



Lampiran 1. Matrik penelitian

MATRIK PENELITIAN

Nama : Mega Agustina Arifani
 Nim : 1410211035
 DP 1 : Novy Eurika S.Si, M.Pd
 DP 2 : Ir. Elfen Herrianto. MP
 Judul : Pengembangan komik Sebagai Bahan Ajar Biologi Untuk Siswa Kelas XI Pada Materi Sistem Pernapasan Manusia.

Judul	Spesifikasi Produk	Metode Penelitian	Sumber Data
Pengembangan modul sebagai bahan ajar materi Tumbuhan Lumut (<i>Bryophyta</i>) pada kelas X di SMA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Produk yang dihasilkan berupa modul sebagai bahan aja materi tumbuhan lumut (<i>Bryophyta</i>) pada kelas X di SMA. 2. Produk yang dihaslkan dilengkapi dengan : indikator pencapaian, kompetensi pada tiap bab, petunjuk penggunaan modul untuk guru dan sisa, materi pokok Tumbuhan Lumut (<i>Bryophyta</i>), rangkuman materi, diskusi uji kompetensi, kunci jawaban dan daftar pustaka. 3. Modul berbentuk media cetak full colour. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis penelitian: penelitian pengembangan 2. Desain pengembangan IDI (<i>Instructional Development Institute</i>): <ol style="list-style-type: none"> a. Tahap penentuan (<i>Define</i>) b. Tahap perencanaan (<i>Design</i>) c. Tahap pengembangan (<i>Develop</i>) 3. pengumpulan data: <ol style="list-style-type: none"> a. mengetahui kelayakan : pengujian lembar validasi ahli. b. Mengetahui respon siswa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validasi ahli : dua dosen biologi sebagai validator ahli materi dan ahli media pengembangan serta satu dosen bahasa indonesia sebagai ahli bahasa. Dua guru biologi sebagai validator pengguna. 2. Uji coba terbatas (perorangan) 10 orang siswa kelas XI SMAN 01 Tapen

Lampiran 2. Silabus Mata Pelajaran Biologi

**SILABUS PEMINATAN MATEMATIKA DAN ILMU-ILMU ALAM
MATA PELAJARAN BIOLOGI SMA**

Satuan Pendidikan : SMA NEGERI 01 TAPEN
Mata Pelajaran : BIOLOGI
Kelas/Semester : X/1

- KI : 1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
 KI 2 : 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 : 3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, 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 : 4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

7. Tumbuhan, ciri-ciri morfologis, metagenesis, peranannya dalam keberlangsungan hidup di bumi						
1.1.	Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang keanekaragaman hayati, ekosistem dan lingkungan hidup.	Plantae <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciri-ciri umum plantae. ▪ Tumbuhan lumut. ▪ Tumbuhan paku. ▪ Tumbuhan biji (Spermatophyta) ▪ Manfaat dan peran tumbuhan dalam ekosistem, manfaat ekonomi, dan dampak turunnya keanekaragaman 	Mengamati <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mengamati gambar hutan hujan tropis dengan berbagai jenis tumbuhan 	Tugas <ul style="list-style-type: none"> • Membuat gambar/foto/pembatas buku/alas makan/cover buku/kartu ucapan/suvenir berbasis pada keindahan bentuk dan warna tumbuhan • Produk membuat cerita 	6 minggu x 4 JP	<ul style="list-style-type: none"> • Charta dunia tumbuhan • Charta/video ciri-ciri khusus dunia tumbuhan • Ensiklopedi /teksbook/buku referensi ilmiah
1.2.	Menyadari dan mengagumi pola pikir ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses		Menanya <ul style="list-style-type: none"> • Terdapat berbagai jenis tumbuhan, bagaimana mengenali nama dan mengelompokkannya? • Apa ciri-ciri masing-masing kelompok? • Apa manfaat keberadaan 			
1.3.	Peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan					

	menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya	tumbuhan bagi ekosistem	tumbuhan di muka bumi?	dunia tumbuhan sesuai kemampuannya, dalam bentuk komik, ilustrasi, lagu, cerita, atau laporan investigasi untuk menunjukkan pemahaman		
2.1.	Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium		<p>Mengumpulkan Data (Eksperimen/Eksplorasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan contoh tumbuhan yang dibawa siswa (lumut, paku, tumbuhan biji) membandingkan ciri-ciri Plantae • Mengidentifikasi alat reproduksi lumut dan paku dari lingkungan sekitar • Mengamati alat reproduksi tumbuhan biji (angiospermae dan gymnospermae) melalui obyek nyata atau gambar. • Membuat bagan metagenesis pada lumut, paku-pakuan, gymnospermae dan angiospermae, membandingkan dengan gambar/charta • Mengumpulkan informasi peran Plantae pada berbagai bidang (industri, kesehatan, pangan, dll) (PR). <p>Mengasosiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengaitkan konsep berbagai keanekaragaman hayati dengan metode pengelompokan berdasarkan ciri morfologi dan metagenesis tumbuhan. <p>Mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Merangkum Bab dan disusun dalam suatu laporan yang dibentuk 	<p>Observasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ketekunan dalam kegiatan pengamatan <p>Portofolio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laporan tertulis <p>Tes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kosa-kata, konsep baru berkaitan dengan dunia tumbuhan • Charta tentang penggolongan lumut. Paku, dan spermatopita 		
2.2.	Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar					
3.7.	Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan pengamatan morfologi dan metagenesis tumbuhan serta mengaitkan peranannya dalam					

	kelangsungan kehidupan di bumi.		<p>dalam buku kreatif menggunakan bahan-bahan bekas atau hiasan daun/bunga kering sehingga memiliki nilai seni yang tinggi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyajikan laporan tertulis hasil pengamatan berbagai tumbuhan • Membuat tulisan tentang peran tumbuhan dalam hal menjaga keseimbangan alam yaitu berperan dalam siklus air, menjaga permukaan lahan, penyerapan karbondioksida dan penghasilan oksigen bumi • Membuat laporan upaya pemanfaatan yang tidak seimbang dengan pelestarian • Melakukan diskusi problem solving dengan rantai makanan dan jaring-jaring kehidupan dengan berubahnya keanekaragaman tumbuhan di suatu ekosistem dan menganalisis dampaknya dari sudut: lingkungan alam, ekonomi, masyarakat, dan kesejahteraan masyarakat 			
4.7.	Menyajikan data tentang morfologi dan peran tumbuhan pada berbagai aspek kehidupan dalam bentuk laporan tertulis.					

Lampiran 3 Lembar Validasi

Lembar Validasi
Modul Tumbuhan Lumut
(Ahli Materi)

Judul penelitian : Pengembangan Modul Sebagai Bahan Ajar Materi
Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) Pada kelas X Di SMA

Mata Pelajaran : Biologi

Materi Pokok : Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

Bapak/Ibu yang terhormat

Saya memohon bantuan bapak/ibu untuk mengisi angket ini. Angket ini ditunjukkan untuk mengetahui pendapat bapak/Ibu tentang Modul belajar Biologi SMA pada materi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*). Aspek penilaian materi modul dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, penyajian bahan dan penilaian bahasa serta dari aspek bahan ajar. Saran dan koreksi bapak/ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan ketersediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terimakasih.

A. Petunjuk Pengisian

1. Isilah tanda (√) pada kolom yang bapak/ibu anggap sesuai dengan aspek penelitian yang ada
2. Kriteria penilaian :

Sangat baik (SB)	= skor 4
Baik (B)	= skor 3
Kurang (K)	= skor 2
Sangat Kurang (SK)	= skor 1

B. Aspek penilaian

1. Aspek kelayakan isi

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Alternatif Penilaian			
		SB	B	K	SK
A. Kesesuaian materi dengan SK dan KD	1. Kelengkapan materi				
	2. Keluasan materi				
	3. Kedalaman materi				
B. Keakuratan Materi	4. Kekutaan konsep dan definisi				
	5. Keakuratan prinsip				
	6. Keakuratan fakta dan data				
	7. Keakuratan contoh				
	8. Keakuratan soal				
	9. Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi				
	10. Keakuratan notasi, simol dan ikon				
	11. Keakuratan acuan pustaka				
	C. Pendukung materi pembelajaran	12. Penalaran (<i>Reasoning</i>)			
13. Keterkaitan					
14. Komonikasi (<i>write and talk</i>)					
15. Penerapan					
16. Kemenarikan materi					
17. Mendorong untuk mencari informasi lebih jauh					
D. Kemutakhiran materi	18. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu				
	19. Gambar, diagram dan ilustrasi aktual				
	20. Menggunakan contoh kasus didalam dan diluar indonesia				
	21. Kemuktahiran pustaka				

(Sumber: diadaptasi dan dimodifikasi dari Nailatur (2015))

C. Komentar dan Saran

.....

.....

.....

.....

D. Kesimpulan

Bahan ajar berbentuk Modul pembelajaran Biologi SMA pada materi

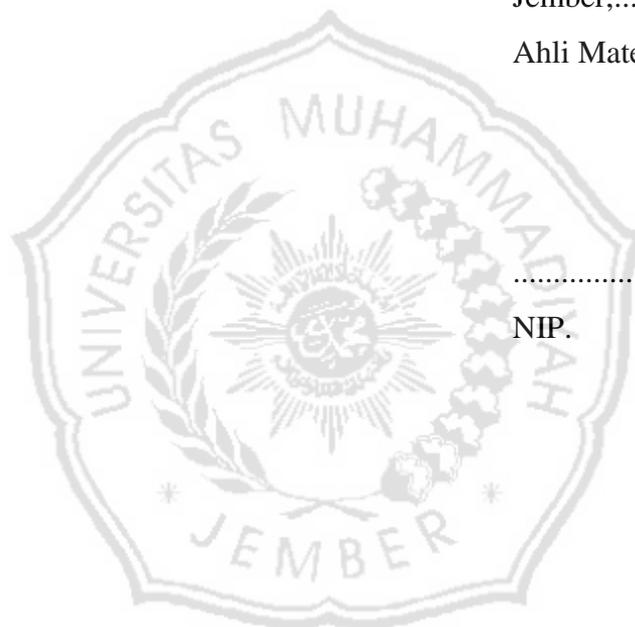
Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) ini dinyatakan :

1. Layak digunakan dilapangan tanpa ada revisi
2. Layak digunakan dilapangan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*) Lingkari salah satu

Jember,..... 2018

Ahli Materi



.....
NIP.

Lembar Validasi
Modul Tumbuhan Lumut
(Ahli Bahasa)

Judul penelitian : Pengembangan Modul Sebagai Bahan Ajar Materi
Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) Pada kelas X Di SMA
Mata Pelajaran : Biologi
Materi Pokok : Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

Bapak/Ibu yang terhormat

Saya memohon bantuan bapak/ibu untuk mengisi angket ini. Angket ini ditunjukkan untuk mengetahui pendapat bapak/Ibu tentang Modul belajar Biologi SMA pada materi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*). Aspek penilaian materi modul dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, penyajian bahan dan penilaian bahasa serta dari aspek bahan ajar. Saran dan koreksi bapak/ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan ketersediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terimakasih.

A. Petunjuk Pengisian

1. Isilah tanda (√) pada kolom yang bapak/ibu anggap sesuai dengan aspek penelitian yang ada
2. Kriteria penilaian :
 - Sangat baik (SB) = skor 4
 - Baik (B) = skor 3
 - Kurang (K) = skor 2
 - Sangat Kurang (SK) = skor 1

B. Aspek penilaian Bahasa

Indikator penilaian	Butir penilaian	Alternatif pilihan			
		SB	B	K	SK
A. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat				
	2. Keefektifan kalimat				
	3. Kebakuan istilah				
B. Komunikatif	4. Keterbacaan pesan				
	5. Kecepatan penggunaan kaidah bahasa				
C. Dialogis dan interaktif	6. Kemampuan motivasi pesan atau informasi				
	7. Kemampuan mendorong berfikir kritis				
D. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	8. Kesesuaian perkembangan intelektual peserta didik				
	9. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik				
E. Keruntutan dan keterpaduan alur berfikir	10. Keruntutan dan keterpaduan antar kegiatan belajar				
	11. Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf				
F. Penggunaan istilah simbol atau ikon	12. Konsisten penggunaan istilah				
	13. Konsisten penggunaan simbol atau ikon				

(Sumber: diadaptasi dan dimodifikasi dari Nailatur (2015))

C. Komentar dan Saran

.....

.....

.....

.....

D. Kesimpulan

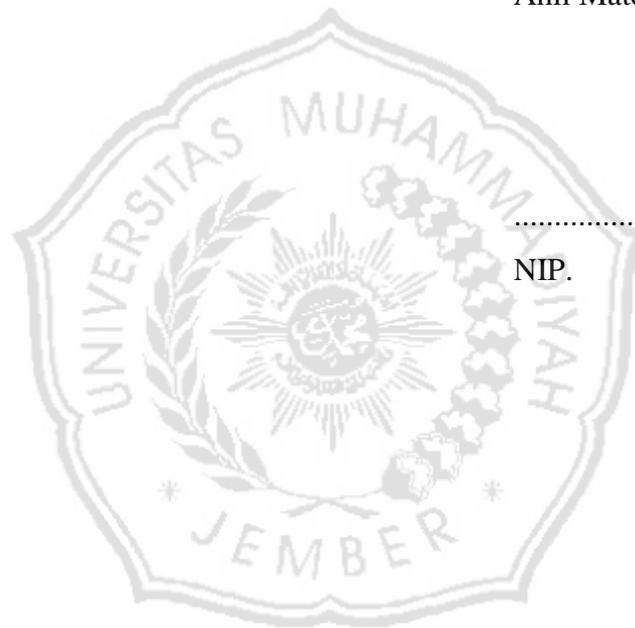
Bahan ajar berbentuk Modul pembelajaran Biologi SMA pada materi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) ini dinyatakan :

1. Layak digunakan dilapangan tanpa ada revisi
2. Layak digunakan dilapangan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*) Lingkari salah satu

Jember,..... 2018

Ahli Materi



.....
NIP.

Lembar Validasi
Modul Tumbuhan Lumut
(Ahli Media)

Judul penelitian : Pengembangan Modul Sebagai Bahan Ajar Materi
Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) Pada kelas X Di SMA
Mata Pelajaran : Biologi
Materi Pokok : Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

Bapak/Ibu yang terhormat

Saya memohon bantuan bapak/ibu untuk mengisi angket ini. Angket ini ditunjukkan untuk mengetahui pendapat bapak/Ibu tentang Modul belajar Biologi SMA pada materi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*). Aspek penilaian materi modul dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, penyajian bahan dan penilaian bahasa serta dari aspek bahan ajar. Saran dan koreksi bapak/ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan ketersediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terimakasih.

A. Petunjuk Pengisian

1. Isilah tanda (√) pada kolom yang bapak/ibu anggap sesuai dengan aspek penelitian yang ada
2. Kriteria penilaian :
 - Sangat baik (SB) = skor 4
 - Baik (B) = skor 3
 - Kurang (K) = skor 2
 - Sangat Kurang (SK) = skor 1

B. Aspek penilaian
Aspek kelykn kegrfikan

Indikator penilaian	Butir penilaian	Alternatif penilaian			
		SB	B	K	SK
A. Ukuran Modul	Ukuran fisik modul				
	1. Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO				
	2. Kesesuaian ukuran dengan materi isi modul				
B. Desain sampul modul (<i>cover</i>)	Tata leta kulit modul				
	3. Penampilan unsur tata letak pada sampul muka, belkang dengan punggung secara harmonis memiliki irama dan kesatuan (<i>unity</i>) serta konsisten				
	4. Menampilkan pusat pandang (<i>center point</i>) yang baik				
	5. Komposisi dan ukuran unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi dan logo) proporsional, seimbang dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola)				
	6. Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi				
	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca				
	7. Ukuran huruf judul buku lebih dominan				
	8. Warna judul buku kontras dengan warna latar belakang				
	9. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf				
	Ilustrasi sampul modul				
	10. Menggambarkan isi/materi ajar dan mengungkapkan karakter objek				
	11. Bentuk, warna, ukuran, proporsi obyek sesuai dengan realitas				
C. Desain isi modul	Konsistensi tata letak				
	12. Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola				
	13. Pemisahan antar paragraf jelas				
	Unsur tata letak harmonis				
	14. Bidang cetak dan margin proporsional				
	15. Margin dua halaman yang berdampingan proporsional				

16. Spasi antara teks dan ilustrasi sesuai				
Unsur tata letak lengkap				
17. Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul kegiatan belajar dan angka halaman/folio tidak mengganggu pemahaman				
18. Penampilan ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman				
Tata letak mempercepat pemahaman				
19. Penempatan hiasan/ilustrasi				
20. Sebagai latar belakang tidak mengganggu judul, teks, angka halaman				
21. Penempatan judul, subjudul, ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman				
Tipografi isi buku sederhana				
22. Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf				
23. Penggunaan variabel (<i>bold</i> , <i>italic</i> , <i>small capital</i>) tidak berlebihan				
Tipografi mudah dibaca				
24. Lebar susunan teks normal				
25. Spasi antar baris susunan teks normal				
26. Spasi antar huruf normal				
Tipografi isi buku memudahkan pemahaman				
27. Jenjang/hierarki judul jelas, konsisten dan proporsional				
28. Tanda pemotongan kata				
Ilustrasi isi				
29. Mampu mengungkapkan makna/arti dari objek				
30. Bentuk akurat dan proporsional sesuai dengan kenyataan				
31. Penyajian keseluruhan ilustrasi serasi				
32. Kreatif dan dinamis				

(Sumber: diadaptasi dan dimodifikasi dari Nailatur (2015))

C. Komentar dan Saran

.....

.....

.....

.....

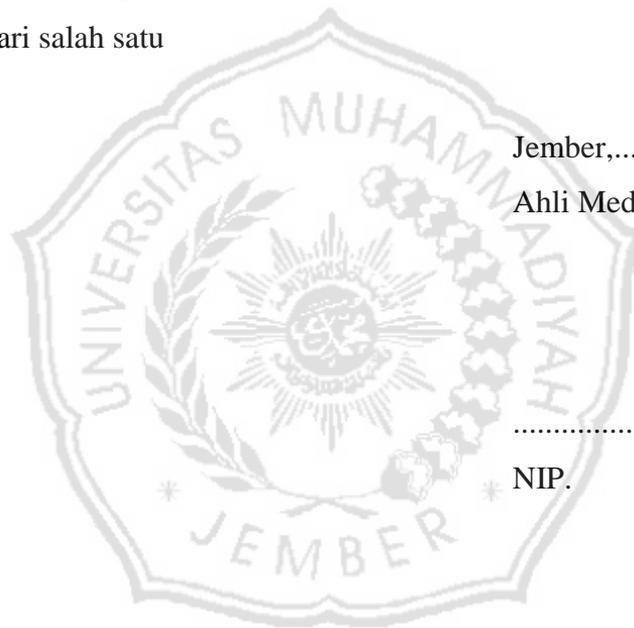
D. Kesimpulan

Bahan ajar berbentuk Modul pembelajaran Biologi SMA pada materi

Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) ini dinyatakan :

1. Layak digunakan dilapangan tanpa ada revisi
2. Layak digunakan dilapangan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*) Lingkari salah satu



Jember,..... 2018

Ahli Media

.....
NIP.

