Jakarta: BSNP.
- Budiyono, 2009. *Statistik untuk Penilaian*. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- Bybee, Rodger. 2013. *The Case for STEM Education Challengess and Opportunities*. Arlingtor: National Science Teachers Assosiation.
- Capraro, R. Morgan, J.R. & Slough, S. W. 2013. *STEM Project Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Approch*.
- Gonzalez, H. B. & Kuenzi, J. F. 2012. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). Education: A Primer. Prosiding Congressional research Service 2012, Amerika Serikat, 1 Agustus 2012, hal. 1-34*.
- Han, S., Capraro, R. 2015. How *Science Technology Engineering and Mathematics (STEM). Project-Based-Learning (PBL)* affects high, middle, and low achievers differently: The Impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Hanover Research (2011). *K-12 STEM education overview*.
- Herry, Asep., Permasih., & Dewi, Laksmi. 2008. *Modul Pengembangan Bahan Ajar*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

- Ismail. 2002. *Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning)*. Surabaya.
- Jauhariyah, F. R., H. Suwono., Ibrahim. 2017. *Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PJBL) pada Pembelajaran Sains. Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*. Volume 2: 432-436.
- Kemendikbud. 2014. *Permendikbud Nomor 22 Tahun 2014 Tentang Standar Proses Pendidikan Dan Menengah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Nazir. 2013. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Nessa, Widya. 2017. "Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak Ruang pada Ruang Tiga Dimensi Berbasis STEM Problem Based Learning di Kelas X" *Jurnal Element* Vol 3 No 1 Tahun 2017
- Parmin. 2012. *Pengembangan Modul Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar IPA Berbasis Hasil Penelitian Pembelajaran*. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 1 (1): 8-15
- Permanasari, A., *STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains, Seminar Nasional Pendidikan Sains : Peningkatan Kualitas Pembelajaran Sains dan Kompetensi Guru Melalui Penelitian dan Pengembangan dalam Menghadapi Tantangan Abad-21, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2016, pp. 24-31.*
- Purnomo, Dwito, (2013). *Pengaruh Penggunaan Modul Hasil Penelitian Pencemaran Lingkungan di Sungai Pepe Surakarta sebagai Sumber Belajar Biologi Pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan terhadap Hasil Belajar Siswa*. FKIP UNS.
- Rachmawati, Dessy. 2017. "Pengembangan Modul Kimia Dasar Berbasis STEM Problem Based Learning pada Materi Laju Reaksi untuk Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia" *Prosiding Seminar Pendidikan IPA 2 Universitas Sriwijaya*
- Saptono, S., S. Ridlo., S. Sukaesih. 2017. *Pengelolaan Pengajaran Biologi*. Semarang: UNNES.
- Satrianawati. 2018. *Media dan Sumber Belajar*. Yogyakarta: Deepublish.
- Septiani. 2016. *Jurnal Kebijakan Pendidikan*.
- Suladi., W.D. Astuti., K. Biskoyo. 2000. *Keterbacaan Kalimat Bahasa Indonesia dalam Buku Pelajaran SLTP*. Jakarta: Depdiknas.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sungkono. 2009. *Pengembangan Bahan Ajar*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Suprpto, Nadi. 2016. "*Student's Attitudes Towards STEM Education: Voices from Indinesia Junior High School*". Journal of Turkish Science Education

Suyanto. 2009. *Urgenisasi Pendidikan Karakter*. Direktorat Jendral Pendidikan Dasar Kementrian Pendidikan Nasional.

Syukri, M., Halim, L. 2013. *Pendidikan STEM dalam Enterpreneurial Science Thinking "Escit": Satu Perkongsian Pengalaman dari UKM untuk Aceh*. Aceh : Aceh Development International Conference.

Torlakson, Tom. 2014. *Innovate*. Califonia: California Dedicated to Education Foundation.

LAMPIRAN

ANGKET TANGGAPAN GURU BIOLOGI TERHADAP MODUL PERUBAHAN
LINGKUNGAN BERBASIS *STEM* UNTUK SISWA SMA

Satuan pendidika : SMA
Materi pelajaran : Biologi
Peneliti : Widya Riyani

Dalam rangka penulisan skripsi untuk penyelesaian studi Program Sarjana Universitas Negeri Semarang, Saya bermaksud mengadakan penelitian dengan judul “Pengembangan modul berbasis *STEM* pada materi perubahan lingkungan untuk siswa SMA” behubungan dengan hal tersebut, mohon Bapak/Ibu guru berkenan untuk memberikan penilaian terhadap modul ini. Atas bantuan Bapak/Ibu, Saya ucapkan terima kasih.

Tujuan : Untuk mengetahui validitas modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* untuk siswa SMA

Identitas

Nama : Drs. Maryanta

NIP :

Instansi :

Petunjuk Pengisian :

1. Isilah nama, NIP, dan instansi Bapak/Ibu pada tempat yang telah disediakan.
2. Berilah tanda cek (√) pada kolom 1, 2, 3, atau 4 yang ada dalam kolom skor sesuai dengan pendapat dan penilaian Anda.
3. Rekomendasi/saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada tempat yang disediakan.
4. Setelah selesai mengisi seluruh item pernyataan, tulislah nama dan tanda tangan Bapak/Ibu pada bagian yang tersedia.

No	Pernyataan	Skor			
		1	2	3	4
Aspek Kegrafikan					
1	Desain modul menarik				√
2	Kejelasan warna menarik			√	
3	Tampilan modul menarik				√
Aspek Materi					
4	Pokok materi yang terdapat dalam modul tersusun secara sistematis				√
5	Teori, contoh, dan gambar yang disajikan sudah sesuai dan akurat			√	
6	Penggunaan modul membawa kebermanfaatan, serta meminimalkan pengeluaran biaya dan waktu untuk belajar				√
Aspek Bahasa					
7	Bahasa dalam modul mudah dipahami			√	
8	Bahasa menumbuhkan rasa senang ketika siswa membacanya			√	
9	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia			√	

Diadaptasi dari instrumen penilaian buku teks pelajaran Biologi SMA/MA oleh BSNP tahun 2014.

Rekomendasi/saran

.....

.....

.....

Semarang,2020

Guru Biologi,

(.....)

ANGKET TANGGAPAN SISWA TERHADAP MODUL PERUBAHAN
LINGKUNGAN BERBASIS *STEM* UNTUK SISWA SMA

Satuan pendidika : SMA
Materi pelajaran : Biologi
Peneliti : Widya Riyani

Dalam rangka penulisan skripsi untuk penyelesaian studi Program Sarjana Universitas Negeri Semarang, Saya bermaksud mengadakan penelitian dengan judul “Pengembangan modul berbasis *STEM* pada materi perubahan lingkungan untuk siswa SMA”. Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Bapak/Ibu dosen berkenan untuk memberikan penilaian terhadap modul ini. Atas bantuan Saudara/i saya ucapkan terima kasih.

