

Lampiran 1. Silabus

SILABUS MATA PELAJARAN BIOLOGI (PEMINATAN MATEMATIKA DAN ILMU-ILMU ALAM)

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 31 Jakarta

Kelas/Semester : X IPA/ 2

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia

KI 3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

KOMPETENSI DASAR	MATERI POKOK	PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut 4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus Biogeokimia)	Ekologi - Komponen ekosistem - Interaksi antar komponen ekosistem - Aliran energi - Piramida ekologi - Siklus biogeokimia - Dinamika komunitas	Mengamati - Mengamati ekosistem dan komponen yang menyusunnya - Mengamati video permasalahan lingkungan yang berkaitan dengan ekologi . Menanya Siswa dimotivasi untuk menanyakan tentang: - Apa saja komponen ekosistem dan bagaimana hubungan antar komponen? - Bagaimana terjadinya aliran energi di alam? - Siklus apa saja yang berlangsung di alam untuk menjaga keseimbangan seperti yang ada di video? Mengumpulkan Data (Eksperimen/Eksplorasi) - Melakukan pengamatan ekosistem di	Tugas - Mengerjakan lembar kerja peserta didik materi ekologi Observasi - Melakukan pengamatan ekosistem dan interaksi dalam ekosistem Tes - Mengerjakan soal <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> materi ekologi	3 pertemuan (6 JP)	- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2011). <i>Campbell Biology Ninth Edition</i>. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings. - Irnaningtyas. (2016). <i>Biologi untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum 2013 Edisi Revisi 2016</i>. Jakarta: Erlangga. - Yusa & Maniam, M.B.S. (2016).

KOMPETENSI DASAR	MATERI POKOK	PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
		lingkungan sekitar dan mengidentifikasi komponen-komponen yang menyusun ekosistem • Menganalisis hubungan antara komponen biotik dengan abiotik serta hubungan antar komponen biotik dalam ekosistem tersebut dan mengaitkannya dengan ketidakseimbangan lingkungan • Mengamati adanya interaksi dalam ekosistem dan aliran energi • Mendiskusikan ketidakseimbangan lingkungan dan memprediksi kemungkinan yang akan terjadi akibat hal tersebut • Mendiskusikan siklus biogeokimia melalui charta • Mendiskusikan ketidakseimbangan lingkungan yang menyebabkan kerusakan siklus tersebut dan memprediksi kemungkinan yang akan terjadi akibat ketidakseimbangan tersebut			<i>Biologi untuk SMA/MA Kelas X.</i> Bandung: Grafindo Media Pratama • Lingkungan sekitar • Artikel mengenai ekologi • <i>Power point</i> materi ekologi

KOMPETENSI DASAR	MATERI POKOK	PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
		Mengasosiasikan • Mendiskusikan data berbagai komponen ekosistem dan mengaitkannya dengan keseimbangan ekosistem yang ada • Mendiskusikan dan menyimpulkan bahwa di alam terjadi keseimbangan antara komponen dan proses biogeokimia • Menyimpulkan bahwa di alam jika terjadi ketidak seimbangan komponen ekosistem termasuk siklus biogeokimi, harus dilakukan upaya rehabilitasi agar keseimbangan proses bisa berlangsung Mengkomunikasikan • Menjelaskan komponen ekosistem, interaksi antar komponen ekosistem, mekanisme aliran energi, ketidak seimbangan ekosistem dan akibatnya • Menjelaskan siklus biogeokimia dan perannya dalam ekosistem • Membuat charta siklus biogeokimia salah satu unsur.			

Lampiran 2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Sekolah : SMAN 31 JAKARTA
 Mata pelajaran : BIOLOGI
 Kelas/Semester : X/2
 Materi Pokok : EKOLOGI
 Alokasi Waktu : 3 pertemuan (6 X 45 menit)

A. KOMPETENSI INTI (KI)

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

*) Melalui pembelajaran tidak langsung (*indirect teaching*), yaitu keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran, serta kebutuhan dan kondisi siswa.

B. KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI (IPK)

Kompetensi Dasar - 3	Kompetensi Dasar - 4
3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut	4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus biogeokimia)

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.10.1 Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem	4.10.1 Membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem
3.10.2 Menganalisis peranan masing-masing komponen dalam ekosistem	4.10.2 Membuat charta siklus biogeokimia (siklus nitrogen/siklus karbon/siklus sulfur/siklus fosfor) dari kajian literatur.
3.10.3 Menganalisis interaksi antar komponen ekosistem	
3.10.4 Menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem yang terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan	
3.10.5 Membedakan tipe piramida ekologi	
3.10.6 Menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem	
3.10.7 Menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem	
3.10.8 Memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem	

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah proses mencari informasi, kajian pustaka, menanya, melakukan penyelidikan, dan diskusi, siswa mampu mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem, menganalisis peranan masing-masing komponen dalam ekosistem, menganalisis interaksi antar komponen ekosistem, menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem, membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem, membedakan tipe piramida ekologi, menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem, membuat charta siklus biogeokimia, menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem, serta memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem dengan penuh tanggung jawab, jujur, disiplin, peduli, santun, dan didasari dengan keimanan terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

D. MATERI PEMBELAJARAN

Materi	Dimensi Pengetahuan			
	Faktual	Konseptual	Prosedural	Meta-kognitif
Komponen ekosistem	Berbagai jenis ekosistem	• Pengertian ekosistem • Komponen abiotik • Komponen biotik		-
Interaksi antar komponen ekosistem	• Interaksi antara komponen biotik dengan abiotik • Interaksi antara komponen biotik dengan komponen biotik lainnya	• Netralisme • Kompetisi • Komensalisme • Amensalisme • Parasitisme • Predasi • Protokooperasi • Mutualisme		-
Aliran energi		• Rantai makanan • Jaring-jaring makanan	Mekanisme aliran energi	-
Piramida ekologi		• Piramida jumlah • Piramida biomassa • Piramida energi		-
Siklus biogeokimia			• Siklus air • Siklus karbon • Siklus nitrogen • Siklus fosfor • Siklus sulfur	-
Dinamika komunitas		• Suksesi primer • Suksesi sekunder		-

E. METODE PEMBELAJARAN

Pendekatan Pembelajaran : Saintifik

Metode Pembelajaran : Kaji pustaka, penyelidikan, diskusi kelompok, tanya jawab, penugasan

Model Pembelajaran : *Problem Based Learning* (PBL) dipadu *Numbered Heads Together* (NHT)

F. ALAT, MEDIA DAN SUMBER PEMBELAJARAN

Alat Pembelajaran

- Laptop dan LCD Proyektor

Media Pembelajaran

- *Power Point* materi ekologi
- Video alga blooming
- Video kebakaran hutan di Riau
- Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Sumber Belajar

- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2011). *Campbell Biology Ninth Edition*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Irnaningtyas. (2016). *Biologi untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum 2013 Edisi Revisi 2016*. Jakarta: Erlangga.
- Yusa & Maniam, M.B.S. (2016). *Biologi untuk SMA/MA Kelas X*. Bandung: Grafindo Media Pratama.

G. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

PERTEMUAN PERTAMA (2 JP)

Indikator Pencapaian Kompetensi:

- 3.10.1 Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem
- 3.10.2 Menganalisis peranan masing-masing komponen dalam ekosistem
- 3.10.3 Menganalisis interaksi antar komponen ekosistem
- 3.10.4 Menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem yang terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan
- 3.10.5 Membedakan tipe piramida ekologi
- 4.10.1 Membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem

Tujuan Pembelajaran:

Setelah proses mencari informasi, kajian pustaka, menanya, melakukan penyelidikan, dan diskusi melalui model pembelajaran PBL dipadu NHT, siswa mampu mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem, menganalisis peranan masing-masing komponen dalam ekosistem, menganalisis interaksi antar komponen ekosistem, menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem, membedakan tipe piramida ekologi, serta membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem dengan penuh tanggung jawab, jujur, disiplin, peduli, santun dan didasari dengan keimanan terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

Langkah Kegiatan Pembelajaran			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan		a. Siswa menjawab salam dari guru. b. Ketua kelas memimpin doa sebelum pelajaran dimulai. c. Siswa dicek kehadiran oleh guru d. Siswa diberi apersepsi dengan ditampilkan gambar berbagai ekosistem. Selain itu, siswa diajukan pertanyaan pembuka oleh guru, misalnya “Apa yang dimaksud dengan ekosistem? Kemudian dilanjutkan dengan pertanyaan “Apa saja komponen yang menyusun ekosistem pada gambar tersebut? Apakah terdapat interaksi antar komponen ekosistem?” e. Siswa dibimbing untuk menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai.	10 menit
Kegiatan Inti (Model <i>Problem Based Learning</i> dipadu <i>Numbered</i>	Tahap 1. Orientasi siswa pada masalah (PBL)	➤ Siswa diajukan masalah kepada permasalahan nyata melalui video alga blooming ➤ Siswa mengamati video yang ditayangkan. ➤ Siswa dibimbing untuk menemukan masalah dari video	10 menit

<i>Heads Together)</i>		yang ditayangkan tersebut. ➤ Siswa menyampaikan permasalahan yang didapat dari video.	
	Tahap 2. Mengorganisasi siswa untuk belajar (PBL) dan <i>numbering</i> (NHT)	➤ Siswa dibantu guru mendefinisikan tugas-tugas belajar dalam kelompok ➤ Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok dengan beranggotakan heterogen. Masing-masing kelompok terdiri dari 4 siswa. ➤ Siswa berkelompok sesuai dengan arahan guru. ➤ Siswa dibagikan nomor dengan ketentuan setiap siswa mendapatkan nomor yang berbeda dengan teman sekelompoknya	10 menit
	Tahap 3. <i>Questioning</i> (NHT)	Siswa diberikan pertanyaan berupa soal pemecahan masalah di LKPD melalui artikel tentang fenomena alga blooming untuk dikerjakan secara berkelompok.	5 menit
	Tahap 4. <i>Head together</i> (NHT) dan guru membimbing siswa dalam penyelidikan (PBL)	➤ Siswa melakukan penyelidikan terhadap permasalahan yang terdapat di artikel. ➤ Siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan pada LKPD berdasarkan artikel dan melalui kegiatan studi pustaka. ➤ Siswa bersama kelompoknya mendiskusikan hasil pengumpulan informasi untuk memecahkan masalah dan menjawab pertanyaan pada LKPD. ➤ Siswa dibimbing oleh guru dalam penyelidikan dan diskusi kelompok ➤ Siswa menyatukan pendapat dan	25 menit

		memastikan teman kelompoknya mengetahui jawaban dari setiap pertanyaan.	
	Tahap 5. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya (PBL) dipadu <i>answering</i> (NHT)	➤ Guru memanggil salah satu nomor dan setiap siswa dari tiap kelompok yang nomornya dipanggil mengangkat tangan ➤ Guru secara random memilih kelompok yang harus menjawab pertanyaan tersebut ➤ Siswa yang ditunjuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok ➤ Guru menunjuk siswa dengan nomor yang sama pada kelompok lain untuk memberikan tanggapan terhadap jawaban siswa dari kelompok sebelumnya	20 menit
	Tahap 6. Menganalisis dan evaluasi proses pemecahan masalah (PBL)	➤ Siswa dibimbing guru menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah ➤ Siswa diberikan refleksi berupa pertanyaan untuk dijawab secara bersama mengenai materi yang telah dipelajari	5 menit
Kegiatan Penutup		Siswa dibimbing guru menyusun kesimpulan hasil investigasi yang telah dikerjakan	5 menit

PERTEMUAN KEDUA (2 JP)

Indikator Pencapaian Kompetensi:

- 3.10.6 Menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem
- 3.10.7 Menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem
- 3.10.8 Memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem
- 4.10.2 Membuat charta siklus biogeokimia (siklus nitrogen/ siklus karbon/siklus sulfur/siklus fosfor) dari kajian literatur

Tujuan Pembelajaran:

Setelah proses mencari informasi, kajian pustaka, menanya, melakukan penyelidikan, dan diskusi melalui model pembelajaran PBL dipadu NHT, siswa mampu menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem, menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem, memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem, serta membuat charta siklus biogeokimia dengan penuh tanggung jawab, jujur, disiplin, santun dan didasari dengan keimanan terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

Langkah Kegiatan Pembelajaran			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan		a. Siswa menjawab salam dari guru. b. Ketua kelas memimpin doa sebelum pelajaran dimulai. c. Siswa dicek kehadiran oleh guru d. Siswa bersama guru me-review materi pada pertemuan sebelumnya e. Siswa diberi apersepsi dengan ditampilkan gambar berbagai ekosistem. Selain itu, siswa diajukan pertanyaan pembuka oleh guru, misalnya “Apakah air di bumi dapat habis? Kemudian dilanjutkan dengan pertanyaan “Apakah ekosistem dapat mengalami perubahan? Faktor apa yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem?” f. Siswa dibimbing untuk menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai.	10 menit
Kegiatan Inti (Model <i>Problem Based Learning</i> dipadu <i>Numbered Heads Together</i>)	Tahap 1. Orientasi siswa pada masalah (PBL)	➤ Siswa diajukan masalah kepada permasalahan nyata melalui video kebakaran hutan di Riau. ➤ Siswa mengamati video yang ditayangkan. ➤ Siswa dibimbing untuk menemukan masalah dari video yang ditayangkan tersebut. ➤ Siswa menyampaikan permasalahan yang didapat dari	10 menit

		video.	
	Tahap 2. Mengorganisasi siswa untuk belajar (PBL) dan <i>numbering</i> (NHT)	➤ Siswa dibantu guru mendefinisikan tugas-tugas belajar dalam kelompok ➤ Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok dengan beranggotakan heterogen. Masing-masing kelompok terdiri dari 4 siswa. ➤ Siswa berkelompok sesuai dengan arahan guru. ➤ Siswa dibagikan nomor dengan ketentuan setiap siswa mendapatkan nomor yang berbeda dengan teman sekelompoknya	10 menit
	Tahap 3. <i>Questioning</i> (NHT)	Siswa diberikan pertanyaan berupa soal pemecahan masalah di LKPD melalui artikel tentang kebakaran hutan di Riau untuk dikerjakan secara berkelompok.	5 menit
	Tahap 4. <i>Head together</i> (NHT) dan guru membimbing siswa dalam penyelidikan (PBL)	➤ Siswa melakukan penyelidikan terhadap permasalahan yang terdapat di artikel. ➤ Siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan pada LKPD berdasarkan artikel dan melalui kegiatan studi pustaka. ➤ Siswa bersama kelompoknya mendiskusikan hasil pengumpulan informasi untuk memecahkan masalah dan menjawab pertanyaan pada LKPD. ➤ Siswa dibimbing oleh guru dalam penyelidikan dan diskusi kelompok ➤ Siswa menyatukan pendapat dan memastikan teman kelompoknya mengetahui jawaban dari setiap pertanyaan.	25 menit

	Tahap 5. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya (PBL) dipadu <i>answering</i> (NHT)	➤ Guru memanggil salah satu nomor dan setiap siswa dari tiap kelompok yang nomornya dipanggil mengangkat tangan ➤ Guru secara random memilih kelompok yang harus menjawab pertanyaan tersebut ➤ Siswa yang ditunjuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok ➤ Guru menunjuk siswa dengan nomor yang sama pada kelompok lain untuk memberikan tanggapan terhadap jawaban siswa dari kelompok sebelumnya	20 menit
	Tahap 6. Menganalisis dan evaluasi proses pemecahan masalah (PBL)	➤ Siswa dibimbing guru menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah ➤ Siswa diberikan refleksi berupa pertanyaan untuk dijawab secara bersama mengenai materi yang telah dipelajari	5 menit
Kegiatan Penutup		Siswa dibimbing guru menyusun kesimpulan hasil investigasi yang telah dikerjakan	5 menit

H. PENILAIAN HASIL BELAJAR

Penilaian Aspek Kognitif / Pengetahuan (KI 3)

Teknik penilaian : Tes tertulis

Jenis instrumen : Essay

Bentuk instrumen: Tes kemampuan berpikir kritis (*pretest* dan *posttest*)

Lembar kerja peserta didik

Jakarta, 1 April 2019

Mengetahui,
 Guru Mata Pelajaran Biologi

Mahasiswa Peneliti

Desi Arisandi, S.Si
 NIP. 197606222014122002

Aty Rimadana

LKPD Kelas Eksperimen**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK****KOMPONEN EKOSISTEM, INTERAKSI ANTAR KOMPONEN,
MEKANISME ALIRAN ENERGI, DAN PIRAMIDA EKOLOGI****Pertemuan 1**

Kelompok :

Anggota : 1.

