

**TADABBUR AL-QUR'AN, JELAJAHI BIOLOGI,
RAIH KESEMPURNAAN IMAN DAN ILMU**



BUKU
BIOLOGI
UNTUK SMA KELAS X

Tim Kurikulum

DINAS PENDIDIKAN ACEH- 2025

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr wb

Segala puji hanya milik Allah SWT, Tuhan semesta alam. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta seluruh umatnya yang setia mengikuti ajaran Islam hingga akhir zaman. Alhamdulillah, dengan izin dan rahmat Allah SWT, buku Integrasi Al Quran dalam Mata Pelajaran Biologi ini dengan judul “Tadabbur Al Quran, Jelajahi Biologi, Raih Kesempurnaan Iman dan Ilmu” dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Buku ini hadir sebagai bentuk upaya menyelaraskan antara ilmu pengetahuan dan nilai-nilai keislaman yang terkandung dalam Al Quran, khususnya dalam bidang biologi. Penyusunan buku ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi guru dalam mengintegrasikan ayat-ayat Al Quran dan mengaitkan dengan konten materi biologi yang dipelajari peserta didik, sehingga peserta didik dapat melihat keterkaitan yang harmonis antara ayat-ayat kauniyah (alam semesta) dan ayat-ayat qur’aniyah (wahyu Ilahi), sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna, integratif, dan membentuk karakter islami.

Kami sadar buku ini jauh dari kesempurnaan, saran dan masukan untuk perbaikan sangat kami harapkan. Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya dalam dunia pendidikan, menjadi bagian dari upaya mencerdaskan generasi muslim yang berilmu dan berakhlak mulia serta bangga dengan agamanya. Aamiin ya Rabbal ‘alamin.

Banda Aceh, November 2025
Kepala Dinas Pendidikan Aceh

Murthalamuddin, S.Pd., MSP
Pembina Tingkat 1
NIP. 19701130 199307 1 001



TIM PENYUSUN

Pembina:	(Gubernur Aceh)
Penanggung Jawab:	(Kepala Dinas Pendidikan Aceh)
Pengarah Utama:	(Kepala Bidang Pembinaan SMA dan PKLK)
Pengarah: Jhon Abdi, S.Pd., M.Pd	(Pengawas Dinas Pendidikan Aceh)
Zulbahri Nurdin, S.Pd., M.Ed Luqmanulhakim, S.S	(Analisis Pengembang Kurikulum) (Analisis Teknis Kebijakan)
Penyusun Modul: Seri Amalia, S.Pd Maria Ulfa, S.Pd., M.Pd	(SRMA 2 Aceh Besar) (SMA Negeri 2 Seulimeum)
Editor Bahasa Sabariah, S.Pd., M.Pd Najwa, S.PdI., M.HSc	(SMA Negeri 1 Leupung) (SMA Negeri 2 Banda Aceh)
Editor Konten Mustafa, S.Ag Ahlul Fikri, S.PdI., M.Pd Muhammad Yani, S.PdI., M.Ag	(SMA Negeri 10 Fajar Harapan) (SMA Negeri 1 Kuta Baro) (SMA Negeri 1 Peukan Bada)
Reviewer Dr. Suhrawardi Ilyas, M.Sc	Fakultas MIPA USK



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

TIM PENYUSUN

CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP) IPA FASE E

BAHAN BELAJAR MAPEL BIOLOGI

1 Keanekaragaman Hayati	4
2 Pengelompokan Makhluk Hidup	34
3 Virus	52
4 Bakteri	65
5 Jamur	77
6 Ekosistem	90
PENUTUP	106
DAFTAR PUSTAKA	107





CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP) IPA FASE E

Pada akhir Fase E, murid memiliki kemampuan sebagai berikut:

ELEMEN	DESKRIPSI
Pemahaman IPA	Menerapkan prinsip klasifikasi dan strategi pelestarian keanekaragaman hayati; mendeskripsikan peranan virus, bakteri, dan jamur dalam kehidupan; menganalisis interaksi antar komponen ekosistem dan pengaruhnya terhadap keseimbangan ekosistem; menggunakan sistem pengukuran dalam kerja ilmiah; menganalisis gerak dua dimensi; menganalisis pemanfaatan energi alternatif untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi; menganalisis partikel penyusun materi dan menerapkan konsep stoikiometri dalam berbagai aspek kuantitatif reaksi kimia; dan menerapkan konsep IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.





CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP) IPA FASE E

Pada akhir Fase E, murid memiliki kemampuan sebagai berikut:

ELEMEN	DESKRIPSI
Keterampilan Proses	Mampu menerapkan keterampilan proses yang meliputi: • Mengamati: melakukan pengamatan terhadap fenomena dan peristiwa di sekitarnya dan mencatat hasil pengamatannya dengan memperhatikan karakteristik objek yang diamati. • Mempertanyakan dan Memprediksi: mengidentifikasi pertanyaan yang dapat diselidiki secara ilmiah dan membuat prediksinya. • Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan: merencanakan langkah-langkah dan melakukan operasional untuk menjawab pertanyaan; murid menggunakan alat bantu pengukuran untuk mendapatkan data yang akurat dan memahami adanya potensi kekeliruan dalam penyelidikan.





CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP) IPA FASE E

Pada akhir Fase E, murid memiliki kemampuan sebagai berikut:

ELEMEN	DESKRIPSI
Keterampilan Proses	Mampu menerapkan keterampilan proses yang meliputi: • Memproses, Menganalisis Data dan Informasi: mengolah data dalam bentuk tabel, grafik, dan model serta menjelaskan hasil pengamatan dan pola atau hubungan pada data; murid mengumpulkan data dari penyelidikan yang dilakukannya, serta menggunakan pemahaman sains untuk mengidentifikasi hubungan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti. • Mengevaluasi dan Refleksi: mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan, serta menjelaskan cara spesifik meningkatkan kualitas data. • Mengomunikasikan Hasil: mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh yang ditunjang dengan argumen dan bahasa yang sesuai konteks penyelidikan.





BAB 1

KEANEKARAGAMAN HAYATI

- 1.1 Tingkat Keanekaragaman Hayati
- 1.2 Manfaat Keanekaragaman Hayati
- 1.3 Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, murid diharapkan dapat:

1. Menumbuhkan kesadaran akan kebesaran Allah SWT melalui keterkaitan manfaat dan pelestarian keanekaragaman hayati yang menunjukkan kekuasaan dan kebijaksanaan-Nya, sebagaimana firman Allah SWT dalam Al Quran surah Al Baqarah ayat 164
2. Mengidentifikasi dan membandingkan tiga tingkat keanekaragaman hayati (gen, jenis, dan ekosistem) beserta ciri-ciri dan contohnya
3. Menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya keanekaragaman hayati di Indonesia, termasuk persebaran flora dan fauna (biogeografi)
4. Menghubungkan pentingnya keanekaragaman hayati dengan nilai ekonomi, ekologi, budaya, dan estetika bagi kehidupan
5. Mengevaluasi berbagai ancaman terhadap keanekaragaman hayati
6. Menyajikan strategi pelestarian keanekaragaman hayati
7. Merefleksikan nilai-nilai tauhid dan ketertiban dalam memahami konsep keanekaragaman hayati, bahwa setiap ciptaanNya bermanfaat bagi manusia sehingga selayaknya manusia selalu bersyukur dengan senantiasa berperilaku menjaga pelestarian setiap ciptaan Allah SWT.



Abu Ubaidah Ma'mar ibn al-Muthanna (728 M – 825 M)

Abu Ubaidah adalah seorang polymath dari Basrah, dikenal sebagai ahli bahasa, sastra, dan sejarah. Meskipun ia tidak berfokus pada botani, namun kontribusinya terhadap



Cendekiawan Muslim

keanekaragaman hayati terletak pada dokumentasi zoologi yang mendalam dan spesifik, khususnya mengenai hewan domestik yang krusial bagi peradaban Arab. Abu Ubaidah berperan sebagai ahli leksikografi dan dokumentator zoologi pada masanya. Karyanya berfungsi sebagai katalog keanekaragaman hayati domestik abad pertengahan di Timur Tengah. Meskipun studinya tidak secara langsung membahas "ekologi" atau "evolusi", namun ia memberikan data yang krusial mengenai keanekaragaman dalam spesies (*intraspecific diversity*) melalui pencatatan silsilah dan deskripsi fisik yang sangat detail, menjadikannya sumber penting bagi sejarah hippologi (ilmu yang mempelajari tentang kuda) dan peternakan di dunia Islam.