Lembar Validasi
Modul Tumbuhan Lumut
(Guru Biologi SMA)

Judul penelitian : Pengembangan Modul Sebagai Bahan Ajar Materi
Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) Pada kelas X Di SMA
Mata Pelajaran : Biologi
Materi Pokok : Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

Bapak/Ibu yang terhormat

Saya memohon bantuan bapak/ibu untuk mengisi angket ini. Angket ini ditunjukkan untuk mengetahui pendapat bapak/Ibu tentang Modul belajar Biologi SMA pada materi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*). Aspek penilaian materi modul dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, penyajian bahan dan penilaian bahasa serta dari aspek bahan ajar. Saran dan koreksi bapak/ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan ketersediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terimakasih.

A. Petunjuk Pengisian

1. Isilah tanda (√) pada kolom yang bapak/ibu anggap sesuai dengan aspek penelitian yang ada
2. Kriteria penilaian :
 - Sangat baik (SB) = skor 4
 - Baik (B) = skor 3
 - Kurang (K) = skor 2
 - Sangat Kurang (SK) = skor 1

B. Aspek penilaian

1. Aspek kelayakan isi

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Alternatif Penilaian			
		SB	B	K	SK
A. Kesesuaian materi dengan SK dan KD	1. Kelengkapan materi				
	2. Keluasan materi				
	3. Kedalaman materi				
B. Keakuratan Materi	4. Kekutaan konsep dan definisi				
	5. Keakuratan prinsip				
	6. Keakuratan fakta dan data				
	7. Keakuratan contoh				
	8. Keakuratan soal				
	9. Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi				
	10. Keakuratan notasi, simol dan ikon				
	11. Keakuratan acuan pustaka				
	C. Pendukung materi pembelajaran	12. Penalaran (<i>Reasoning</i>)			
13. Keterkaitan					
14. Komonikasi (<i>write and talk</i>)					
15. Penerapan					
16. Kemenarikan materi					
17. Mendorong untuk mencari informasi lebih jauh					
D. Kemutakhiran materi	18. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu				
	19. Gambar, diagram dan ilustrasi aktual				
	20. Menggunakan contoh kasus didalam dan diluar indonesia				
	21. Kemuktahiran pustaka				

(Sumber: diadaptasi dan dimodifikasi dari Nailatur (2015))

C. Komentar dan Saran

.....

.....

.....

.....

D. Kesimpulan

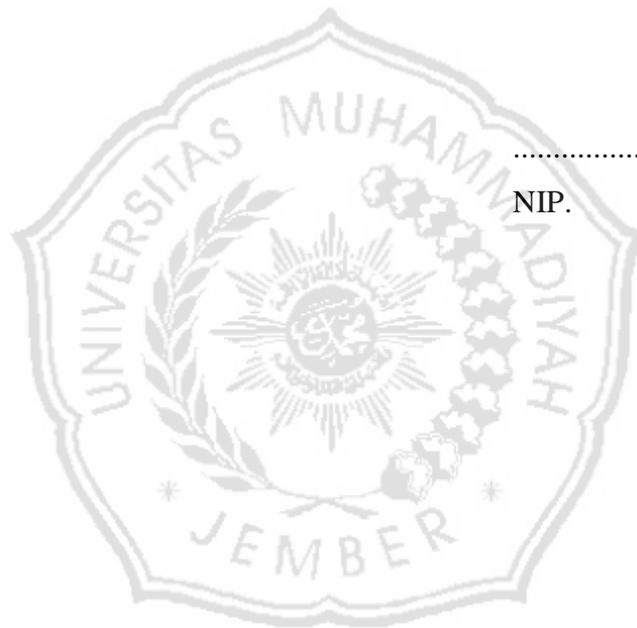
Bahan ajar berbentuk Modul pembelajaran Biologi SMA pada materi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) ini dinyatakan :

1. Layak digunakan dilapangan tanpa ada revisi
2. Layak digunakan dilapangan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*) Lingkari salah satu

Jember,..... 2018

Ahli Media



NIP.

Lembar Validasi
Modul Tumbuhan Lumut
(Guru Biologi SMA)

Identitas Responden

Nama :

Kelas :

Sekolah :

Judul penelitian : Pengembangan Modul Sebagai Bahan Ajar Materi
Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) Pada kelas X Di SMA

Mata Pelajaran : Biologi

Materi Pokok : Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

Petunjuk Umum

1. Sebelum mengisi validasi ini, pastikan anda telah membaca modul pembelajaran Biologi
2. Tulislah terlebih dahulu identitas anda pada tempat yang sudah disediakan
3. Bacalah dengan teliti setiap pernyataan lembar validasi ini sebelum anda memilih jawaban
4. Jika ada yang tidak dimengerti, bertanyalah pada guru atau peneliti

Petunjuk pengisian

1. Isilah tanda (√) pada kolom yang anda anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada
2. Kriteria penilaian

Sangat setuju (SS)	= 4
Setuju (S)	= 3
Kurang setuju (KS)	= 2
Tidak setuju (TS)	= 1
3. Atas kesediaan anda untu mengisi angket ini saya ucapkan terimakasih

A. Aspek tampilan

No.	Pernyataan	SS	S	KS	TS
1	Teks atau tulisan pada modul ini mudah dibaca				
2	Gambar yang disajikan jelas dan tidak buram				
3	Gambar yang disajikan sudah sesuai (tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit)				
4	Adanya keterangan pada setiap gambar yang disajikan dalam modul ini				
5	Gambar yang disajikan menarik				
6	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi				

B. Aspek penyajian materi

No.	Pernyataan	SS	S	KS	TS
7	Modul ini menjelaskan suatu konsep menggunakan ilustrasi masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				
8	Modul ini menggunakan contoh-contoh soal yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				
9	Jika dalam proses pembelajaran menggunakan modul ini saya menghadapi masalah saya berani bertanya dan mengemukakan masalah yang saya hadapi				
10	Penyajian materi dalam modul ini mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman-teman yang lain				
11	Penyajian materi dalam modul ini berkaitan dengan materi biologi yang lain atau dengan materi pembelajaran yang lain dalam pemecahan masalah dan penerapannya				
12	Saya dapat memahami materi dengan mudah				
13	Materri yang disajikan dalam modul ini sudah runtut				
14	Saya dapat mengikuti kegiatan belajar tahap demi tahap dengan mudah				
15	Saya dengan mudah dapat memahami kalimat yang digunakan dalam modul ini				
16	Tidak ada kalimat yang menimbulkan makna ganda dalam modul ini				
17	Saya dapat memahami lambang atau simbol yang sering digunakan dalam modul ini				
18	Saya dapat memahami istilah-istilah yang digunakan dalam modul ini				
19	Contoh soal yang digunakan dalam modul ini				

	sudah sesuai dengan materi				
--	----------------------------	--	--	--	--

C. Aspek manfaat

No.	Pernyataan	SS	S	KS	TS
20	Saya dapat memahami materi Tumbuhan Lumut (<i>Bryophyta</i>) menggunakan modul ini dengan mudah				
21	Saya merasa lebih mudah belajar dengan menggunakan modul ini				
22	Saya sangat tertarik menggunakan modul ini				
23	Dengan menggunakan modul ini saya lebih tertarik dalam mengikuti pembelajaran Biologi				
24	Dengan adanya ilustrasi diawal materi dapat memberikan motivasi untu mempelajari Tumbuhan Lumut (<i>Bryophyta</i>)				
25	Saya lebih rajin belajar dengan menggunakan modul ini				

(Sumber: diadaptasi dan dimodifikasi dari Nailatur (2015))

D. Komentar dan saran

Guna memperbaiki modul ini, tuliskan komentar dan saran anda terhadap kualitas modul ini dari segi kemanfaatan, tampilan dan keefektifannya.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E. Kesimpulan

Pilih salah satu jawaban dengan melingkari jawaban yang anda pilih :

1. Apakah anda tertarik dengan modul ini ? Ya/Tidak
2. Menurut anda modul ini:
 - a. Sangat baik dalam pembelajaran Biologi (tanpa ada perbaikan)
 - b. Baik digunakan dalam pembelajaran Biologi, namun masi perlu diadakan perbaikan
 - c. Kurang baik jika digunakan dalam pembelajaran Biologi

Jember,.....2018

Siswa

.....

Lampiran 4. Data Validasi Ahli Materi dan Ahli Pengguna

1. Aspek kelayakan isi

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skor			Rata-rata skor	Rata-rata Indikator	Present ase (%)
		Ahli materi	V 1	V 2			
A. Kesesuaian materi dengan KI dan KD	1. Kelengkapan materi	4	4	4	4	11,7	97,5
	2. Keluasan materi	4	4	4	4		
	3. Kedalaman materi	3	4	4	3,7		
B. Keakuratan materi	4. Keakuratan konsep dan definisi	3	4	4	3,7	26,2	93,5
	5. Keakuratan prinsip	3	4	4	3,7		
	6. Keakuratan fakta dan data	3	4	4	3,7		
	7. Keakuratan contoh	4	4	4	4		
	8. Keakuratan soal	3	4	4	3,7		
	9. Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi	3	4	4	3,7		
	10. Keakuratan notasi, simbol dan ikon	3	4	4	3,7		
	11. Keakuratan acuan pustaka	3	4	4	11		
C. Pendukung materi pembelajaran	12. Penalaran (<i>Reasoning</i>)	3	4	4	3,7	22,4	93,3
	13. Keterkaitan	4	4	4	4		
	14. Komunikasi (<i>write and talk</i>)	3	4	4	3,7		
	15. Penerapan	3	3	4	3,3		
	16. Kemenarikan materi	4	4	4	4		
	17. Mendorong untuk	4	4	3	3,7		

	mencari informasi lebih jauh						
D. Kemuktahiran materi	18. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu	4	4	4	4	15	93,7
	19. Gambar, diagram dan ilustrasi aktual	4	4	4	4		
	20. Menggunakan contoh kasus didalam dan diluar indonesia	3	3	4	3,3		
	21. Kemuktahiran pustaka	3	4	4	3,7		
Jumlah Skor		75,3					
Presentase		89,6%					
Keterangan		Sangat Bagus					

Lampiran 5 perhitungan data validasi ahli materi dan Ahli Pengguna

Menggunakan rumus pengolahan data setiap aspek yang dinilai:

$$P_i = \frac{x_i}{y_i} \times 100$$

Aspek kelayakan isi

$$P = \frac{75,3}{84} \times 100 = 89,6\%$$



Lampiran 6 data hasil validasi ahli bahasa

1. Aspek penilaian bahasa

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor	Kriteria	Rata-rata tiap aspek	Presentase (%)
A. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat	3	B	8	66,7
	2. Keefektifan kalimat	3	B		
	3. Kebakuan istilah	2	K		
B. Komunikatif	4. Keterbacaan pesan	2	K	4	50
	5. Kecepatan penggunaan kaidah bahasa	2	K		
C. Dialogis dan interaktif	6. Kemampuan motivasi pesan atau informasi	3	B	7	87,5
	7. Kemampuan mendorong berfikir kritis	4	SB		
D. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	8. Kesesuaian perkembangan intelektual peserta didik	2	K	5	62,5
	9. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik	3	B		
E. Keruntutan dan keterpaduan alur berfikir	10. Keruntutan dan keterpaduan antar kegiatan belajar	3	B	5	62,5
	11. Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf	2	K		

F. Penggunaan istilah simbol atau ikon	12. Konsisten penggunaan istilah	2	K	4	50
	13. Konsisten penggunaan simbol atau ikon	2	K		
Jumlah skor		33			
Presentase skor		63%			
Keterangan		Bagus			



Lampiran 7 perhitungan data validasi ahli bahasa

Menggunakan rumus pengolahan data setiap aspek yang dinilai:

$$P_i = \frac{x_i}{y_i} \times 100$$

Aspek penilaian bahasa

$$P = \frac{33}{52} \times 100 = 63\%$$



Lampiran 8 Data Validasi Ahli Media

1. Aspek kelayakan kegrafikan

Indikator penialain	Butir penilaian	Skor	Kriteria	Rata-rata tiap aspek	Presentase (%)
A. Ukuran modul	1. Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO	3	B	6	50
	2. Kesesuaian ukuran dengan materi isi modul	3	B		
B. Desain sampul modul (<i>cover</i>)	3. Penampilan unsur tata letak pada sampul muka, belakang dengan punggung secara harmonis memiliki irama dan kesatuan (<i>unity</i>) serta konsisten	2	K	23	63,8
	4. Menampilkan pusat pandang (<i>center point</i>) yang baik	3	B		
	5. Komposisi dan ukuran unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi dan logo) proposional, seimbang dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola)	2	K		
	6. Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	3	B		
	7. Ukuran huruf judul buku lebih dominan	2	K		

	8. Warna judul buku kontras dengan latar belakang	3	B		
	9. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf	3	B		
	10. Menggambarkan isi/materi ajar dan mengungkapkan karakter objek	3	B		
	11. Bentuk, warna, ukuran, proporsi obyek sesuai dengan realitas	2	K		
C. Desain isi modul	12. Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola	2	K	50	59,5
	13. Pemisahan antar paragraf jelas	3	B		
	14. Bdgang cetak dan margin proporsional	2	K		
	15. Margin dua halaman yang berdampingan proporsional	2	K		
	16. Spasi antara teks dan ilustrasi sesuai	1	SK		
	17. Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul kegiatan belajar dan angka halaman/folio tidak mengganggu pemahaman	2	K		
	18. Penampilan ilustrasi dan keterangan gambar tidak	3	B		

	mengganggu pemahaman				
	19. Penempatan hiasan/ilustrasi	2	K		
	20. Sebagai latar belakang tidak mengganggu judul, teks, angka halaman	3	B		
	21. Penempatan judul, subjudul, ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman	3	B		
	22. Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf	2	K		
	23. Penggunaan variabel (<i>bold</i> , <i>italic</i> , <i>small capital</i>) tidak berlebihan	2	K		
	24. Lebar susunan teks normal	2	K		
	25. Spasi antar baris susunan teks normal	2	K		
	26. Spasi antar huruf normal	2	K		
	27. Jenjang/hierarki judul jelas konsisten dan proporsional	3	B		
	28. Tanda pemotongan kata	3	B		
	29. Mampu mengungkapkan makna/arti dari objek	3	B		
	30. Bentuk akurat dan proporsional sesuai dengan kenyataan	3	B		

	31. Penyajian keseluruhan ilustrasi serasi	2	K		
	32. Kreatif dan dinamis	3	B		
Jumlah skor		79			
Presentase skor		62%			
Keterangan		Bagus			



Lampiran 9 Perhitungan Data Validasi Ahli Media

Menggunakan rumus pengolahan data setiap aspek yang dinilai:

$$P_i = \frac{x_i}{y_i} \times 100$$

Aspek kelayakan kegrafikan

$$P = \frac{79}{128} \times 100 = 62\%$$



Lampiran 10 Data Validasi Siswa

a. Aspek tampilan

No	Pernyataan											Rata-rata	Persentase (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Teks atau tulisan pada modul ini mudah dibaca	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100
2	Gambar yang disajikan jelas dan tidak buram	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100
3	Gambar yang disajikan sudah sesuai (tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100
4	Adanya keterangan pada setiap gambar yang disajikan dalam modul ini	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100
5	Gambar yang disajikan menarik	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3,6	90	
6	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3,9	97	
Total jumlah skor rata-rata												23,5	98	
Keterangan												Sangat Bagus		

b. Aspek penyajian materi

No	Pernyataan											Rata-rata	Persentase (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Modul ini menjelaskan suatu konsep menggunakan ilustrasi masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari	4	2	3	3	4	3	3	3	4	4	3,3	82
2	Modul ini menggunakan contoh-contoh soal yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari	3	3	3	4	3	2	2	2	3	3	2,8	70
3	Jika dalam proses pembelajaran menggunakan modul ini saya menghadapi masalah saya berani bertanya dan mengemukakan masalah yang saya hadapi	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3,1	77

4	Penyajian materi dalam modul ini mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman-teman	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3,2	80
5	Penyajian materi dalam modul ini berkaitan dengan materi pembelajaran yang lain dalam pemecahan masalah dan penerapannya	3	2	4	4	2	3	2	2	4	4	2,6	65
6	Saya dapat memahami materi dengan mudah	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3,9	97
7	Materi yang disajikan dalam modul ini sudah runtut	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3,4	85
8	Saya dapat mengikuti kegiatan belajar tahap demi tahap dengan mudah	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3,8	95
9	Saya dengan mudah dapat memahami kalimat yang digunakan dalam modul ini	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100
10	Tidak ada kalimat yang menimbulkan makna ganda dalam modul ini	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3,3	82
11	Saya dapat memahami lambang atau simbol yang sering digunakan dalam modul ini	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3,4	85
12	Saya dapat memahami istilah-istilah yang digunakan dalam modul ini	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3,2	82
13	Contoh soal yang digunakan dalam modul ini sudah sesuai dengan materi	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3,2	82
Total jumlh skor rata-rata												43.2	83
Keterangan												Sangat Bagus	

c. Aspek manfaat

No	Pernyataan											Rata-rata	Persentase (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Saya dapat memahami materi Tumbuhan Lumut (<i>Bryophyta</i>) menggunakan modul ini dengan mudah	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3,8	95
2	Saya merasa lebih mudah belajar dengan menggunakan modul ini	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3,8	95

3	Saya sangat tertarik menggunakan modul ini	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3,8	95
4	Dengan menggunakan modul ini saya lebih tertarik dalam mengikuti pembelajaran biologi	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3,6	90
5	Dengan adanya ilustrasi diawal materi dapat memberikan motivasi untuk mempelajari Tumbuhan Lumut (<i>Bryophyta</i>)	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3,8	95
6	Saya lebih rajin belajar dengan menggunakan modul ini	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3,3	82
Total jumlah skor rata-rata												22,1	92
Keterangan												Sangat Bagus	