Tujuan : Untuk mengetahui validitas modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* untuk siswa SMA

Identitas

Nama : M. Faiz Andhika

Presensi : 22

Kelas : X MIPA 3

Petunjuk Pengisian :

1. Isilah nama, nomor presensi, dan kelas Saudara/i pada tempat yang telah disediakan.
2. Berilah tanda cek (√) pada kolom 1, 2, 3, atau 4 yang ada dalam kolom skor sesuai dengan pendapat dan penilaian Anda.
3. Rekomendasi/saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada tempat yang disediakan.
4. Setelah selesai mengisi seluruh item pernyataan, tulislah nama dan tanda tangan Saudara/i pada bagian yang tersedia.

No	Pernyataan	Skor			
		1	2	3	4
Aspek Ketertarikan Siswa terhadap modul					
1	Tampilan modul menarik				√
2	Modul ini membuat Saya lebih bersemangat dalam belajar biologi				√
3	Gambar/foto menarik Saya untuk mempelajari materi				√
Aspek Materi					
4	Penyajian materi dalam modul ini disajikan secara sistematis				√
5	Penyampaian materi dalam modul ini berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				√
6	Modul ini dilengkapi dengan foto/gambar pendukung materi				√
7	Penggunaan modul membawa kebermanfaatan, serta meminimalkan pengeluaran biaya dan waktu untuk pembelajaran			√	
Aspek Bahasa					
8	Bahasa yang digunakan dalam modul ini mempermudah Saya dalam memahami isinya				√
9	Bahasa menumbuhkan rasa senang ketika Saya membacanya				√
10	Huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca				√

Rekomendasi/saran

4. Bagus, membantu untuk belajar

Semarang,2020

Siswa,

(.....)

INSTRUMEN VALIDASI MEDIA TERHADAP MODUL PERUBAHAN
LINGKUNGAN BERBASIS *STEM* UNTUK SISWA SMA

Satuan pendidikan : SMA
Materi pelajaran : Biologi
Peneliti : Widya Riyani

Dalam rangka penulisan skripsi untuk penyelesaian studi Program Sarjana Universitas Negeri Semarang, Saya bermaksud mengadakan penelitian dengan judul “Pengembangan modul perubahan lingkungan berbasis *STEM*”. Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Bapak/Ibu dosen berkenan untuk memberikan penilaian terhadap modul ini. Atas bantuan Bapak/Ibu, Saya ucapkan terima kasih.

Tujuan : Untuk mengetahui validitas modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* untuk siswa SMA

Identitas

Nama : Dr. Sigit Saptono. M.Pd
NIP : 196411141991021002
Instansi : FMIPA. UNNES

Petunjuk Pengisian :

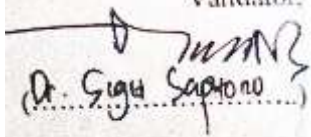
1. Isilah nama, NIP, dan instansi Bapak/Ibu pada tempat yang telah disediakan.
2. Berilah tanda cek (√) pada kolom 1, 2, 3, atau 4 yang ada dalam kolom skor sesuai dengan pendapat dan penilaian Anda.
3. Rekomendasi/saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada tempat yang disediakan.
4. Setelah selesai mengisi seluruh item pernyataan, tulislah nama dan tanda tangan Bapak/Ibu pada bagian yang tersedia.

No	Butir	Skor			
		1	2	3	4
Ukuran buku					
1	Kesesuaian ukuran buku dengan standar ISO				√
2	Kesesuaian format dengan isi materi buku				√
3	Penampilan unsur tata letak pada kulit muka, belakang dan punggung memiliki satu kesatuan			√	
4	Memiliki pusat pandang (<i>point center</i>) yang baik				√
5	Proporsi tampilan tata letak tiap unsur sesuai				√
6	Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi				√
7	Memiliki tingkat kekontrasan yang baik				√
Tata letak					
8	Penempatan unsur tata letak konsisten (sesuai pola)			√	
9	Memberikan kesan irama yang baik (muka, belakang, dan punggung)				√
10	Penempatan gambar sesuai				√

Diadaptasi dari instrumen penilaian buku teks pelajaran Biologi SMA/MA oleh BSNP tahun 2014

Rekomendasi/saran

5. Gambar cover sebaiknya milik penulis
6. Format teks banyak kata yang nyambung tanpa spasi
7. Banyak ruang kosong masih ditemui, layout diperbaiki
8. Masih ada jenis dan ukuran yang berbeda

Semarang, 9-3-2020
 Validator:

 Dr. Gigit Saptoro

INSTRUMEN VALIDASI MATERI TERHADAP MODUL PERUBAHAN
LINGKUNGAN BERBASIS *STEM* UNTUK SISWA SMA

Satuan pendidika : SMA

Materi pelajaran : Biologi

Peneliti : Widya Riyani

Dalam rangka penulisan skripsi untuk penyelesaian studi Program Sarjana Universitas Negeri Semarang, Saya bermaksud mengadakan penelitian dengan judul “Pengembangan modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* untuk Siswa SMA”. Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Bapak/Ibu dosen berkenan untuk memberikan penilaian terhadap modul ini. Atas bantuan Bapak/Ibu, Saya ucapkan terima kasih.

Tujuan : Untuk mengetahui validitas modul perubahan lingkungan berbasis *STEM* untuk siswa SMA

Identitas

Nama : Drs. Bambang Priyono. M.Si

NIP : 195703101988101001

Instansi : FMIPA. UNNES

Petunjuk Pengisian :

1. Isilah nama, NIP, dan instansi Bapak/Ibu pada tempat yang telah disediakan.
2. Berilah tanda cek (√) pada kolom 1, 2, 3, atau 4 yang ada dalam kolom skor sesuai dengan pendapat dan penilaian Anda.
3. Rekomendasi/saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada tempat yang disediakan.
4. Setelah selesai mengisi seluruh item pernyataan, tulislah nama dan tanda tangan Bapak/Ibu pada bagian yang tersedia.

No	Butir	Skor			
		1	2	3	4
Dimensi Pengetahuan					
1	Relevansi tujuan pembelajaran dengan Kompetensi Dasar			√	
2	Akurasi materi			√	
3	Kontekstual			√	
Kebahasaan					
4	Bahasa mudah dipahami siswa				√
5	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia			√	
6	Kemampuan memotivasi			√	
7	Penggunaan bahasa sesuai tingkat perkembangan siswa				√
8	Penggunaan istilah, simbol/lambang, dan nama ilmiah			√	
Teknik Penyajian					
9	Sistematika penyajian				√
10	Keruntutan penyajian			√	

.Rekomendasi/saran

.....

Semarang, 27-3-2020

Validator

(Drs. H. M. H. P.)