2.

3.

4.

Kelas :

Indikator Pencapaian Kompetensi:

1. Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem
2. Menganalisis peranan masing-masing komponen dalam ekosistem
3. Menganalisis interaksi antar komponen ekosistem
4. Menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem yang terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan
5. Membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem
6. Membedakan tipe piramida ekologi

Petunjuk:

1. Bacalah dan pahami artikel berikut dengan cermat!
2. Diskusikan permasalahan yang terdapat pada artikel tersebut, kemudian jawablah pertanyaan di bawah secara berkelompok!

LIPI: Kematian Ikan di Ancol Akibat Ledakan Fitoplankton

Rabu, 02/12/2015 | 11:02 WIB

Jakarta, CNN Indonesia -- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) melakukan penelitian terhadap penyebab kematian ikan-ikan di perairan Pantai Ancol, Jakarta Pusat, pada Senin (30/11). Berdasarkan hasil penelitian LIPI, penyebab ikan-ikan tersebut mati adalah karena kehabisan oksigen untuk bernapas. Pada saat yang sama, LIPI menemukan ledakan populasi dari fitoplankton di lokasi yang sama dengan ditemukannya ikan-ikan mati tersebut.

"Kadar oksigen yang terlarut di air tersebut sangat rendah, yaitu hanya 1,094 mg/liter padahal pada keadaan normal kadar oksigennya adalah 4-5 mg/liter," ujar Peneliti Oseanografi LIPI, Indra Bayu Vimono. Indra menambahkan kepadatan fitoplankton yang mencapai satu hingga dua juta sel per liter membuat oksigen dengan cepat tersedot. Indra pun sempat mewawancarai sejumlah pekerja di pantai Ancol untuk mengetahui kondisi air laut saat kejadian terjadi. Hasil wawancara tersebut adalah para pekerja melihat adanya perubahan warna air menjadi lebih gelap dan banyak bintik hitam. Kondisi tersebut terlihat sejak Sabtu pekan lalu dan pada Senin menyebabkan kematian massal.

Indra menjelaskan membludaknya jumlah fitoplankton disebabkan oleh meningkatnya kadar fosfat dan nitrat di kolom air. Namun pada lokasi matinya ikan kadar zat kimia tersebut sangat rendah. Fenomena itu mengindikasikan adanya penyerapan dan pemanfaatan fosfat dan nitrat oleh fitoplankton sebelum jumlahnya bertambah secara drastis. "Data fosfat dan nitrat di tepi pantai cenderung tinggi kemungkinan diakibatkan oleh pembusukan bangkai ikan," ujarnya. "Kondisi perairan yang stagnan memungkinkan pertumbuhan algae menjadi cepat dan penurunan oksigen terjadi secara cepat."

Sebelumnya, Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jakarta mengatakan ada kemungkinan pencemaran limbah industri atas kematian ribuan ikan di kawasan Ancol, Jakarta Utara. "Kami mau cek dulu dari kualitas air sungai. Bukan tidak mungkin limbah industri karena lokasi itu merupakan muara dari 13 sungai," kata Kepala BPLHD Jakarta, Junaedi, saat dihubungi CNN Indonesia, Selasa (1/12).

Junaedi menjelaskan sebenarnya kejadian matinya ikan di kawasan Ancol bukanlah fenomena baru. Pada tahun lalu, katanya, kejadian serupa sempat terjadi. Dia menjelaskan penyebabnya adalah adanya pergantian musim. "Musim hujan yang baru datang menyebabkan seluruh sampah dan endapan serta kotoran di darat bergerak ke muara," ujarnya.

Alhasil, arus yang deras dan tinggi menyebabkan turbulensi sungai. Sungaipun menjadi dangkal dan banyak kotoran. "Ikan menjadi kekurangan oksigen. Inilah yang menyebabkan ikan-ikan mati. Namun, untuk kasus ini, kami akan periksa apakah benar limbah industri atau cuaca yang menjadi penyebab kematian ribuan ikan tersebut," ujar Junaedi.

(Sumber: <https://m.cnnindonesia.com/>)

Lakukan kegiatan pemecahan masalah di bawah ini berdasarkan artikel yang disajikan!

1. Setelah membaca artikel, rumuskan permasalahan apa yang dapat Anda selidiki dari kasus tersebut.

.....

2. Berikan analisis mengapa hal tersebut dapat terjadi. Apa faktor penyebabnya?

.....

3. Buatlah kesimpulan upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut berdasarkan penyelidikan yang telah Anda lakukan.

.....

Setelah melakukan kegiatan pemecahan masalah di atas, jawablah pertanyaan berikut:

1. Analisis komponen biotik dan abiotik yang terdapat pada ekosistem tersebut serta peranannya dalam aliran energi.
2. Jelaskan interaksi yang terjadi antara komponen biotik dengan komponen abiotik pada peristiwa alga blooming tersebut.
3. Adakah bentuk interaksi antara komponen biotik dengan komponen biotik lainnya? Jika ada, jelaskan tipe interaksinya.
4. Bagaimana mekanisme aliran energi yang terjadi pada ekosistem tersebut?
5. Buatlah skema rantai makanan atau jaring-jaring makanan yang mungkin terjadi pada ekosistem tersebut.
6. Berdasarkan rantai makanan yang Anda buat, gambarkan ke dalam tiga tipe piramida ekologi dan jelaskan perbedaan dari ketiga tipe piramida tersebut.
7. Dari ketiga tipe piramida ekologi, manakah tipe piramida yang paling ideal? Jelaskan alasan dari jawaban yang Anda berikan.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
SIKLUS BIOGEOKIMIA DAN DINAMIKA KOMUNITAS

Pertemuan 2

Kelompok :

Anggota : 1.

2.

3.

4.

Kelas :

Indikator Pencapaian Kompetensi:

1. Menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem
2. Menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem
3. Memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem

Petunjuk:

1. Bacalah dan pahami artikel berikut dengan cermat!
2. Diskusikan permasalahan yang terdapat pada artikel tersebut, kemudian jawablah pertanyaan di bawah secara berkelompok!

Kebakaran Hutan Gambut & Global Warming

Rabu, 4 November 2015 - 07:52 WIB

Wapres Jusuf Kalla di Jakarta menyatakan, pemerintah tengah membahas upaya restorasi gambut yang terbakar secara masif dalam beberapa bulan terakhir ini (27/10/15). Kebakaran hutan gambut yang telah berlangsung hampir tiga bulan di Sumatera, Kalimantan, dan Papua ini telah menimbulkan dampak yang luar biasa. Ratusan orang tewas dan jutaan orang terserang infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) akibat asap kebakaran tersebut.

Kebakaran hutan sepanjang 2015 ini, menurut Menko Polhukam Luhut Panjaitan, sebagai kebakaran paling besar yang pernah terjadi di Indonesia. Tanah gambut memiliki kedalaman 5-6 meter. Jika lahan tersebut terbakar, lalu dipadamkan di bagian permukaan, maka api di bagian bawah masih belum padam. Hal itulah yang menyebabkan pemadaman sulit dilakukan.

Upaya pemadaman yang tidak tuntas itu lantas menimbulkan asap dan mengepung udara di sekitar kawasan kebakaran. Ditambah angin yang bertiup kencang, dampak asap semakin meluas, dirasakan hingga ke negara-negara tetangga. Kabut asap yang menerjang beberapa wilayah di Sumatera dan Kalimantan sebagian besar berasal dari kebakaran lahan gambut. Ratusan bahkan ribuan titik api menebar "teror" di berbagai kawasan lahan gambut di kedua pulau tersebut.

Terornya tak hanya berupa asap beracun yang bisa menimbulkan ISPA dan pneumonia yang menimbulkan kematian manusia, tapi juga gelapnya udara yang bisa menimbulkan kecelakaan kendaraan bermotor dan pesawat terbang serta terlepasnya karbon dioksida dalam jumlah yang amat besar ke atmosfer sehingga meningkatkan suhu bumi.

Gambut terbentuk dari material organik seperti dedaunan, cabang, batang, dan akar tumbuh-tumbuhan yang terakumulasi dalam kondisi lingkungan yang tergenang air, keasaman tinggi, dan sedikit oksigen di suatu areal dalam jangka waktu yang lama, ratusan sampai ribuan tahun. Lahan gambut secara global menyimpan setidaknya 550 gigaton karbon, setara dengan seluruh biomasa terestrial lainnya (hutan, rerumputan, perdu, dan lainnya) dan dua kali lipat dari seluruh karbon yang tersimpan di hutan secara global. Lahan gambut di wilayah tropis memiliki simpanan karbon mencapai lebih dari 10 kali lipat dari jumlah karbon yang tersimpan di atas permukaan tanah mineral.

Dengan demikian, peran gambut terkait isu pemanasan global adalah sangat penting, karena kerusakan lahan gambut menyebabkan fungsinya sebagai penyimpan karbon menjadi terganggu. Itulah sebabnya, sejumlah pakar lingkungan menganggap lahan gambut sebagai "pendingin netto" iklim bumi (CKPP, 2008). Masalahnya, lahan gambut sangat "labil". Jika terganggu (karena *land clearing*, *drainase*, dibakar, dll), lahan gambut fungsinya berubah

total. Dari semula sebagai penyerap karbon (*carbon sink*), berubah menjadi pelepas karbon (*carbon emitter*). Ketika berfungsi sebagai pelepas karbon, lahan gambut menjadi kontributor besar dalam kenaikan suhu bumi (*global warming*).

Luas lahan gambut di Asia Tenggara sekitar 27 juta hektare atau sekitar 12% dari luas keseluruhan kawasan Asia Tenggara. Indonesia memiliki sekitar 20,6 juta hektare. Ketebalan gambut di Indonesia diperkirakan rata-rata 3-5 meter di Indonesia bagian barat, sementara di Indonesia bagian timur mencapai 1-2 meter.

Lahan gambut Asia Tenggara memiliki kepentingan khusus untuk kelangsungan hidup berbagai jenis satwa, seperti orangutan, harimau sumatera, badak sumatera, serta jenis-jenis lain yang sudah terancam punah secara global, seperti mentok rimba dan buaya senyulong yang memiliki populasi kecil dan terbatas pada ekosistem hutan rawa gambut. Di samping itu, habitat air hitam (gambut) tropis memiliki keanekaragaman hayati ikan dan satwa akuatik lain yang memiliki tingkat keunikan tinggi. Di Selangor Utara ditemukan sekitar 100 jenis ikan, di mana 50% di antaranya hanya ditemukan di ekosistem air hitam. Di tempat yang sama juga ditemukan setidaknya 173 jenis burung, di mana 145 jenis di antaranya merupakan jenis-jenis endemik.

Hutan rawa gambut juga merupakan tempat hidup penting bagi berbagai jenis tumbuhan. Penelitian menunjukkan di Sumatera tidak kurang dari 300 jenis tumbuhan telah teridentifikasi di hutan rawa gambutnya. Beberapa di antaranya memiliki nilai ekonomi tinggi. Di Taman Nasional Berbak, Jambi, yang merupakan salah satu habitat hutan rawa gambut alami yang masih tersisa, juga ditemukan tidak kurang dari 260 jenis tumbuhan. (CKPP, 2008).

Gambaran di atas sekadar menunjukkan betapa pentingnya lahan gambut dalam menyangga ekosistem bumi. Lahan gambut yang selama ini terabaikan karena dianggap tak punya nilai, juga berperan besar dalam menyangga emisi karbon. Karena itu, merusak lahan gambut (baik yang berupa hutan maupun lahan), sama artinya dengan merusak ekosistem bumi yang amat besar pengaruhnya pada perubahan iklim global.

Berdasarkan survei Wahyunto (2005), luas lahan gambut di Indonesia sekitar 20,6 juta hektare atau 10,8% luas daratan Indonesia. Sebagian besar lahan gambut terdapat di Papua, Sumatera, dan Kalimantan. Sayangnya, lahan gambut tersebut kini sedang "dirusak" secara besar-besaran untuk perkebunan, persawahan, dan lain-lain. Dengan demikian, alih-alih lahan gambut menjadi pendingin neto iklim bumi, yang terjadi adalah kebalikannya: menjadi pemanas iklim bumi. Tercatat, di Asia Tenggara lebih dari 2.000 juta ton karbon dioksida diemisikan per tahun akibat kerusakan lahan gambut, 90% di antaranya dari lahan gambut Indonesia.

Sumber: <https://nasional.sindonews.com>

Lakukan kegiatan pemecahan masalah di bawah ini berdasarkan artikel yang disajikan!

1. Setelah membaca artikel, rumuskan kembali permasalahan apa yang dapat Anda selidiki dari kasus tersebut.

.....

.....

.....

.....

2. Berikan analisis mengapa hal tersebut dapat terjadi. Apa faktor penyebabnya?

.....

.....

.....

.....

3. Buatlah kesimpulan upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut berdasarkan penyelidikan yang telah Anda lakukan.

.....

.....

.....

.....

Setelah melakukan kegiatan pemecahan masalah di atas, jawablah pertanyaan berikut:

1. Langkah pencegahan apa yang harus dilakukan agar emisi gas CO₂ dapat berkurang sehingga menekan terjadinya pemanasan global?

.....

.....

.....

2. Jelaskan keterkaitan antara peristiwa pemanasan global dengan ketidakseimbangan siklus karbon

.....

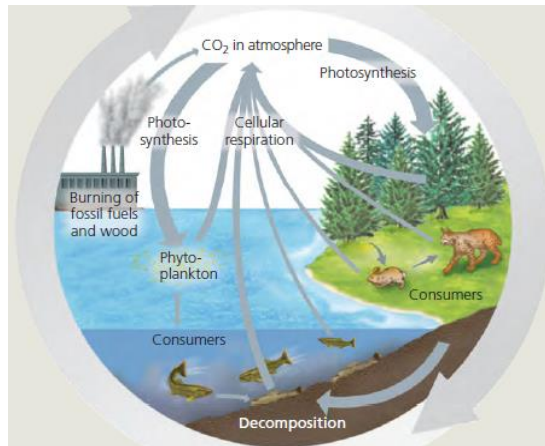
.....

.....

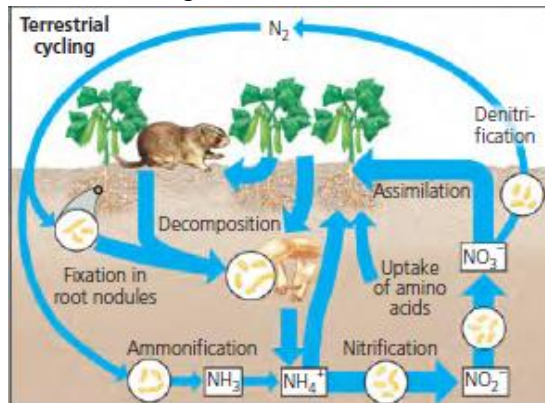
.....