Pengantar

[Keanekaragaman Hayati dalam Perspektif Al Quran]

Keanekaragaman hayati, atau yang sering disebut sebagai biodiversitas, merupakan istilah komprehensif yang menggambarkan kekayaan variasi kehidupan di muka bumi. Hal ini mencakup keberadaan berbagai spesies, baik dalam genus yang sama maupun berbeda, yang menempati strata ekologi tertentu di suatu wilayah. Cakupannya sangat luas, membentang dari organisme mikroskopis seperti bakteri dan archaea hingga raksasa samudra seperti paus biru, termasuk seluruh kompleksitas ekosistem yang menjadi rumah bagi mereka. Secara fundamental, biodiversitas bukan sekadar daftar panjang makhluk hidup, melainkan jaringan kehidupan yang saling terkait dalam menjaga stabilitas biosfer.

Kehidupan berkembang pada tiap-tiap wilayah secara unik melalui proses adaptasi panjang yang dipengaruhi oleh kondisi geografis, iklim, dan ketersediaan sumber daya setempat. Hal inilah yang menciptakan endemisitas, di mana spesies tertentu hanya dapat ditemukan di lokasi spesifik, seperti komodo di Indonesia atau penguin di Antartika. Namun, di

balik keberagaman yang tampak secara visual tersebut, terdapat benang merah evolusioner yang mengagumkan. Ketika setiap spesies dirunut kaitan kekerabatannya melalui analisis genetik dan filogenetik, terindikasi kuat bahwa semua organisme hidup di muka bumi saat ini memiliki asal-usul yang sama atau bersumber dari nenek moyang yang sama.

Kesamaan materi genetik dasar, seperti penggunaan DNA sebagai cetak biru kehidupan, menjadi bukti tak terbantahkan bahwa keberagaman yang kita lihat saat ini adalah hasil dari percabangan evolusi selama miliaran tahun. Dengan demikian, menjaga keanekaragaman hayati bukan hanya soal melestarikan pemandangan alam, melainkan menjaga warisan sejarah kehidupan yang memungkinkan planet ini tetap layak huni bagi generasi mendatang.

Hal ini dijelaskan dalam Al Quran Surah Al Anbiya [21] : 30.

أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا
وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi, keduanya, dahulu menyatu, kemudian Kami memisahkan keduanya dan Kami menjadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air? Maka, tidakkah mereka beriman?”

Secara mendasar ayat ini menjelaskan bahwa kehidupan dimulai oleh penciptaan alam semesta, yang bermula dari keadaan singularitas dimana ruang dan materi adalah satu kesatuan. Permulaan penciptaan alam semesta adalah ketika dilakukan pemisahan antara bumi (yaitu materi) dan langit (yaitu ruang antara materi).

Setelah penciptaan bumi selesai lalu dimulai proses kehidupan dengan adanya air di muka bumi. Oleh sebab itu, apabila manusia sudah meyakini pentingnya air bagi kehidupannya, dan meyakini pula bahwa air tersebut adalah salah satu dari nikmat Allah, maka tidak ada alasan bagi manusia untuk tidak beriman kepada Allah serta untuk mengingkari nikmat-Nya yang tidak ternilai harganya.

Selain itu, dalam Al Quran Surah Al Baqarah [2]:164 juga dijelaskan kebesaran Allah dalam penciptaan alam beserta isinya.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya: "Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang bahtera yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengannya Dia menghidupkan bumi setelah mati (kering), dan Dia menebarkan di dalamnya semua jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti."