Tabel 4.3 Rekapitulasi Tanggapan Guru Biologi terhadap Modul Perubahan Lingkungan Berbasis *STEM*

Indikator	Pernyataan dalam instrumen	Skor	Jumlah skor	Presentase
Aspek kegrafikan	1. Desain modul menarik	4	11	91,6%
	2. Kejelasan warna menarik	4		
	3. Tampilan modul menarik	3		
Aspek materi	4. Pokok materi yang terdapat dalam modul tersusun secara sistematis	4	11	91,6%
	5. Teori, contoh, dan gambar yang disajikan sudah sesuai dan akurat	3		
	6. Penggunaan modul membawa kebermanfaatan, serta meminimalkan pengeluaran biaya dan waktu untuk belajar			
Aspek bahasa	7. Bahasa dalam modul mudah dipahami	3		75%
	8. Bahasa menumbuhkan rasa senang ketika siswa membacanya	3		
	9. kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia	3		
Rata-rata Kriteria Keputusan uji				86% Sangat baik Tidak perlu revisi

Tabel 4.6 Rekapitulasi Tanggapan Siswa

No	Pernyataan dalam Instrumen	Skor	Presentase	Kriteria
1	Tampilan modul menarik	52	81,25%	Sangat baik
2	Modul ini membuat saya lebih bersemangat dalam belajar biologi	53	82,81%	Sangat baik
3	Gambar/foto menarik Saya untuk mempelajari materi	54	84,4%	Sangat baik
4	Penyajian materi dalam modul ini disajikan secara sistematis	53	82,8%	Sangat baik
5	Penyampaian materi dalam modul ini berkaitan dengan kehidupan sehari hari	53	82,8%	Sangat baik
6	Modul ini dilengkapi dengan foto gambar pendukung materi	61	95,3%	Sangat baik
7	Penggunaan modul membawa kebermanfaatan, serta meminimalkan pengeluaran biaya dan waktu untuk pembelajaran	46	71,87%	Baik
8	Bahasa yang digunakan dalam modul ini mempermudah Saya dalam memahami isinya	54	84,37%	Sangat baik
9	Bahasa menumbuhkan rasa senang ketika Saya membacanya	49	76,56%	Baik
10	Huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	52	81,25%	Sangat baik
	Rata-rata		82,34%	Sangat baik

Tabel 4.2 Rekapitulasi Validasi Ahli Media terhadap Modul Perubahan Lingkungan Berbasis *STEM*

Indikator	Butir dalam instrumen	skor	Jumlah skor	Presentase
Ukuran buku	1. kesesuaian ukuran buku dengan standar ISO	4	27	96,4%
	2. Kesesuaian format dengan isi materi buku	4		
	3. penampilan unsur tata letak pada kulit muka, belakang dan punggung memiliki satu kesatuan	3		
	4. memiliki pusat pandang (<i>point center</i>) yang baik	4		
	5. proporsi tampilan tata letak tiap unsur sesuai	4		
	6. warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	4		
	7. memiliki tingkat kekontrasan yang baik	4		
Tata Letak	8. Penempatan unsur tata letak konsisten (sesuai pola)	3	11	92%
	9. Memberikan kesan irama yang baik (muka, belakang, dan punggung)	4		
	10. Penempatan gambar sesuai	4		
Rata-rata Kriteria Keputusan uji				94,2% Sangat baik Tidak perlu revisi

Tabel 4.1 Rekapitulasi Validasi Ahli Materi terhadap Modul Perubahan Lingkungan Berbasis *STEM*

Indikator	Butir dalam instrument	Skor	Jumlah skor	Presentase
Dimensi Pengetahuan	1. Relevansi tujuan pembelajaran dengan Kompetensi Dasar	3	9	75%
	2. Akuransi materi	3		
	3. Konstektual			
Kebahasaan	4. Bahasa mudah dipahami siswa	4	17	85%
	5. Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia	3		
	6. Kemampuan memotivasi	4		
	7. Penggunaan bahasa sesuai tingkat perkembangan siswa	3		
	8. penggunaan istilah, simbol atau lambang, dan nama ilmiah			
Teknik Penyajian	9. Sistematika penyajian	4	7	87,5%
	10. Keruntutan penyajian	3		
Rata-rata Kategori Keputusan Uji				82,5% Baik Tidak perlu revisi

Tabel 4.2 Rekapitulasi Validasi Ahli Media terhadap Modul Perubahan Lingkungan Berbasis *STEM*

Indikator	Butir dalam instrumen	skor	Jumlah skor	Presentase
Ukuran buku	11. kesesuaian ukuran buku dengan standar ISO	4	27	96,4%
	12. Kesesuaian format dengan isi materi buku	4		
	13. penampilan unsur tata letak pada kulit muka, belakang dan punggung memiliki satu kesatuan	3		
	14. memiliki pusat pandang (<i>point center</i>) yang baik	4		
	15. proporsi tampilan tata letak tiap unsur sesuai	4		
	16. warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	4		
	17. memiliki tingkat kekontrasan yang baik	4		
Tata Letak	18. Penempatan unsur tata letak konsisten (sesuai pola)	3	11	92%
	19. Memberikan kesan irama yang baik (muka, belakang, dan punggung)	4		
	20. Penempatan gambar sesuai	4		
Rata-rata Kriteria Keputusan uji				94,2% Sangat baik Tidak perlu revisi

DOKUMENTASI



Peserta didik mengerjakan modul



peserta didik mengisi angket tanggapan



peserta didik yang di uji

MODUL BIOLOGI

Berpendekatan STEM
Model PBL

Materi Perubahan Lingkungan



Ilustrasi:
<https://www.coinet.org.uk/>

Untuk siswa kelas X SMA



Widya Riyani

DAFTAR ISI

Cover	1
Daftar isi	2
Prakata	3
Pengantar.....	4
Petunjuk Penggunaan Modul	5
Sintak <i>Problem Based Learning</i>	6
Pendekatan <i>STEM</i>	7
Langkah-langkah pendekatan <i>STEM</i>	8
Kompetensi Dasar Materi Perubahan Lingkungan	11
Modul I	12
a. Gambar I Kebakaran Hutan	13
b. Gambar II Gunung Meletus	13
c. Gambar III Tumpahan Minyak.....	13
d. Gambar IV Pencemaran Tanah	13
e. Gambar V Tumpahan Minyak	14
Latihan Soal.....	15
Modul II	16
a. Grafik ISPU.....	17
Latihan Soal	18
Modul III	19
a. Tabel Luas Penggunaan Lahan	19
Latihan Soal	20
Modul IV.....	21
a. Grafik Data Banjir.....	21
Latihan Soal	22
Modul V.....	23
a. Tabel mangrove	24
Rangkuman	25
Glosarium.....	26
Daftar Pustaka	27
Riwayat Tentang Penulis.....	28

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan modul materi perubahan lingkungan dengan model *Problem Based Learning (PBL)* untuk kelas X SMA. Semoga bahan ajar ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca.

Modul perubahan lingkungan merupakan bahan ajar yang dikembangkan sedemikian rupa dengan mengangkat peristiwa perubahan lingkungan yang ada di sekitar peserta didik dari sudut pandang sains. Lahirnya ide pengembangan ini karena masih minimnya bahan ajar yang menganalisis permasalahan di sekitar lingkungan siswa Semarang. Modul ini menggunakan model *Problem Based Learning (PBL)* berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)*, untuk modul perubahan lingkungan. Modul ini diharapkan dapat membentuk siswa memiliki sikap lebih peduli terhadap lingkungannya.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Prof. Dr. Sri Ngabekti, M.S. Dosen penguji Prof. Dr. Retno Sri Iswari S.U. dan Dr. Saiful Ridlo, M. Si. Serta validator Dr. Sigit Saptono, Drs. Bambang Priyono, M.Si. yang telah mendukung dan membantu tersusunnya dan terselesaikannya modul ini. Kritik dan saran yang membangun selalu dinantikan demi perbaikan modul ini.