3. Jelaskan tahapan siklus biogeokimia berdasarkan gambar berikut.

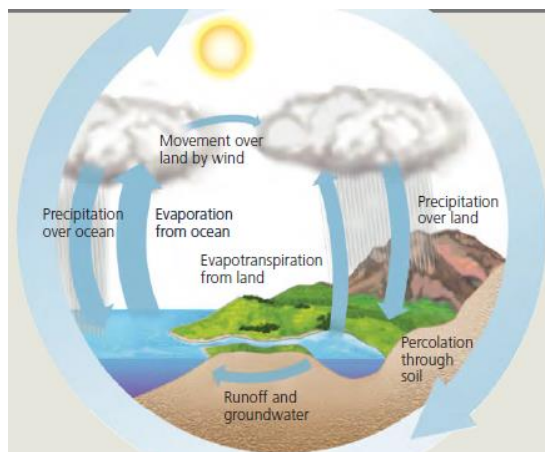
a. Siklus karbon



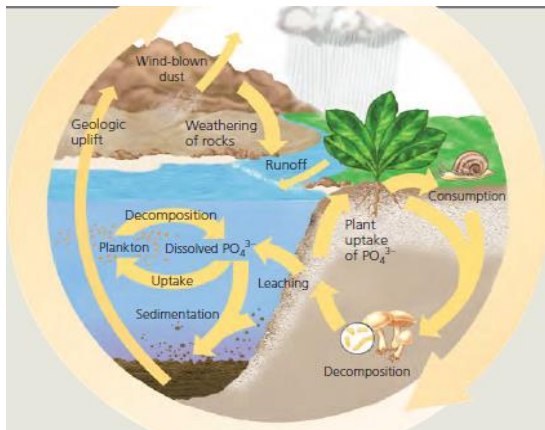
b. Siklus nitrogen



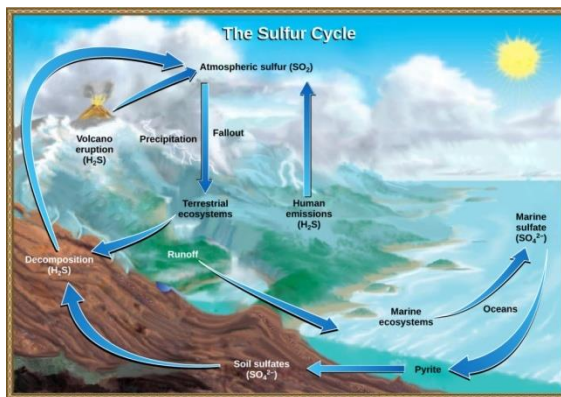
c. Siklus air



d. Siklus fosfor



e. Siklus sulfur



4. Bagaimana dampak yang ditimbulkan dari kebakaran hutan terhadap keseimbangan ekosistem?

.....

.....

.....

5. Apakah lahan yang mengalami kerusakan akibat kebakaran dapat kembali bervegetasi seperti semula? Jelaskan kaitannya dengan konsep suksesi.

.....

.....

.....

6. Tipe suksesi apakah yang mungkin terjadi pada lahan gundul akibat kebakaran hutan tersebut? Jelaskan.

.....

.....

.....

Lampiran 3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Sekolah : SMAN 31 JAKARTA
 Mata pelajaran : BIOLOGI
 Kelas/Semester : X/2
 Materi Pokok : EKOLOGI
 Alokasi Waktu : 3 pertemuan (6 X 45 menit)

A. KOMPETENSI INTI (KI)

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

*) Melalui pembelajaran tidak langsung (*indirect teaching*), yaitu keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran, serta kebutuhan dan kondisi siswa.

B. KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI (IPK)

Kompetensi Dasar - 3	Kompetensi Dasar - 4
3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut	4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus biogeokimia)

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.10.1 Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem 3.10.2 Menganalisis peranan masing-masing komponen dalam ekosistem 3.10.3 Menganalisis interaksi antar komponen ekosistem 3.10.4 Menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem yang terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan 3.10.5 Membedakan tipe piramida ekologi 3.10.6 Menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem 3.10.7 Menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem 3.10.8 Memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem	4.10.1 Membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem 4.10.2 Membuat charta siklus biogeokimia (siklus nitrogen/siklus karbon/siklus sulfur/siklus fosfor) dari kajian literatur.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah proses mencari informasi, kajian pustaka, menanya, melakukan pengamatan, dan diskusi, siswa mampu mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem, menganalisis peranan masing-masing komponen dalam ekosistem, menganalisis interaksi antar komponen ekosistem, menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem, membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem, membedakan tipe piramida ekologi, menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem, membuat charta siklus biogeokimia, menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem, serta memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem dengan penuh tanggung jawab, jujur, disiplin, peduli, santun, dan didasari dengan keimanan terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

D. MATERI PEMBELAJARAN

Materi	Dimensi Pengetahuan			
	Faktual	Konseptual	Prosedural	Meta-kognitif
Komponen ekosistem	Berbagai jenis ekosistem	• Pengertian ekosistem • Komponen abiotik • Komponen biotik		-
Interaksi antar komponen ekosistem	• Interaksi antara komponen biotik dengan abiotik • Interaksi antara komponen biotik dengan komponen biotik lainnya	• Netralisme • Kompetisi • Komensalisme • Amensalisme • Parasitisme • Predasi • Protokooperasi • Mutualisme		-
Aliran energi		• Rantai makanan • Jaring-jaring makanan	Mekanisme aliran energi	-
Piramida ekologi		• Piramida jumlah • Piramida biomassa • Piramida energi		-
Siklus biogeokimia			• Siklus air • Siklus karbon • Siklus nitrogen • Siklus fosfor • Siklus sulfur	-
Dinamika komunitas		• Suksesi primer • Suksesi sekunder		-

E. METODE PEMBELAJARAN

Pendekatan Pembelajaran : Saintifik

Metode Pembelajaran : Kaji pustaka, diskusi kelompok, tanya jawab

Model Pembelajaran : *Student Teams Achievement Division* (STAD)

F. ALAT, MEDIA DAN SUMBER PEMBELAJARAN

Alat Pembelajaran

- Laptop dan LCD Proyektor

Media Pembelajaran

- *Power Point* materi ekologi
- Gambar berbagai macam ekosistem
- Charta siklus biogeokimia
- Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Sumber Belajar

- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2011). *Campbell Biology Ninth Edition*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Irnaningtyas. (2016). *Biologi untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum 2013 Edisi Revisi 2016*. Jakarta: Erlangga.
- Yusa & Maniam, M.B.S. (2016). *Biologi untuk SMA/MA Kelas X*. Bandung: Grafindo Media Pratama.

G. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

PERTEMUAN PERTAMA (2 JP)

Indikator Pencapaian Kompetensi:

- 3.10.1 Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem
- 3.10.2 Menganalisis peranan masing-masing komponen dalam ekosistem
- 3.10.3 Menganalisis interaksi antar komponen ekosistem
- 3.10.4 Menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem yang terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan
- 3.10.5 Membedakan tipe piramida ekologi
- 4.10.1 Membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem

Tujuan Pembelajaran:

Setelah proses mencari informasi, kajian pustaka, menanya, melakukan pengamatan, dan diskusi melalui model pembelajaran STAD, siswa mampu mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem, menganalisis

peranan masing-masing komponen dalam ekosistem, menganalisis interaksi antar komponen ekosistem, menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem, membedakan tipe piramida ekologi, serta membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem dengan penuh tanggung jawab, jujur, disiplin, peduli, santun dan didasari dengan keimanan terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

Langkah Kegiatan Pembelajaran			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan		a. Siswa menjawab salam dari guru. b. Ketua kelas memimpin doa sebelum pelajaran dimulai. c. Siswa dicek kehadiran oleh guru d. Siswa diberi apersepsi dengan ditampilkan gambar berbagai ekosistem. Selain itu, siswa diajukan pertanyaan pembuka oleh guru, misalnya “Apa yang dimaksud dengan ekosistem? Kemudian dilanjutkan dengan pertanyaan “Apa saja komponen yang menyusun ekosistem pada gambar tersebut? Apakah terdapat interaksi antar komponen ekosistem?”	10 menit
Kegiatan Inti (Model STAD)	Tahap 1. Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa	➤ Siswa dimotivasi untuk mempelajari materi yang akan disampaikan ➤ Siswa menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai.	5 menit
	Tahap 2. Menyajikan informasi	➤ Siswa diberikan materi melalui <i>slide power point</i> mengenai komponen ekosistem dan interaksi antar komponennya, mekanisme aliran energi yang terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan, serta tipe-tipe piramida ekologi	10 menit

		➤ Siswa mengamati PPT dan mendengarkan materi yang disampaikan oleh guru ➤ Siswa dimotivasi untuk menanya mengenai komponen ekosistem dan interaksi antar komponennya, serta mekanisme aliran energi yang terjadi di alam	
	Tahap 3. Mengorganisasi- kan siswa dalam kelompok belajar	➤ Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok dengan beranggotakan heterogen. Masing-masing kelompok terdiri dari 4 siswa ➤ Siswa berkelompok sesuai dengan arahan guru.	5 menit
	Tahap 4. Membimbing kerja kelompok	➤ Siswa diberikan LKPD untuk didiskusikan ➤ Siswa mengumpulkan informasi melalui kegiatan pengamatan ekosistem di lingkungan sekolah. ➤ Siswa bersama kelompoknya mendiskusikan jawaban yang tepat untuk menjawab pertanyaan pada LKPD ➤ Siswa dibimbing oleh guru dalam pengamatan dan diskusi kelompok.	30 menit
	Tahap 5. Evaluasi	Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan memverifikasi hasil diskusi dengan data-data atau teori pada buku sumber.	15 menit
	Tahap 6. Penghargaan prestasi tim	Kelompok dengan skor terbaik diberikan penghargaan oleh guru	5 menit
Kegiatan Penutup		- Siswa diberikan refleksi berupa pertanyaan untuk dijawab secara bersama mengenai materi yang telah dipelajari - Siswa dibimbing guru menyimpulkan hasil diskusi yang	10 menit

	telah dilaksanakan	
--	--------------------	--

PERTEMUAN KEDUA (2 JP)

Indikator Pencapaian Kompetensi:

- 3.10.6 Menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem
- 3.10.7 Menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem
- 3.10.8 Memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem
- 4.10.2 Membuat charta siklus biogeokimia (siklus nitrogen/ siklus karbon/siklus sulfur/siklus fosfor) dari kajian literatur.

Tujuan Pembelajaran:

Setelah proses mencari informasi, kajian pustaka, menanya, dan diskusi melalui model pembelajaran STAD, siswa mampu menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem, menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem, memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem, serta membuat charta siklus biogeokimia dengan penuh tanggung jawab, jujur, disiplin, peduli, santun dan didasari dengan keimanan terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

Langkah Kegiatan Pembelajaran			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan		a. Siswa menjawab salam dari guru. b. Ketua kelas memimpin doa sebelum pelajaran dimulai. c. Siswa dicek kehadiran oleh guru d. Siswa bersama guru me-review materi pada pertemuan sebelumnya e. Siswa diberi apersepsi dengan ditampilkan gambar berbagai ekosistem. Selain itu, siswa diajukan pertanyaan pembuka oleh guru, misalnya “Apakah air di bumi dapat habis? Kemudian dilanjutkan dengan pertanyaan “Apakah ekosistem dapat mengalami perubahan? Faktor apa saja yang dapat mengganggu	10 menit

		keseimbangan ekosistem?"	
Kegiatan Inti (Model STAD)	Tahap 1. Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa	➤ Siswa dimotivasi untuk mempelajari materi yang akan disampaikan ➤ Siswa menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai.	5 menit
	Tahap 2. Menyajikan informasi	➤ Siswa diberikan materi melalui <i>slide power point</i> mengenai siklus biogeokimia dan dinamika komunitas ➤ Siswa mengamati PPT dan mendengarkan materi yang disampaikan oleh guru ➤ Siswa dimotivasi untuk menanya tentang mekanisme siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem, serta faktor terjadinya perubahan komunitas dan suksesi	10 menit
	Tahap 3. Mengorganisasikan siswa dalam kelompok belajar	➤ Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok dengan beranggotakan heterogen. Masing-masing kelompok terdiri dari 4 siswa ➤ Siswa berkelompok sesuai dengan arahan guru.	5 menit
	Tahap 4. Membimbing kerja kelompok	➤ Siswa diberikan LKPD untuk didiskusikan ➤ Siswa mengumpulkan informasi yang relevan untuk mengerjakan tugas dan menjawab pertanyaan pada LKPD melalui studi pustaka. ➤ Siswa bersama kelompoknya mendiskusikan jawaban yang tepat untuk menjawab pertanyaan pada LKPD ➤ Siswa dibimbing oleh guru dalam pengamatan dan diskusi kelompok.	30 menit

	Tahap 5. Evaluasi	Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan memverifikasi hasil diskusi dengan data-data atau teori pada buku sumber.	15 menit
	Tahap 6. Penghargaan prestasi tim	Kelompok dengan skor terbaik diberikan penghargaan oleh guru	5 menit
Kegiatan Penutup		a. Siswa diberikan refleksi berupa pertanyaan untuk dijawab secara bersama mengenai materi yang telah dipelajari b. Siswa dibimbing guru menyimpulkan hasil diskusi yang telah dilaksanakan.	10 menit

H. PENILAIAN HASIL BELAJAR

Penilaian Aspek Kognitif / Pengetahuan (KI 3)

Teknik penilaian : Tes tertulis

Jenis instrumen : Essay

Bentuk instrumen: Tes kemampuan berpikir kritis (*pretest* dan *posttest*)

Lembar kerja peserta didik

Jakarta, 1 April 2019

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran Biologi

Mahasiswa Peneliti

Desi Arisandi, S.Si
NIP. 197606222014122002

Aty Rimadana

LKPD Kelas Kontrol**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK****KOMPONEN EKOSISTEM, INTERAKSI ANTAR KOMPONEN
MEKANISME ALIRAN ENERGI, DAN PIRAMIDA EKOLOGI****Pertemuan 1**

Kelompok :

Anggota : 1.

2.

3.

4.

Kelas :

Indikator Pencapaian Kompetensi:

1. Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem
2. Menganalisis peranan masing-masing komponen dalam ekosistem
3. Menganalisis interaksi antar komponen ekosistem
4. Menganalisis mekanisme aliran energi dalam ekosistem yang terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan
5. Membuat diagram rantai makanan dan jaring-jaring makanan pada suatu ekosistem
6. Membedakan tipe piramida ekologi

Alat : 1. Termometer
2. Higrometer
3. pH meter

Objek ekosistem : Kebun, taman, halaman sekolah, kolam

1. Pergilah ke suatu ekosistem, misalnya kebun, taman, halaman sekolah, atau kolam.
2. Ukurlah suhu udara, air, atau tanah menggunakan termometer.
3. Ukurlah kelembaban udara pada ekosistem tersebut menggunakan higrometer.
4. Ukurlah derajat keasaman (pH) air atau tanah menggunakan pH meter.
5. Catatlah macam-macam komponen ekosistem, baik abiotik maupun biotik yang Anda temukan. Tulis ke dalam tabel.
6. Amatilah interaksi yang terjadi antara komponen biotik dengan komponen abiotik dan antara komponen biotik dengan komponen biotik lainnya yang terjadi dalam ekosistem tersebut.
7. Amatilah rantai makanan dan jaring-jaring makanan yang mungkin terbentuk dalam ekosistem tersebut.
8. Jawablah pertanyaan di bawah dan buatlah kesimpulannya.