Awalnya bumi ini mati, kemudian diturunkan air sehingga kehidupan bermula di bumi. Atmosfer bumi purba membutuhkan sumber energi yang kuat dari kilat/petir (loncatan listrik alamiah) dan radiasi UV untuk memecah ikatan gas-gas anorganik agar bisa menyatu kembali menjadi molekul organik sederhana (asam amino). Air hujan berfungsi sebagai media transportasi dan pelarut molekul organik sederhana tersebut. Tanpa hujan, asam amino akan tetap melayang atau terurai di atmosfer. Hujan membawa "benih-benih kimia" ini berkumpul di lautan (sup purba), di mana mereka kemudian berikatan membentuk polimer (protein) dan akhirnya menjadi sel pertama (protobiont). Proses selanjutnya adalah penciptaan tumbuhan dan hewan dalam sehingga perairan dan daratan menjadi penuh oleh kehidupan, seperti yang diisyaratkan dalam Surah Al An'am ayat 99 dan 141.

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا
مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ
وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا
إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan. Maka, darinya Kami mengeluarkan tanaman yang menghijau. Darinya Kami mengeluarkan butir yang bertumpuk (banyak). Dari mayang kurma (mengurai) tangkai-tangkai yang menjuntai. (Kami menumbuhkan) kebun-kebun anggur. (Kami menumbuhkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman.”

Surah Al An'am ayat 99 menjelaskan keanekaragaman hayati tumbuhan dimana Allah menurunkan air hujan, menumbuhkan segala macam tumbuhan, menghasilkan tanaman hijau, biji-bijian bertumpuk, tangkai kurma menjuntai, kebun anggur, zaitun, dan delima yang serupa dan tidak serupa. Ini menunjukkan keberagaman jenis, bentuk, dan rasa (spesies dan ekosistem). Selanjutnya Surah Al An'am ayat 141 juga menjelaskan bahwa juga mengingatkan manusia untuk tidak berlebihan dalam memanfaatkan hasil alam. “Janganlah kamu berlebihan” menunjukkan bahwa manusia harus menjaga keseimbangan dan tidak merusak lingkungan dengan cara yang tidak bijaksana. Dalam konteks keanekaragaman hayati, ini mengingatkan kita untuk melestarikan alam, agar setiap spesies tetap dapat berkembang dan memberi manfaat dalam jangka panjang.

Jadi, Surah Al An'am ayat 99 bukanlah sekadar ayat tentang pertanian, melainkan sebuah deskripsi ilmiah-teologis tentang bagaimana sebuah ekosistem berfungsi, yang dimulai dari interaksi komponen abiotik (air) dengan komponen biotik (produsen/tumbuhan) untuk menghasilkan kehidupan yang beragam.

وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ
مُخْتَلِفًا أَلْوَانَهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ
إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya: “Dialah yang menumbuhkan tanaman-tanaman yang merambat dan yang tidak merambat, pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, serta zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Makanlah buahnya apabila ia berbuah dan berikanlah haknya (zakatnya) pada waktu memetik hasilnya. Akan tetapi, janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.”

Disebutkannya kebun yang berjunjung (ma'rushat, seperti anggur atau tanaman merambat) dan yang tidak berjunjung (ghaira ma'rūshāt, seperti pohon tegak). Ini menunjukkan keragaman morfologi dan habitat. Penyebutan spesifik pohon kurma (an-nakhl), zaitun (az-zaitun), dan delima (ar-rumman) menunjukkan adanya keberagaman pada keluarga tumbuhan yang menghasilkan perbedaan rasa, warna, dan kualitas. Meskipun setiap spesies tersebut mungkin berasal dari famili yang sama, namun masing-masing adalah spesies unik dengan nilai ekologi dan ekonomi yang tinggi. Selain keberagaman tumbuhan antar spesies berbeda, juga terdapat keberagaman tingkat genetik yang terletak pada tumbuhan dalam satu spesies yang sama.

Dengan demikian, surah Al-An'am [6]: 141 berfungsi sebagai dalil yang mengakui kekayaan keanekaragaman hayati flora sebagai karunia Allah dan sekaligus mewajibkan manusia untuk memanfaatkan karunia tersebut secara adil, seimbang, dan berkelanjutan (konservasi).

Tahukah Kamu?