Semarang, 2020

Penyusun

PENGANTAR

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009, lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang memengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Antara makhluk hidup dengan lingkungannya terjadi interaksi. Lingkungan dapat mengalami perubahan, baik karena kegiatan manusia atau peristiwa alam.

Perubahan lingkungan berpengaruh pada makhluk hidup yang ada dalam lingkungan tersebut. Bagaimana upaya peserta didik untuk mengatasi masalah perubahan lingkungan menjadi Pekerjaan Rumah bagi peserta didik, sebagian lahan hijau atau ladang yang berubah menjadi perumahan-perumahan menjadikan keasrian berkurang, mengakibatkan padatnya penduduk di lingkungan yang akan berimbas pada panasnya sirkulasi udara karena berkurangnya pepohonan yang awalnya menjadi penghijauan lingkungan. Salah satu mengatasi masalah perubahan lingkungan yaitu dengan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)*.

Menurut Tsupros (2009), *STEM* adalah pendekatan interdisipliner untuk mempelajari berbagai konsep akademik yang disandingkan dengan dunia nyata dengan menerapkan prinsip-prinsip *Science, Technology, Engineering and mathematics* : yang menghubungkan antara sekolah dan dunia global memberikan ruang untuk pengembangan *STEM* literasi dan memiliki kemampuan untuk bersaing dalam dunia baru.

Penerapan pendekatan pembelajaran berbasis *STEM* dapat mengajarkan beberapa kasus permasalahan perubahan lingkungan bagi peserta didik. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* merupakan pendekatan dengan empat aspek serasi untuk menyelesaikan masalah nyata dan juga untuk pembelajaran berbasis masalah. Pendekatan ini mampu menciptakan suasana pembelajaran yang aktif karena keempat aspek itu sangat dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

BAGI GURU

1. Menjelaskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam pembelajaran Biologi materi Perubahan Lingkungan
2. Membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok guna melakukan kegiatan diskusi.
3. Memberikan informasi kepada peserta didik untuk membaca modul sebelum pembelajaran dimulai serta mengerjakan latihan soal yang ada di modul.
4. Membimbing peserta didik dalam pembelajaran di kelas.

BAGI SISWA

1. Peserta didik membaca dan memahami tujuan pembelajaran yang akan dicapai.
2. Peserta didik membaca modul perubahan lingkungan sebelum pembelajaran.
3. Peserta didik mengerjakan soal-soal latihan yang sudah tersedia di dalam modul perubahan lingkungan
4. Peserta didik membacakan hasil diskusi

PENDEKATAN STEM

KOMPONEN	PENGERTIAN
S <i>(Science)</i>	Sains adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran, sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah, atau berkaitan dengan alam untuk memahami alam semesta yang merupakan dasar dari teknologi.
T <i>(Technology)</i>	Teknologi adalah tentang inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia sehingga membuat kehidupan lebih baik dan lebih aman.
E <i>(Engineering)</i>	Enjiniring adalah pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan.
M <i>(Mathematics)</i>	Matematika adalah ilmu tentang pola-pola dan hubungan-hubungan dan menyediakan bahasa bagi teknologi, sains, enjiniring, atau merupakan ilmu yang mempelajari keteraturan pola dan hubungannya.

(Jauhariyyah. 2017)

Contoh Langkah-langkah Solusi Masalah Dengan Pendekatan *STEM*

STEM merupakan singkatan dari sebuah pendekatan pembelajaran interdisiplin antara *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. 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 peserta didik mampu untuk menyatukan konsep abstrak dari setiap aspek.

a. Science

Banjir merupakan suatu kondisi di mana terjadi luapan air yang berlebih yang mengakibatkan terendamnya suatu wilayah. Banjir adalah air dalam volume besar yang menggenangi sebuah daerah, banjir pun bisa diartikan sebagai aliran air yang tidak dapat lagi tertampung oleh sungai, laut, danau, dan saluran lainnya. Biasanya air banjir berasal dari sungai atau hujan lebat yang terus menerus. Saat bencana ini terjadi, banyak orang kehilangan harta benda mereka. Bahkan sampai menimbulkan korban jiwa. Karena itu, kita harus tahu tentang penyebab banjir agar bisa mengambil langkah tepat untuk mencegah dan mengatasi solusinya.

b. Technology

Teknologi untuk mengatasi terjadinya banjir antara lain:

- Pembatas perimeter sementara
- Bendungan
- *Self-closing food barrier*
- Pengelolaan sungai
- Pengelolaan pantai

C. Engineering

Berikut langkah-langkah mengatasi banjir

1. Pembatas primer sementara

Caranya dilakukan dengan memasang tembok yang terdiri dari dua tabung karet yang terhubung oleh satu tabung yang lebih besar.

2. Bendungan

Bendungan dan tempat penampungan air lainnya sangat cocok digunakan untuk mengurangi debit air yang melintas lewat sungai. Terlebih, jika bendungan tersebut dibangun dengan kapasitas untuk menanggulangi air berlebih saat musim hujan, maka setidaknya banjir pun bisa terhambat.

3. *Self-closing food barrier*

Teknologi ini didesain untuk melindungi orang dan bangunan terhadap banjir yang berasal dari hujan deras, angin topan, atau salju yang meleleh terlalu cepat. Caranya dengan mendirikan sebuah tembok yang mengelilingi sebuah bangunan dan bisa naik-turun sesuai dengan tingkat air yang ada.

4. Pengelolaan sungai

Di banyak negara, sungai yang rawan banjir kebanyakan dipasang tanggul, pematang, waduk, dan bendungan yang bisa digunakan untuk mencegah luapan air sungai. Jika hal tersebut tidak berhasil, maka biasanya akan ditambahkan tembok di sekeliling bantaran sungai.