- Jenis ekosistem :
- Suhu :
- Kelembaban udara :
- pH air/tanah :

[illegible]

Pertanyaan

1. Jelaskan interaksi yang terjadi antara komponen biotik dengan komponen abiotik pada ekosistem yang Anda amati.
2. Adakah bentuk interaksi antara komponen biotik dengan komponen biotik lainnya? Jika ada, jelaskan tipe interaksinya.
3. Bagaimana mekanisme aliran energi yang terjadi pada ekosistem tersebut?
4. Buatlah rantai makanan dan jaring-jaring makanan yang mungkin terjadi pada ekosistem yang Anda amati.
5. Analisislah kemungkinan yang terjadi jika salah satu komponen pada ekosistem tersebut ada yang hilang
6. Berdasarkan rantai makanan yang Anda buat, gambarkan ke dalam tiga tipe piramida ekologi dan jelaskan perbedaan dari ketiga tipe piramida tersebut.
7. Dari ketiga tipe piramida ekologi, manakah tipe piramida yang paling ideal? Jelaskan alasan dari jawaban yang Anda berikan.

Skema rantai makanan**Skema jaring-jaring makanan**

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
SIKLUS BIOGEOKIMIA DAN DINAMIKA KOMUNITAS

Pertemuan 2

Kelompok :

Anggota : 1.

2.

3.

4.

Kelas :

Indikator Pencapaian Kompetensi:

1. Menganalisis siklus biogeokimia dan peranannya dalam ekosistem
2. Menganalisis terjadinya dinamika komunitas akibat perubahan ekosistem
3. Memprediksi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem

Tugas

1. Carilah kajian pustaka mengenai siklus biogeokimia dari literatur
2. Buatlah ringkasan mengenai:
 - a. Siklus karbon
 - b. Siklus nitrogen
 - c. Siklus air
 - d. Siklus fosfor
 - e. Siklus sulfur
3. Carilah kajian pustaka mengenai dinamika komunitas dari literatur, kemudian tuliskan hasil kajian dalam bentuk rangkuman atau poin-poin.

Pertanyaan

1. Apakah yang dimaksud dengan suksesi?
2. Jelaskan perbedaan antara suksesi primer dengan suksesi sekunder.
Buatlah dalam bentuk tabel.

Lampiran 4. Materi Pembelajaran

EKOLOGI

A. Pengertian Ekologi dan Ekosistem

Istilah ekologi pertama kali diperkenalkan oleh Ernest Haeckel, seorang ahli Biologi berkebangsaan Jerman pada 1869. Istilah ekologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *oikos* yang berarti rumah atau tinggal, dan *logos* yang berarti ilmu, sehingga secara harfiah ekologi berarti ilmu tentang makhluk hidup dalam rumahnya atau ilmu tentang tempat tinggal makhluk hidup. Secara umum, ekologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang hubungan timbal-balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya yang erat dan kompleks. Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Sistem terdiri atas komponen-komponen yang bekerja secara teratur sebagai suatu kesatuan. Ekosistem terbentuk oleh suatu komponen hidup dan tak hidup di suatu tempat yang berinteraksi membentuk suatu kesatuan yang teratur. Keteraturan itu terjadi oleh adanya arus materi dan energi yang terkendalikannya oleh arus informasi antara komponen dalam ekosistem tersebut. Masing-masing komponen itu mempunyai fungsi atau relung. Selama komponen itu melakukan fungsinya dan bekerja sama dengan baik, keteraturan dalam ekosistem pun akan terjaga (Odum, 2005).

B. Komponen Ekosistem

Suatu ekosistem tersusun atas satuan-satuan makhluk hidup yang mempunyai tingkatan dari yang paling sederhana hingga paling kompleks. Tingkatan makhluk hidup itu terjadi atas: protoplasma, sel, jaringan, organ, sistem organ, organisme atau individu, populasi, komunitas, ekosistem dan biosfer (Campbell & Reece, 2011).

Berdasarkan struktur dasar ekosistem, maka komponen ekosistem terdiri atas dua jenis, yaitu biotik dan abiotik, komponen biotik misalnya binatang, tumbuhan, dan mikroba, sedangkan komponen abiotik misalnya air, udara, tanah, dan energi (Indriyanto, 2017). Berdasarkan segi trofik atau nutrisi, maka komponen biotik dalam ekosistem terdiri atas dua jenis, yaitu komponen autotrofik (organisme yang mampu menyediakan atau mensintesis makanannya sendiri berupa bahan organik yang berasal dari bahan-bahan anorganik dengan bantuan klorofil dan energi utama berupa radiasi matahari) dan komponen heterotrofik (memanfaatkan bahan organik dari organisme lain) (Irwan, 2015).

C. Interaksi Antar Komponen Ekosistem

Secara teori, spesies-spesies anggota populasi saling berinteraksi satu dengan lainnya dan membentuk interaksi yang positif, negatif, nol, atau kombinasi (Indriyanto, 2017). Bentuk interaksi tersebut dapat dibagi menjadi sembilan tipe, yaitu:

1. Netralisme, di mana tidak satupun populasi yang terpengaruh dalam asosiasi tersebut.
2. Persaingan, yaitu keadaan saling menghalangi, di mana kedua populasi saling menghalang-halangi secara aktif.
3. Persaingan dalam menggunakan sumber daya alam, di mana tiap populasi mempunyai pengaruh yang merugikan bagi populasi lain dalam perjuangannya untuk memperoleh sumber-sumber yang persediannya terbatas.
4. Amensalisme, di mana satu populasi dihalangi sedangkan yang lainnya tidak terpengaruh.
5. Parasitisme, di mana satu populasi merugikan yang lainnya.
6. Pemangsaan (predasi), di mana satu populasi menyerang populasi lainnya secara langsung.
7. Komensalisme, di mana satu populasi diuntungkan sedangkan yang lain tidak terpengaruh.
8. Protokooperasi, di mana kedua populasi memperoleh keuntungan dengan adanya asosiasi itu, tetapi hubungan itu tidak merupakan suatu keharusan.
9. Mutualisme, yaitu interaksi kedua populasi yang saling menguntungkan dan saling membutuhkan satu sama lain (Irwan, 2015).

D. Aliran Energi dan Siklus Materi

Aliran energi dalam ekosistem akan selalu seirama dengan siklus materi. Kedua proses tersebut berjalan melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan (Odum, 2005). Energi dan materi dari konsumen tingkat pertama diteruskan ke konsumen tingkat kedua dan seterusnya ke konsumen lainnya melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan (Irwan, 2015).

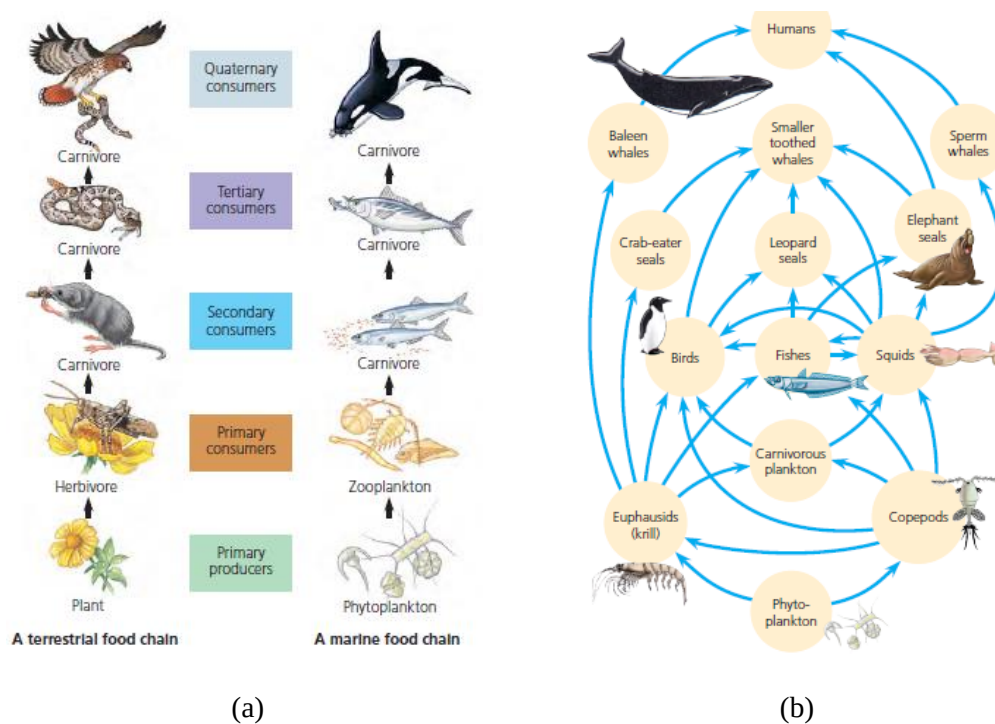
1. Rantai Makanan

Rantai makanan merupakan transfer atau perpindahan energi dari sumbernya melalui serangkaian organisme yang dimakan dan yang memakan (Odum, 2005). Tumbuhan memanfaatkan energi matahari untuk diubah ke dalam bentuk energi kimia dalam tubuh tumbuhan, misalnya karbohidrat, protein, dan lemak. Energi makanan tersebut sebagian digunakan untuk dirinya sendiri dan sebagian lagi dimanfaatkan oleh herbivor sebagai sumber makanan. Jadi herbivor mendapatkan energi dari memakan tumbuhan. Saat herbivor dimangsa karnivor dan karnivor dimangsa oleh karnivor lainnya, terjadi perpindahan energi dan materi dari organisme satu ke organisme lain dan ke lingkungannya. Semakin pendek rantai

makanan, maka semakin besar energi yang dapat disimpan dalam tubuh organisme di ujung rantai makanan (Indriyanto, 2017).

2. Jaring-Jaring Makanan

Rantai makanan dalam suatu ekosistem tidak berdiri sendiri, melainkan saling berkaitan membentuk gabungan rantai makanan yang lebih kompleks yang disebut jaring-jaring makanan (Indriyanto, 2017). Jadi, jaring-jaring makanan merupakan gabungan dari berbagai rantai makanan (Odum, 2005). Jaring-jaring makanan dalam ekosistem dapat menggambarkan kestabilan ekosistem tersebut. Semakin kompleks atau semakin banyak rantai makanan yang terlibat dalam jaring-jaring makanan, maka ekosistem akan semakin stabil. Oleh karena itu, untuk menjaga kestabilan ekosistem, di dalam setiap kegiatan pengelolaan sumber daya alam tidak diperkenankan memutus rantai makanan yang ada, apalagi menghilangkan satu atau lebih rantai makanan yang ada dalam suatu ekosistem (Indriyanto, 2017).



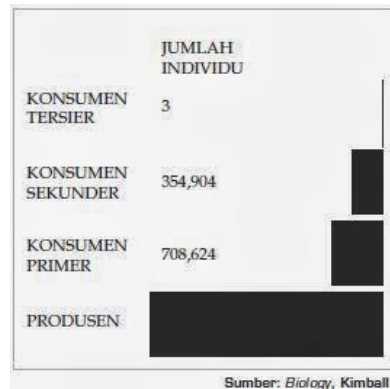
Gambar 1. (a) Rantai makanan (b) Jaring-jaring makanan
Sumber: Campbell & Reece (2011)

E. Piramida Ekologi

Piramida ekologi merupakan susunan tingkat trofik (tingkat nutrisi atau tingkat energi) secara berurutan menurut rantai makanan dan jaring-jaring makanan dalam ekosistem. Berdasarkan tingkat energi yang diperlukan oleh setiap komponen dalam rantai makanan, maka komponen tersebut dapat digolongkan menjadi tingkat trofik pertama yaitu produsen, tingkat trofik kedua yaitu konsumen primer, tingkat trofik ketiga yaitu konsumen sekunder, dan tingkat trofik keempat yaitu konsumen tersier (Indriyanto, 2017).

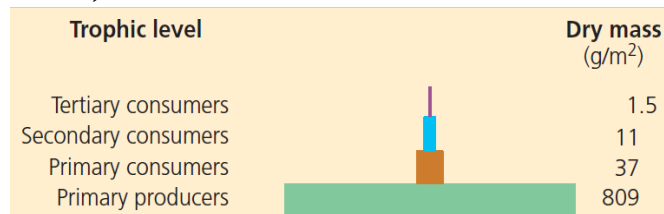
Piramida ekologi dapat menggambarkan (secara grafik) struktur trofik dan fungsi trofik. Struktur dan fungsi trofik dapat terlihat pada masing-masing tipe piramida. Piramida ekologi dapat digolongkan menjadi tiga tipe piramida, piramida jumlah, piramida biomasa dan piramida energi (Indriyanto, 2017).

1. Piramida jumlah, yaitu piramida yang menggambarkan terjadinya penurunan jumlah organisme pada tiap tahap tingkatan trofik. Jadi dalam piramida jumlah yang digambarkan adalah jumlah individu organisme yang berada pada tiap tingkatan trofik (Indriyanto, 2017).

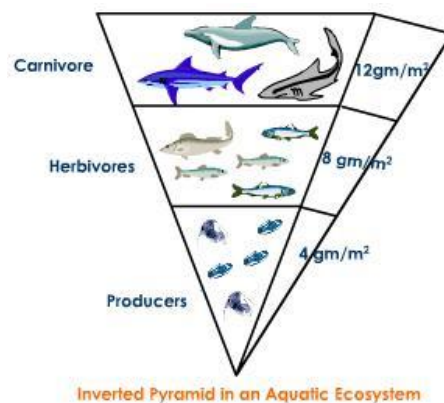


Gambar 2. Piramida jumlah

2. Piramida biomassa, yaitu piramida yang menggambarkan terjadinya penurunan atau peningkatan biomassa organisme pada tiap tahap tingkatan trofik. Pada ekosistem perairan, biomassa konsumen selalu lebih besar daripada biomassa produsen, sehingga memiliki piramida biomassa terbalik (Indriyanto, 2017).

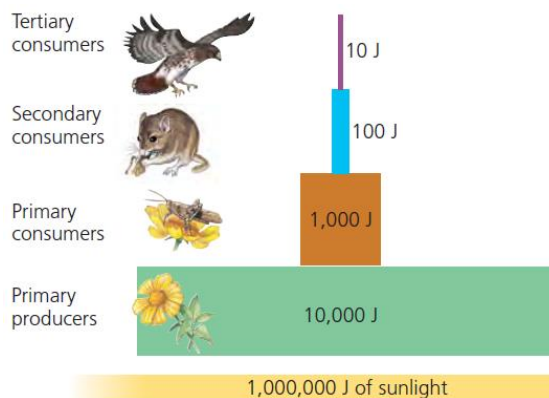


Gambar 3. Piramida biomassa tegak
Sumber: Campbell & Reece (2011)



Gambar 4. Piramida biomassa terbalik

3. Piramida energi, yaitu piramida yang menggambarkan terjadinya penurunan energi pada tiap tahap tingkatan trofik. Pada setiap urutan tingkatan trofik terjadi kehilangan energi. Hilangnya energi dapat dipahami melalui hukum termodinamika II, bahwa setiap ada pengubahan energi akan mengakibatkan hilangnya energi yang dipakai, hanya 10% energi yang berpindah dari tingkat trofik satu ke tingkat trofik berikutnya, 90% energi hilang sebagai panas. Dalam penggunaan energi, makin tinggi tingkat trofiknya maka makin efisien penggunaannya (Indriyanto, 2017).