Lampiran 11 Perhitungan Data Validasi Siswa

Menggunakan rumus pengolahan data setiap aspek yang dinilai:

$$P_i = \frac{x_i}{y_i} \times 100$$

Aspek Tampilan

$$1. P = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

$$2. P = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

$$3. P = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

$$4. P = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

$$5. P = \frac{3,6}{4} \times 100 = 90\%$$

$$6. P = \frac{3,9}{4} \times 100 = 97\%$$

Aspek penyajian materi

$$1. P = \frac{3,3}{4} \times 100 = 82\%$$

$$2. P = \frac{2,8}{4} \times 100 = 70\%$$

$$3. P = \frac{3,1}{4} \times 100 = 77\%$$

$$4. P = \frac{3,2}{4} \times 100 = 80\%$$

$$5. P = \frac{2,6}{4} \times 100 = 65\%$$

$$6. P = \frac{3,9}{4} \times 100 = 97\%$$

$$7. P = \frac{3,4}{4} \times 100 = 85\%$$

$$8. P = \frac{3,8}{4} \times 100 = 95\%$$

$$9. P = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

$$10. P = \frac{3,3}{4} \times 100 = 82\%$$

$$11. P = \frac{3,4}{4} \times 100 = 85\%$$

$$12. P = \frac{3,2}{4} \times 100 = 82\%$$

$$13. P = \frac{3,2}{4} \times 100 = 82\%$$

Aspek manfaat

$$1. P = \frac{3,8}{4} \times 100 = 95\%$$

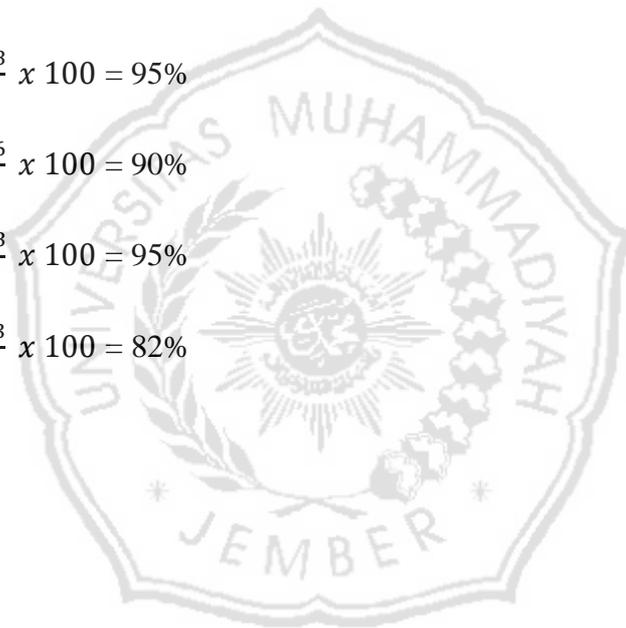
$$2. P = \frac{3,8}{4} \times 100 = 95\%$$

$$3. P = \frac{3,8}{4} \times 100 = 95\%$$

$$4. P = \frac{3,6}{4} \times 100 = 90\%$$

$$5. P = \frac{3,8}{4} \times 100 = 95\%$$

$$6. P = \frac{3,3}{4} \times 100 = 82\%$$



**Lampiran 12 Analisis validasi data pada ahli materi, ahli bahasa, ahli media
dan ahli pengguna**

	Aspek penilaian	Presentase (%)	Kriteria kelayakan
1	Kelayakan Isi	89,6	
2	Penilaian Bahasa	63	
3	Kegrafikan	62	
	Rata-rata	71,5	Bagus

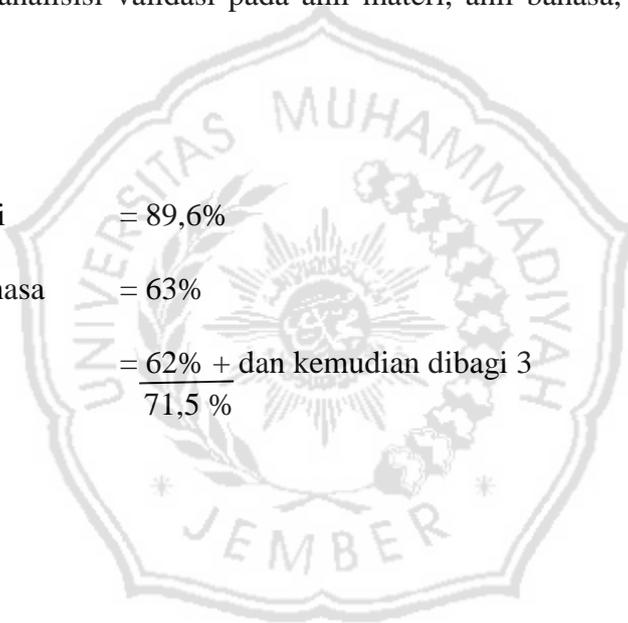
**Lampiran 13 Perhitungan Analisis validasi data pada ahli materi, ahli
bahasa, ahli media dan ahli pengguna**

Perhitungan analisis validasi pada ahli materi, ahli bahasa, ahli media dan ahli pengguna

Kelayakan isi = 89,6%

Penilaian bahasa = 63%

Kegrafikan = $\frac{62\% + \text{dan kemudian dibagi 3}}{71,5\%}$



Lampiran 14 Analisis Validasi Siswa

	Aspek penilaian	Presentase (%)
1	Tampilan	98
2	Penyajian materi	83
3	Manfaat	92
Rata-rata presentase		91

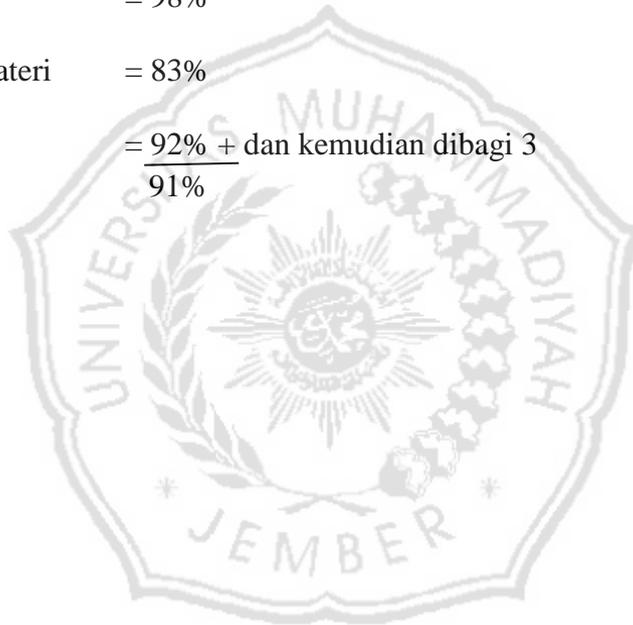
Lampiran 15 Perhitungan Analisis Validasi Siswa

Perhitungan analisis validasi siswa

Tampilan = 98%

Penyajian materi = 83%

manfaat = $\frac{92\% + \text{dan kemudian dibagi } 3}{91\%}$



Lampiran 16 Angket Kebutuhan Guru

**ANGKET KEBUTUHAN GURU BAHAN AJAR PENGEMBANGAN
MODUL SEBAGAI PEMBELAJARAN BIOLOGI KELAS X SMA PADA
MATERI TUMBUHAN LUMUT (*Bryophyta*)**

Nama Guru :

Hari / tanggal pengisian angket :

Tempat :

Petunjuk pengisian

Lembar angket kebutuhan guru ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat ibu/bapak sebagai guru mata pelajaran Biologi terhadap kebutuhan bahan ajar berupa modul yang akan dikembangkan. Pendapat, kritik, saran, dan komentar ibu/bapak guru akan sangat bermanfaat untuk kualitas media pembelajaran yang akan dikembangkan. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon ibu/bapak member respon pada tiap pertanyaan dalam lembar angket ini dengan member tanda (√) pada kolom yang telah disediakan Bapak/Ibu diperkenankan untuk mengisi lebih dari satu pilihan jawaban sesuai dengan kondisi atau pendapat Bapak/Ibu. Atas kesediaan ibu/bapak untuk mengisi lembar validasi ini saya ucapkan terimakasih.

1. Apakah dalam pembelajaran biologi di kelas X telah menerapkan kurikulum 2013?
 Ya
 Tidak
2. Dalam pembelajaran biologi khususnya materi Tumbuhan Lumut model pembelajaran apa yang Bapak/Ibu gunakan ?

Pembelajaran langsung (Direct Learning)

Inkuiry

Kooperatif

Lainnya,

sebutkan

3. Bagaimana metode pembelajaran yg Bapak/Ibu gunakan dalam mengajarkan materi Biologi dikelas ?

Ceramah

Diskusi

Lainnya,

sebutkan.....

4. Dalam pembelajaran biologi, bagaimana hasil belajar siswa pada materi Biologi khususnya pada materi Tumbuhan Lumut ?

Baik

Cukup baik

Kurang baik

Alasan :

.....

.....

5. Apakah dalam proses belajar mengajar Bapak/Ibu menggunakan bahan ajar ?

Ya

Tidak

6. Menurut Bapak/Ibu bagaimana peran bahan ajar dalam pembelajaran biologi ?

Sangat penting

Tidak penting

Penting

Alasan :

.....
.....

7. Jenis bahan ajar utama apakah yang Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran Biologi khususnya pada materi Tumbuhan Lumut?

Buku paket

LKS

Lainnya,

sebutkan.....

8. Selain bahan ajar utama seperti pada point (7), adakah bahan ajar penunjang lain yang Bapak/Ibu gunakan dalam mengajarkan materi Biologi khususnya Tumbuhan Lumut?

Ya

Tidak

Jika ya,

sebutkan :

...

9. Menurut Bapak/Ibu perlukah adanya bahan ajar penunjang dalam pembelajaran Biologi utamanya pada materi Tumbuhan Lumut ?

Perlu

Tidak perlu

Alasan :

.....
.....

10. Apakah bapak/ibu sebelumnya pernah mengembangkan bahan ajar berupa modul, khususnya pada materi Tumbuhan Lumut ?

Pernah

Belum pernah

Alasan :

.....
.....

11. Setujukah Bapak/Ibu jika nanti dikembangkan bahan ajar berupa modul biologi khusus nya pada materi Tumbuhan lumut?

Setuju

Tidak setuju

Alasan :

.....
.....

12. Jika setuju bagaimana karakteristik modul yang bapak/ ibu inginkan dalam pembelajaran biologi terutama terhadap matei Tumbuhan Lumut?

Isi/Materi :

.....

.....

.....

.....

Tampilan/desain:

.....

.....

.....

.....



Lampiran 17 Angket Kebutuhan Siswa

**ANGKET KEBUTUHAN SISWA BAHAN AJAR PENGEMBANGAN
MODUL SEBAGAI PEMBELAJARAN BIOLOGI KELAS X SMA PADA
MATERI TUMBUHAN LUMUT (*Bryophyta*)**

Hari / Tanggal :

Nama Siswa :

Petunjuk Pengisian :

- a. Pilihlah salah satu jawaban dengan memberikan tanda (\surd) dalam kurung yang sudah disediakan di depan jawaban.
- b. Setiap siswa hanya boleh memilih satu jawaban saja
- c. Siswa dimohon memberikan saran dan masukan pada tempat yang telah disediakan

1. Bagaimana tanggapan kalian terkait pembelajaran Biologi yang berlangsung di dalam kelas khususnya pada materi Tumbuhan Lumut?

() Seru/menarik

() Membosankan

Alasan :

.....

.....

2. Apakah kalian menyukai mata pelajaran Biologi ?

() Ya

() Tidak

Alasan :

.....

.....

3. Apakah menurut kalian pelajaran biologi khususnya materi Tumbuhan

Lumut itu sulit ?

- Ya
 Sedang
 Tidak

Alasan :

.....
.....

4. Selama ini bahan ajar apa yang digunakan dalam pembelajaran biologi

khususnya materi Tumbuhan Lumut?

- Buku paket
 LKS
 Lainnya, Sebutkan :

5. Apakah kalian mengalami kesulitan dalam memahami dan menggunakan bahan ajar pada poin (4) ?

- Ya
 Tidak

Alasan :

.....
.....

6. Apakah kalian membutuhkan bahan ajar selain bahan ajar yang sudah ada pada point (4) ?

- Ya
 Tidak

Alasan :

.....

.....



7. Setujukah kalian apabila akan dikembangkan bahan ajar berupa modul untuk materi tumbuhan lumut?

() Ya

() Tidak

Alasan :

.....
.....

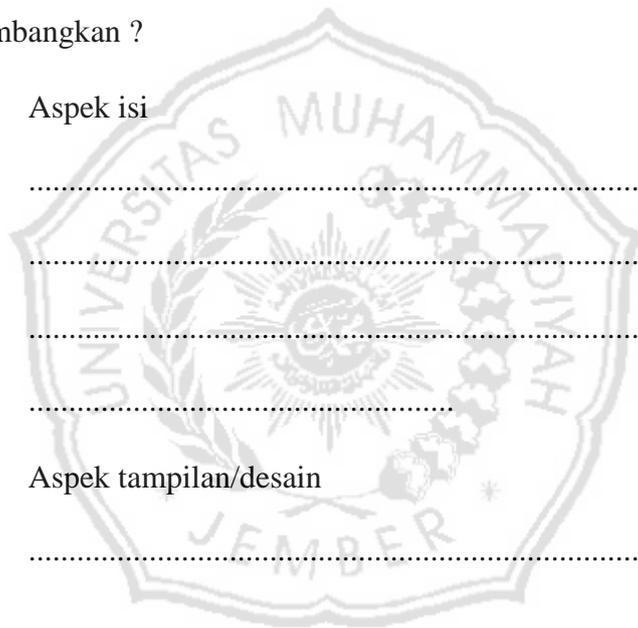
8. Bagaimana saran kalian untuk bahan ajar modul materi lumut yang akan dikembangkan ?

- Aspek isi

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

- Aspek tampilan/desain

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



Lampiran 18

Rekap Data Hasil Analisis Kebutuhan Guru Terhadap Pengembangan Modul Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

No	Nama Responden	item Pertanyaan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Hastutiwati. S.Pd	Ya	- DL - Inkuiry - Kooperatif	- Ceramah - Diskusi	Baik	Ya	Sangat penting	Buku paket	Ya	Perlu	Pernah	Setuju	Isi/materi : - Ciri-ciri struktur - Klasifikasi - Daur hidup?metagenesis - Menampilkan gambar anggota Tumbuhan Lumut Tampilan/desain : Menarik siswa dalam mempelajari materi
2	Ariani Pertiwi. W , S.Pd	Ya	- DL - Inkuiry - Kooperatif	- Ceramah - Diskusi	Cukup baik	Ya	Sangat penting	- Buku paket - LKS	Ya	Perlu	Belum pernah	Setuju	Isi/materi: - Lebih terarah (spesifik) Tampilan/desain: - Yang menarik tampilannya
3	Drs. Andi Firmanto	Ya	- DL - Inkuiry	Diskusi	Baik	Ya	Sangat penting	- Buku paket - LKS	Ya	Perlu	Belum pernah	Setuju	Isi/materi: - Ciri-cirinya - Pergiliran keturunan - Manfaat bagi

Lampiran 19

Rekap Data Hasil Analisis Kebutuhan Guru Terhadap Pengembangan Modul Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

No	Nama Responden	Item Pertanyaan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Muhammad Shafa Shafilah	Seru/menarik	Ya	Tidak	Buku paket	Tidak	Tidak	Ya	<ul style="list-style-type: none"> - Aspek isi: Isinya mencangkup tentang materi dan wawasan terkait tumbuhan lumut dan juga didalamnya terdapat latihan soal atau tips cara mengingat materi dengan mudah - Aspek tampilan/desain: Tampilan/desainnya tentang tumbuhan lumut yang berhubungan/berkaitan dengan alam sekitar
2	Denada Selvi M	Seru/menarik	Ya	Ya	Buku paket	Ya	Ya	Ya	<ul style="list-style-type: none"> - Aspek isi: Saran saya jika materi tumbuhan lumut dikembangkan lebih paham lagi
3	Drs. Andi Firmanto	Seru/menarik	Ya	Ya	LKS	Ya	Ya		

4	Ade Dwi Feramasari	Seru/menarik	Tidak	Sedang	LKS	Tidak	Tidak	Tidak	<ul style="list-style-type: none"> - Aspek isi: Mungkin bagi pecinta biologi mereka akan senang tapi bagi orang yang tidak suka materi biologi mereka akan susah untuk mengingatnya - Aspek tampilan/desain: Tidak ada
5	Linda Susiolowati	Seru/menarik	Ya	Sedang	LKS	Ya	Ya	Ya	<ul style="list-style-type: none"> - Aspek isi: Mungkin bagi pecinta biologi mereka akan senang tapi bagi orang yang tidak suka materi biologi mereka akan susah untuk mengingatnya - Aspek tampilan/desain: Tidak ada
6	Niken Ayu Puspiko	Seru/menarik	Ya	Sedang	Buku paket	Tidak	Ya	Ya	<ul style="list-style-type: none"> - Aspek isi Isi dari bahan ajar modul harus lebih lengkap supaya kita bisa lebih menambah wawasan tentang materi yang dibahas

									- Aspek tampilan/desain: Desain yang ditampilkan supaya bisa memikat siswa/siswi untuk belajar tentang materi tersebut
7	Fahrizal Yoga Utama	Seru/menarik	Ya	Tidak	Buku paket	Ya	Ya	Ya	- Aspek isi: Materinya harus lengkap mulai dari definsi tumbuhan lumut, daur hidup dan reproduksi, serta jenis-jenis spesies tumbuhan lumut beserta ciri-cirinya - Aspek tampilan/desain: Desainnya harus menarik, gunakan warna cerah supaya lebih menarik antusis siswa
8	Ayuni Riantiani	Seru/menarik	Ya	Tidak	Powerpoint dan animasi perkembang biakan lumut	Tidak	Ya	Ya	- Aspek isi: Isi berupa point saja yang sekiranya sering muncul dan jangan membuat para pembaca merasakan

									<p>kejenuhan dan bahkan malas untuk membacanya</p> <p>- Aspek tampilan/desain: Berilah desain yang menarik untuk menarik minat pembaca, seperti gambar dengan berwarna</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Lampiran 20. Surat Pernyataan



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1
TAPEN – BONDOWOSO

Jl. Raya Cindogo No. 2 Tapen ☎ 0332-421964 E-mail : smantap_bws@yahoo.co.id

BONDOWOSO

Kode Pos : 68283

SURAT KETERANGAN SEKOLAH

Nomor : 421 / 1043 / 101.6.4.7 / 2018

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : BASRI, S.Pd, M.Pd
NIP : 19631011 198703 1 007
Pangkat / Gol. Ruang : Pembina Tk. I, IV/b
Jabatan : Kepala SMA Negeri 1 Tapen

Menerangkan bahwa :

Nama : MEGA AGUSTINA ARIFIN
NIM : 1410211035
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Lembaga : Universitas Muhammadiyah Jember
Judul Penelitian : Pengembangan Modul sebagai bahan ajar materi tumbuhan lumut (Bryophyta) pada kelas X di SMA.

Bahwa yang bersangkutan benar telah melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso pada tanggal : 25 Oktober 2018.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bondowoso, 25 Oktober 2018

Kepala SMA Negeri 1 Tapen



BASRI, S.Pd, M.Pd

Pembina Tk. I

NIP. 19631011 198703 1 007

Lampiran 21. Dokumentasi

DOKUMENTASI



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mega Agustina Arifani
NIM : 1410211035
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan, tulisan atau pikiran orang lain yang saya aku sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Jember, Maret 2019

Yang membuat pernyataan

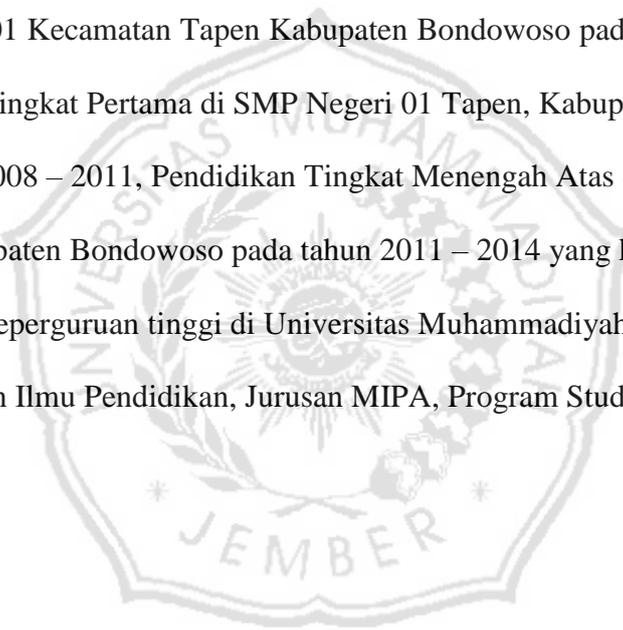
Mega Agustina Arifani

NIM 1410211035

RIWAYAT HIDUP

Mega Agustina Arifani lahir di Dusun Wringin kurung RT 035, RW 011, Desa Jurang Sapi, Kecamatan Tapen, Kabupaten Bondowoso, pada tanggal 02 Februari 1996, anak pertama dari dua bersaudara.