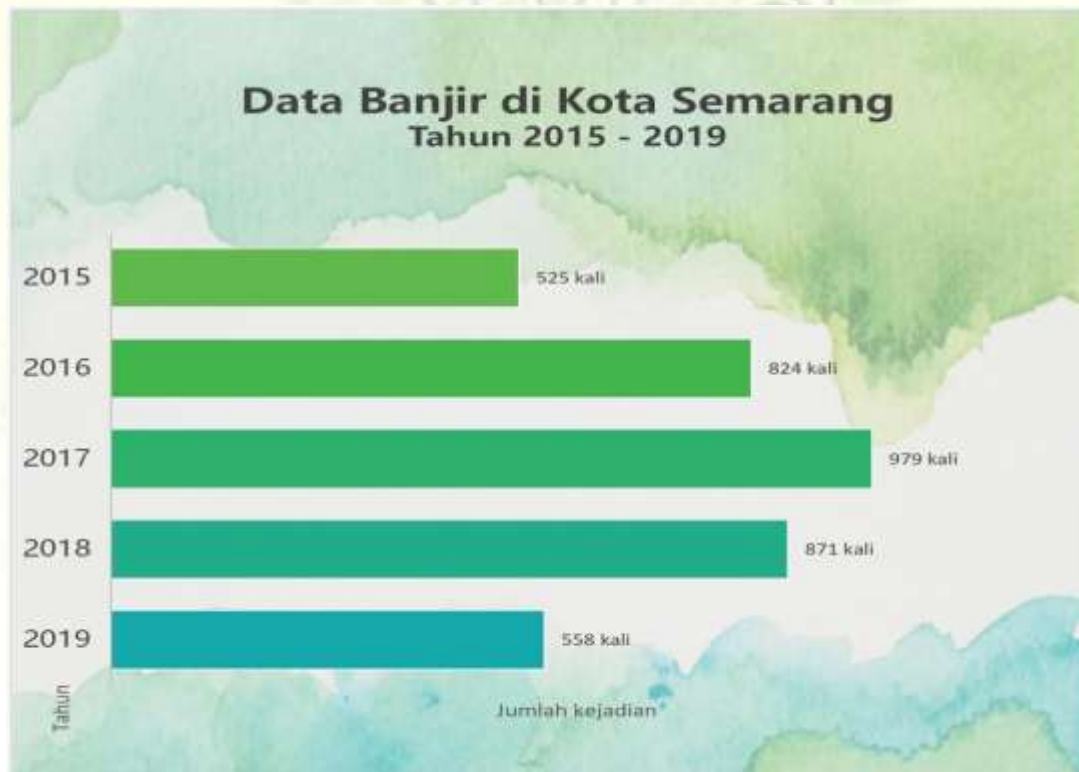
Sulistyawati. 2016

5. Pengelolaan pantai

Banjir juga bisa berasal dari air pasang laut. Oleh karenanya, sistem pertahanan banjir juga dibuat mulai dari garis pantai. Di Amerika dan Eropa misalnya, banyak negara memasang tembok laut, memperkuat pantai dengan bakau, hingga membangun pulau pelindung. Sehingga bertujuan, deburan air laut tidak terus mengikis daratan. Palsalnya, jika daratan terus terkikis, air pasang akan makin mudah naik dan menyebabkan banjir.

d. Mathematics

Mathematics menunjukkan data hasil pengamatan banjir dari tahun ke tahun yang disajikan dalam bentuk diagram agar mudah dianalisis.



Sumber referensi: Merdeka.com

Kompetensi Dasar Materi Perubahan Lingkungan

KOMPETENS I DASAR	3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan dan penyebab, serta dampak dari perubahan-perubahan tersebut bagi kehidupan. 4.11 Mengajukan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan sesuai konteks permasalahan lingkungan di daerahnya.
INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	
<ol style="list-style-type: none">1. Menganalisis data perubahan lingkungan dan mengusulkan alternatif upaya pencegahan dan penanggulangan di sekitar Kota Semarang2. Menganalisis data perubahan suhu udara di Kota Semarang3. Menganalisis data perubahan lahan menjadi bangunan di Kota Semarang4. Menganalisis data perubahan banjir di Kota Semarang5. Menganalisis data perubahan luas mangrove di Kota Semarang	
TUJUAN PEMBELAJARAN	
<ol style="list-style-type: none">1. Peserta didik mampu menguasai materi pada modul perubahan lingkungan2. Peserta didik mampu menjelaskan tentang perubahan lingkungan3. Peserta didik mampu mendeskripsikan tentang perubahan lingkungan4. Peserta didik mampu menganalisis dampak perubahan lingkungan5. Peserta didik mampu mengusulkan pendapat tentang perubahan lingkungan	

BAB 1

Faktor Penyebab Perubahan Lingkungan

Uji Konsep 1

Tahukah anda, apa itu Perubahan Lingkungan ?

Mengapa belajar Perubahan Lingkungan itu penting ?

Berikan pendapat anda



Perubahan lingkungan dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu : faktor alami dan faktor buatan.

a. Faktor alami

Faktor alami penyebab perubahan lingkungan, diantaranya letusan gunung berapi, banjir, tanah longsor, rusaknya pantai, hilangnya terumbu karang dan tumbuhan alga, kebakaran hutan, badai, bahkan tsunami dapat menyebabkan terputusnya rantai makanan yang menunjukkan bahwa lingkungan sudah terganggu. Tidak dapat dipungkiri bahwa, seringkali bencana seperti banjir dan tanah longsor juga disebabkan oleh kecerobohan manusia. Bencana alam tersebut dapat mengubah lahan pertanian menjadi danau, kawasan yang telah tertata menjadi porak poranda, dan populasi suatu jenis makhluk hidup dapat menurun atau musnah.

b. Faktor Manusia

Manusia dengan kemampuannya untuk mengembangkan ilmu dan teknologi, mempunyai pengaruh yang sangat besar baik pengaruh yang memusnahkan lingkungan maupun yang meningkatkan kualitas lingkungan. Dalam upaya memenuhi kebutuhan hidupnya manusia mampu mengubah lingkungan sesuai dengan yang diinginkan, misalnya dengan cara mengeksploitasi sumber daya alam (SDA) tanpa memikirkan dampaknya.

Pembabatan dan kebakaran hutan menyebabkan dampak yang sangat luas yang berakibat hilangnya humus tanah, ketandusan tanah, berkurangnya sumber air, dan rusaknya tatanan ekosistem. Rusaknya tatanan ekosistem akan berakibat migrasi hewan-hewan buas dari hutan ke desa-desa untuk memangsa hewan

ternak bahkan manusia. Gajah, babi, hutan, dan hewan herbivora lainnya tidak akan dapat mempertahankan hidup di hutan yang rusak hewan-hewan tersebut.

bermigrasi ke perkampungan penduduk dengan merusak tanaman budidaya manusia. Contoh lainnya dari aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan keseimbangan lingkungan adalah pencemaran sampah organik, penebangan hutan, penggunaan pestisida berlebihan, tumpahan minyak ke air laut, dan limbah industri, Anshori (2009).



Gambar 1. Kebakaran hutan.

Sumber. Cnbindonesia.com



Gambar 2. Gunung meletus.

Sumber. Ilmusiana.blogspot.com



Gambar 3. Tumpahan minyak.

Sumber. Liputan6.com



Gambar 4. Pencemaran tanah.

Sumber. Pendidikanindonesia.com

Planet bumi, memiliki cadangan minyak dan gas dalam jumlah besar, yang terperangkap jauh di bawah permukaannya. Terkadang, cadangan ini mengalami peretasan sehingga sejumlah minyak atau gas merembes keluar. Peristiwa alami ini adalah salah satu penyebab kerusakan besar bagi ekosistem lingkungan.



Gambar 5. Tumpahan minyak

Sumber. Greeners.com

Di sisi lain, ada kalanya masalah yang sama terjadi akibat kegiatan manusia, terutama tumpahan minyak yang mengakibatkan kerusakan ekosistem laut. Kegiatan-kegiatan tersebut antara lain aktivitas pelayaran, penangkapan ikan dan sumber daya hayati laut lainnya, pengeboran minyak dan gas lepas pantai (*offshore*), hingga kecelakaan-kecelakaan tumpahan minyak dari kapal tanker, dan kebocoran pipa anjungan minyak lepas pantai. Berbagai kecelakaan di laut yang menyebabkan tumpahan minyak.