Gambar 5. Piramida energi
Sumber: Campbell & Reece (2011)

Di antara ketiga tipe piramida ekologi tersebut, piramida energi merupakan piramida yang terbaik karena dapat memberikan gambaran menyeluruh berkaitan dengan sifat-sifat fungsional suatu ekosistem (Indriyanto, 2017). Piramida energi juga menunjukkan efisiensi ekologi atau produktivitas ekosistem. Piramida energi tidak dipengaruhi oleh ukuran organisme dan kecepatan metabolisme pada tiap organisme, sehingga apabila semua sumber energi diperhitungkan, maka bentuk piramida selalu tegak sesuai hukum termodinamika II (Irnaningtyas, 2016).

F. Siklus Biogeokimia

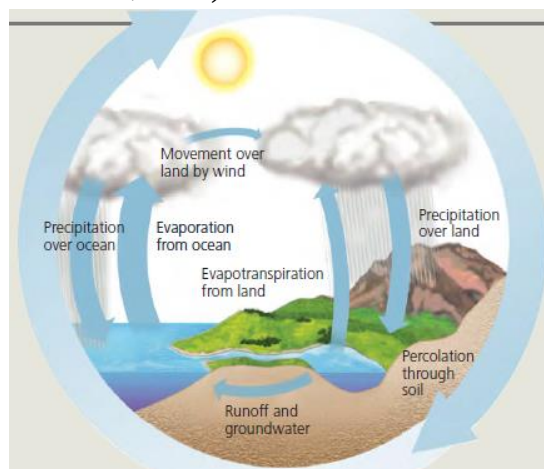
Siklus biogeokimia adalah peredaran bahan abiotik dari lingkungan melalui komponen biotik dan kembali lagi ke lingkungan (Odum, 2005). Siklus biogeokimia antara lain meliputi siklus air, siklus karbon, siklus nitrogen, dan siklus fosfor.

1. Siklus Air

Air sangat penting bagi semua organisme dan ketersediaannya memengaruhi tingkat proses ekosistem, khususnya produksi primer dan dekomposisi pada ekosistem darat. Air cair adalah fase fisik utama di mana air digunakan, meskipun beberapa organisme dapat menggunakan uap air. Pembekuan air tanah dapat membatasi ketersediaan air untuk tanaman terestrial. Lautan mengandung 97% air di biosfer. Sekitar 2% terikat di gletser dan kutub es, dan sisanya 1% di danau, sungai, dan air tanah, dengan jumlah yang dapat diabaikan di atmosfer (Campbell & Reece, 2011).

Air hujan jatuh ke bumi dalam beberapa cara. Sebagian besar ada yang tertahan untuk sementara di tempat jatuhnya semula (di atas tanah), kemudian kembali ke atmosfer oleh penguapan (evapotranspirasi) dan transpirasi tumbuhan. Sebagian lagi mencari jalan ke tempat yang lebih rendah, dan akhirnya sampai ke sungai yang disebut air aliran. Ada pula yang meresap ke dalam tanah, yang kemudian menjadi air tanah. Air tersebut akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi tumbuhan (Odum, 2005).

Proses utama menggerakkan siklus air adalah penguapan air cair oleh energi matahari, kondensasi uap air menjadi awan, dan presipitasi. Transpirasi oleh tanaman terestrial juga menggerakkan volume air ke atmosfer. Aliran air permukaan dan air tanah dapat mengembalikan air ke lautan, menyelesaikan siklus air (Campbell & Reece, 2011).



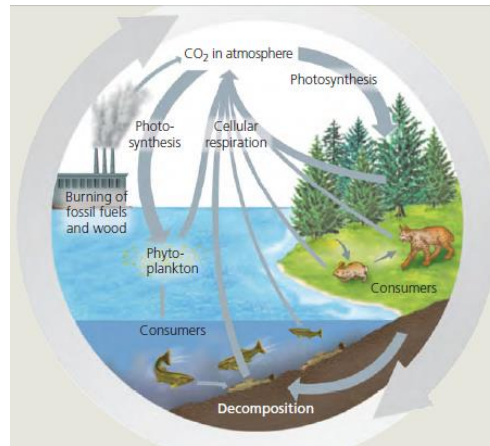
Gambar 6. Siklus air

Sumber: Campbell & Reece (2011)

2. Siklus Karbon

Karbon merupakan molekul organik yang penting bagi semua organisme. Organisme fotosintesis menggunakan CO_2 selama fotosintesis dan mengubah karbon menjadi bentuk organik yang digunakan oleh konsumen, termasuk hewan, jamur, protista heterotrofik dan prokariota. Reservoir utama karbon yaitu fosil, bahan bakar, tanah, endapan ekosistem akuatik, lautan (senyawa karbon terlarut), biomassa tanaman dan hewan, dan atmosfer (CO_2). Reservoir terbesar karbon adalah bebatuan sedimen seperti batu kapur (Campbell & Reece, 2011).

Fotosintesis oleh tanaman dan fitoplankton menghilangkan sejumlah besar CO_2 di atmosfer setiap tahun. Kuantitas ini kira-kira sama dengan CO_2 yang ditambahkan ke atmosfer melalui respirasi seluler oleh produsen dan konsumen. Pembakaran bahan bakar fosil dan kayu menambahkan sejumlah besar CO_2 ke atmosfer. Seiring waktu geologis, gunung berapi juga menjadi sumber CO_2 yang besar (Campbell & Reece, 2011).



Gambar 7. Siklus karbon

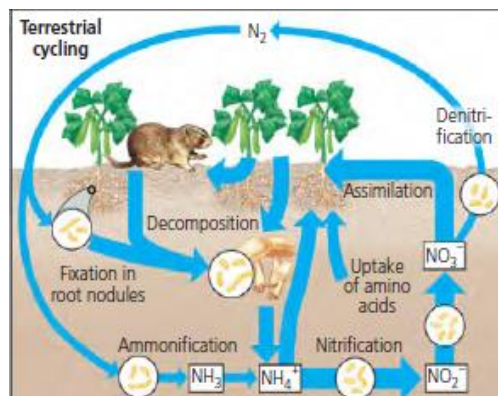
Sumber: Campbell & Reece (2011)

3. Siklus Nitrogen

Nitrogen adalah bagian dari asam amino, protein, dan asam nukleat, dan sering merupakan nutrisi tanaman pembatas. Tanaman dapat mengasimilasi (menggunakan) dua bentuk nitrogen anorganik, yaitu amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-), dan beberapa bentuk nitrogen organik, seperti asam amino. Berbagai bakteri dapat menggunakan semua bentuk tersebut dan juga nitrit (NO_2^-). Hewan hanya dapat menggunakan bentuk nitrogen organik. Reservoir utama nitrogen adalah atmosfer, di mana terdapat 80% gas nitrogen bebas (N_2). Reservoir senyawa nitrogen anorganik dan organik lainnya adalah tanah dan sedimen pada danau, sungai, dan lautan; air permukaan dan air tanah; dan biomassa organisme hidup (Campbell & Reece, 2011).

Jalur utama bagi nitrogen untuk memasuki suatu ekosistem adalah melalui *fiksasi nitrogen*, konversi N_2 menjadi bentuk yang dapat digunakan untuk mensintesis senyawa nitrogen organik. Bakteri tertentu, serta petir, memfiksasi nitrogen secara alami. Input nitrogen dari aktivitas manusia sekarang melebihi input alami di daratan. Dua kontributor utama diproduksi secara industri pupuk dan tanaman kacang-kacangan yang memfiksasi nitrogen melalui bakteri di nodul akarnya. Bakteri lain di tanah mengkonversi nitrogen menjadi bentuk yang berbeda. Beberapa bakteri melakukan *denitrifikasi*, yaitu reduksi nitrat menjadi gas nitrogen. Aktivitas manusia juga melepaskan sejumlah besar gas nitrogen reaktif, seperti nitrogen oksida ke atmosfer (Campbell & Reece, 2011).

Nitrogen dalam protoplasma dipecah dari organik ke bentuk anorganik oleh serangkaian bakteri dekomposer, masing-masing khusus untuk bagian tertentu dari siklus. Beberapa nitrogen berakhir sebagai amonium dan amoniak. Amonium berubah menjadi nitrit dan nitrit diubah menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi. Nitrat merupakan bentuk nitrogen yang sering digunakan tanaman hijau. Nitrogen kembali ke atmosfer oleh aksi bakteri denitrifikasi dan kembali ke siklus melalui aksi mikroorganisme yang dapat memfiksasi nitrogen bebas (*biofixation*) (Odum, 2005).



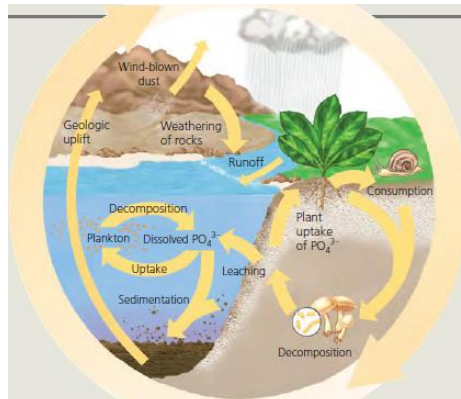
Gambar 8. Siklus nitrogen

Sumber: Campbell & Reece (2011)

4. Siklus Fosfor

Organisme memerlukan fosfor sebagai unsur pokok utama asam nukleat, fosfolipid, ATP dan molekul penyimpan energi lainnya, serta sebagai unsur pokok mineral pada tulang dan gigi. Bentuk fosfor anorganik yang paling penting secara biologis adalah fosfat (PO_4^{3-}), yang mana diserap tanaman dan digunakan dalam sintesis senyawa organik. Akumulasi fosfor terbesar adalah di batuan sedimen yang berasal dari laut. Ada juga sejumlah besar fosfor di tanah, di lautan (dalam bentuk terlarut), dan di dalam organisme. Karena partikel tanah mengikat PO_4^{3-} , daur ulang fosfor cenderung terlokalisasi di dalam ekosistem (Campbell & Reece, 2011). Secara alami, keberadaan fosfor di alam berasal dari pelapukan batuan mineral maupun batuan fosfat, dan sebagian dari pelapukan bahan organik (Odum, 2005).

Pelapukan batuan secara bertahap menambah PO_4^{3-} ke tanah, beberapa larut ke air tanah dan air permukaan, dan akhirnya mencapai laut. Fosfat diambil oleh produsen dan dimasukkan ke dalam molekul biologis yang mungkin dimakan oleh konsumen. Fosfat dikembalikan ke tanah atau air melalui dekomposisi biomassa atau ekskresi oleh konsumen. Karena tidak ada gas yang mengandung fosfor yang signifikan, hanya fosfor dalam jumlah relatif kecil bergerak melalui atmosfer, biasanya berupa debu dan percikan laut (Campbell & Reece, 2011).



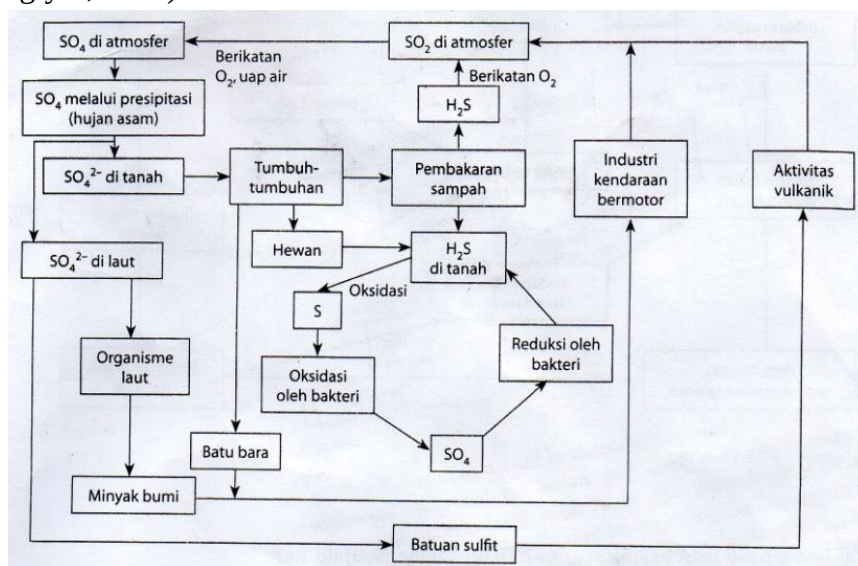
Gambar 9. Siklus fosfor

Sumber: Campbell & Reece (2011)

5. Siklus Sulfur

Sulfur (belerang) terdapat di atmosfer di atmosfer dalam bentuk sulfur dioksida (SO_2) yang berasal dari aktivitas vulkanis (misalnya gunung berapi), pembakaran bahan bakar fosil, asap kendaraan bermotor, dan asap pabrik. Belerang juga terdapat dalam bentuk hidrogen sulfida (H_2S) yang dilepas dari proses pembusukan bahan organik di dalam tanah dan air yang dilakukan oleh bakteri dan jamur pengurai. Organisme pengurai yang merombak bahan organik (protein) dan melepaskan H_2S , antara lain jamur *Aspergillus* dan *Neurospora* serta bakteri *Escherichia*. H_2S selanjutnya mengalami oksidasi di atmosfer membentuk sulfat (SO_4). Gas sulfat bersama-sama dengan presipitasi (curah hujan) masuk ke dalam tanah. Jika kandungan gas sulfat di udara terlalu tinggi, presipitasi yang dihasilkan akan sangat asam; dikenal sebagai **hujan asam** (Irnaningtyas, 2016).

H_2S di dalam tanah juga dapat mengalami oksida dan menghasilkan elemen sulfur (S). Sulfur kemudian teroksidasi menjadi sulfat oleh bakteri *Thiobacillus denitrificans* dan *Thiobacillus thiooxidans*. Sulfat di dalam tanah dapat tereduksi kembali menjadi H_2S oleh bakteri *Thiobacillus thioparus*. Belerang di dalam tanah terdapat dalam bentuk sulfat, sulfida, dan belerang anorganik. Akan tetapi, tumbuhan menyerap belerang dalam bentuk anion sulfat (SO_4^{2-}) dari dalam tanah (Irnaningtyas, 2016).



Gambar 10. Siklus sulfur

Sumber: Irnaningtyas (2016)

G. Suksesi

Suksesi adalah proses perubahan komunitas yang berlangsung secara lambat dan teratur dalam waktu yang lama, menuju ke satu arah hingga terbentuk komunitas yang lebih kompleks. Proses suksesi akan berakhir setelah mencapai komunitas yang stabil atau disebut sebagai komunitas klimaks (Irwan, 2015).

Berdasarkan kondisi komunitas awal yang ada pada daerah yang mengalami suksesi, tipe suksesi dapat dibedakan atas suksesi primer dan suksesi sekunder (Indriyanto, 2017).

1. Suksesi Primer

Suksesi primer adalah suksesi yang terjadi pada lahan atau wilayah yang mula-mula tidak bervegetasi atau lahan yang pernah bervegetasi, tetapi mengalami gangguan berat hingga komunitas asal hilang secara total atau tidak ada lagi kehidupan. Gangguan berat tersebut dapat terjadi karena alam seperti tanah longsor, letusan gunung api, endapan lumpur sungai di muara sungai, dan endapan pasir di pantai. Substrat atau habitat baru yang terbentuk akibat gangguan tersebut kemudian berangsur-angsur mengalami perkembangan ke arah terbentuknya komunitas baru yang lebih kompleks, hingga mencapai komunitas klimaks yang memiliki keseimbangan lingkungan yang dinamis (Indriyanto, 2017).