Pendidikan formal yang ditempuh yaitu pendidikan dasar di SD Negeri Jurang Sapi 01 Kecamatan Tapen Kabupaten Bondowoso pada tahun 2003 – 2008, Pendidikan Tingkat Pertama di SMP Negeri 01 Tapen, Kabupaten Bondowoso pada tahun 2008 – 2011, Pendidikan Tingkat Menengah Atas di SMA Negeri 01 Tapen, Kabupaten Bondowoso pada tahun 2011 – 2014 yang kemudian dilanjutkan keperguruan tinggi di Universitas Muhammadiyah Jember, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Jurusan MIPA, Program Studi Biologi pada tahun 2014 – 2019.



PRODUK YANG DIHASILKAN





MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI KELAS X

TUMBUHAN LUMUT (BRYOPHYTA)

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari Materi ini siswa diharapkan dapat :

1. Menjelaskan ciri-ciri Tumbuhan Lumut (Bryophyta)
2. Menjelaskan daur hidup pada Tumbuhan Lumut (Bryophyta)
3. Menjelaskan reproduksi Tumbuhan Lumut (Bryophyta)
4. Memahami klasifikasi pada Tumbuhan Lumut (Bryophyta)
5. Mengetahui peranan Tumbuhan Lumut (Bryophyta) bagi kehidupan

PENDIDIKAN BIOLOGI

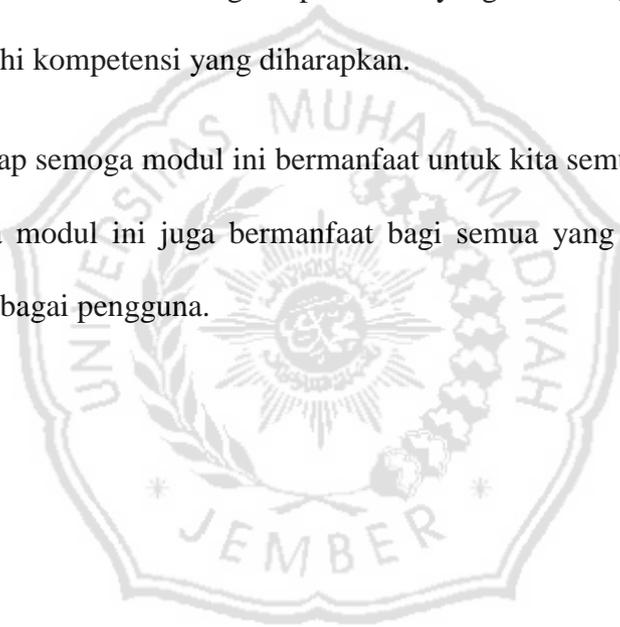
Mega Agustina Arifani

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga dapat menyelesaikan modul untuk SMA Kelas X dengan pokok pembahasan Tumbuhan Lumut. Modul ini disusun sebagai bahan ajar pada mata pelajaran Biologi untuk digunakan di semua SMA.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan modul ini. Banyak sekali kekurangan yang terdapat pada modul ini, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna perbaikan yang membangun sehingga bisa lebih baik lagi dan memenuhi kompetensi yang diharapkan.

Penulis berharap semoga modul ini bermanfaat untuk kita semua dan dapat digunakan dengan baik. Semoga modul ini juga bermanfaat bagi semua yang menggunakannya baik guru maupun siswa sebagai pengguna.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
ISI KEGUNAAN MODUL.....	iv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Deskripsi Singkat	1
C. Kompetensi Inti.....	1
D. Peta Konsep	3
E. Manfaat	4
F. Tujuan	4
G. Petunjuk Penggunaan Modul	5
BAB II KEGIATAN BELAJAR	
A. Kegiatan Belajar I.....	5
a Uraian Materi	5
1. Ciri-ciri Tumbuhan Lumut.....	6
2. Reproduksi Tumbuhan Lumut.....	7
3. Daur hidup tumbuhan lumut.....	10
4. Fakta biologi.....	14
b Lembar Diskusi.....	16
c Ringkasan	17
d Soal Latihan	18
e Umpan Balik	21
B. Kegiatan Belajar II	22
a Uraian Materi	22
1. Klasifikasi Tumbuhan Lumut.....	21
2. Peranan Tumbuhan Lumut.....	29
3. Fakta Biologi.....	31
b Lembar Diskusi.....	32
c Ringkasan.....	34
d Soal Latihan	35
e Umpan Balik	38
C. Soal Evaluasi.....	39
BAB IV PENUTUP	
A. Tindak Lanjut.....	42
B. Harapan.....	42
GLOSARIUM	
DAFTAR PUSTAKA	
KUNCI JAWABAN	

ISI KEGUNAAN MODUL



Bagian ini merupakan awal dari setiap kegiatan pembelajaran, berisi judul bab, tujuan pembelajaran dan gambar objek yang berhubungan dengan isi di dalamnya

Bagian ini berisi tentang petunjuk penggunaan modul bagi guru dan siswa

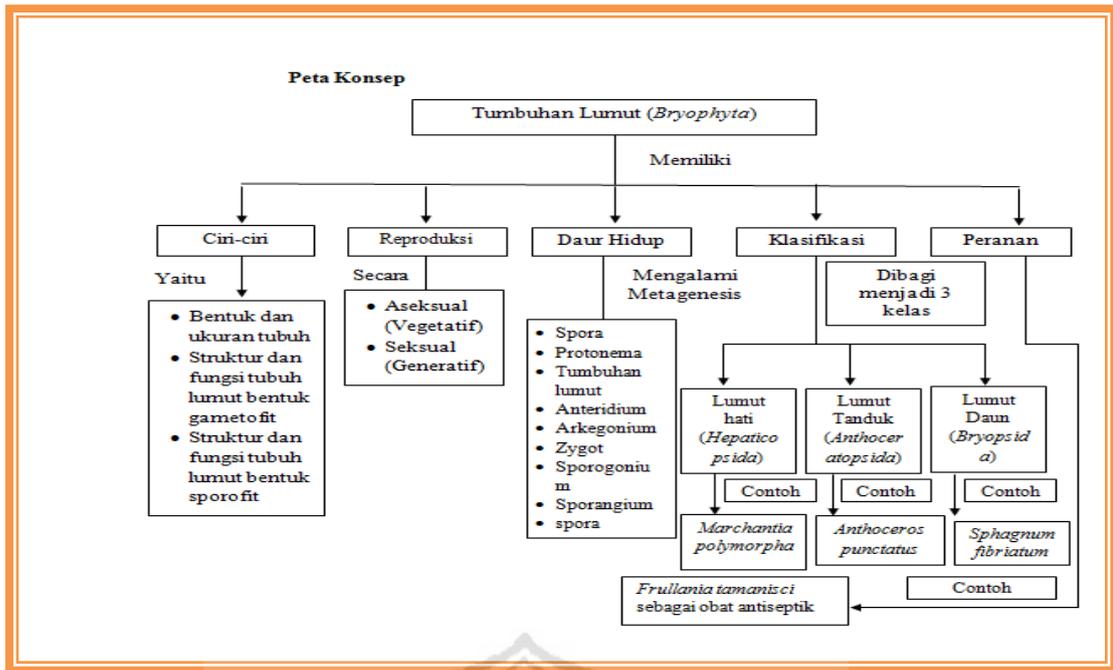
Petunjuk Penggunaan Modul

Bagi Guru :

1. Guru mengarahkan siswa untuk memperdalam materi di waktu jam pelajaran kosong dan di luar jam pelajaran sekolah untuk menambah pengetahuan siswa secara mandiri.
2. Guru mengarahkan siswa untuk mengerjakan tugas-tugas yang ada di dalam modul.
3. Guru menyuruh siswa untuk mengerjakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan mengerjakan soal evaluasi kemudian hasil belajarnya melalui rumus perhitungan yang sudah di cantumkan.
4. Guru memberikan arahan mengenai tingkat penugasan siswa di setiap akhir pembelajaran, dimana siswa menilai hasil pekerjaannya teman sebangkunya.

Bagi Siswa :

1. Baca dan pahami indikator pencapaian kompetensi.
2. Jika mengalami kesulitan diskusikan dengan beberapa teman, jika masih belum terpecahkan konsultasikan kepada guru.
3. Setelah konsep-konsep materi dipahami, maka cobalah mengerjakan latihan soal yang ada.
4. Carilah referensi yang mendukung jika dibutuhkan.



Peta konsep untuk membantu memahami keseluruhan isi materi.

Uraian Materi

Kegiatan Belajar I

Apa kalian pernah berenang di sungai dan melihat ada tumbuhan yang hidup di bebatuan dekat sungai tersebut ?

Jika kalian pernah melihat tumbuhan yang hidup pada bebatuan dekat sungai tersebut itulah yang dinamakan dengan tumbuhan lumut. Tumbuhan lumut sendiri itu bisa hidup pada tempat lembab, pada pepohonan ataupun pada bebatuan seperti pada tembok yang sudah lama tidak terawat. Sebenarnya apakah tumbuhan lumut itu dan bagaimana kehidupan serta manfaat dari tumbuhan lumut?

Uraian materi sebagai *advance organizer* yaitu pembangkit motivasi belajar siswa sebelum memulai materi.

Apakah lumut itu? Bryophyta (tumbuhan lumut) dalam bahasa Yunani "Bryum" yang berarti lumut, merupakan divisi tumbuhan yang hidup di darat, pada umumnya berwarna hijau dan berukuran kecil. Tumbuhan lumut merupakan anggota kingdom plantae (tumbuhan) yang paling sederhana. Dari struktur bentuk tubuhnya, tumbuhan lumut menunjukkan bentuk peralihan antara tumbuhan talus ke tumbuhan kormus. Menurut Mujiono (2002)

lumut dapat hidup pada kisaran kelembaban udara antara 70% - 98%. Menurut Uno et al (2010) mengemukakan bahwa pada suhu rata-rata 10-30°C terdapat banyak jenis lumut yang tumbuh. Tumbuhan lumut ditemukan terutama di area sedikit cahayaringan dan lembab. Lumut



Gambar 1.1 Tumbuhan Lumut
Sumber : Floradanfauna.com

Materi disajikan dalam satu layout satu kolom untuk memudahkan penglihatan dalam membaca

Gambar dibuat berwarna agar siswa bisa dengan mudah memahami gambar dan lebih menarik untuk siswa.

Ulasan mengenai fakta terkait materi yang pernah ada

FAKTA BIOLOGI



TAMAN LUMUT TERBESAR DI DUNIA DIRESMIKAN

Rabu, 12 April 2006 08:50 WIB

Cibodas, Cianjur, (ANTARA News) - Taman Lumut (Bryophyta) Cibodas, yang merupakan bagian dari Kebun Raya Cibodas (KRC), yang berada di Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat (Jabar), dan merupakan satu-satunya taman lumut di luar ruangan (out door) Selasa (11/4) diresmikan oleh istri Kepala LIPI Ny Umar Anggara Jenie. Kepala Balai Konservasi Tumbuhan KRC Ir Holif Immamudin disela-sela peresmian taman lumut yang luasnya baru 1.500 meter persegi, dan rencananya taman itu akan diperluas menjadi 2.500 meter persegi, yang terhampar di antara Gunung Gede dan Gunung Pangrango menjelaskan bahwa apa yang ada di KRC itu adalah yang terbesar di dunia. "Dengan keanekaragaman hayati berupa taman lumut di luar ruangan yang terbesar di dunia ini, maka Indonesia akan dikenal dunia sebagai negara yang punya keseriusan dalam pengembangan konservasi tumbuhan," katanya. Menurut dia, di Jerman dan di Singapura memang ada taman lumut juga, tapi berada di rumah kaca, dan koleksinya cuma tujuh spesies, sedangkan taman lumut di Jepang pun cuma memiliki sekitar 10 spesies. Ia mengemukakan bahwa Indonesia kaya akan keanekaragaman hayati, karena dari sekitar 3.000 jenis lumut dunia, separuhnya ada di Indonesia. "Dari jumlah itu, sekitar 250 jenis terdapat di kawasan Kebun Raya Cibodas," tambahnya. Sayangnya, kata dia, salah satu keanekaragaman hayati yang dimiliki Indonesia itu kondisinya masih terabaikan dan belum dimanfaatkan secara

Lembar Kerja Peserta Didik

Ayo berdiskusi
bersama teman satu
kelompok

Morfologi Lumut

Tujuan : Mengetahui struktur lumut

Alat dan Bahan : 1. Kaca pembesar (Lup) 2. Kaca Objek 3. Pipet 4. Pinset 5. Mikroskop 6. Tumbuhan Lumut

Cara Kerja :

1. Ambil Lumut di tembok pagar.
2. Ambil sebagian kecil menggunakan pinset, kemudian amati struktur tubuhnya dengan bantuan lup.
3. Buatlah preparat dengan mengambil sebagian kecil lumut menggunakan pinset
4. Tetesi preparat dengan air dan tutup dengan kaca penutup.
5. Setelah itu amati dibawah mikroskop dengan pembesaran kecil.

Pertanyaan

1. Perhatikan apakah bagian yang diambil tersebut sporofit atau gametofit.
2. Perhatikan struktur kapsul yang ada pada jamur.

Lembar diskusi
peserta didik untuk
melatih berfikir
aktif.

Ringkasan, inti sari
dari materi yang
disajikan dalam
bentuk uraian dari
materi yang
dibahas

Ringkasan

- ❖ Bryophyta (Tumbuhan Lumut) dalam bahasa Yunani "*Bryum*" yang berarti lumut merupakan divisi tumbuhan yang hidup didarat, pada umumnya berwarna hijau dan berukuran kecil.
- ❖ Tumbuhan lumut dapat hidup diberbagai tempat yang lembab seperti tembok, tanah, batuan lapuk bahkan menempel dikulit pohon.
- ❖ Gametofit adalah bentuk tumbuhan lumut yang berwarna hijau, berbentuk lembaran (seperti tumbuhan kecil) dan membentuk alat kelamin (gametangium) yang menghasilkan gamet (sel kelamin)
- ❖ Sporofit adalah bentuk tumbuhan lumut yang menghasilkan spora
- ❖ Pada lumut terjadi reproduksi secara aseksual (vegetatif) dan seksual (generatif)
- ❖ Dalam siklus hidup tumbuhan lumut mengalami pergiliran keurunan (metagenesis) antara generasi gametofit yang berkromosom haploid (n) dengan generasi sporofit yang berkromosom diploid (2n)

Uji kompetensi

A. Petunjuk Teknis

Pilihlah jawaban pada pilihan A, B, C, D, atau E yang dianggap paling tepat dengan membubuhi tanda X (silang)!

1. Sporofit adalah generasi dari tumbuhan lumut yang mampu memproduksi ...
 - a. Protonema
 - b. Spora
 - c. Arkegonium
 - d. Gamet
 - e. Anteridium
2. Warna hijau dari tumbuhan lumut adalah bagian dari ...
 - a. Protalium
 - b. Sporangium
 - c. Gametofit
 - d. Sporofit
 - e. Protonema
3. Berikut ini yang merupakan generasi gametofit pada tumbuhan lumut ialah

Uji kompetensi terdapat di akhir modul, untuk menguji pemahaman mengenai materi yang diberikan.

Glosarium membantu siswa memahami kata atau istilah penting yang ada di dalam modul.

GLOSARIUM

Anteridium

Organ kelamin jantan pada tumbuhan tingkat rendah yang berfungsi menghasilkan gamet jantan

Arkegonium

Alat kelamin betina pada *Bryophyta*, *Pteridophyta* dan beberapa *Gymnospermae*

Diesis

Tumbuhan berumah dua yang memiliki bunga jantan atau betina saja serta alat kelamin jantan dan betina terpisah pada individu lain

Diploid

Sifat yang kromosomnya sama dengan induknya, dilambangkan dengan $2n$

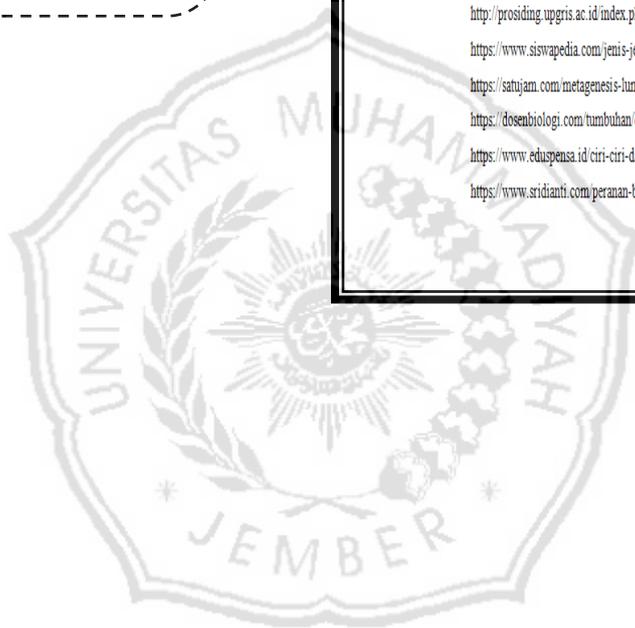
Divisi

Satuan pengelompokan dalam klasifikasi tumbuhan yang terletak antara kelas dan dunia

Daftar pustaka memberi informasi mengenai referensi atau sumber materi dalam modul.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritria Desy, dkk. 2014. Keanekaragaman Marchantiophyta Epifit Zona Montana di Kawasan Gunung Ungaran, Jawa Tengah. *Bioma*, Juni 2014. Vol. 16, No. 1, Hal. 26-32 (online diakses 22 september 2018)
- Irnaningtyas. 2013. *Biologi untuk SMA/MA kelas X*. Jakarta: Erlangga
- Marom kairul, dkk. 2017. Keanekaragaman Jenis Lumut (*Bryophyta*) di Sekitar Air Asin Sendang Jaka Tawa Banyurip Grobogan. *Semnas sains dan entrepreneurship IV*. Agustus 2017. (online diakses 22 september 2018)
- Pujiyanto Sri. 2018. *Menjelajah Dunia Biologi 1*. Solo : Tiga Serangkai Pustaka Mandiri
- <https://www.slideshare.net/septianbarakati/makalah-tumbuhan-lumut-42375017>
- <http://prosidings.upgris.ac.id/index.php/snse2017/snse2017/paper/view/1790/1777>
- <https://www.siswapedia.com/jenis-jenis-lumut/>
- <https://satujam.com/metagenesis-lumut/>
- <https://dosenbiologi.com/tumbuhan-daur-hidup-lumut>
- <https://www.eduspensa.id/ciri-ciri-dan-reproduksi-tumbuhan-lumut#a>
- <https://www.sridianti.com/peranan-bryophyta.html>



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berdasarkan hasil pemetaan standar kompetensi, kompetensi dasar dan indikator diidentifikasi bahwa topik “Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)” adalah salah satu tema yang tepat untuk kegiatan pembelajaran pada kelas. Pengoptimalan kegiatan pembelajaran penting untuk disusunnya modul.