Ayo Diskusi

Berdasarkan permasalahan di atas, diskusikan bersama teman anda untuk melakukan penelitian atau investigasi dan menjawab masalah di atas!

1. Apa penyebab terjadinya perubahan lingkungan yang berupa tumpahan minyak ke laut?

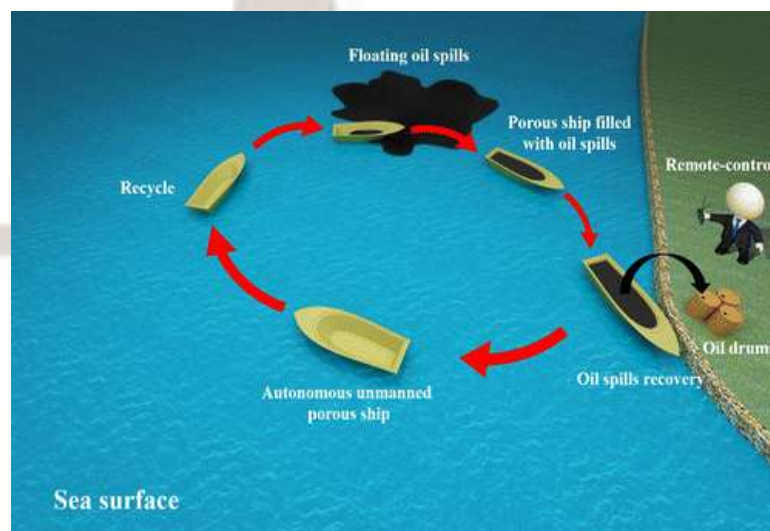
jawab: cadangan minyak dan gas di bumi mengalami peretasan sehingga sejumlah minyak atau gas merembes keluar.

2. Apa dampak yang terjadi akibat tumpahan minyak ke laut?

jawab: Dampak yang terjadi adalah merusak ekosistem laut karena tumpahan minyak dari aktivitas pelayaran, penangkapan ikan hingga kecelakaan pada kapal tanker. Tuliskan gagasanmu untuk mengatasi masalah perubahan lingkungan dengan pendekatan *STEM*

Salah satu teknologi yang baik dan sedang dikembangkan untuk membersihkan tumpahan minyak di laut secara efektif adalah menggunakan material hidrofobik dan oleofilik. Hidrofobik berasal dari kata hidro yang artinya air dan fobia artinya takut, sedangkan oleofilik dari kata oleo yang artinya minyak dan filia artinya suka.

Langkah penggunaan teknologi tersebut yaitu pada saat kapal/perahu tersebut melintas sebuah perairan yang mengandung minyak, maka secara otomatis minyak akan diserap dan air akan tertahan dipermukaannya, minyak kemudian masuk ke dalam lambung kapal melalui pori berukuran $100\mu\text{m}$. Minyak yang terserap ini selanjutnya bisa dibawa ke darat untuk diolah lebih lanjut. Ilustrasi di tunjukan oleh gambar berikut.



<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Mathematics</i>
Peristiwa tumpahan minyak yang terjadi dilepas pantai disebabkan oleh munculnya gelembung gas.	1. oil boom 2. skimmer 3. absorbent	Konfigurasi V adalah membentuk konfigurasi V dibutuhkan 2 perahu yang masing masingnya dihubungkan dengan ujung oil boom	

3. Presentasikan hasil diskusi berdasarkan kelompok yang telah ditentukan oleh guru!

TUGAS MANDIRI

4. Rumuskan hasil diskusi tentang penyebab, cara penanggulangan dan dampak dari tumpahan minyak tersebut!

.....

.....

BAB 2

Kualitas Suhu Udara di Semarang

kualitas suhu udara di perkotaan seringkali identik dengan tingginya tingkat polusi udara dan lebih panas dibandingkan dengan di wilayah luar kota, polusi disebabkan karena aktivitas industri, transportasi, dan rumah tangga. sementara itu, suhu yang lebih panas dikenal dengan istilah *Urban Heat Island* (UHI). UHI adalah kondisi dimana suhu dipusat kota lebih tinggi dibandingkan disekitarnya. Hal ini disebabkan karena jumlah bangunan tinggi dan beton telah menyerap panas disiang hari dan tertahan lebih lama. Pada proses pelepasan panas kembali ke udara, bangunan beton membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan tanaman, sehingga pada malam hari udara dipusat kota lebih tinggi.

Keadaan tersebut semakin diperparah dengan adanya dampak perubahan iklim yang ditandai dengan meningkatnya suhu global. Suhu global ini akan mempengaruhi kondisi suhu ditingkat lokal. Perubahan suhu ditingkat lokal selanjutnya akan mempengaruhi kualitas udara di daerah tersebut. Suhu yang tinggi, zat polutan yang ada di udara mengalami hambatan dalam reaksinya sehingga menyebabkan kualitas udara semakin memburuk.

Meningkatnya kandungan emisi karbon di udara, telah mengakibatkan meningkatnya suhu udara. pengukuran suhu juga dilakukan oleh BMKG dan memperlihatkan adanya kenaikan suhu udara di berbagai tempat di Indonesia walaupun hasilnya masih terdapat beragam tingkat kepercayaan.



Ayo berlatih berpikir!



Mengorganisasikan siswa untuk meneliti.

1. Apa penyebab terjadinya perubahan kualitas suhu udara di Kota Semarang?
jawab: penyebabnya yaitu adanya asap dari kendaraan bermotor dan asap pabrik
2. Apa dampak dari pencemaran suhu udara di Kota Semarang?
jawab: yaitu kualitas udara mengandung debu atau partikel yang dapat mengganggu saluran pernafasan
3. Tuliskan gagasanmu untuk mengatasi masalah kualitas udara dengan pendekatan **STEM!**

Teknologi untuk mengatasi kualitas kadar udara yaitu jika tidak ada awan potensial maka dilakukan penghilangan lapisan inversi, yaitu dengan melakukan semai pada lapisan-lapisan inversi dengan menggunakan *dry ice* dengan tujuan lapisan tersebut menjadi tidak stabil.

Lapisan inversi ini menjadi salah satu penghalang bagi polutan untuk terbang secara vertikal, sehingga polutan terakumulasi di permukaan hingga di bawah lapisan inversi.

<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Mathematics</i>
Kualitas udara adalah ukuran yang digunakan untuk menilai pencemaran udara	Pembuatan hujan buatan	Melalui proses pemanasan setelah itu proses penguapan kemudian menjadi awan. awan tersebut semakin lama akan semakin besar karena uap air semakin banyak	

4. Presentasikan hasil diskusi kelompok dan diskusi kelas sesuai dengan kelompok yang dibagikan oleh guru!

TUGAS MANDIRI

5. Rumuskan hasil diskusi tentang penyebab, cara penanggulangan dan dampak dari kualitas udara!
.....
.....

BAB 3

Perubahan Lingkungan Lahan

Pembangunan lahan menjadi perumahan

Adanya pembangunan baru di beberapa wilayah yang kurang strategis tentunya akan memberikan dampak bagi lingkungan. Dimana lahan yang seharusnya dapat digunakan untuk menanam kebutuhan pangan menjadi hilang. Hal ini menyebabkan lahan tersebut menjadi tidak produktif. Sedangkan pembangunan jalan yang tidak mematuhi aturan yang telah ditetapkan juga akan memberikan dampak pada lingkungan.