2. Suksesi Sekunder

Suksesi sekunder adalah suksesi yang terjadi pada lahan atau wilayah yang pada awalnya telah bervegetasi sempurna, kemudian mengalami kerusakan tetapi tidak sampai merusak secara total tempat tumbuh sehingga masih ada vegetasi lama dan kehidupan (Indriyanto, 2017). Kerusakan tersebut dapat disebabkan oleh kebakaran, banjir, maupun perbuatan manusia seperti tegalan, padang alang-alang, semak belukar bekas lading, atau kebun-kebun yang ditinggal (Irwan, 2015).

Perbedaan suksesi primer dan suksesi sekunder terletak pada kondisi habitat awal. Pada suksesi primer, vegetasi dan bakal kehidupan lainnya berasal dari luar habitat asli. Sementara pada suksesi sekunder, vegetasi dan bakal kehidupan lainnya berasal dari habitatnya sendiri dan sebagian lainnya berasal dari luar (Indriyanto, 2017).

REFERENSI

- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2011). *Campbell Biology Ninth Edition*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Indriyanto. (2017). *Ekologi Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Irnaningtyas. (2016). *Biologi untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum 2013 Edisi Revisi 2016*. Jakarta: Erlangga.
- Irwan, Z. D. (2015). *Prinsip-Prinsip Ekologi: Ekosistem, Lingkungan dan Pelestariannya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Odum, E. P. (2005). *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Samangan T, penerjemah. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: *Fundamentals of Ecology*.

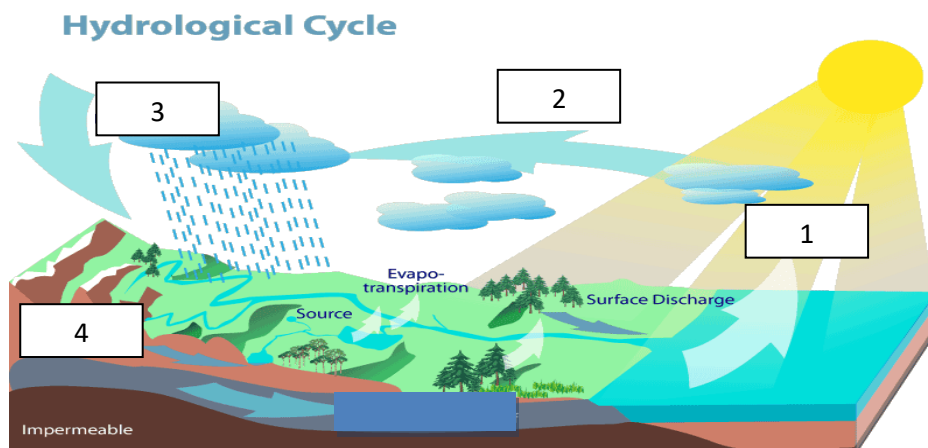
Lampiran 5. Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

1. Nina mengamati kebun dan kolam yang terdapat di belakang rumahnya. Di kebun tersebut, Nina menemukan beberapa hewan yaitu belalang, kupu-kupu, burung, ular, kambing, dan katak. Sedangkan di kolam yang airnya terlihat keruh kehijauan dia menemukan ikan-ikan kecil. Berdasarkan hewan yang Nina temukan, produsen apa sajakah yang mungkin ada pada ekosistem tersebut? Berikan alasannya. (Ketelitian)
2. Tumbuhan kantong semar (*Nepenthes*) mampu mencerna serangga dengan enzimnya. Apakah tumbuhan tersebut tergolong produsen atau konsumen? Jelaskan alasannya. (Kecukupan)
3. Pada tahun 2017, muncul kembali serangan tomcat di pemukiman warga. Serangga tomcat yang biasa ditemukan di area persawahan bermigrasi ke sekitar perumahan warga. Serangga ini memiliki racun paederin yang mampu membuat kulit melepuh. Diketahui serangga ini merupakan predator alami hama wereng. Tomcat berpindah dari lingkungan warga pada malam hari. Jumlah tomcat di sekitar perumahan cukup banyak dan meresahkan warga.
 - a. Analisis faktor yang menyebabkan berpindahnya serangga tomcat keluar dari habitatnya. (Keluasan)
 - b. Mengapa populasi tomcat terus bertambah banyak? Prediksi kemungkinan faktor penyebabnya. (Kedalaman)
 - c. Apa dampak yang akan terjadi jika tomcat dimusnahkan secara masal? Analisis keterkaitan dengan ketidakseimbangan ekosistem. (Keluasan)
 - d. Jelaskan upaya yang perlu dilakukan agar wabah tomcat tidak semakin meluas ke pemukiman warga. (Relevansi)
 - e. Buatlah rantai makanan yang mungkin terjadi pada ekosistem tersebut. (Akurasi)
4. Serangan hama wereng di daerah pertanian disebabkan habitat wereng berubah menjadi pemukiman atau pertanian. Tanaman yang homogen di

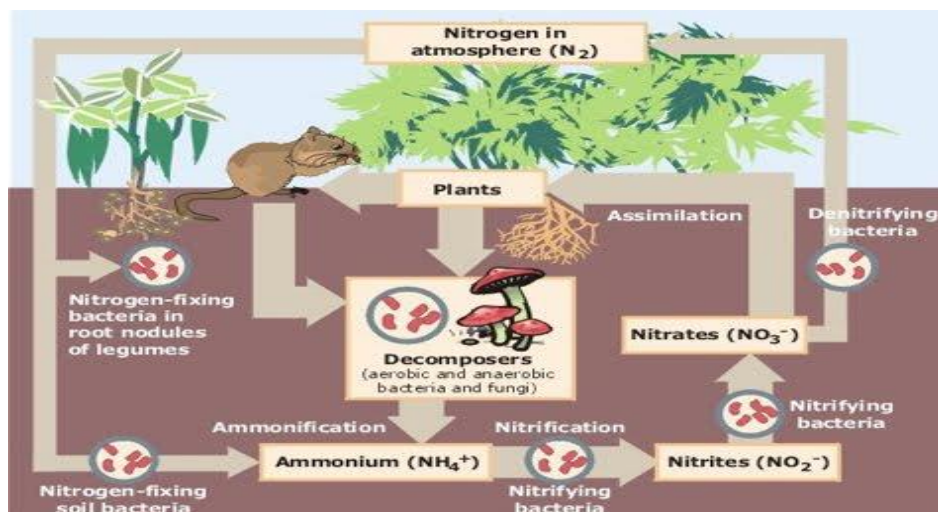
daerah pertanian mempercepat pertumbuhan populasi wereng karena tersedia makanan yang melimpah. Penyemprotan pestisida biasanya dilakukan untuk mengurangi populasi wereng, namun setelah lima tahun kembali terjadi serangan hama wereng, padahal penyemprotan rutin pestisida selalu dilakukan.

- a. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? (Kedalaman)
 - b. Jelaskan dampak penggunaan pestisida yang berlebihan terhadap komponen biotik dan abiotik yang ada pada ekosistem sawah. (Keluasan)
5. Di kebun milik kakek Dani terdapat tumbuhan *Ficus*. Tumbuhan ini biasa disebut sebagai tumbuhan pencekik (*strangler*). Pada awalnya, tanaman ini tumbuh sebagai epifit pada suatu pohon dengan akar gantungnya yang sangat menarik. Namun, setelah akarnya tumbuh lebat dan menjulur sampai ke tanah, akar tersebut ikut menyerap nutrisi dari dalam tanah dan merayap ke batang pohon inang dengan turut melilitnya bersama dengan batangnya.
- a. Tipe interaksi apakah yang terjadi antara kedua spesies tersebut? Jelaskan alasannya. (Akurasi)
 - b. Sebutkan dua contoh interaksi antar spesies yang sama dengan tipe interaksi di atas dan jelaskan bentuk interaksi yang terjadi. (Akurasi)
6. Bagaimana energi dapat berpindah dari satu organisme ke organisme lainnya? Jelaskan mekanisme aliran energi. (Kejelasan)
7. Piramida ekologi merupakan susunan tingkat trofik (tingkat nutrisi atau tingkat energi) secara berurutan menurut rantai makanan dan jaring-jaring makanan dalam ekosistem. Piramida ekologi dapat digolongkan menjadi tiga tipe.
- a. Jelaskan ketiga tipe piramida ekologi tersebut (Kejelasan)
 - b. Dari ketiga tipe piramida ekologi, manakah tipe piramida yang paling ideal? Jelaskan alasannya (Ketelitian)
 - c. Mengapa piramida biomassa pada ekosistem akuatik berbentuk piramida terbalik? (Kecukupan)

8. Pada piramida energi, jumlah energi akan semakin berkurang pada setiap tahap tingkatan trofik dari trofik dasar menuju trofik puncak. Mengapa demikian? (Kecukupan)
9. Perhatikan gambar siklus air di bawah ini.



- a. Berdasarkan gambar di atas, sebutkan dan jelaskan empat tahapan penting dalam siklus air. (Kejelasan)
- b. Berdasarkan kaitannya dengan tahapan siklus air, berikan analisis mengapa banjir dan kekeringan dapat terjadi. (Ketelitian)
10. Perhatikan gambar siklus nitrogen di bawah ini.



- a. Dalam bentuk apakah nitrogen diserap oleh tumbuhan? (Akurasi)
- b. Apa yang terjadi jika jumlah populasi bakteri nitrat mengalami penurunan? (Relevansi)

11. Limbah detergen yang mengalir ke sungai dan danau membuat eceng gondok tumbuh subur di perairan yang akhirnya menyebabkan ikan-ikan di perairan tersebut mati. Dinamakan apakah peristiwa tersebut? Mengapa ikan-ikan di perairan tersebut banyak yang mati? Berikan analisisnya. (Keluasan)
12. Sejak tahun 2006, lumpur Lapindo di Sidoarjo terus menyembur keluar dari dalam tanah. Fenomena tersebut menyebabkan vegetasi yang ada di daerah semburan lumpur menjadi musnah.
 - a. Apa yang mungkin terjadi jika lumpur Lapindo sudah tidak menyembur lagi? (Kedalaman)
 - b. Mungkinkah terjadi suksesi di bekas wilayah yang tertutup oleh lumpur? Jelaskan pendapat Anda beserta alasannya. (Kedalaman)
13. Pada tahun 1883, terjadi letusan vulkanik di Pulau Krakatau yang memusnahkan flora dan fauna yang terdapat di pulau tersebut dan mengurangi ukuran pulau hampir sepertiga dari ukuran semula. Dalam waktu tiga tahun setelah gunung Krakatau meletus, tercatat beberapa spesies tumbuh kembali.
 - a. Dalam dinamika komunitas, disebut apakah proses perubahan komunitas pada peristiwa tersebut? Jelaskan alasannya. (Relevansi)
 - b. Jelaskan proses pemulihan dari lahan terbuka hingga mencapai komunitas klimaks. (Ketelitian)

Kunci Jawaban Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

No.	Kriteria Jawaban	Skor
1	Rumput, karena merupakan makanan belalang dan kambing	1
	Tanaman berbunga, karena terdapat kupu-kupu yang menghisap nectar/sari bunga	1
	Tanaman berbuah karena merupakan makanan burung	1
	Alga/fitoplankton, karena merupakan makanan ikan-ikan kecil	1
2	Tumbuhan kantong semar (<i>Nepenthes</i>) dikatakan sebagai produsen	1
	Karena memiliki klorofil dan mampu berfotosintesis sehingga dapat mengubah senyawa anorganik menjadi senyawa organik	1
	Tumbuhan kantong semar (<i>Nepenthes</i>) dikatakan sebagai konsumen	1
	Karena kebiasaannya mencerna serangga untuk memenuhi kebutuhan makanannya (sumber nitrogen dan fosfor) sehingga disebut sebagai tumbuhan karnivora	1
3a	Terganggunya/rusaknya habitat asli tomcat misalnya karena alih fungsi lahan (area persawahan dijadikan pemukiman warga) atau faktor alam sehingga tomcat mencari lingkungan baru sebagai tempat tinggal hingga merambah ke pemukiman penduduk	1
	Populasi wereng yang merupakan makanan tomcat di area persawahan terbatas karena padi sudah dipanen atau karena penggunaan insektisida yang berlebihan oleh petani sehingga tomcat keluar habitat untuk mencari makanan	1
	Tersedianya makanan di luar habitat asli tomcat	1
	Tomcat mengikuti cahaya lampu dari rumah warga	1
3b	Hilangnya predator pemangsa tomcat	2
	Faktor musim. Pada musim penghujan, kelembaban tinggi → populasi wereng yang merupakan pakan dari tomcat meningkat → populasi tomcat ikut meningkat	2
3c	Hama wereng semakin meningkat dan produksi tanaman padi semakin menurun karena tomcat merupakan predator alami wereng	2
	Memungkinkan peningkatan penggunaan pestisida/insektisida untuk membasmi hama wereng di sawah	2
3d	Tidak merusak habitat asli tomcat/ menjaga kelestarian habitat tomcat	1
	Tidak membuka lahan pertanian menjadi lahan pemukiman	1

	Tidak memusnahkan wereng yang merupakan makanan tomat secara masal/drastis	1
	Budidaya predator tomat, misalnya burung	1
3e	Tanaman padi → wereng → tomat → burung/tokek/katak (Masing-masing jawaban tersebut skornya 1)	4
4a	Hama wereng tetap dapat bertahan karena sudah resisten dengan pestisida yang berulang kali disemprotkan	2
	Serangan hama wereng kembali terjadi karena penggunaan pestisida yang berlebih juga dapat membunuh pemangsa wereng, sehingga dalam kurun waktu tertentu populasi hama wereng kembali meningkat karena populasi pemangsanya menurun	2
4b	Terhadap komponen biotik: hama menjadi resisten terhadap pestisida	1
	Membunuh hewan lain yang bukan target/sasaran	1
	Terhadap komponen abiotik: mencemari tanah (menurunkan kesuburan tanah)	1
	Mencemari air sungai tempat pembuangan residu pestisida, yang pada akhirnya dapat menyebabkan eutrofikasi	1
5a	Parasitisme	1
	Interaksi tersebut menyebabkan salah satu pihak dirugikan, sedangkan pihak yang lain (parasit) diuntungkan	1
	Tumbuhan penekik memperoleh makanan dari inangnya dan mendapat tempat untuk hidup, sedangkan pohon inang kehabisan nutrisi dan terhambat pertumbuhannya karena batangnya dililit oleh akar dan batang tumbuhan penekik tersebut hingga akhirnya pohon inang mati	2
5b	Jika hanya menjawab satu contoh interaksi antar spesies dengan benar	1
	Jika menjawab satu contoh interaksi antar spesies dengan benar dan menjelaskan bentuk interaksinya dengan benar	2
	Jika menjawab dua contoh interaksi antar spesies dengan benar	2
	Jika menjawab dua contoh interaksi antar spesies dengan benar dan menjelaskan masing-masing bentuk interaksinya dengan benar	4
6	Energi dapat berpindah dari satu organisme ke organisme lainnya melalui peristiwa makan dan dimakan	2
	Herbivor (konsumen I) mendapat energi dari memakan tanaman (produsen). Saat herbivor dimangsa oleh karnivor (konsumen II), energi tersebut akan berpindah, dan seterusnya	2