Penyusunan modul menjadi tuntutan bagi guru dalam upaya meningkatkan kemandirian dan keaktifan siswa dalam belajar, maka modul merupakan suatu bahan ajar yang tepat untuk digunakan dalam pembelajaran. Modul ini digunakan sebagai bahan ajar siswa yang bersifat mandiri. Setelah mempelajari modul ini diharapkan siswa dapat memperoleh pemahaman tentang konsep-konsep dasar untuk berfikir logis dan kritis, rasa ingin tahu, dan aktif dalam pembelajaran. Modul ini dibuat sesuai kebutuhan siswa untuk lebih mandiri dan aktif dalam pembelajaran. Modul ini harapannya dapat menumbuhkan keaktifan pada siswa.

B. Deskripsi Singkat

Modul ini akan mempelajari materi tentang Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*). Sub pokok bahasan yang dimuat di modul, sebagai berikut :

1. Ciri-ciri Tumbuhan Lumut
2. Struktur Tumbuhan Lumut
3. Daur Hidup Tumbuhan Lumut
4. Klasifikasi Tumbuhan Lumut
5. Peranan Tumbuhan Lumut

C. Kompetensi Inti

3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingi tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan dan peradaban terkait penyebab

fenomena dan kejadian serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

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

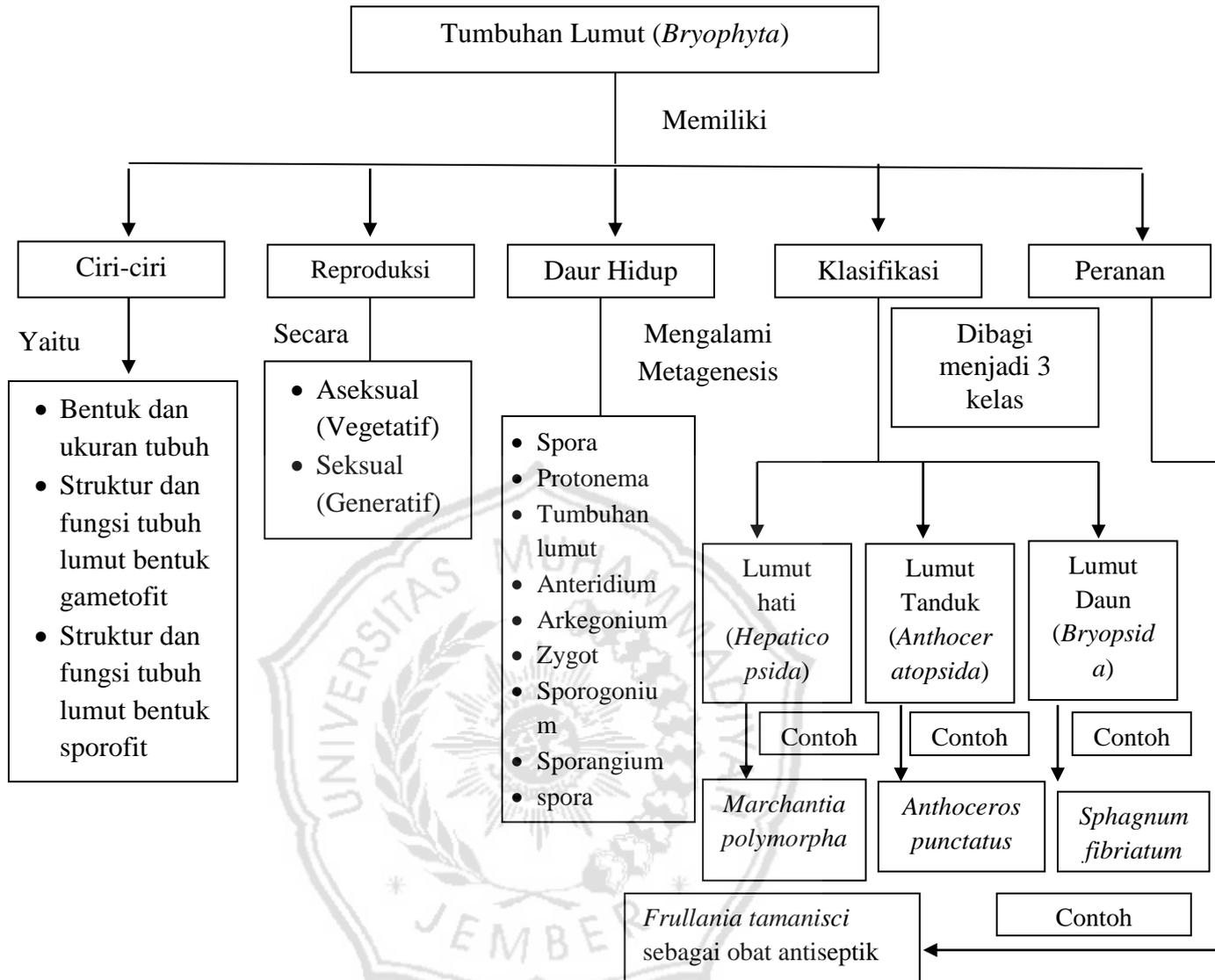
Kompetensi Dasar

- 3.7 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan pengamatan morfologi dan metagenesis tumbuhan serta mengaitkan peranannya dalam kelangsungan kehidupan mausia.
- 4.7 Menyajikan data tentang morfologi dan peran tumbuhan pada berbagai aspek kehidupan dalam bentuk laporan tertulis.

Indikator Pembelajaran

1. Mengetahui ciri-ciri tumbuhan lumut
2. Mengetahui struktur tumbuhan lumut
3. Mengetahui daur hidup tumbuhan lumut
4. Memahami penggolongan tumbuhan lumut (klasifikasi)
5. Mengetahui peranan tumbuhan lumut

Peta Konsep

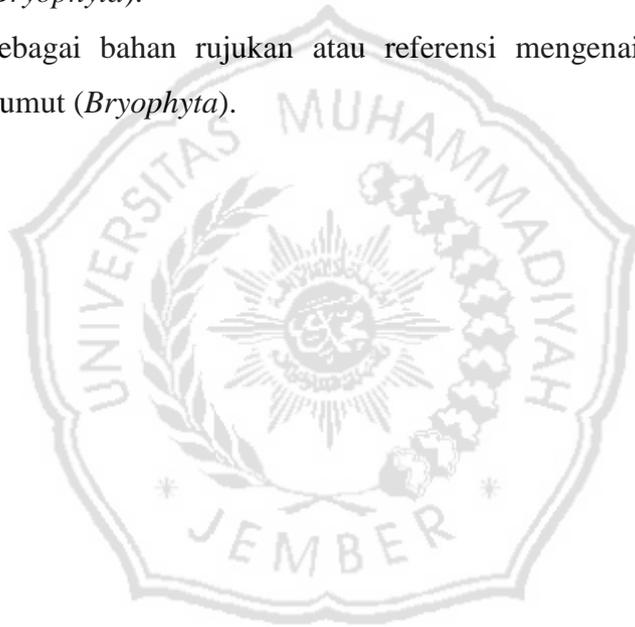


D. Manfaat

Modul ini diharapkan dapat membantu siswa untuk menjelaskan materi terkait Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) dan melatih siswa untuk mandiri dalam pembelajaran.

E. Tujuan Penyusunan Modul

1. Mengembangkan bahan ajar yang bisa digunakan dalam proses kegiatan pembelajaran berupa modul untuk materi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*).
2. Membantu siswa untuk mempelajari materi terkait Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*).
3. Sebagai bahan rujukan atau referensi mengenai materi Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*).



G. Petunjuk Penggunaan Modul

Bagi Guru :

1. Guru mengarahkan siswa untuk memperdalam materi di waktu jam pelajaran kosong dan di luar jam pelajaran sekolah untuk menambah pengetahuan siswa secara mandiri.
2. Guru mengarahkan siswa untuk mengerjakan tugas-tugas yang ada di dalam modul.
3. Guru menyuruh siswa untuk mengerjakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan mengerjakan soal evaluasi kemudian hasil belajarnya melalui rumus perhitungan yang sudah di cantumkan.
4. Guru memberikan arahan mengenai tingkat penugasan siswa di setiap akhir pembelajaran, dimana siswa menilai hasil pekerjaannya teman sebangkunya.

Bagi Siswa :

1. Baca dan pahami indikator pencapaian kompetensi.
2. Jika mengalami kesulitan diskusikan dengan beberapa teman, jika masih belum terpecahkan konsultasikan kepada guru.
3. Setelah konsep-konsep materi dipahami, maka cobalah mengerjakan latihan soal yang ada.
4. Carilah referensi yang mendukung jika dibutuhkan.
5. Periksa hasil latihan soal yang telah kamu kerjakan dengan kunci jawaban.
6. Bila hasil pekerjaan mencapai angka kebenaran 75% maka kamu boleh melanjutkan pada kegiatan selanjutnya, tetapi jika masih di bawah 75% cobalah pelajari kembali materi yang belum dikuasai atau bisa bertanya pada teman dan guru.
7. Urutan pembelajaran harus diikuti agar dalam memahami konsep materi modul belajar dengan sistematis, cepat dan berhasil.

H. Uraian Materi

Kegiatan Belajar I



Apa kalian pernah berenang di sungai dan melihat ada tumbuhan yang hidup di bebatuan dekat sungai tersebut ?

Jika kalian pernah melihat tumbuhan yang hidup pada bebatuan dekat sungai tersebut itulah yang dinamakan dengan tumbuhan lumut. Tumbuhan lumut sendiri itu bisa hidup pada tempat lembab, pada pepohonan ataupun pada bebatuan seperti pada tembok yang sudah lama tidak terawat. Sebenarnya apakah tumbuhan lumut itu dan bagaimana kehidupan serta manfaat dari tumbuhan lumut?

Apakah lumut itu? Bryophyta (tumbuhan lumut) dalam bahasa Yunani “Bryum” yang berarti lumut, merupakan divisi tumbuhan yang hidup di darat, pada umumnya berwarna hijau dan berukuran kecil. Tumbuhan lumut merupakan anggota kingdom plantae (tumbuhan) yang paling sederhana. Dari struktur bentuk tubuhnya, tumbuhan lumut menunjukkan bentuk peralihan antara tumbuhan talus ke tumbuhan kormus. Menurut Mujiono (2002) lumut dapat hidup pada kisaran kelembaban udara antara 70% - 98%. Menurut Uno et al (2010) mengemukakan bahwa pada suhu rata-rata 10-30°C terdapat banyak jenis lumut yang tumbuh. Tumbuhan lumut ditemukan terutama di area sedikit cahaya/terang dan lembab. Lumut



Gambar 1.1 Tumbuhan Lumut
Sumber : Floradanfauna.com

umumnya terdapat di area berpohon-pohon dan di tepi arus. Lumut juga ditemukan di batu serta jalan di kota besar. Beberapa menyesuaikan dengan kondisi-kondisi tempat ditemukannya tumbuhan lumut tersebut. Tumbuhan lumut yang mengeluarkan lendir yaitu *Marchantiales* karena jika antheridium telah masak sel dinding akan menjadi lendir dan mengembang hingga akhirnya spermatozoid akan keluar dan terkumpul dalam suatu tetes air hujan yang terletak di atas anteridiofor. Karena tumbuhan ini menyukai tempat yang lembah maka tumbuhan lumut saat bereproduksi membutuhkan air untuk melakukan pembuahan. Ketika tidak ada air, menyebabkan sel jantan tidak dapat membuahi sel betina. Bagian tubuh pada lumut yang mirip dengan akar disebut dengan rizoid. Rizoid memiliki fungsi untuk menyerap air dan garam mineral serta sebagai alat perlekatan pada habitatnya. Lumut merupakan tumbuhan yang memiliki klorofil sehingga dapat berfotosintesis. Pada umumnya lumut hidup di darat namun terdapat juga lumut yang hidup di air yang disebut dengan hidrofita.



Ciri-ciri Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*)

1. Bentuk dan Ukuran Tubuh Lumut

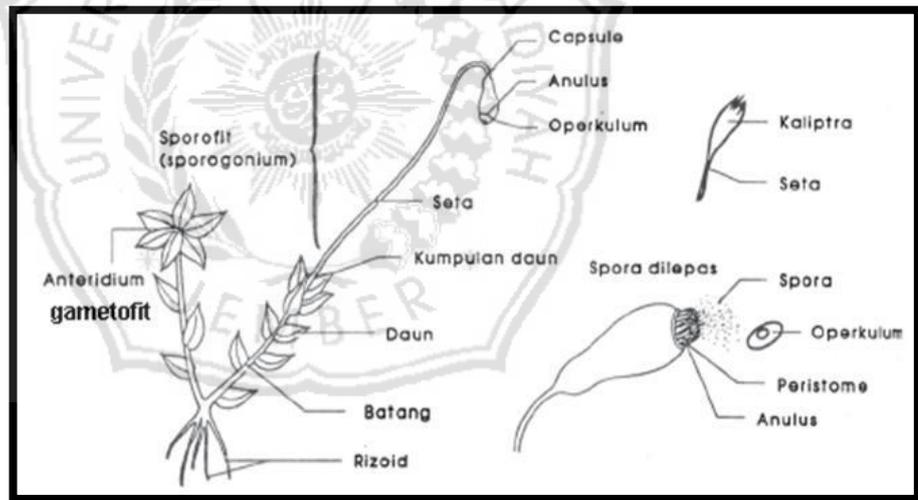
Tubuh lumut ada yang berbentuk lembaran misalnya lumut hati (*Hepaticopsida*), ada pula yang berbentuk seperti tumbuhan kecil dan tegak misalnya lumut daun (*Bryopsida*). Lumut yang berukuran kecil umumnya memiliki tinggi sekitar 1-2 cm, sedangkan lumut yang berukuran besar tingginya sekitar 20 cm.



Lumut berbentuk tumbuhan kecil yang berdiri tegak dan memiliki bagian-bagian tubuh yang mirip akar, batang dan daun. Bagian tubuh yang menyerupai akar pada lumut disebut **Rizoid**. Fungsi rizoid adalah untuk

menyerap air dan garam mineral serta untuk melekat pada habitatnya. Daun lumut sangat tipis (hanya terdiri atas selapis sel) dan tulang daun terdiri atas beberapa lapis sel. Pada ujung batang terdapat titik tumbuh yang mengakibatkan lumut tumbuh memanjang. Lumut hanya mengalami pertumbuhan memanjang dan tidak mengalami pertumbuhan membesar.

Tubuh lumut tidak memiliki pembuluh angkut floem maupun xylem. Jaringan pengangkut berupa jaringan empulur. Air diserap oleh rizoid dengan cara imbibisi, kemudian diedarkan ke seluruh bagian tubuh melalui proses difusi. Sel-sel tubuh lumut memiliki plastida yang mengandung klorofil a dan b, serta memiliki dinding sel tetapi tidak diperkuat oleh lignin seperti tumbuhan darat lainnya.



Gambar 1.3 Bentuk Tubuh *Bryophyta* (Tumbuhan Lumut)
Sumber: aslam02.wordpress.com

2. Struktur dan fungsi tubuh lumut bentuk gameofit

Gametofit adalah bentuk tumbuhan lumut yang berwarna hijau, berbentuk lembaran (seperti tumbuhan kecil) dan membentuk alat kelamin (gametangium) yang menghasilkan gamet (sel kelamin). Sel kelamin

jantan (spermatozoid) dihasilkan oleh alat kelamin betina yang disebut **anteridium**, sedangkan sel kelamin betina (ovum) dihasilkan oleh alat kelamin betina yang disebut **arkeogonium**. Lumut yang memiliki anteridium sekaligus arkeogonium disebut **monoesis** (berumah satu) atau **homotalus**.

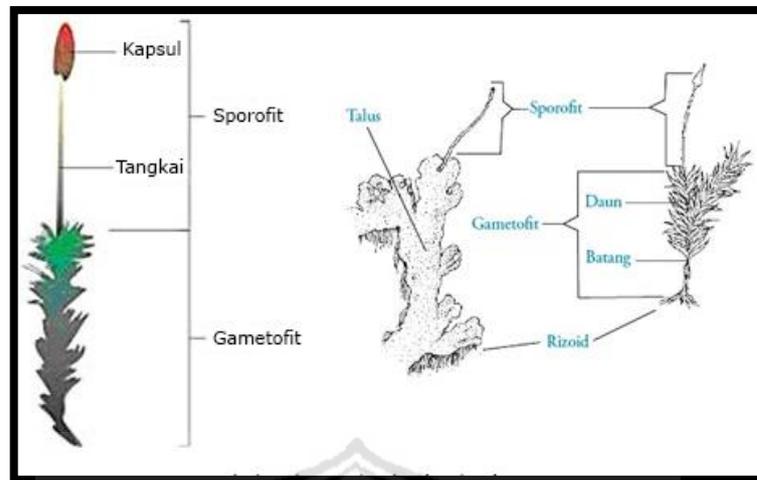
Lumut yang hanya memiliki salah satu jenis alat kelamin (anteridium dan arkeogonium saja) disebut diesis (berumah dua) atau heterotalus. Gametofit yang memiliki anteridium disebut gametofit jantan, sedangkan gametofit yang memiliki arkeogonium disebut gametofit betina. Pada gametofit akan tumbuh sporofit.

3. Struktur dan fungsi tubuh lumut bentuk sporofit



Sporofit adalah bentuk tumbuhan lumut yang tidak menghasilkan spora. Sporofit ada yang berwarna kecokelatan, kekuningan, kemerahan atau keunguan. Sporofit menumpang diatas gametofit, bertangkai dan berbentuk seperti terompet atau kapsul. Sporofit mendapatkan air, garam, mineral dan zat makanan dari gametofit. Sporofit berukuran lebih kecil daripada gametofit dengan masa hidup lebih pendek. Sporofit membentuk vaginula (selaput pangkal tangkai), seta (tangkai), dan sporangium (kotak spora). Sporangium berbentuk kapsul yang dilindungi oleh kaliptra, misalnya terdapat pada lumut daun. Sporangium tersusun dari bagian-bagian apofisis, teka (theca) dan operkulum (penutup). Bila operkulum terlepas maka tampak gigi peristom yang berfungsi melemparkan spora pada saat udara kering sehingga spora tersebar. Spora

terlindungi oleh sporopollenin. Spora lumut memiliki bentuk dan ukuran yang sama sehingga disebut homospora atau isospora.