Berikut adalah data perubahan lahan menjadi bangunan di Kota Semarang.

Luas Penggunaan Lahan Sawah (Hektar)

Kecamatan	Tahun				
	2012	2013	2014	2015	2016
Mijen	886.50	886.50	886.50	815	815
Banyumanik	96	96	96	57	57
Tembalang	432	432	432	432	432
Genuk	94	94	94	79.30	79.30
Tugu	454	454	454	454	454
Kota Semarang	3 826.97	3 826.97	3 826.97	3 700.77	3 700.77

Sumber Referensi: *Tansif Landola.com*

Ayo diskusi !

1. Apa penyebab terjadinya perubahan luas lahan di Kota Semarang?
jawab: terjadinya tanah longsor, perluasan batas kota, peremajaan batas kota, perluasan jaringan infrastruktur, tumbuh dan hilangnya pemutusan aktivitas tertentu.
2. Apa dampak dari perubahan luas lahan di Kota Semarang?
jawab : berubahnya struktur mata pencaharian penduduk, berubahnya orientasi pemanfaatan kegunaan menjadi bernilai komersalisme
3. Pada tahun berapakah terjadi perubahan luas lahan tertinggi di Kota Semarang?
jawab : perubahan luas lahan tertinggi di Kota Semarang pada tahun 2012, 2013, 2014
4. Tuliskan gagasanmu untuk mengatasi masalah perubahan luas lahan di Kota Semarang dengan pendekatan *STEM* !

Science	Technology	Engineering	Mathematics
Salah satu yang menjadi sorotan adalah percepatan penggelaran jaringan telekomunikasi di seluruh wilayah Indonesia	Indust satelit	Satelit diluncurkan menggunakan roket atau pesawat luar angkasa menuju titik orbit yang dituju	

5. Presentasikan hasil diskusi kelompok dan diskusi kelas sesuai dengan kelompok yang dibagikan oleh guru!

TUGAS MANDIRI

6. Rumuskan hasil diskusi tentang penyebab, cara penanggulangan dan dampak dari perubahan luas lahan di Kota Semarang!

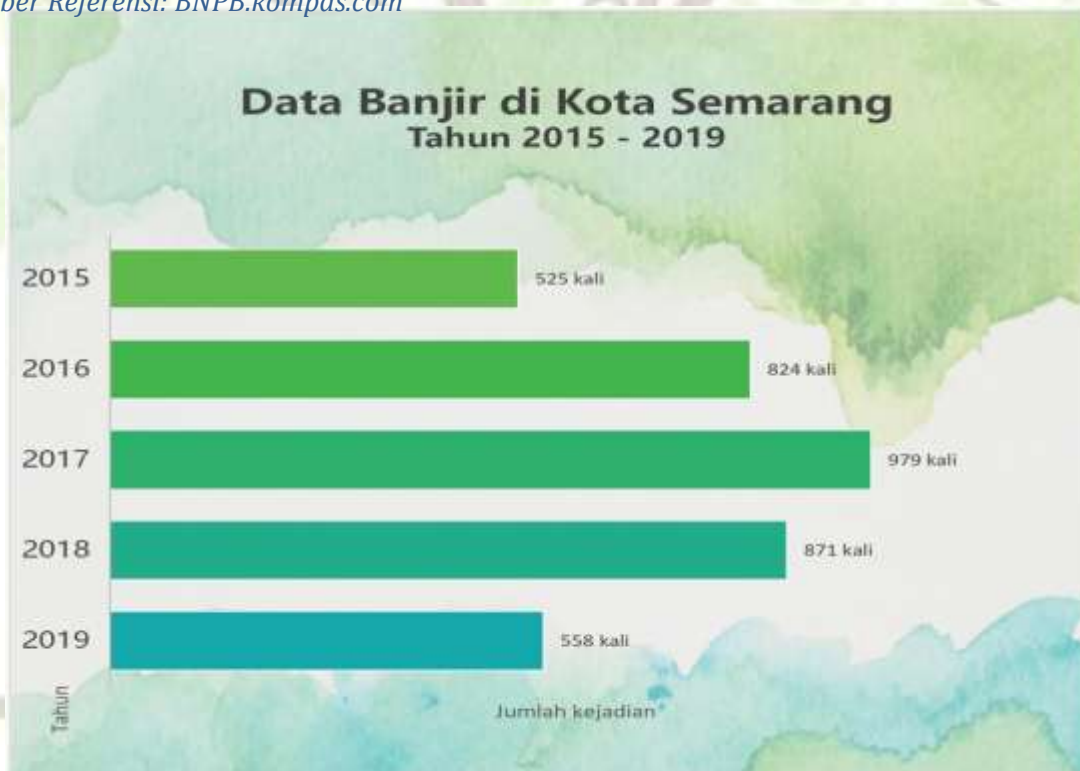
BAB 4

Bencana banjir di Kota Semarang

Bencana alam banjir dapat terjadi apabila sistem drainase suatu daerah tidak bekerja dengan baik, selain itu juga dapat disebabkan oleh penumpukan sampah yang ada di sungai. Banjir memang bencana yang tidak dapat diprediksi kapan terjadinya, akan tetapi bencana ini memberikan dampak bagi lingkungan yang terkena.

Berikut adalah Data bencana banjir di Kota Semarang.

Sumber Referensi: BNPB.kompas.com



Ayo berlatih!

1. Apa penyebab terjadinya banjir?

jawab : membuang sampah sembarangan, saluran pembuangan tersumbat, penurunan permukaan tanah

2. Apa dampak dari terjadinya banjir?

jawab : kesulitan mendapatkan air bersih, menimbulkan korban jiwa, menimbulkan masalah kesehatan

3. Pada tahun berapakah terjadi banjir tertinggi dan terendah di Kota Semarang?

jawab : tertinggi pada tahun 2007. terendah 2015

4. Tuliskan gagasanmu untuk mengatasi masalah banjir dengan pendekatan *STEM*

<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Mathematics</i>
Banjir merupakan suatu kondisi yang mengakibatkan terendahnya suatu wilayah	Bendungan	Harus dipasang tanggul pematang, waduk digunakan untuk mencegah luapan air sungai	

5. presentasikan hasil diskusi kelompok dan diskusi kelas sesuai dengan kelompok yang dibagikan oleh guru!

TUGAS MANDIRI

6. RUMUSKAN HASIL DISKUSI tentang faktor penyebab, cara penanggulangan dan dampak dari banjir!

.....

.....

.....

BAB 5

Perubahan Luas Mangrove

MANGROVEMAGZ. Pada tanggal 24 Juni 2015, mulai pukul 09.00 WIB, bertempat di Kantor Dinas Pertanian Kota Semarang, telah diselenggarakan rapat Penyusunan Updating Data Potensi dan Kerusakan Pesisir Kota Semarang. Kegiatan yang dihadiri oleh para Anggota KKMKS (Kelompok Kerja Mangrove Kota Semarang – red) ini, mendengarkan hasil penyampaian materi hasil penelitian konsultan mengenai kondisi terbaru mangrove di pesisir Semarang.