7a	Piramida jumlah, yaitu piramida yang menggambarkan jumlah organisme pada tiap tingkatan trofik.	1
	Piramida biomassa, yaitu piramida yang menggambarkan biomassa atau massa kering total organisme hidup pada tiap tingkatan trofik dalam kurun waktu tertentu	1
	Piramida energi, yaitu piramida yang menggambarkan terjadinya <u>penurunan energi</u> pada tiap tahap tingkatan trofik	2
7b	Piramida energi	1
	Karena tidak dipengaruhi oleh ukuran organisme dan kecepatan metabolisme organisme	1
	Karena menunjukkan efisiensi ekologi atau produktivitas ekosistem	1
	Karena memberikan gambaran berkaitan dengan sifat fungsional komunitas suatu ekosistem	1
7c	Karena biomassa konsumen lebih besar daripada produsen. Contohnya berat kering plankton lebih kecil dibandingkan berat kering ikan	4
8	Karena tidak semua energi dapat ditransfer ke tingkat trofik berikutnya	1
	Umumnya konsumen hanya mampu memanfaatkan 10% energi yang diperoleh dari organisme pada tingkat trofik di bawahnya	2
	Sebagian besar energi lainnya (90%) dilepaskan ke lingkungan sebagai panas	1
9a	Evaporasi, yaitu proses penguapan air yang ada di permukaan bumi	1
	Kondensasi, yaitu proses pembentukan awan dari titik-titik air akibat adanya perubahan suhu yang cukup dingin	1
	Presipitasi, yaitu segala bentuk jatuhnya air dari atmosfer ke bumi yang meliputi hujan air, hujan es, dan hujan salju	1
	Infiltrasi, yaitu air hujan yang meresap ke dalam pori-pori tanah	1
9b	Banjir dapat terjadi karena terganggunya proses infiltrasi yang disebabkan karena tanah tertutup oleh aspal sehingga air tidak dapat meresap ke dalam tanah	1
	Banjir dapat terjadi karena terganggunya proses infiltrasi yang disebabkan karena hutan gundul (minimnya pohon) yang seharusnya menyerap air agar tidak mengalir di permukaan	1
	Kekeringan dapat terjadi karena terganggunya siklus air yang menyebabkan presipitasi berkurang	1
	Kekeringan dapat terjadi karena hutan berkurang (minimnya	1

	pohon) sehingga air tidak dapat disimpan di dalam tanah	
10a	Tumbuhan menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-)	2
	Tumbuhan menyerap nitrogen dalam bentuk ammonium (NH_4^+)	2
10b	Tidak terjadinya perubahan nitrit menjadi nitrat	1
	Tidak terjadinya asimilasi nitrat oleh tumbuhan	1
	Kelangsungan hidup herbivora akan terganggu	1
	Proses pembebasan gas nitrogen (N_2) ke atmosfer akan terganggu	1
11	Eutrofikasi	1
	Yaitu melimpahnya unsur hara atau nutrisi secara drastis.	1
	Sungai yang tercemar limbah detergen dapat menyebabkan eceng gondok tumbuh subur karena detergen mengandung banyak fosfat yang merupakan sumber nutrisi bagi tanaman seperti eceng gondok untuk tumbuh subur.	1
	Hal tersebut mengakibatkan konsentrasi oksigen terlarut menurun sehingga menyebabkan ikan tidak dapat hidup dengan baik hingga akhirnya mati.	1
12a	Bekas wilayah semburan lumpur Lapindo akan menjadi lahan bagi tanaman untuk tumbuh	2
	Akan terjadi suksesi pada bekas wilayah semburan lumpur Lapindo	2
12b	Mungkin	2
	Karena ekosistem memiliki daya lenting lingkungan sehingga dapat kembali pada kondisi semula	2
13a	Suksesi primer	2
	Karena lahan yang awalnya bervegetasi menjadi musnah hilang total karena adanya letusan gunung berapi hingga akhirnya berangsur-angsur tumbuh kembali komunitas baru dengan diawali vegetasi perintis	2
13b	Proses suksesi diawali dengan tumbuhnya vegetasi perintis (liken) kemudian tumbuh lumut. Lumut inilah yang menimbulkan kelembaban dan memungkinkan jenis paku-pakuan untuk tumbuh setelahnya. Barulah setelah ini rumput-rumputan mulai tumbuh dan membentuk semak. Adanya semak-semak ini kemudian memungkinkan burung hinggap dan menyebarkan biji-biji tumbuhan lain sehingga tumbuh pepohonan. Perlahan-lahan, terciptalah vegetasi klimaks. Urutan: liken → lumut → tumbuhan paku → rumput → semak → tumbuhan berbiji (perdu dan pohon) → vegetasi klimaks	4

Lampiran 6. Kisi-Kisi Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

A. Kisi-Kisi Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen (PBL dipadu NHT)

Tahap Pembelajaran	Indikator Guru	No. Butir	Indikator Siswa	No. Butir
Orientasi siswa pada masalah (PBL)	Guru melakukan apersepsi dengan cara mengajukan masalah kepada permasalahan nyata	1	Siswa merespon apersepsi yang diberikan oleh guru	2
	Guru membimbing siswa untuk menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai	3	Siswa menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai	4
Mengorganisasi-sasi siswa untuk belajar (PBL) dan <i>numbering</i> (NHT)	Guru membimbing siswa mendefinisikan tugas belajar dalam kelompok	5	Siswa mendefinisikan tugas belajar di dalam kelompok	6
	Guru membagi siswa ke dalam beberapa kelompok secara heterogen	7	Siswa membentuk kelompok sesuai dengan arahan guru	8
	Guru membagikan nomor kepada setiap siswa dalam tiap kelompok	9	Setiap siswa dalam tiap kelompok mendapatkan nomor yang berbeda-beda	10
<i>Questioning</i> (NHT)	Guru memberikan pertanyaan berupa soal pemecahan masalah di LKPD untuk dikerjakan secara berkelompok.	11	Siswa menerima pertanyaan di LKPD untuk dikerjakan secara berkelompok	12
<i>Head together</i> (NHT) dan guru membimbing siswa dalam penyelidikan (PBL)	Guru membimbing siswa dalam penyelidikan	13	Siswa melakukan penyelidikan terhadap permasalahan	14
			Siswa berdiskusi untuk memecahkan masalah	15, 16
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya (PBL) dipadu <i>answering</i> (NHT)	Guru memanggil salah satu nomor siswa	17	Siswa yang nomornya dipanggil mempresentasikan hasil diskusi kelompok	18
	Guru menunjuk siswa pada kelompok lain dengan nomor sesuai yang dipanggil sebelumnya	19	Siswa yang ditunjuk memberikan tanggapan terhadap jawaban siswa dari kelompok sebelumnya	20
Menganalisis dan evaluasi proses pemecahan masalah (PBL)	Guru membimbing siswa untuk menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	21	Siswa menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	22
	Guru membantu siswa merefleksi dan menyusun kesimpulan hasil investigasi	23, 25	Siswa merefleksi dan menyusun kesimpulan hasil investigasi yang telah dilakukan	24, 26

B. Kisi-Kisi Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol (STAD)

Tahap Pembelajaran	Indikator Guru	No. Butir	Indikator Siswa	No. Butir
Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa	Guru memotivasi siswa dengan memberikan berbagai pertanyaan terkait materi yang akan dipelajari	1	Siswa menerima motivasi dan menjawab pertanyaan dari guru	2
	Guru membimbing siswa untuk menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai	3	Siswa menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai	4
Menyajikan informasi	Guru menyampaikan materi dan melakukan tanya jawab kepada siswa	5	Siswa mendengarkan dan memperhatikan materi yang diberikan oleh guru	6
Mengorganisasikan siswa dalam kelompok belajar	Guru membagi siswa ke dalam beberapa kelompok secara heterogen	7	Siswa membentuk kelompok sesuai dengan arahan guru	8
Membimbing kerja kelompok	Guru membimbing siswa dalam diskusi kelompok	9	Siswa melakukan diskusi kelompok	10
Evaluasi	Guru memberikan kesempatan kepada masing-masing kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	11	Siswa perwakilan tiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok	12
Penghargaan prestasi tim	Guru memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik	13	Siswa menerima penghargaan dari guru	14
Penutup	Guru memberikan refleksi berupa pertanyaan mengenai materi yang telah dipelajari	15	Siswa menjawab pertanyaan dari guru	16
	Guru membimbing siswa untuk menyimpulkan hasil pembelajaran	17	Siswa menyimpulkan hasil pembelajaran	18

Lampiran 7. Perhitungan Jumlah Sampel Penelitian

Perhitungan jumlah sampel pada penelitian ini menggunakan rumus Taro Yamane (Riduwan, 2009)

$$n = \frac{N}{Nd^2 + 1}$$

Keterangan:

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

d = presisi yang ditetapkan

Penelitian ini menggunakan kelas eksperimen dan kelas kontrol yang berjumlah 36 siswa pada masing-masing kelas. Tingkat presisi yang ditetapkan sebesar 5% (0,05), maka:

$$\begin{aligned} n &= \frac{36}{36(0,05)^2 + 1} \\ &= 33 \end{aligned}$$

Jadi, jumlah sampel pada penelitian ini adalah 33 siswa kelas eksperimen dan 33 siswa kelas kontrol.

Lampiran 8. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis Materi Ekologi

Uji validitas instrumen tes keterampilan berpikir kritis menggunakan rumus *Pearson Product Moment* dengan aplikasi *Microsoft Excel*.

Nomor Butir Soal	r hitung	r tabel	Keterangan
1	0,252	0,329	Tidak valid
2	-0,490	0,329	Tidak valid
3a	0,234	0,329	Tidak valid
3b	0,067	0,329	Tidak valid
3c	0,490	0,329	Valid
3d	0,467	0,329	Valid
3e	0,300	0,329	Tidak valid
4a	0,535	0,329	Valid
4b	0,211	0,329	Tidak valid
5a	0,488	0,329	Valid
5b	0,397	0,329	Valid
6	0,445	0,329	Valid
7a	0,453	0,329	Valid
7b	0,230	0,329	Tidak valid
7c	0,369	0,329	Valid
8	0,516	0,329	Valid
9a	0,552	0,329	Valid
9b	0,483	0,329	Valid
10a	-0,090	0,329	Tidak valid
10b	0,095	0,329	Tidak valid
11	0,369	0,329	Valid
12a	0,592	0,329	Valid
12b	0,118	0,329	Tidak valid
13a	0,403	0,329	Valid
13b	0,362	0,329	Valid

Keterangan:

Butir soal dikatakan valid apabila $r_{hitung} \geq r_{tabel}$. Jumlah butir soal yang valid sebanyak 15 soal

Lampiran 9. Hasil Perhitungan Reliabilitas Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis Materi Ekologi

Perhitungan reliabilitas instrumen tes keterampilan berpikir kritis menggunakan rumus *Alpha Cronbach* dengan SPSS 25.0. Hasil perhitungan reliabilitas diinterpretasikan dengan kriteria reliabilitas berikut.

Rentang Reliabilitas	Kriteria
0,80 – 1,000	Sangat tinggi
0,60 – 0,799	Tinggi
0,40 – 0,599	Cukup tinggi
0,20 – 0,399	Rendah
0,00 – 0,199	Sangat rendah

Sumber: Riduwan & Sunarto (2015)

Statistik Reliabilitas

Alpha Cronbach	Jumlah Butir Soal
.753	15

Berdasarkan hasil perhitungan reliabilitas, didapatkan nilai Alpha Cronbach sebesar 0,753. Hal tersebut berarti instrumen tes keterampilan berpikir kritis materi Ekologi pada penelitian ini memiliki reliabilitas yang tinggi.

Lampiran 10. Hasil Uji Kesetaraan Kemampuan Awal Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

1. Hasil Uji Normalitas *Pretest*

a. Hipotesis

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

b. Kriteria

Terima H_0 jika nilai signifikansi $> 0,05$

Tolak H_0 jika nilai signifikansi $< 0,05$

c. Perhitungan

Uji normalitas tes keterampilan berpikir kritis menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan SPSS 25.0

Uji Normalitas

<i>Gain Score</i>	Statistic	N	Sig.
Kelas Eksperimen	.101	33	.200
Kelas Kontrol	.100	33	.200

d. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui nilai signifikansi $> \alpha$ yaitu $0,200 > 0,05$ pada kelas eksperimen dan $0,200 > 0,05$ pada kelas kontrol, maka terima H_0 yang berarti kedua data berdistribusi normal.

2. Hasil Uji Homogenitas *Pretest*

a. Hipotesis

H_0 : Data memiliki varians yang sama (homogen)

H_1 : Data memiliki varians yang tidak sama (homogen)

b. Kriteria

Terima H_0 jika nilai signifikansi $> 0,05$

Tolak H_0 jika nilai signifikansi $< 0,05$

c. Perhitungan

Uji homogenitas tes keterampilan berpikir kritis menggunakan uji F dengan SPSS 25.0

Uji Homogenitas

		df1	df2	Sig.
<i>Gain Score</i>	<i>Based on Mean</i>	1	64	.567
	<i>Based on Median</i>	1	64	.634
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	1	63.020	.634
	<i>Based on trimmen mean</i>	1	64	.583

d. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui nilai signifikansi $> \alpha$ yaitu $0,567 > 0,05$, maka terima H_0 yang artinya data memiliki varians yang sama atau homogen.

3. Hasil Uji Beda Keterampilan Berpikir Kritis

a. Hipotesis

H_0 = Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol

H_1 = Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol

b. Kriteria

Terima H_0 jika nilai signifikansi $> 0,05$

Tolak H_0 jika nilai signifikansi $< 0,05$

c. Perhitungan

Uji hipotesis tes keterampilan berpikir kritis menggunakan uji *Independent Sample t-test* dengan SPSS 25.0

Independent Sample t-test

<i>Gain Score</i>	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	.797	64	.429	2.18182

d. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui nilai signifikansi $> 0,05$ yaitu $0,429 > 0,05$ maka terima H_0 yang artinya tidak perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Lampiran 11. Hasil Skor Tes Keterampilan Berpikir Kritis Materi Ekologi

Nomor Responden	Kelas Eksperimen			Kelas Kontrol		
	Nilai <i>Pretest</i>	Nilai <i>Posttest</i>	<i>Gain Score</i>	Nilai <i>Pretest</i>	Nilai <i>Posttest</i>	<i>Gain Score</i>
1	18	62	44	25	70	45
2	33	63	30	30	78	48
3	15	58	43	18	48	30
4	17	58	41	22	53	31
5	32	85	53	33	68	35
6	25	75	50	17	67	50
7	28	67	39	40	58	18
8	13	70	57	27	60	33
9	23	62	39	23	45	22
10	17	68	51	32	45	13
11	23	60	37	15	53	38
12	33	82	49	40	73	33
13	25	82	57	27	72	45
14	43	82	39	20	75	55
15	35	77	42	12	62	50
16	13	55	42	10	50	40
17	25	73	48	12	65	53
18	48	80	32	30	70	40
19	50	87	37	28	78	50
20	27	75	48	27	65	38
21	27	62	35	15	52	37
22	50	80	30	18	73	55
23	33	82	49	35	77	42
24	40	87	47	45	80	35
25	20	72	52	48	67	19
26	12	52	40	13	50	37
27	37	83	46	42	82	40
28	30	73	43	42	80	38
29	15	75	60	37	68	31
30	42	83	41	20	58	38
31	43	85	42	38	55	17
32	45	82	37	25	67	42
33	18	70	52	17	57	40
Nilai Minimum	12	52	30	10	45	13
Nilai Maksimum	50	87	60	48	82	55
Rata-Rata	28,94	72,94	44,00	26,76	64,27	37,52
Standar Deviasi	11,55	10,21	7,64	10,68	10,97	10,88