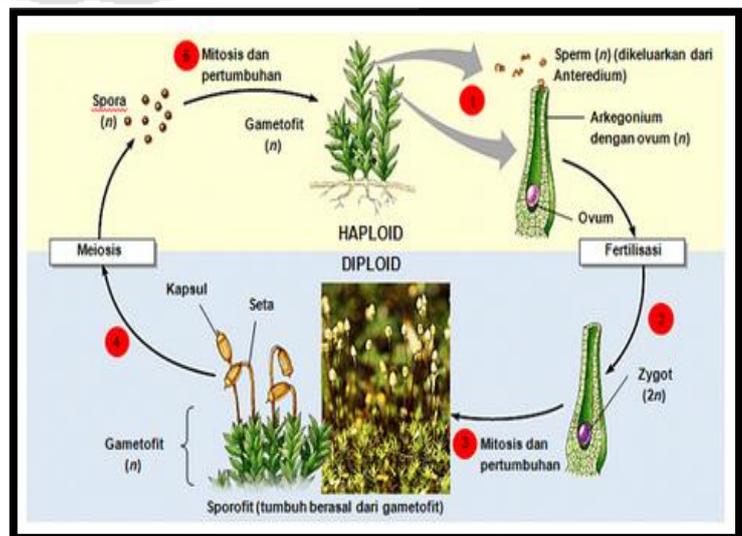


Gambar 1.4 gametofit dan sporofit *Bryophyta* (Tumbuhan Lumut)
Sumber : sumberbelajar.belajar.kemendikbud.go.id



Reproduksi *Bryophyta* (Tumbuhan Lumut)

Pada lumut terjadi reproduksi secara aseksual (vegetatif) dan seksual (generatif). Reproduksi aseksual terjadi dengan pembentukan spora melalui pembelahan meiosis sel induk spora di dalam sporangium (kotak spora). Spora tersebut kemudian tumbuh menjadi gametofit. Pada lumut hati, reproduksi secara aseksual (vegetatif) juga dapat dilakukan dengan pembentukan *gemmae cup* (piala tunas) dan *fragmentasi* (pemutusan sebagian tubuhnya). Sementara reproduksi seksual terjadi melalui fertilisasi ovum oleh spermatozoid yang menghasilkan zygot. Zygot tersebut akan tumbuh menjadi sporofit.



Gambar 1.5 Reproduksi *Bryophyta* (Tumbuhan Lumut)
Sumber: rumushitung.com

Sporofit berumur pendek sekitar 3-6 bulan.

1. Reproduksi Vegetatif

Dilakukan dengan spora. Spora dihasilkan oleh pembelahan yang terjadi dalam sporangium lumut sporofit (sporogonium). Spora yang dihasilkan sporofit adalah spora haploid. Spora tersebut tumbuh menjadi protonema, kemudian tumbuh menjadi gametofit haploid (n). Perkembangbiakan secara vegetatif dapat terjadi dengan banyak cara, antara lain :



- a Membentuk tunas pada pangkal batang dan selanjutnya tunas terlepas dan berkembang menjadi individu baru.
- b Membentuk stolon.
- c Batang lumut yang bercabang-cabang mati, lalu cabangnya tumbuh dan berkembang menjadi individu baru.
- d Protonema primer membentuk individu baru.
- e Protonema putus-putus menjadi banyak protonema, dan
- f Membentuk kuncup.

2. Reproduksi Generatif

Terjadi dengan adanya penyatuan gamet jantan (spermatozoid) dan gamet betina (ovum). Spermatozoid bergerak dengan perantara air menuju ovum pada arkegonium. Spermatozoid kemudian bertemu dan membuahi ovum (fertilisasi). Pembuahan menghasilkan zigot yang diploid. Zigot membelah menjadi embrio yang kemudian tumbuh menjadi sporofit yang diploid ($2n$).

Reproduksi vegetatif dan generatif berlangsung secara bergantian melalui suatu pergiliran keturunan yang disebut metagenesis. Jika anteridium dan arkegonium berada dalam satu individu, tumbuhan lumut disebut berumah satu (monoesis) dan jika dalam satu individu hanya terdapat anteridium atau arkegonium saja disebut berumah dua (diesis).

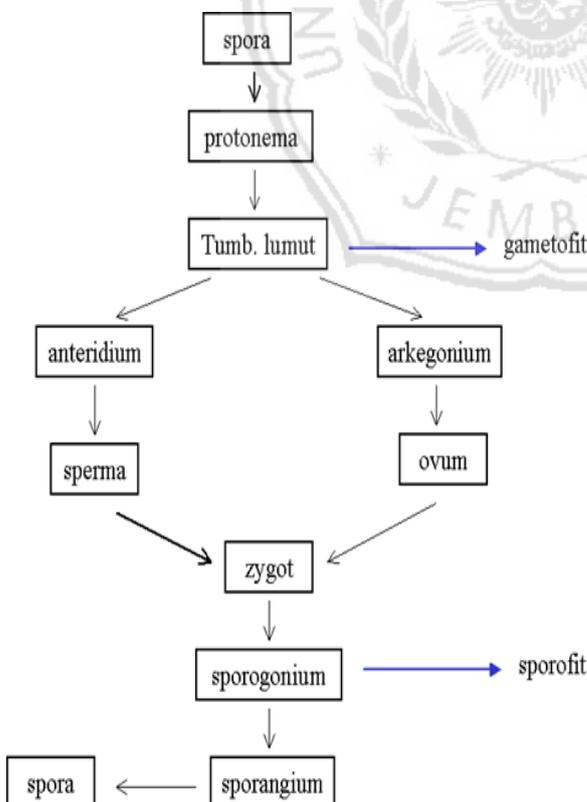


Daur Hidup *Bryophyta* (Tumbuhan Lumut)

Dalam siklus hidupnya lumut mengalami pergiliran keturunan (metagenesis) antara generasi gametofit yang berkromosom haploid (n) dengan generasi sporofit yang berkromosom diploid ($2n$). Bentuk gametofit lebih sering kita temukan karena gametofit lebih dominan dan memiliki masa hidup yang lebih lama daripada bentuk sporofit. Metagenesis pada siklus hidup lumut daun dapat digambarkan sebagai berikut :



a. Spora berkromosom haploid (n) yang jatuh di habitat yang cocok akan berkecambah, sel-selnya membelah secara mitosis, dan tumbuh menjadi protonema yang haploid (n).



b. Protonema akan tumbuh menjadi gametofit (tumbuhan lumut) jantan dan betina yang haploid (n)

c. Tumbuhan lumut yang sudah dewasa akan membentuk alat kelamin jantan (anteridium) dan alat kelamin betina (arkegonium).

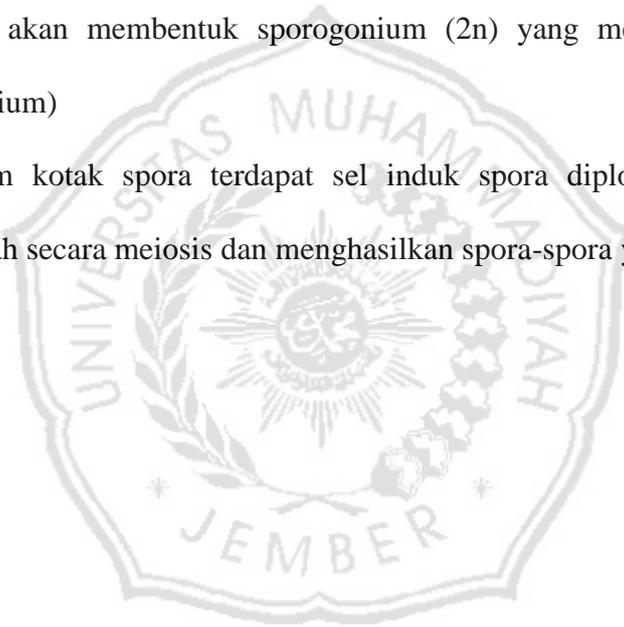
d. Anteridium menghasilkan spermatozoid berflagel yang berkromosom haploid (n).

Gambar 1.6 Metagenesis *Bryophyta* (Tumbuhan Lumut)

Sumber : Sridianti.com

Arkegonium menghasilkan ovum yang berkromosom haploid (n). Ovum memproduksi zat gula dan protein yang merangsang pergerakan spermatozoid menuju ovum. Pergerakan spermatozoid disebut *kemotaksis*.

- e. Fertilisasi ovum oleh spermatozoid menghasilkan zigot yang berkromosom diploid ($2n$)
- f. Zigot mengalami pembelahan secara mitosis dan tumbuh menjadi embrio ($2n$)
- g. Embrio tumbuh menjadi sporofit yang diploid ($2n$)
- h. Sporofit akan membentuk sporogonium ($2n$) yang memiliki kotak spora (sporangium)
- i. Di dalam kotak spora terdapat sel induk spora diploid ($2n$) yang akan membelah secara meiosis dan menghasilkan spora-spora yang haploid (n)





TAMAN LUMUT TERBESAR DI DUNIA DIRESMIKAN

Rabu, 12 April 2006 08:50 WIB

Cibodas, Cianjur, (ANTARA News) - Taman Lumut (Bryophyta) Cibodas, yang merupakan bagian dari Kebun Raya Cibodas (KRC), yang berada di Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat (Jabar), dan merupakan satu-satunya taman lumut di luar ruangan (out door) Selasa (11/4) diresmikan oleh istri Kepala LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) Ny. Umar Anggara Jenie. Kepala Balai Konservasi Tumbuhan KRC Ir. Holif Immamudin disela-sela peresmian taman lumut yang luasnya baru 1.500 meter persegi, dan rencananya taman itu akan diperluas menjadi 2.500 meter persegi, yang terhampar di antara Gunung Gede dan Gunung Pangrango menjelaskan bahwa apa yang ada di KRC itu adalah yang terbesar di dunia. "Dengan keanekaragaman hayati berupa taman lumut di luar ruangan yang terbesar di dunia ini, maka Indonesia akan dikenal dunia sebagai negara yang punya keseriusan dalam pengembangan konservasi tumbuhan," katanya. Menurut dia, di Jerman dan di Singapura memang ada taman lumut juga, tetapi berada di rumah kaca, dan koleksinya cuma tujuh spesies, sedangkan taman lumut di Jepang pun cuma memiliki sekitar 10 spesies. Ia mengemukakan bahwa Indonesia kaya akan keanekaragaman hayati, karena dari sekitar 3.000 jenis lumut dunia, separuhnya ada di Indonesia. "Dari jumlah itu, sekitar 250 jenis terdapat di kawasan Kebun Raya Cibodas," tambahnya. Sayangnya, kata dia, salah satu keanekaragaman hayati yang dimiliki Indonesia itu, kondisinya masih terabaikan, dan belum dimanfaatkan secara maksimum. "Padahal, lumut mempunyai peranan penting bagi kehidupan manusia," katanya.

Beberapa manfaat dari tanaman lumut tersebut, kata dia, selain menjaga kelembapan udara dan porositas tanah, lumut juga berfungsi sebagai pengikat air. Malahan, lumut marga "*Usnea*" mempunyai potensi untuk obat-obatan dalam bentuk jamu atau godokan, sedangkan lumut dari marga "*Spaghnum*" sudah lama dikenal sebagai pengganti kapas, obat penyakit kulit, dan obat penyakit mata, serta sebagai media tumbuhnya anggrek.

Sementara lumut dari marga *Marchantia* digunakan sebagai obat penyakit hepatitis. Hanya saja, kata dia, Untuk jenis lumut yang sudah atau belum dikenal sebagai obat-obatan memang harus diuji secara klinis terlebih dahulu. Ditambahkannya bahwa taman lumut" yang tengah dibangun di KRC berlokasi di wilayah I vak I.B dengan kondisi tanah miring, datar, berair (agak becek), ternaungi dan terbuka, dimana luas lahan yang dibuka dan digarap untuk pembuatan taman lumut ini mencapai 2.500 meter persegi.

Dijelaskannya bahwa pembuatan taman lumut menggunakan desain "cultivated landscape", yakni pembentukan terasering atau petak-petak. Posisinya yang strategis, memudahkan para pengunjung mudah untuk melihatnya karena lokasi taman lumut itu jaraknya hanya sekitar 600 meter dari pintu gerbang KRC, dan bisa ditempuh melalui "Taman Rhododendron" dan jalan aspal menuju Curug Cibogo. Sementara itu, menurut Bian Tan, Koordinator Program Asia Tenggara BGCI (Botanic Gardens Conservation International) kepada pers menjelaskan bahwa jenis lumut di Indonesia, khususnya yang ada di Cibodas lebih lengkap, karena terdiri dari berbagai macam jenis. Disamping itu, karena berada di daerah tropis yang dikelilingi gunung, membuat kondisinya tetap lembab, dan itu berbeda dengan taman lumut lainnya di sejumlah negara, seperti Jerman, Singapura dan Jepang yang ditempatkan di dalam rumah kaca. Peresmian taman lumut yang bersamaan dengan HUT KRC ke- 154 itu juga ditandai dengan peluncuran mascot KRC yakni "Buku Koleksi Lumut" dan "Anggrek koleksi KRC".(*)

Sumber : <https://www.antaraneews.com/berita/31658/taman-lumut-terbesar-di-dunia-diresmikan>

Lembar Kerja Peserta Didik

Ayo berdiskusi
bersama teman satu
kelompok

Morfologi Lumut

Tujuan : Mengetahui struktur lumut

Alat dan Bahan : 1. Kaca pembesar (Lup) 2. Kaca Objek 3. Pipet 4. Pinset 5. Mikroskop 6. Tumbuhan Lumut

Cara Kerja :

1. Ambil Lumut di tembok pagar.
2. Ambil sebagian kecil menggunakan pinset, kemudian amati struktur tubuhnya dengan bantuan lup.
3. Buatlah preparat dengan mengambil sebagian kecil lumut menggunakan pinset
4. Tetesi preparat dengan air dan tutup dengan kaca penutup.
5. Setelah itu amati dibawah mikroskop dengan pembesaran kecil.

Pertanyaan

1. Perhatikan apakah bagian yang diambil tersebut sporofit atau gametofit.
2. Perhatikan struktur kapsul yang ada pada jamur.
3. Gambarkan hasil pengamatan tersebut. Beri nama bagian-bagiannya dan diskusikan dengan teman kelompok.

Ringkasan

- ❖ Bryophyta (Tumbuhan Lumut) dalam bahasa Yunani “*Bryum*” yang berarti lumut merupakan divisi tumbuhan yang hidup didarat, pada umumnya berwarna hijau dan berukuran kecil.
- ❖ Tumbuhan lumut dapat hidup diberbagai tempat yang lembab seperti tembok, tanah, batuan lapuk bahkan menempel dikulit pohon.
- ❖ Gametofit adalah bentuk tumbuhan lumut yang berwarna hijau, berbentuk lembaran (seperti tumbuhan kecil) dan membentuk alat kelamin (gametangium) yang menghasilkan gamet (sel kelamin)
- ❖ Sporofit adalah bentuk tumbuhan lumut yang menghasilkan spora
- ❖ Pada lumut terjadi reproduksi secara aseksual (vegetatif) dan seksual (generatif)
- ❖ Dalam siklus hidup tumbuhan lumut mengalami pergiliran keurunan (metagenesis) antara generasi gametofit yang berkromosom haploid (n) dengan generasi sporofit yang berkromosom diploid ($2n$)

SOAL LATIHAN

Pilihlah satu jawaban yang anda anggap paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada jawaban a, b, c, d, dan e !

1. Tumbuhan lumut memiliki ciri-ciri sebagai berikut, kecuali.....
 - a. Mempunyai jaringan pembuluh
 - b. Tidak mempunyai jaringan pembuluh
 - c. Merupakan tumbuhan peralihan antara tumbuhan bertalus dan tumbuhan berkormus
 - d. Belum mempunyai akar, batang dan daun sejati
 - e. Habitat di tempat lembab
2. Pada tumbuhan lumut (*Bryophyte*) terdapat semacam struktur menyerupai akar yang berfungsi sebagai pengangkut air serta nutrisi menuju jaringan tersebut adalah.....
 - a. Anteridia
 - b. Arkegonia
 - c. Rhizome
 - d. Rizoid
 - e. Protonema
3. Tumbuhan lumut berumah satu artinya.....
 - a. Anteridium dan arkegonium pada satu talus yang sama
 - b. Antheridium dan arkegoniu terdapat pada talus yang berbeda
 - c. Pada talus lumut hanya terdapat satu antheridium
 - d. Pada satu talus terdapat arkegonium
 - e. Pada talus lumut dibentuk satu antheridium dan satu arkegonium
4. Tahap haploid pada metagenesis tumbuhan lumut terdapat pada.....
 - a. Spora
 - b. Sporogonium
 - c. Protonema
 - d. Sporangium
 - e. Anteridium

5. Proses pembentukan spora pada tumbuhan lumut berlangsung melalui.....
 - a. Proses meiosis
 - b. Proses langsung
 - c. Proses mereduksi
 - d. Proses mitosis
 - e. Proses amitosis
6. Gigi peristom dapat ditemukan pada bagian.....
 - a. Sporangium tumbuhan paku
 - b. Sporangium tumbuhan lumut
 - c. Anteridium tumbuhan lumut
 - d. Arkegonium tumbuhan lumut
 - e. Protalium tumbuhan paku
7. Apabila spora tumbuhan lumut jatuh ke tempat yang sesuai maka spora akan tumbuh menjadi.....
 - a. Zigot
 - b. Tumbuhan lumut
 - c. Gamet
 - d. Sporangium
 - e. Protonema
8. Protonema termasuk generasi lumut yang menghasilkan.....
 - a. Spora
 - b. Gamet
 - c. Kromosom diploid
 - d. Kromosom haploid
 - e. Zigot
9. Generasi sporofit pada lumut adalah generasi yang menghasilkan.....
 - a. Protonema
 - b. Anteridium
 - c. Arkegonium
 - d. Gamet
 - e. Spora
10. Pada pergiliran keturunan lumut, didapatkan :

1. Tumbuhan lumut
2. Spora
3. Protonema
4. Sporogonium

Urutan yang benar dari daur hidup lumut adalah.....

- a. 1, 3, 2, 4
- b. 2, 4, 3, 1
- c. 2, 3, 1, 4
- d. 2, 3, 4, 1



Umpan Balik

Koreksilah hasil jawaban kalian dengan kunci jawaban yang ada pada bagian akhir modul ini.

Hitunglah jumlah jawaban benar yang kalian peroleh. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap seluruh materi pada kegiatan 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100\%$$

Kriteria tingkat penguasaan :

91% - 100% = Baik sekali

81% - 90% = Baik

70% - 80% = Cukup

< 70% = kurang

Jika tingkat penguasaan mencapai $\geq 80\%$, kalian telah menguasai materi yang ada pada kegiatan 1 dan siap melanjutkan kegiatan belajar berikutnya. Tetapi, jika tingkat penguasaan $< 80\%$ kalian harus memahami kembali materi yang ada pada kegiatan 1.

Bagaimakah
tingkat
penguasaan anda





Klasifikasi *Bryophyta* (Tumbuhan Lumut)



Kawasan hutan Indonesia umumnya merupakan hutan hujan tropis. Hutan hujan tropis terkenal dengan keanekaragaman flora termasuk di dalamnya tumbuhan lumut (*Bryophyta*). Penelitian keanekaragaman lumut di beberapa daerah di Indonesia telah dilakukan antara lain di Sulawesi tercatat 106 jenis dan di Borneo tercatat 607 jenis. Disamping itu beberapa pulau yang termasuk dalam kawasan kepulauan Sunda Kelapa pernah juga dilaporkan jumlah lumut daunnya, yaitu di Bali tercatat 169 jenis, Lombok 152 jenis, Sumbawa 44 jenis, Flores 278 jenis, sekitarnya pernah dilaporkan oleh Fleischer 1900-1908 berjumlah 452 jenis (Windadri, 2009).