[Keanekaragaman Hayati dalam Perspektif Al Quran]

1. Ketika kamu melihat beragam jenis mangga dengan rasa yang berbeda-beda, atau berbagai jenis bunga yang tumbuh subur, itu adalah bukti nyata dari keanekaragaman tingkat gen dan jenis yang secara spiritual disebut sebagai 'ayatullah' (tanda-tanda kebesaran Allah SWT). bahkan secara spesifik menyinggung bagaimana tanaman disiram dengan air yang sama namun bisa menghasilkan buah yang berbeda rasa.
2. Melalui pemahaman konsep keanekaragaman hayati kita dapat mengatasi permasalahan ketahanan pangan dapat melalui “Biokontrol dan Pertanian Cerdas” melalui pengendalian hama secara alami. Penemuan strain mikroorganisme, predator alami, atau jamur baru yang sangat spesifik dapat digunakan dalam mengendalikan hama pertanian tanpa menggunakan pestisida kimia yang berbahaya. Hal ini mendorong penggunaan produk pertanian yang lebih aman dan ramah lingkungan di pasar, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas pangan yang kita konsumsi.

Tadabbur Awal

[Masalah Keanekaragaman Hayati]

Masalah Kontekstual

Konflik Manusia dan Satwa Liar di Aceh

Aceh, khususnya Kawasan Ekosistem Leuser (KEL), adalah benteng terakhir bagi sejumlah spesies penting dan terancam punah di Sumatera, seperti gajah sumatera, orangutan sumatera, badak sumatera, dan harimau sumatera. Kekayaan hayati ini rentan terhadap ancaman serius, dan salah satu masalah kontekstual yang paling mendesak adalah konflik antara manusia dan satwa liar.



Sumber: <https://planet.merdeka.com/>

Deskripsi Masalah

Konflik ini terjadi karena penyusutan dan fragmentasi habitat alami satwa akibat:

- Alih fungsi hutan (misalnya menjadi perkebunan, pertambangan, atau pembangunan infrastruktur).
- Perambahan hutan (penebangan liar atau illegal logging).

Ketika habitat satwa liar terganggu dan jalur jelajah mereka terpotong, satwa liar, terutama gajah dan harimau sumatera, akan masuk ke area pemukiman atau perkebunan warga untuk mencari makan. Hal ini menimbulkan kerugian bagi masyarakat (rusaknya tanaman/properti, bahkan korban jiwa) dan berujung pada pembunuhan satwa liar (baik disengaja karena dianggap merusak, maupun tidak disengaja melalui jerat atau racun yang ditujukan untuk hama lain). Konflik ini menjadi penyebab utama kematian gajah sumatera di Aceh.

Setelah mengidentifikasi masalah tersebut, tentukan luas dampak, tren yang terjadi, dan faktor penyebab utama dari krisis keanekaragaman hayati yang diwakili oleh konflik manusia-satwa liar di Aceh, serta kemukakan contoh solusi atau tindakan konservasi yang mungkin diterapkan untuk mengatasi masalah ini.

Eksplorasi Konten

Setiap individu memiliki ciri-ciri khusus yang menyebabkan individu satu berbeda dengan individu yang lainnya. Perbedaan ini menunjukkan adanya biodiversitas atau keanekaragaman makhluk hidup di bumi ini. Indonesia terletak di daerah khatulistiwa yang memiliki hutan hujan tropis yang kaya akan berbagai sumber plasma nutfah. Indonesia merupakan daerah flora malesiana yang kaya akan jenis flora yang tidak dimiliki oleh hutan daerah lainnya, misalnya tumbuhan famili Dipterocarpaceae (contohnya tanaman meranti yang kayunya dimanfaatkan untuk bahan bangunan).

Keanekaragaman hayati merupakan keanekaragaman atau keberagaman dari makhluk hidup yang dapat terjadi karena adanya perbedaan warna, ukuran, bentuk, jumlah tekstur, penampilan dan sifat-sifatnya. Keberagaman ini mencakup semua bentuk kehidupan, mulai dari tingkat genetik, spesies, sampai ekosistem.

A. Tingkat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati yang ada di dunia ini meliputi berbagai variasi bentuk, ukuran, jumlah, warna, dan sifat-sifat lain dari makhluk hidup. Jadi, setiap sistem lingkungan mempunyai keanekaragaman masing-masing. Keanekaragaman tersebut berlangsung mulai dari tingkat gen, jenis, sampai dengan ekosistem.