**Lampiran 12. Perhitungan Distribusi Frekuensi *Gain Score* Tes
Keterampilan Berpikir Kritis Materi Ekologi**

A. Kelas Eksperimen

1. Rentangan

$$\begin{aligned} R &= \text{data tertinggi} - \text{data terendah} \\ &= 60 - 30 \\ &= 30 \end{aligned}$$

2. Banyak Kelas

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 1 + 3,3 \log 33 \\ &= 6 \end{aligned}$$

3. Panjang Kelas

$$\begin{aligned} P &= R/K \\ &= 30/6 \\ &= 5 \end{aligned}$$

Tabel Distribusi Frekuensi *Gain Score* Tes Keterampilan Berpikir Kritis
Kelas Eksperimen

Kelas	Interval Nilai	Batas Bawah	Batas Atas	Frekuensi Absolut	Frekuensi Relatif (%)
1	30 – 34	29,5	34,5	3	9,09
2	35 – 39	34,5	39,5	7	21,21
3	40 – 44	39,5	44,5	9	27,27
4	45 – 49	44,5	49,5	6	18,18
5	50 – 54	49,5	54,5	5	15,15
6	55 – 60	54,5	60,5	3	9,09
Jumlah				33	100

B. Kelas Kontrol

1. Rentangan

$$\begin{aligned}
 R &= \text{data tertinggi} - \text{data terendah} \\
 &= 55 - 13 \\
 &= 42
 \end{aligned}$$

2. Banyak Kelas

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 1 + 3,3 \log 33 \\
 &= 6
 \end{aligned}$$

3. Panjang Kelas

$$\begin{aligned}
 P &= R/K \\
 &= 42/6 \\
 &= 7
 \end{aligned}$$

Distribusi Frekuensi *Gain Score* Tes Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol

Kelas	Interval Nilai	Batas Bawah	Batas Atas	Frekuensi Absolut	Frekuensi Relatif (%)
1	13 – 19	12,5	19,5	4	12,12
2	20 – 26	19,5	26,5	1	3,03
3	27 – 33	26,5	33,5	5	15,15
4	34 – 40	33,5	40,5	12	36,36
5	41 – 47	40,5	47,5	4	12,12
6	48 – 55	47,5	55,5	7	21,21
Jumlah				33	100

Lampiran 13. Kategori Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

1. Kelas Eksperimen

Nomor Responden	Nilai Pretest	Kategori	Nomor Responden	Nilai Posttest	Kategori
26	12	Sangat rendah	26	52	Rendah
8	13	Sangat rendah	16	55	Rendah
16	13	Sangat rendah	3	58	Rendah
3	15	Sangat rendah	4	58	Rendah
29	15	Sangat rendah	11	60	Rendah
4	17	Sangat rendah	1	62	Rendah
10	17	Sangat rendah	9	62	Rendah
1	18	Sangat rendah	21	62	Rendah
33	18	Sangat rendah	2	63	Sedang
25	20	Sangat rendah	7	67	Sedang
9	23	Sangat rendah	10	68	Sedang
11	23	Sangat rendah	8	70	Sedang
6	25	Sangat rendah	33	70	Sedang
13	25	Sangat rendah	25	72	Tinggi
17	25	Sangat rendah	17	73	Tinggi
20	27	Sangat rendah	28	73	Tinggi
21	27	Sangat rendah	6	75	Tinggi
7	28	Sangat rendah	20	75	Tinggi
28	30	Sangat rendah	29	75	Tinggi
5	32	Sangat rendah	15	77	Tinggi
2	33	Sangat rendah	18	80	Tinggi
12	33	Sangat rendah	22	80	Tinggi
23	33	Sangat rendah	12	82	Sangat tinggi
15	35	Sangat rendah	13	82	Sangat tinggi
27	37	Sangat rendah	14	82	Sangat tinggi
24	40	Sangat rendah	23	82	Sangat tinggi
30	42	Sangat rendah	32	82	Sangat tinggi
14	43	Sangat rendah	27	83	Sangat tinggi
31	43	Sangat rendah	30	83	Sangat tinggi
32	45	Rendah	5	85	Sangat tinggi
18	48	Rendah	31	85	Sangat tinggi
19	50	Rendah	19	87	Sangat tinggi
22	50	Rendah	24	87	Sangat tinggi
Rata-rata	28,94	Sangat rendah	Rata-rata	72,94	Tinggi

2. Kelas Kontrol

Nomor Responden	Nilai Pretest	Kategori	Nomor Responden	Nilai Posttest	Kategori
16	10	Sangat rendah	9	45	Rendah
15	12	Sangat rendah	10	45	Rendah
17	12	Sangat rendah	3	48	Rendah
26	13	Sangat rendah	16	50	Rendah
11	15	Sangat rendah	26	50	Rendah
21	15	Sangat rendah	21	52	Rendah
6	17	Sangat rendah	4	53	Rendah
33	17	Sangat rendah	11	53	Rendah
3	18	Sangat rendah	31	55	Rendah
22	18	Sangat rendah	33	57	Rendah
14	20	Sangat rendah	7	58	Rendah
30	20	Sangat rendah	30	58	Rendah
4	22	Sangat rendah	8	60	Rendah
9	23	Sangat rendah	15	62	Rendah
1	25	Sangat rendah	17	65	Sedang
32	25	Sangat rendah	20	65	Sedang
8	27	Sangat rendah	6	67	Sedang
13	27	Sangat rendah	25	67	Sedang
20	27	Sangat rendah	32	67	Sedang
19	28	Sangat rendah	5	68	Sedang
2	30	Sangat rendah	29	68	Sedang
18	30	Sangat rendah	1	70	Sedang
10	32	Sangat rendah	18	70	Sedang
5	33	Sangat rendah	13	72	Tinggi
23	35	Sangat rendah	12	73	Tinggi
29	37	Sangat rendah	22	73	Tinggi
31	38	Sangat rendah	14	75	Tinggi
7	40	Sangat rendah	23	77	Tinggi
12	40	Sangat rendah	2	78	Tinggi
27	42	Sangat rendah	19	78	Tinggi
28	42	Sangat rendah	24	80	Tinggi
24	45	Rendah	28	80	Tinggi
25	48	Rendah	27	82	Sangat tinggi
Rata-rata	26,76	Sangat rendah	Rata-rata	64,27	Sedang

Lampiran 14. Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

A. Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen (PBL Dipadu NHT)

Nama Guru : Desi Arisandi, S. Si.

Observer : Sri Mutmainah

Roro Anggraini

Kelas : X MIA 2

Petunjuk:

Beri tanda *checklist* (√) pada kolom apabila pernyataan tersebut terlaksana.

No.	Indikator Keterlaksanaan	Pertemuan ke-	
		1	2
1.	Guru melakukan apersepsi dengan cara mengajukan masalah kepada permasalahan nyata	√	√
2.	Siswa merespon apersepsi yang diberikan oleh guru	√	√
3.	Guru membimbing siswa untuk menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai	√	√
4.	Siswa menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai	√	√
5.	Guru membantu siswa mendefinisikan tugas belajar yang terkait dengan permasalahan yang diberikan	-	√
6.	Siswa mendefinisikan tugas belajar yang terkait dengan permasalahan yang diberikan	-	√
7.	Guru membagi siswa ke dalam beberapa kelompok secara heterogen	√	√
8.	Siswa membentuk kelompok sesuai dengan arahan guru	√	√
9.	Guru membagikan nomor yang berbeda kepada setiap siswa dalam tiap kelompok	√	√
10.	Setiap siswa dalam tiap kelompok mendapatkan nomor yang berbeda-beda	√	√

11.	Guru memberikan pertanyaan berupa soal pemecahan masalah di LKPD untuk dikerjakan secara berkelompok.	√	√
12.	Siswa menerima pertanyaan di LKPD untuk dikerjakan secara berkelompok	√	√
13.	Guru membimbing siswa dalam penyelidikan	√	√
14.	Siswa mencari informasi-informasi yang berkaitan dengan permasalahan	√	√
15.	Siswa menyelesaikan permasalahan yang diberikan oleh guru melalui soal di LKPD sesuai dengan nomor urut yang telah dibagikan	√	√
16.	Siswa berdiskusi menyatukan pendapat untuk memecahkan masalah dan memastikan setiap anggota kelompok mengetahui jawaban kelompok	√	√
17.	Guru memanggil salah satu nomor siswa	√	√
18.	Siswa yang nomornya dipanggil mempresentasikan hasil diskusi kelompok dalam memecahkan masalah	√	√
19.	Guru menunjuk siswa pada kelompok lain dengan nomor sesuai yang dipanggil sebelumnya untuk memberikan tanggapan	√	√
20.	Siswa yang ditunjuk memberikan tanggapan terhadap jawaban siswa dari kelompok sebelumnya	√	√
21.	Guru membimbing siswa untuk menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	√	√
22.	Siswa menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	√	√
23.	Guru memberikan refleksi berupa pertanyaan mengenai materi yang telah dipelajari	√	-
24.	Siswa menjawab pertanyaan dari guru	√	-
25.	Guru membimbing siswa untuk menyusun kesimpulan hasil investigasi	-	√
26.	Siswa menyusun kesimpulan hasil investigasi yang telah dilakukan	-	√

Persentase skor keterlaksanaan pembelajaran model PBL dipadu NHT dapat dilihat pada tabel berikut.

Persentase Skor	
Pertemuan I	Pertemuan II
85%	92%

Hasil persentase skor keterlaksanaan pembelajaran diinterpretasikan dengan kriteria skor pada tabel berikut.

Persentase	Kriteria
0 - 20%	Sangat tidak baik
21 - 40%	Tidak baik
41 - 60%	Cukup baik
61 - 80%	Baik
81 - 100%	Sangat baik

Sumber: Riduwan & Sunarto (2015)

Berdasarkan rata-rata persentase skor keterlaksanaan dari keseluruhan pembelajaran, diperoleh hasil sebesar 88,5%, maka dapat disimpulkan bahwa keterlaksanaan model pembelajaran PBL dipadu NHT dalam kriteria sangat baik.

B. Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol (STAD)

Nama Guru : Desi Arisandi, S. Si.

Observer : Sri Mutmainah

Roro Anggraini

Kelas : X MIA 3

Petunjuk:

Beri tanda *checklist* (√) pada kolom apabila pernyataan tersebut terlaksana.

No	Indikator Keterlaksanaan	Pertemuan ke-	
		1	2
1.	Guru memotivasi siswa dengan memberikan berbagai pertanyaan terkait materi yang akan dipelajari	√	√
2.	Siswa menerima motivasi dan menjawab pertanyaan dari guru	√	√
3.	Guru membimbing siswa untuk menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai	√	√
4.	Siswa menyebutkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai	√	√
5.	Guru menyampaikan materi dan melakukan tanya jawab kepada siswa	√	√
6.	Siswa mendengarkan dan memperhatikan materi yang diberikan oleh guru	√	√
7.	Guru membagi siswa ke dalam beberapa kelompok secara heterogen	√	√
8.	Siswa membentuk kelompok sesuai dengan arahan guru	√	√
9.	Guru membimbing siswa dalam diskusi kelompok	√	√
10.	Siswa melakukan diskusi kelompok	√	√
11.	Guru memberikan kesempatan kepada masing-masing kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	√	√
12.	Siswa perwakilan tiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi mereka	√	√

13.	Guru memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik	√	-
14.	Siswa menerima penghargaan dari guru	√	-
15.	Guru memberikan refleksi berupa pertanyaan mengenai materi yang telah dipelajari	√	√
16.	Siswa menjawab pertanyaan dari guru	√	√
17.	Guru membimbing siswa untuk menyimpulkan hasil pembelajaran	-	√
18.	Siswa menyimpulkan hasil pembelajaran	-	√

Persentase skor keterlaksanaan pembelajaran model STAD dapat dilihat pada tabel berikut.

Persentase Skor	
Pertemuan I	Pertemuan II
89%	89%

Hasil persentase skor keterlaksanaan pembelajaran diinterpretasikan dengan kriteria skor pada tabel berikut.

Persentase	Kriteria
0 - 20%	Sangat tidak baik
21 - 40%	Tidak baik
41 - 60%	Cukup baik
61 - 80%	Baik
81 - 100%	Sangat baik

Sumber: Riduwan & Sunarto (2015)

Berdasarkan rata-rata persentase skor keterlaksanaan dari keseluruhan pembelajaran, diperoleh hasil sebesar 89%, maka dapat disimpulkan bahwa keterlaksanaan model pembelajaran STAD dalam kategori sangat baik.

Lampiran 15. Hasil Uji Normalitas Tes Keterampilan Berpikir Kritis

a. Hipotesis

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

b. Kriteria

Terima H_0 jika nilai signifikansi $> 0,05$

Tolak H_0 jika nilai signifikansi $< 0,05$

c. Perhitungan

Uji normalitas tes keterampilan berpikir kritis menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan SPSS 25.0

Uji Normalitas

<i>Gain Score</i>	Statistic	N	Sig.
Kelas Eksperimen	.097	33	.200
Kelas Kontrol	.117	33	.200

d. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui nilai signifikansi $> \alpha$ yaitu $0,200 > 0,05$ pada kelas eksperimen dan $0,200 > 0,05$ pada kelas kontrol, maka terima H_0 yang berarti kedua data berdistribusi normal.

Lampiran 16. Hasil Uji Homogenitas Tes Keterampilan Berpikir Kritis

a. Hipotesis

H_0 : Data memiliki varians yang sama (homogen)

H_1 : Data memiliki varians yang tidak sama (homogen)

b. Kriteria

Terima H_0 jika nilai signifikansi $> 0,05$

Tolak H_0 jika nilai signifikansi $< 0,05$

c. Perhitungan

Uji homogenitas tes keterampilan berpikir kritis menggunakan uji F dengan SPSS 25.0

Uji Homogenitas

		df1	df2	Sig.
<i>Gain Score</i>	<i>Based on Mean</i>	1	64	.194
	<i>Based on Median</i>	1	64	.201
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	1	53.911	.202
	<i>Based on trimmen mean</i>	1	64	.206

d. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui nilai signifikansi $> \alpha$ yaitu $0,194 > 0,05$, maka terima H_0 yang artinya data memiliki varians yang sama atau homogen.

Lampiran 17. Hasil Uji Hipotesis Tes Keterampilan Berpikir Kritis

a. Hipotesis

H_0 = Tidak terdapat pengaruh penerapan model PBL dipadu NHT dalam pembelajaran Biologi terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Ekologi.

H_1 = Terdapat pengaruh penerapan model PBL dipadu NHT dalam pembelajaran Biologi terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Ekologi.

b. Kriteria

Terima H_0 jika nilai signifikansi $> 0,05$

Tolak H_0 jika nilai signifikansi $< 0,05$

c. Perhitungan

Uji hipotesis tes keterampilan berpikir kritis menggunakan uji *Independent Sample t-test* dengan SPSS 25.0

Independent Sample t-test

<i>Gain Score</i>	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	2.802	64	.007	8.48485

d. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui nilai signifikansi $< 0,05$ yaitu 0,007 $< 0,05$ maka tolak H_0 yang artinya terdapat pengaruh penerapan model PBL dipadu NHT dalam pembelajaran Biologi terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Ekologi

Lampiran 18. Dokumentasi Penelitian

A. Kelas Eksperimen



Siswa mengerjakan soal *pretest*



Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok dan dibagikan nomor yang berbeda pada setiap siswa dalam tiap kelompok



Siswa berdiskusi bersama kelompoknya untuk memecahkan permasalahan



Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok



Siswa mengerjakan soal *posttest*

B. Kelas Kontrol



Siswa mengerjakan soal *pretest*



Siswa berdiskusi dengan kelompoknya



Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok



Siswa mengerjakan soal *posttest*