Lumut merupakan salah satu kelompok tumbuhan rendah dan bagian dari keanekaragaman hayati yang belum banyak mendapat perhatian (Windadri, 2007). Ada 24.000 spesies *Bryophyta* yang dikenal, dan semua tumbuhan lumut membutuhkan kondisi lingkungan yang lembab yang masuk kedalam siklus kehidupan tumbuhan tersebut. Divisi *Bryophyta* dibagi menjadi tiga kelas, yaitu lumut hati (*Hepatocopsida*) dengan 9000 spesies dan 240 genus; lumut tanduk (*Anthocerotopsida*) hanya 500 spesies; dan lumut daun (*Bryopsida*) memiliki 12.000-14.500 spesies dan 670 genus (Semple, 1999).

1. *Hepaticopsida* (Lumut Hati)

Lumut hati merupakan tumbuhan talus dengan tubuh berbentuk lembaran, pipih dan



berlobus. Pada umumnya lumut hati tidak berdaun misalnya *Marchantia* dan *Lunularia*, namun ada lumut hati yang berdaun misalnya *Jungermannia*. Lumut hati mendatar dan melekat pada substrat dengan menggunakan rizoidnya. Lumut hati banyak ditemukan di tanah yang lembab, terutama di hutan hujan tropis. Ada juga yang tumbuh di permukaan air, misalnya *Ricciocarpus natans*. Hutan tropis merupakan tempat hidup lumut hati dengan keanekaragaman yang paling besar. *Hepatophyta* disebut juga lumut hati. Menurut Campbell (1998: 550), Lumut hati meliputi sekitar 8.000 jenis yang kebanyakan hidup di tempat lembab seperti pada batang pohon, tanah, atau batu cadas. Lumut hati membentuk massa berupa lembaran dengan tepi yang terbelah-belah (disebut talus) yang berbentuk seperti hati.

Pada beberapa jenis, talus ini membentuk daun sehingga lumut hati dapat dibedakan menjadi lumut hati bertalus dan lumut hati berdaun (sering disebut lumut sisik). Contoh lumut hati bertalus yaitu *Marchantia polymorpha*, *M. berteriana*, *Ricciocarpus natans*, *R. frostii*. Lumut hati berdaun misalnya *Porella*. Hutan tropis merupakan tempat hidup lumut hati dengan keanekaragaman yang paling besar.



Gambar 1.7 *Marchantia sp*
Sumber : Artikelbelajar.com

Gametofit memiliki struktur khas berbentuk seperti mangkok yang disebut *gemmae cup* (piala tunas). *Gemmae cup* berfungsi sebagai alat reproduksi secara vegetatif karena di dalamnya terdapat *gemmae* atau tumbuhan lumut kecil yang bila terlepas dan terpelanting oleh air hujan akan tumbuh menjadi lumut baru. Selain dengan *gemmae cup* reproduksi vegetatif lumut hati juga dapat dilakukan dengan cara fragmentasi (pemutusan sebagian tubuhnya). Pada umumnya lumut hati berumah dua, misalnya *Marchantia sp*. Namun ada pula yang berumah satu. Pada lumut hati yang berumah dua, gametofit betina membentuk arkegoniofor yang di bagian ujung tangkainya terdapat struktur berbentuk cakram atau payung dengan tepi berlekuk ke dalam seperti jejari. Di bagian bawah cakram terdapat arkegonium. Arkegonium membentuk sel kelamin betina (ovum) sementara itu gametofit jantan membentuk anteridiofor yang di bagian ujung tangkainya terdapat struktur berbentuk cawan dengan tepi berlekuk tidak dalam. Di bagian atas cawan terdapat anteridium yang menghasilkan sel kelamin jantan (spermatozoid) berflagel dua. Bila spermatozoid membuahi ovum maka terbentuk zigot yang akan tumbuh menjadi sporofit. Sporofit terletak tersembunyi di bagian bawah cakram

arkegoniofor. Sporofit ($2n$) akan membentuk sporogonium yang akan menghasilkan spora (n).

2. *Anthocerotopsida* (Lumut Tanduk)



Anthocerotopsida atau **hornwort** berbetuk seperti lumut hati, tetapi sporofitnya berbetuk kapsul memanjang seperti tanduk dan mengandung kutikula. Sporofit tumbuh dari jaringan cawan arkegonium. Setelah sporofit masak, bagian ujungnya akan terbelah dua. Sporogonium memiliki benang-benang **elater** yang mengatur pengeluarnya spora, dan pada kapsulnya terdapat **stomata**. Anteridium dan arkegonium ada yang terletak pada talus yang sama (berumah satu), ada pula yang terletak pada talus berbeda (berumah dua). Lumut tanduk tumbuh di bebatuan atau tanah yang lembap. Terdapat sekitar 100 spesies lumut tanduk, antara lain *Anthoceros punctatus*, *Phaeoceros laevis*, dan *Leiosporoceros*.

Di antara semua lumut, lumut tanduk adalah yang paling dekat hubungan kekerabatannya dengan tumbuhan vaskuler. Bentuk tubuhnya mirip lumut hati, tetapi sporofitnya membentuk kapsul memanjang yang tumbuh seperti tanduk. Divisi *Anthocerophyta* memiliki struktur tubuh mirip tanduk sehingga dinamakan lumut tanduk. *Anthocerophyta* hanya memiliki satu kloroplas di dalam tiap selnya. Oleh karena itu, *Anthocerophyta* dianggap sebagai lumut primitif. Lumut ini memiliki struktur tubuh seperti lumut hati, perbedaannya terletak pada sporofitnya. Sporofit pada lumut tanduk bentuknya seperti kapsul memanjang yang

tumbuh menyerupai tanduk. Di antara semua lumut, lumut tanduk adalah yang paling dekat hubungan kekerabatannya dengan tumbuhan vaskuler. Bentuk tubuhnya mirip lumut hati, tetapi sporofitnya membentuk kapsul memanjang yang tumbuh seperti



Gambar 1.8 *Anthoceros punctatus*
Sumber : Biosains.com

tanduk. Sampai saat ini ketiga divisi lumut itu masih bertahan sebagai tumbuhan darat. Adanya hamparan lumut pada permukaan tanah dapat mencegah erosi. Selain itu, rizoid lumut dapat menembus permukaan batuan. Proses ini secara bertahap membentuk tanah baru. Oleh karena itu, tumbuhan lumut disebut sebagai tumbuhan pionir.

3. *Bryopsida* (Lumut Daun)

Bryopsida merupakan lumut sejati. Jumlahnya paling banyak dibandingkan spesies dari dua kelas yang lain dan menutupi sekitar 3% dari permukaan daratan bumi. Lumut daun mudah ditemukan di permukaan tanah, tembok, batu-batuan, atau menempel di kulit



pohon. Di atas permukaan tanah yang lembab lumut daun tumbuh rapat menyokong satu sama lain dan memiliki sifat seperti busa yang memungkinkannya menyerap dan menahan air. Lumut daun merupakan tumbuhan lumut yang paling terkenal. Hamparan lumut daun terdiri atas kelompok lumut yang padat, yang saling menyokong satu sama lain.

Anggota yang tidak asing lagi dari divisio ini adalah *Bryophyta* atau lumut daun.

Lumut daun atau lumut sejati merupakan lumut yang sering kita jumpai karena tempat hidupnya yang lebih terbuka dibanding lumut lain, bentuknya pun lebih menarik. Lumut sejati memiliki perbedaan dengan lumut hati yaitu dari segi daunnya yang tumbuh pada semua sisi sumbu utama, atau dengan kata lain, daunnya berasal dari pusat tengah lumut tersebut (simetri radial).



Gambar 1.9 *Sphagnum fibriatum*
Sumber : Arcticaatlas.org

Daun ini mempunyai rusuk pada bagian tengahnya dan rusuk tersebut tersusun pada batang dengan mengikuti garis spiral, panjangnya dapat bervariasi dari suatu bagian dari satu inci dan mencapai satu kaki. Pada rusuk tengah ini mengandung sel yang memanjang, fungsinya untuk mengangkut air dan zat-zat hara. Lumut sejati tidak memiliki akar. Seperti lumut gambut dan lumut rawa, daunnya khas karena mempunyai jaringan sel kecil dan memisahkan sel mati yang besar. Mempunyai daya

menghisap air yang laur biasa. Ini lah makanya lumut ini dapat bertahan hidup di rawa.

Gametofitnya mempunyai alat kelamin jantan dan betina yang relatif kecil, pembuahan dilakukan oleh spermatozoid yang bergerak aktif dengan flagelanya, bila ada air maka spermatozoid akan berenang menuju ovum. Kemudian hasil fertilisasi menjadi sporofit, yang ketika sporofit sudah matang memiliki kaki penghisap dan satu tangkai yang panjang, juga sebuah kapsul yang khas. Contoh lumut ini adalah *Polytricum juniperinum*, *Furaria*, *Pogonatum cirratum*, *Aerobrysis longissima*, dan lumut gambut atau *Sphagnum*.

Salah satu contoh lumut daun adalah lumut gambut atau *Sphagnum*, terhampar menutupi permukaan daratan bumi seperti karpet. Hambaran lumut gambut sangat tebal, terdiri atas tumbushan hidup dan mati di tanah basah, mengikat banyak sekali karbon organik. Sebagai tempat penyimpanan karbon, rawa gambut tersebut berperan penting dalam menstabilkan konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di atmosfer. *Sphagnum* tumbuh di daerah tundra, merupakan makanan rusa kutub. Lumut daun dapat dimanfaatkan sebagai media tanaman (pengganti ijuk).



Peranan *Bryophyta* (Tumbuhan Lumut)

Tumbuhan lumut memiliki manfaat atau peranan bagi manusia yang sangat luar biasa. Manfaat tumbuhan

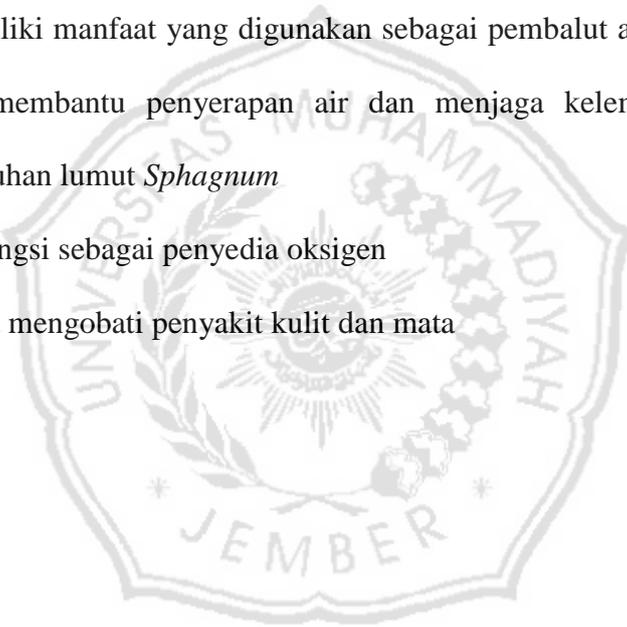


lumut (*Bryophyta*) mungkin hanya sebagian besar dari kita yang mengetahuinya. Beberapa dari jenis-jenis tumbuhan lumut memiliki manfaat dan khasiat bagi keseharian kita baik itu segi kesehatan, ekonomi, dan berbagai kebutuhan-kebutuhan kita. Seperti yang kita ketahui tumbuhan lumut memiliki 4000 spesies dimana 3000 spesies ada di Indonesia. Dari berbagai spesies-spesies tumbuhan lumut yang diantaranya memiliki manfaat bagi kehidupan manusia. Sedangkan dari penelitian sejak dulu masyarakat Cina telah menggunakan tumbuhan lumut sebagai bahan pengobatan, 40 jenis lumut digunakan sebagai bahan obat-obatan.

Tumbuhan lumut sangat mudah kita dapatkan khususnya pada daerah yang lembab yang berada di tanah, tembok, bebatuan lapuk dan menempel pada kulit pohon. Biasanya tumbuhan lumut sering kita lihat atau dapatkan menempel pada tembok, atau pada batu-batuan. Teman-teman pasti berfikir bahwa tumbuhan lumut adalah tumbuhan pengganggu atau parasit, padahal tumbuhan lumut berbeda dengan tumbuhan parasit. Tumbuhan lumut (*Bryophyta*) dapat memiliki manfaat karena terlihat dari kandungan lumut yang kaya akan zat-zat penting yang dibutuhkan manusia. Manfaat tumbuhan lumut (*Bryophyta*) adalah sebagai berikut

1. Bermanfaat sebagai obat antiseptik pada Tumbuhan Lumut *Frullania Tamanisci* (lumut hati)
2. Mengandung senyawa berguna dalam mengobati penyakit jantung pada tumbuhan lumut *Crateneuron filicinum* (lumut daun)
3. Digunakan untuk obat dalam pertumbuhan rambut pada tumbuhan lumut *Fissidens japonicum* (lumut daun)
4. Berguna sebagai obat hepatitis, dan menghilangkan toksin akibat dari gigitan ular pada tumbuhan lumut *Marchantia Polymorpha* (lumut daun)

5. Memiliki manfaat yang berguna untuk mengobati tekanan darah tinggi dan juga sebagai obat bius pada tumbuhan lumut *Rhodobryum giganteum* (lumut daun)
6. Memiliki manfaat yang berguna dan berfungsi sebagai antibakteri, antifungi, mengobati luka bakar, dan luka luar pada tumbuhan lumut *Conocephalum conicum* (lumut hati)
7. Berguna dalam mengobati penyakit pneumonia pada tumbuhan lumut *Haplocladium catillatum* (lumut daun)
8. Memiliki manfaat yang digunakan sebagai pembalut atau pengganti kapas dan membantu penyerapan air dan menjaga kelembapan tanah pada tumbuhan lumut *Sphagnum*
9. Berfungsi sebagai penyedia oksigen
10. Dapat mengobati penyakit kulit dan mata



FAKTA BIOLOGI



ADA LUMUT HIDUP DI DALAM BAN GOODYEAR, KOK BISA?

Abu Sahma Pane, Jurnalis • Kamis 08 Maret 2018 14:59 WIB

Selama beberapa tahun terakhir, produsen ban Goodyear tampil di Geneva Motor Show dengan desain baru yang bisa digambarkan sebagai konsep yang menarik, terbaik dan gila. Tahun ini ide Goodyear unik, mereka memikirkan ban untuk transportasi masa depan. Hasilnya adalah mereka menciptakan ban yang di dalamnya ada lumut hidup. Goodyear menyatakan lumut itu berfungsi membersihkan udara sekitarnya saat mobil berguling di jalan. Konsep Goodyear sebelumnya adalah ban yang mengubah panas dan gerak menjadi arus listrik. Bahkan mereka menciptakan ban bola yang memungkinkan mobil melaju ke samping, dan versi bola lainnya yang menggabungkan kecerdasan buatan. Namun Goodyear Oxygene yang baru diumumkan ini tidak akan berputar menyamping, namun akan memanen energi melalui fotosintesis. Lumut hidup itu akan menghirup CO₂ dari udara dan kelembaban dari jalan, yang memberi makan lumut yang hidup di dinding sampingnya, kemudian ia akan melepaskan oksigen ke udara. Menurut Goodyear, di suatu kota seukuran Paris dengan 2,5 juta kendaraan di jalan, adopsi ban Oxygene di seluruh masyarakat akan menciptakan 3.000 ton oksigen dan menyerap lebih dari 4.000 ton CO₂ per tahun. Terlebih lagi, ban itu juga akan menangkap energi yang dihasilkan selama fotosintesis dan menggunakannya untuk menyalakan elektronika di dalamnya, seperti sensor onboard, lampu keamanan yang dapat disesuaikan, dan unit pemrosesan kecerdasan buatan. Tapak ban ramah lingkungan itu sendiri dicetak 3D dengan menggunakan serbuk karet dari ban daur ulang.

Sumber : <https://news.okezone.com/read/2018/03/08/15/1869473/ada-lumut-hidup-di-dalam-ban-goodyear-kok-bisa>

**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
PENGAMATAN CIRI CIRI TUMBUHAN BRYOPHYTA**

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : X/II

Hari/Tanggal :

Nama Kelompok :

Nama Anggota Kelompok:

1. 4.

2. 5.

3. 6.

Petunjuk:

1. Lakukanlah pengamatan terhadap beberapa jenis tumbuhan.
2. Amati dan tuliskan ciri-ciri tumbuhan tersebut

1. Tuliskan ciri-ciri umum Bryophyta!

.....
.....

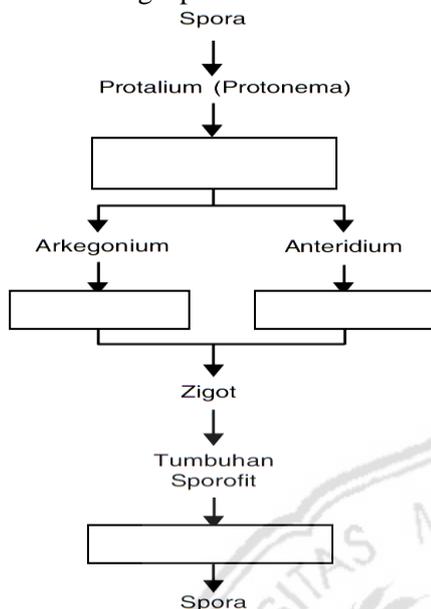
2. berikut gambar struktur tubuh lumut, kemudian lengkapilah bagian-bagiannya sesuai nomer!



3. Tuliskan pengklasifikasian tumbuhan Bryophyta!

.....
.....

4. Lengkapilah skema daur hidup lumut di bawah ini!



5. Buatlah gambar daur hidup pada lumut! Di beri warna!

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

6. Berikanlah minimal 3 contoh peranan lumut dalam kehidupan !

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

Ringkasan

- Lumut merupakan salah satu kelompok tumbuhan rendah dan bagian dari keanekaragaman hayati yang belum banyak mendapat perhatian (Windadri, 2007). Ada 24.000 spesies *Bryophyta* yang dikenal, dan semua tumbuhan lumut membutuhkan kondisi lingkungan yang lembab yang masuk kedalam siklus kehidupan tumbuhan tersebut. Divisi *Bryophyta* dibagi menjadi tiga kelas, yaitu lumut hati (*Hepaticopsida*) dengan 9000 spesies dan 240 genus; lumut tanduk (*Anthocerotopsida*) hanya 500 spesies; dan lumut daun (*Bryopsida*) memiliki 12.000-14.500 spesies dan 670 genus (Semple, 1999)
- Tumbuhan lumut memiliki manfaat atau peranan bagi manusia yang sangat luar biasa yakni :
 - Sebagai obat
 - Sebagai bahan bakar
 - Sebagai penyedia oksigen
 - Sebagai pengganti kapas

Soal Latihan

Pilihlah satu jawaban yang anda anggap paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada jawaban a, b, c, d, dan e !

1. Berikut ini yang bukan termasuk kedalam jenis tumbuhan lumut.....
 - a. Lumut hati
 - b. Lumut tanduk
 - c. Lumut daun
 - d. *Bryopsida*
 - e. Lumut tembikar
2. Nama jenis dan kelas dari tumbuhan lumut seperti gambar berikut ini adalah.....