Penelitian dilakukan di Kelurahan Mangkang Wetan dan Mangunharjo yang masing-masing merupakan bagian dari Kecamatan Tugu. Selain itu, juga dilakukan data ground check di Pantai Maron yang merupakan wilayah Kecamatan Semarang Barat dan Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Genuk. dilakukan pemaparan mengenai kondisi pesisir Semarang dari udara, dengan menggunakan Citra Landsat 7 dan 8, masing-masing perekaman tahun 2010 dan 2015 untuk mengetahui kondisi luas area dan sebaran mangrove terbaru di pesisir Kota Atlas ini.

Dari data Citra Landsat tahun 2015, dapat diketahui bahwa Sebaran Mangrove di Wilayah Pesisir Kota Semarang mengalami peningkatan luasan yang diakibatkan dari banyaknya program rehabilitasi mangrove di Kota Semarang.

Berikut ini adalah data dan Sebaran Mangrove Pesisir Kota Semarang :

Sebaran Mangrove di Wilayah Pesisir Kota Semarang

No.	Wilayah Kecamatan	Luas Mangrove tahun 2010 (Ha) (a)	Luas Mangrove tahun 2015 (Ha) (b)	Presentase Perubahan Lahan Mangrove (%)
1	Kecamatan Genuk	8,18	15,93	94,7
2	Kecamatan Tugu	18,63	48,24	158,9
3	Kec. Semarang Barat	5,94	3,96	33,33
	Jumlah (Ha)	32,85	68,13	207,34%

Sumber Data : a. Citra Landsat 7 perekaman tahun 2010
b. Citra Landsat 8 perekaman Februari 2015.

Ayo diskusi !

1. Apa penyebab terjadinya perubahan sebaran mangrove di wilayah pesisir pantai?
jawab: yaitu diakibatkan dari banyaknya program rehabilitasi mangrove di Kota Semarang
2. Bagaimana dampak terjadinya perubahan sebaran luas mangrove?
jawab: mengalami peningkatan luasan
3. Pada tahun berapakah perubahan sebaran mangrove mengalami peningkatan?
jawab: pada tahun 2015
4. Tuliskan gagasanmu untuk mengatasi masalah perubahan sebaran mangrove dengan pendekatan *STEM*

<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Mathematics</i>
Mengenai kondisi terbaru mangrove di pesisir Kota Semarang	Dengan menggunakan citra langsung 7 dan 8	Melakukan pemaparan mengenai kondisi pesisir Kota Semarang	

5. Presentasikan hasil diskusi kelompok dan diskusi kelas sesuai dengan kelompok yang dibagikan oleh guru!

TUGAS MANDIRI

6. Rumuskan hasil diskusi tentang penyebab, cara penanggulangan dan dampak dari perubahan sebaran mangrove!

.....

.....

.....

RANGKUMAN

- Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan untuk membersihkan minyak yaitu menggunakan material hidrofobik dan oleofobik.
- Perubahan lingkungan disebabkan oleh faktor alami yaitu : banjir, tanah longsor, gempa bumi, dll.
- Perubahan lingkungan disebabkan oleh faktor manusia yaitu: penebangan hutan secara liar, membuang sampah sembarangan, dll.
- Tumpahan minyak mengakibatkan kerusakan ekosistem laut
- Pembabatan dan kebakaran hutan menyebabkan dampak yang sangat luas yang berakibat hilangnya humus tanah, ketandusan tanah, berkurangnya sumber air, dan rusaknya tatanan ekosistem.
- Bencana alam banjir dapat terjadi apabila sistem drainase suatu daerah tidak bekerja secara baik, selain itu juga dapat disebabkan oleh penumpukan sampah yang ada di sungai.
- Sebaran mangrove di wilayah pesisir Kota Semarang mengalami peningkatan luasan yang diakibatkan dari banyaknya program rehabilitasi mangrove di Kota Semarang.
- Udara di musim kemarau bercampur debu dan partikel yang dapat mengganggu pernafasan dan penyakit paru-paru
- Kualitas udara di Kota Semarang sampai saat ini masih menunjukkan indeks yang bagus.

GLOSARIUM

1. Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan
2. Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi polutan di lingkungan.
3. Faktor alam : banjir, gempa bumi, tsunami, gunung meletus, dll.
4. Faktor manusia : penebangan hutan secara liar, membuang sampah sembarangan, polusi udara, dll.
5. Hidrofobik : berasal dari kata hidro yang artinya air dan fobia artinya takut
6. ISPU : Indeks Standar Pencemar Udara
7. Literasi : kemampuan dan keterampilan individu dalam membaca, menulis, berbicara, menghitung dan memecahkan masalah pada tingkat keahlian tertentu.
8. Mangrove adalah hutan yang tumbuh di air payau, dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut.
9. Oleofilik dari kata oleo yang artinya minyak dan filia artinya suka
10. Perubahan lingkungan dalam terganggunya keseimbangan lingkungan dikarenakan faktor alam dan faktor manusia.
11. *STEM : Science Technology Engineering and Mathematics*

DAFTAR PUSTAKA

Anshori, Moch dan Djoko Martono. 2009. BSE Biologi untuk Sekolah Menengah Atas (SMA)-Madrasah Aliah (MA) Kelas X. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

BNPB. Kompas.com

[Http://ristekdikti.go.id/kabar/menristekdikti-harapkan-smart-library-rumah-ilmu-unnes-menjadi-tulang-punggung-pengembangan-e-learning](http://ristekdikti.go.id/kabar/menristekdikti-harapkan-smart-library-rumah-ilmu-unnes-menjadi-tulang-punggung-pengembangan-e-learning).

Ginting, Pedana. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*.

Jakarta: MS.CV YRAMA WIDYA. Hal 17-18.

Implementasi kurikulum 2013 Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses menggunakan tiga model pembelajaran

Ismail. 2002. Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*).

Surabaya.

Jauhariyah, F. R., H. Suwono., Ibrahim. 2017. *Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PJBL) pada Pembelajaran Sains. Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*. Volume 2: 432-436.

Sulistiyowati, Endah, Muhammad Luthfi Hidayat, dan Wigati Hadi Omegawati. 2016. Buku Siswa Biologi untuk SMA / MA Kelas X Kurikulum 2013 Edisi Revisi 2016. Klaten: IntanPariwara.

Torlakson, Tom. 2014. *Innovate. California: California Dedicated to Education Foundation*.

Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

TENTANG PENULIS

Nama : Widya Riyani

Tempat, Tanggal Lahir : Brebes, 14

September 1996 Alamat Email :

Widyariyani251@gmail.com Riwayat

Pendidikan :

- SD Negeri 1 Sigambir, lulus tahun 2009
- SMP Negeri 7 Brebes, lulus tahun 2012
- SMA Negeri 3 Brebes, lulus tahun 2015
- Pendidikan Biologi Universitas Negeri Semarang