1. Keanekaragaman Hayati Tingkat Genetik (Gen)

Semua makhluk hidup dalam satu spesies/jenis memiliki perangkat dasar penyusun gen yang sama. Gen merupakan bagian kromosom yang mengendalikan ciri atau sifat suatu organisme yang bersifat diturunkan dari induk/orang tua kepada keturunannya. Gen pada setiap individu, walaupun perangkat dasar penyusunnya sama, tetapi susunannya berbeda-beda bergantung pada masing-masing induknya. Susunan perangkat gen inilah yang menentukan ciri atau sifat suatu individu dalam satu spesies.



Variasi warna pada bunga mawar (*Rosa sp*) sebagai contoh keanekaragaman hayati tingkat gen

2. Keanekaragaman Hayati Tingkat Spesies

Variasi bentuk, penampilan dan sifat yang terlihat pada berbagai jenis organisme disebut keanekaragaman jenis. Sebagai contoh keanekaragaman jenis pada tumbuhan adalah variasi bentuk, penampilan dan sifat antara tanaman padi, jagung dan tebu. Variasi bentuk, penampilan dan sifat antara ayam, tikus dan kucing sebagai contoh keanekaragaman jenis pada hewan.



a



b

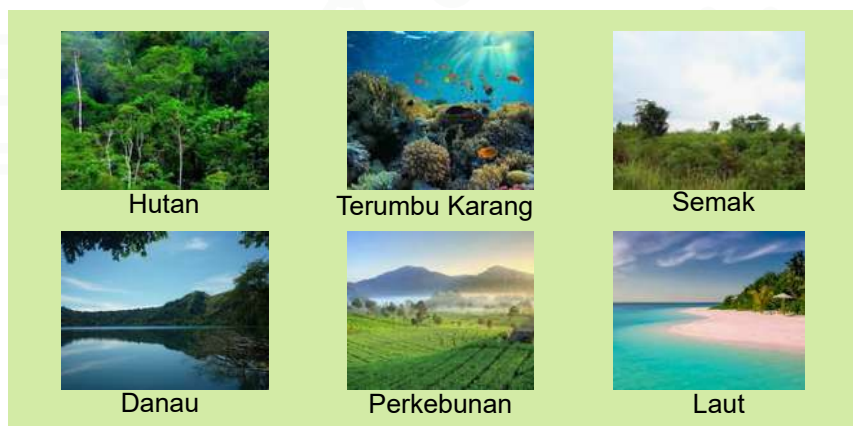
Keanekaragaman hayati tingkat spesies

Keterangan:

- Variasi spesies pada famili Felidae, yaitu: singa (*Panthera leo*), harimau (*Panthera tigris*), kucing (*Felis catus*) dan chetah (*Acinonyx jubatus*).
- Variasi spesies pada famili Arecaceae, yaitu: kelapa (*Cocos nucifera*), lontar (*Borassus flabellifer*), aren (*Arenga pinnata*) dan pinang (*Areca catechu*)

3. Keanekaragaman Hayati Tingkat Ekosistem

Ekosistem adalah berbagai jenis makhluk hidup yang berinteraksi dengan lingkungannya. Lingkungan yang dimaksud adalah lingkungan fisik (iklim, air, tanah, udara, cahaya suhu dan kelembaban) dan lingkungan kimia (salinitas, keasaman dan mineral). Makhluk hidup disebut komponen biotik, lingkungan disebut komponen abiotik. Interaksi dapat terjadi antar komponen biotik atau antar komponen biotik dengan komponen abiotik. Suatu tipe ekosistem tertentu mempunyai kombinasi organisme dan unsur lingkungan yang khas, berbeda dengan susunan kombinasi faktor-faktor biotik dan abiotik pada ekosistem yang lain. Perbedaan yang demikian disebut keanekaragaman ekosistem.