Sumber : Artikelbelajar.com

- a. *Porella sp.*, kelas *Hepaticopsida*
 - b. *Polytrichum*., kelas *Bryopsida*
 - c. *Marchantia sp.*, kelas *Hepaticopsida*
 - d. *Fissident sp.*, kelas *Anthoceropsida*
 - e. *Anthorecos sp.*, kelas *Anthoceropsida*
3. Tumbuhan lumut (*Bryophyta*) terbagi menjadi tiga kelas, dibawah ini yang termasuk ke dalam klasifikasi *Bryophyta* adalah.....
 - a. *Spermatophyta*
 - b. *Angiospermae*
 - c. *Anthorecopsida*

- d. *Pterydophyta*
 - e. *Magnoliopsida*
4. *Sphagnum sp* termasuk ke dalam kelas.....
- a. *Anthoceropsida*
 - b. *Coniferopsida*
 - c. *Magnoliopsida*
 - d. *Hepaticopsida*
 - e. *Bryopsida*
5. Jenis lumut bila dikeringkan dan disterilisasi dapat digunakan sebagai pengganti kapas adalah.....
- a. *Marchantia polymorpha*
 - b. *Anthoceros laevis*
 - c. *Sphagnum fimbriatum*
 - d. *Lycopodium clavatum*
 - e. *Marsilea crenata*
6. Tubuh lumut *Marchantia polymorpha* berupa.....
- a. Filament
 - b. Lembaran (talus) yang memiliki rizoid
 - c. Tumbuhan kecil yang memiliki rizoid dan batang tak sejati
 - d. Tumbuhan kecil yang memiliki rizoid serta batang dan daun tak sejati
 - e. Tumbuhan kecil yang memiliki akar, batang, dan daun sejati
7. Lumut yang memiliki talus berlobus seperti lobus manusia termasuk kelompok.....
- a. *Anthocerotopsida*
 - b. *Hepaticopsida*
 - c. *Bryopsida*
 - d. *Pestisida*
 - e. *Pterydophyta*
8. *Sphagnum* salah satu jenis tumbuhan lumut yang hidup di.....
- a. Darat
 - b. Air
 - c. Gunung salju

- d. Tundra
 - e. Batu
9. Manfaat tumbuhan lumut (*Bruophyta*) adalah.....
- a. Bahan bakar
 - b. Sandang
 - c. Papan
 - d. Penampung air
 - e. Membersihkan kotoran
10. Bermanfaat mengobati tekanan darah tinggi adalah jenis lumut.....
- a. *Marchantia polymorpha*
 - b. *Sphagnum sp*
 - c. *Rhodobrium giganteum*
 - d. *Anthoceros sp*
 - e. *Lunularia sp*



Umpan Balik

Koreksilah hasil jawaban kalian dengan kunci jawaban yang ada pada bagian akhir modul ini.

Hitunglah jumlah jawaban benar yang kalian peroleh. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap seluruh materi pada kegiatan 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100\%$$

Kriteria tingkat penguasaan :

91% - 100% = Baik sekali

81% - 90% = Baik

70% - 80% = Cukup

< 70% = kurang

Jika tingkat penguasaan mencapai $\geq 80\%$, kalian telah menguasai materi yang ada pada kegiatan 2 dan siap melanjutkan kegiatan belajar berikutnya. Tetapi, jika tingkat penguasaan $< 80\%$ kalian harus memahami kembali materi yang ada pada kegiatan 2.



Bagaimanakah tingkat penguasaan anda ?

Uji kompetensi

A. Petunjuk Teknis

Pilihlah jawaban pada pilihan A, B, C, D, atau E yang dianggap paling tepat dengan membubuhi tanda X (silang)!

1. Sporofit adalah generasi dari tumbuhan lumut yang mampu memproduksi ...
 - a Protonema
 - b Spora
 - c Arkegonium
 - d Gamet
 - e Anteridium
2. Warna hijau dari tumbuhan lumut adalah bagian dari ...
 - a Protalium
 - b Sporangium
 - c Gametofit
 - d Sporofit
 - e Protonema
3. Berikut ini yang merupakan generasi gametofit pada tumbuhan lumut ialah ...
 - a Sporangium
 - b Karpela
 - c Sporogonium
 - d Protalium
 - e Tumbuhan lumut
4. Tumbuhan jenis lumut memiliki karakteristik atau cirri seperti berikut ini, kecuali ...
 - a Hidup di wilayah yang bersifat lembab
 - b Tumbuhan peralihan antara tumbuhan berkormus dan bertalus
 - c Mempunyai jaringan pembuluh
 - d Belum terdapat batang, akar, dan daun sejati

- e Tidak Mempunyai jaringan pembuluh
5. Di bawah ini yang tergolong ke dalam klasifikasi lumut atau *Bryophyta* ialah ...
- a *Spermatophyta*
 - b *Pterydophyta*
 - c *Angiospermae*
 - d *Magnoliopsida*
6. Pada tumbuhan *Bryophyta* generasi gametofit terjadi pada waktu
- a Anteredium menghasilkan spermatozoa
 - b Arkegonia menghasilkan sel spermatozoa
 - c Arkegonia penghasil sel telur
 - d Anteredium menghasilkan sel telur
7. Pertumbuhan dan perkembangan awal dari zigot tumbuhan lumut akan membentuk
- a Arkegonium
 - b Sporogonium
 - c tumbuhan lumut
 - d protalium
 - e protonema
8. Beberapa struktur tubuh lumut kecuali
- a bersel banyak, bentuk tubuh pipih, dengan ukuran tubuh 1 - 2 cm sampai dengan 20 cm
 - b dinding sel terbuat dari selulosa, tidak memiliki jaringan pengangkut
 - c merupakan tumbuhan thallus, dan untuk proses pengangkutan air dan bahan makanan menggunakan sel-sel parenkima.
 - d habitat umumnya di tempat lembab

9. Reproduksi lumut dilakukan dengan cara

- a Fotogenesis
- b Metagenesis
- c Pembelahan diri
- d Penyerbukan

10. Lumut sejati disebut juga

- a. Anthocerotopsida
- b. Hepaticopsida
- c. Bryopsida
- d. Pesticida

11. Manfaat lumut bernama marchantia adalah

- a. Penambah stamina
- b. Bahan pembalut
- c. Bahan bakar
- d. Obat penyakit hepar

B. Jawablah uraian dibawah ini dengan benar

1. Sebutkan ciri-ciri tumbuhan lumut
2. Berdasarkan letak gametangiumnya, lumut dibedakan menjadi lumut homotalus dan lumut heterotalus. Jelaskan!
3. Jelaskan reproduksi pada tumbuhan lumut
4. Gambarkan dan jelaskan metagenesis pada siklus hidup tumbuhan lumut!
5. Jelaskan secara singkat tiga kelas klasifikasi tumbuhan lumut!
6. Sebutkan manfaat tumbuhan lumut dalam kehidupan sehari-hari

BAB III

PENUTUP

A. Tindak Lanjut

Selamat! Anda telah selesai dalam mempelajari modul Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*). Anda akan mendapatkan informasi tentang Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) serta mendapatkan banyak manfaat. Bagi yang sudah dapat menjawab benar 75% atau lebih dari seluruh soal latihan dan soal evaluasi dapat mengembangkan pemahaman terkait Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) dengan materi mulai dari ciri-ciri, reproduksi, daur hidup, klasifikasi serta manfaat Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*). Anda bisa melanjutkan ke tahap selanjutnya atau modul selanjutnya. Anda dapat mengetahui jawaban benar atau salah dengan melihat kunci jawaban untuk mencocokkan jawaban dan dapat menghitungnya dengan rumus yang sudah dicantumkan.

Bagi yang belum mencapai hasil belajar 75% dapat mengulang kembali dengan memilih mateimateri yang masih dianggap sulit dengan lebih teliti. Berdiskusilah baik dengan teman maupun guru. Bagi yang masih kurang dalam mencapai hasil belajar maka tidak boleh melanjutkan ke modul selanjutnya.

B. Harapan

Modul ini merupakan salah satu bahan ajar Biologi untuk kelas X. Modul ini melengkapi pengetahuan siswa tentang Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) dan sangat disarankan untuk membaca buku lain tentang ilmu pengetahuan Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) seperti buku paket ataupun ensiklopedia. Semoga modul ini dapat menyajikan materi pelajaran secara menarik dan menyenangkan sehingga proses pembelajaran bisa berlangsung efektif dan efisien. Siswa diharapkan berlaku jujur dalam penggunaan modul ini agar mendapatkan hasil yang maksimal.

GLOSARIUM

Anteridium

Organ kelamin jantan pada tumbuhan tingkat rendah yang berfungsi menghasilkan gamet jantan

Arkegonium

Alat kelamin betina pada *Bryophyta*, *Pteridophyta* dan beberapa *Gymnospermae*

Diesis

Tumbuhan berumah dua yang memiliki bunga jantan atau betina saja serta alat kelamin jantan dan betina terpisah pada individu lain

Diploid

Sifat yang kromosomnya sama dengan induknya, dilambangkan dengan $2n$

Divisi

Satuan pengelompokan dalam klasifikasi tumbuhan yang terletak antara kelas dan dunia

Elater

filamen spiral elastis sebagai pelindung spora pada saat basah dengan cara membuka

Fragmentasi

Pemisahan hifa dan tumbuhan menjadi miselium baru

Gametofit

Individu yang mengandung gamet pada tumbuhan yang mempunyai pergiliran keturunan seperti pada tumbuhan paku dan lumut.

Gemae cup

Struktur berupa mangkuk kecil yang mengandung kumpulan lumut kecil pada lumut hati, berfungsi untuk reproduksi aseksual

Haploid

Memiliki seperangkat tunggal kromosom dan gamet

Heterotalus

Kelompok lumut yang masing-masing talusnya memiliki anteridium dan arkegonium saja

Homospora

Tumbuhan yang hanya memproduksi satu spora

Homotalus

Kelompok lumut yang memiliki anteridium dan arkegonium pada satu tubuh (talus)

Monoesis

Tumbuhan berumah satu, tumbuhan yang memiliki bunga jantan dan bungan betina sekaligus

Rizoid

Organ penyerap berbentuk benang-benang yang tumbuh dari talus gametofit lumut dan paku-pakuan

Sporofit

Individu atau keturunan yang mengandung spora aseksual pada tumbuhan yang mengalami pergiliran keturunan

Stomata

Bagian tumbuhan berupa lubang kecil pada daun yang berfungsi untuk mengambil oksigen



DAFTAR PUSTAKA

- Aritria Desy, dkk. 2014. Keanekaragaman Marchantiophyta Epifit Zona Montana di Kawasan Gunung Ungaran, Jawa Tengah. *Bioma*, Juni 2014. Vol. 16, No. 1, Hal. 26-32 (online diakses 22 september 2018)
- Irnaningtyas. 2013. *Biologi untuk SMA/MA kelas X*. Jakarta: Erlangga
- Marom kairul, dkk, 2017, Keanekaragaman Jenis Lumut (*Bryophyta*) di Sekitar Air Asin Sendang Jaka Tawa Banyurip Grobogan. Semnas sains dan entrepreneurship IV. Agustus 2017. (online diakses 22 september 2018)
- Pujiyanto Sri. 2018. *Menjelajah Dunia Biologi 1*. Solo : Tiga Serangkai Pustaka Mandiri
- <https://www.slideshare.net/septianbarakati/makalah-tumbuhan-lumut-42375017>
- <http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/snse2017/snse2017/paper/view/1790/1777>
- <https://www.siswapedia.com/jenis-jenis-lumut/>
- <https://satujam.com/metagenesis-lumut/>
- <https://dosenbiologi.com/tumbuhan/daur-hidup-lumut>
- <https://www.eduspensa.id/ciri-ciri-dan-reproduksi-tumbuhan-lumut/#a>
- <https://www.sridianti.com/peranan-bryophyta.html>

Kunci Jawaban

Pilih ganda (skor benar x 3)

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 6. A |
| 2. E | 7. B |
| 3. C | 8. B |
| 4. E | 9. C |
| 5. C | 10. D |

Uraian (dijumlah)

1. Ciri-ciri Tumbuhan Lumut

a. Bentuk dan ukuran tubuh lumut

Tubuh lumut ada yang berbentuk lembaran misalnya lumut hati (*Hepaticopsida*), ada pula yang berbentuk seperti tumbuhan kecil dan tegak misalnya lumut daun (*Bryopsida*). Lumut yang berbentuk kecil umumnya memiliki tinggi sekitar 1-2 cm, sedangkan lumut yang berukuran besar tingginya sekitar 20 cm.

b. Struktur dan fungsi tubuh lumut bentuk gametofit

Gametofit adalah bentuk tumbuhan lumut yang berwarna hijau, berbentuk lembaran (lembaran tumbuhan kecil) dan membentuk alat kelamin (gametangium) yang menghasilkan gamet (sel kelamin). Sel kelamin jantan (spermatozoid) dihasilkan oleh alat kelamin betina yang disebut **anteridium**, sedangkan sel kelamin betina (ovum) dihasilkan oleh alat kelamin betina yang disebut **arkeogonium**. Lumut yang memiliki anteridium sekaligus arkeogonium disebut **monoesis** (berumah satu) atau **homotalus**.

c. Struktur dan fungsi tubuh lumut bentuk sporofit

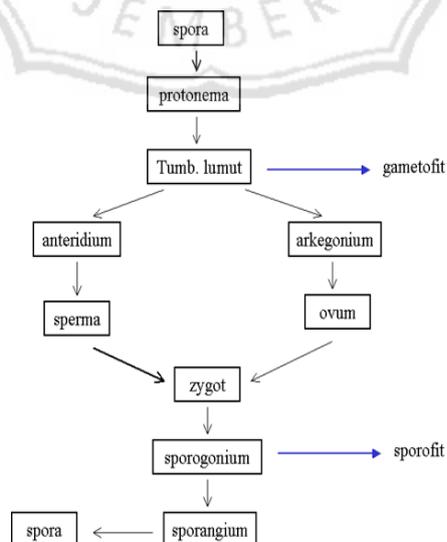
Sporofit adalah bentuk tumbuhan lumut yang tidak menghasilkan spora. Sporofit ada yang berwarna kecokelatan, kekuningan, kemerahan atau keunguan. Sporofit menumpang diatas gametofit, bertangkai dan berbentuk seperti terompet atau kapsul. **(Skor 15, seandainya jawab lengkap)**

2. Lumut homotalus adalah kelompok lumut yang memiliki anteridium dan arkegonium pada satu tubuh (talus) sedangkan lumut heterotalus adalah kelompok lumut yang masing-masing talusnya memiliki anteridium dan arkegonium saja. **(Skor 11, seandainya jawab lengkap)**
3. Pada lumut terjadi reproduksi secara aseksual (vegetatif) secara aseksual (vegetatif) dan seksual (generatif).
 - a. Reproduksi Vegetatif

Dilakukan dengan spora. Spora dihasilkan oleh pembelahan yang terjadi dalam sporangium lumut sporofit (sporogonium). Spora yang dihasilkan sporofit adalah spora haploid. Spora tersebut tumbuh menjadi protonema, kemudian tumbuh menjadi gametofit haploid (n).
 - b. Reproduksi Generatif

Terjadi dengan adanya penyatuan gamet jantan (spermatozoid) dan gamet betina (ovum). Spermatozoid bergerak dengan perantara air menuju ovum pada arkeogonium. Spermatozoid kemudian bertemu dan membuahi ovum (fertilisasi). Pembuahan menghasilkan zigot yang diploid. Zigot membelah menjadi embrio yang kemudian tumbuh menjadi sporofit yang diploid (2n). **(Skor 14, seandainya jawab lengkap)**
4. Metagenesis pada siklus hidup lumut daun dapat digambarkan sebagai berikut :
 - a. Spora berkromosom haploid (n) yang jatuh di habitat yang cocok akan berkecambah, sel-selnya membelah secara mitosis, dan tumbuh menjadi protonema yang haploid (n).
 - b. Protonema akan tumbuh menjadi gametofit (tumbuhan lumut) jantan dan betina yang haploid (n)
 - c. Tumbuhan lumut yang sudah dewasa akan membentuk alat kelamin jantan (anteridium) dan alat kelamin betina (arkegonium).

- d. Anteridium menghasilkan spermatozoid berflagel yang berkromosom haploid (n). Arkegonium menghasilkan ovum yang berkromosom haploid (n). Ovum memproduksi zat gula dan protein yang merangsang pergerakan spermatozoid menuju ovum. Pergerakan spermatozoid disebut *kemotaksis*.
- e. Fertilisasi ovum oleh spermatozoid menghasilkan zigot yang berkromosom diploid ($2n$)
- f. Zigot mengalami pembelahan secara mitosis dan tumbuh menjadi embrio ($2n$)
- g. Embrio tumbuh menjadi sporofit yang diploid ($2n$)
- h. Sporofit akan membentuk sporogonium ($2n$) yang memiliki kotak spora (sporangium)
- i. Di dalam kotak spora terdapat sel induk spora diploid ($2n$) yang akan membelah secara meiosis dan menghasilkan spora-spora yang haploid (n) (Skor 18 seandainya jawab lengkap)



Sumber : Sridianti.com

5. Klasifikasi tumbuhan lumut

a. *Hepaticopsida* (Lumut Hati)

Lumut hati merupakan tumbuhan talus dengan tubuh berbentuk lembaran, pipih dan berlobus. Pada umumnya lumut hati tidak berdaun misalnya *Marchantia* dan *Lunularia*, namun ada lumut hati yang berdaun misalnya *Jungermannia*. Lumut hati mendatar dan melekat pada substrat dengan menggunakan rizoidnya. Lumut hati banyak ditemukan di tanah yang lembab, terutama di hutan hujan tropis.

b. *Anthocerotopsida* (Lumut Tanduk)

Anthocerotopsida atau **hornwort** berbentuk seperti lumut hati, tetapi sporofitnya berbentuk kapsul memanjang seperti tanduk dan mengandung kutikula. Sporofit tumbuh dari jaringan cawan arkegonium. Setelah sporofit masak, bagian ujungnya akan terbelah dua. Sporogonium memiliki benang-benang **elater** yang mengatur pengeluaran spora, dan pada kapsulnya terdapat **stomata**.

c. *Bryopsida* (Lumut Daun)

Bryopsida merupakan lumut sejati. Jumlahnya paling banyak dibandingkan spesies dari dua kelas yang lain dan menutupi sekitar 3% dari permukaan daratan bumi. Lumut daun mudah ditemukan di permukaan tanah, tembok, batu-batuan atau menempel dikulit pohon. Di atas permukaan tanah yang lembab lumut daun tumbuh rapat menyokong satu sama lain dan memiliki sifat seperti busa yang memungkinkannya menyerap dan menahan air. **(Skor 12 seandainya jawab lengkap)**

No. Soal	Skor	Indikator
1	15	Jawaban tidak menyimpang dari pertanyaan, lengkap dan benar.
	7,5	Jawaban benar akan tetapi kurang lengkap.
	0	Jawaban salah.
2	10	Jawaban tidak menyimpang dari pertanyaan, lengkap dan benar.
	5	Jawaban benar akan tetapi kurang lengkap.
	0	Jawaban salah.
3	14	Jawaban tidak menyimpang dari pertanyaan, lengkap dan benar.
	7	Jawaban benar akan tetapi kurang lengkap.
	0	Jawaban salah.
4	18	Jawaban tidak menyimpang dari pertanyaan, lengkap dan benar.
	9	Jawaban benar akan tetapi kurang lengkap.
	0	Jawaban salah.
5	12	Jawaban tidak menyimpang dari pertanyaan, lengkap dan benar.
	6	Jawaban benar akan tetapi kurang lengkap.
	0	Jawaban salah.