Variasi makhluk hidup pada ekosistem berbeda sebagai contoh keanekaragaman hayati tingkat ekosistem

B. Keanekaragaman Karakteristik Wilayah

1. Keanekaragaman Indonesia Berdasarkan Karakteristik Wilayahnya

1. Di Indonesia terdapat 10%-15% spesies tumbuhan, 12% spesies mamalia, 16% spesies reptilia dan amfibi, dan 17% dari spesies burung yang ada di dunia. Sejumlah spesies tersebut bersifat endemik, yaitu hanya terdapat di Indonesia dan tidak ditemukan di tempat lain.
2. Contoh spesies endemik adalah sebagai berikut:
3. Burung Cendrawasih di Papua,
4. Burung Maleo di Sulawesi,
5. Komodo di Pulau Komodo.
6. Anoa di Sulawesi
7. *Rafflesia arnoldi*, terdapat di Pulau Sumatera dan penyebarannya di sepanjang bukit barisan dari Aceh sampai Lampung.
8. Bunga Bangkai (*Amorphophallus titanum*) merupakan flora khas Indonesia yang terdapat di Sumatra.

Provinsi Aceh telah menetapkan burung cempala kuning atau kucing ekor-kuning (*Trichixos pyrropygus*), monyet Kedih atau lutung Thomas atau monyet berjambul (*Presbytis thomasi*) yang merupakan hewan khas Aceh dan Sumatra Utara, Lewer (*Lanius schach*) burung khas daerah Gayo, ikan depik (*Rasbora tawarensis*) hanya ada di Danau Laut Tawar, rusa sambar Aceh (*Cervus equinus*), kucing emas Sumatra (*Catopuma temminckii sumatrae*), burung paok (*Pitta schneideri*), badak sumatera (*Dhideroseros sumatrensis*), harimau sumatra (*Panthera tigris*), orangutan (*Pongo pigmeus*), gajah sumatera (*Elephants maximus*). Selain itu juga menetapkan bunga Jeumpa atau cempaka kuning (*Magnolia champaca*), kayu seumantok (*Bischofia javanica*), kayu Kapur (*Dryobalanops sumatrensis*) sebagai flora identitas. Pasangan flora dan fauna inilah yang kemudian disebut juga sebagai tumbuhan dan hewan khas Provinsi Aceh.

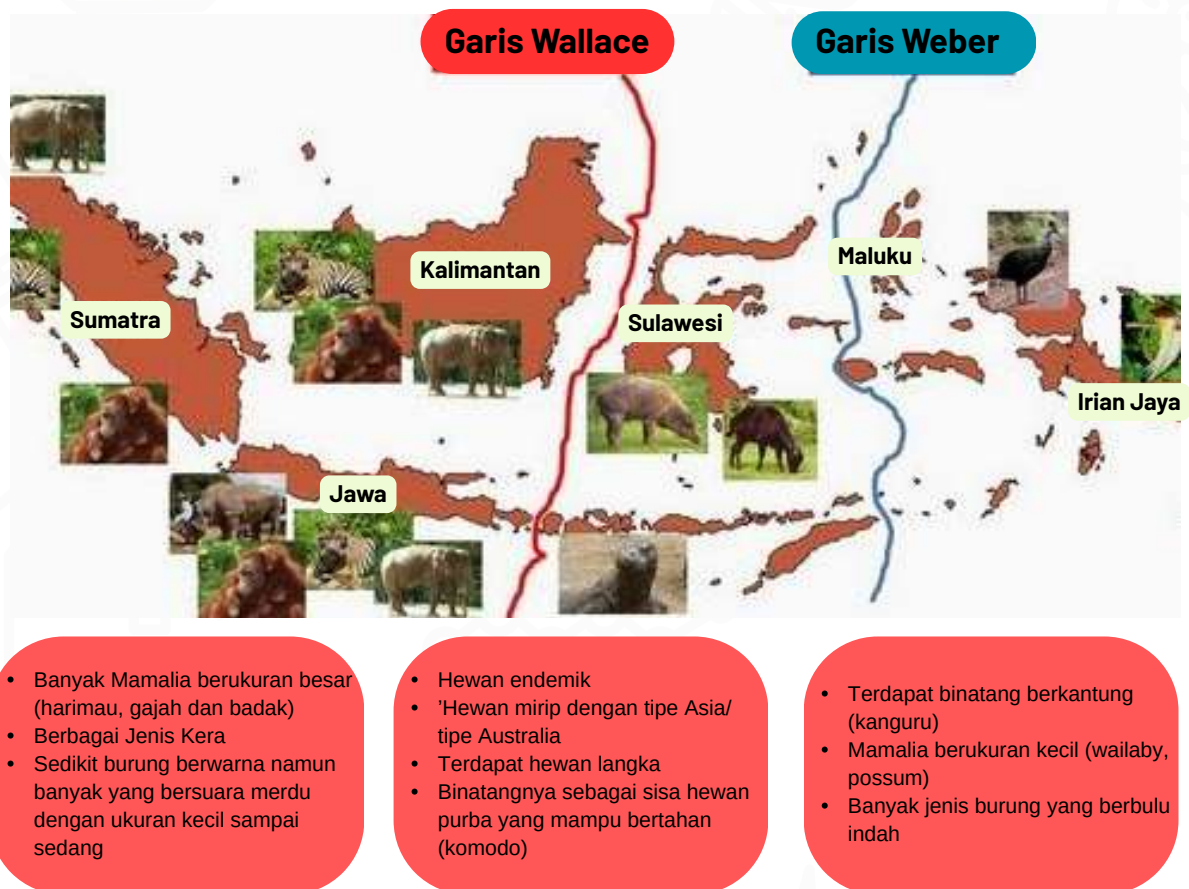
2. Keanekaragaman Indonesia Berdasarkan Keanekaragaman Mikroorganisme

Mikroorganisme yang mempengaruhi kehidupan manusia terdiri atas bakteri, virus, dan jamur. Secara khusus mikroorganisme telah digunakan untuk tujuan lain misalnya sebagai agen pengendali hama dan penyakit, agen

bioremediasi dan biodegradasi bahan pencemar, agen penghasil protein dan enzim-enzim penting yang telah dimanfaatkan dunia, agen-agen dalam bioteknologi modern, dan digunakan untuk mengungkap rahasia kehidupan bumi dan jagad raya.

3. Keanekaragaman Berdasarkan Persebarannya

Dua orang ilmuwan, yaitu Alfred R. Wallace dan Weber membagi wilayah persebaran hewan dan tumbuhan yang ada di Indonesia menjadi tiga kelompok berbeda. Wallace dan Weber membagi penyebaran hewan Indonesia menjadi tiga zona, yaitu orientalis (Asia), peralihan, dan australis. Artinya, hewan dan tumbuhan di Indonesia ada yang mirip dengan hewan dan tumbuhan di benua Asia dan benua Australia.



Peta penyebaran fauna Indonesia berdasarkan
Garis Wallace dan Weber

Pembagian fauna di Indonesia menjadi tiga zona utama didasarkan pada dua garis imajiner yang diusulkan oleh para naturalis: Garis Wallace (Alfred Russel Wallace) dan Garis Weber (Max Carl Wilhelm Weber). Garis-garis ini merupakan batas biogeografis yang memisahkan fauna Indonesia karena sejarah geologis dan kedalaman laut yang menghalangi migrasi.

Al Biruni (973–1048 M)

Seorang ilmuwan serba bisa yang juga memiliki kontribusi dalam bidang farmasi, yang tentu melibatkan pengetahuan mendalam tentang tumbuh-tumbuhan dan keanekaragaman hayati.



Cendikiawan Muslim

Kontribusi Al Biruni (973–1048 M) terhadap keanekaragaman hayati dapat dilihat secara rinci melalui karya utamanya di bidang farmasi dan botani, meskipun ia terkenal sebagai seorang polymath (ahli di berbagai bidang) yang dijuluki "Bapak Geodesi" dan "Guru Segala Ilmu."

Kontribusi utamanya terletak pada dokumentasi mendalam tentang tumbuhan obat, yang merupakan aspek fundamental dari keanekaragaman hayati terapan (etnobotani dan farmakologi). Meskipun Al Biruni tidak menggunakan istilah "keanekaragaman hayati" (sebuah konsep modern), karya ensiklopedisnya dalam botani farmasi dan materia medica menjadi sumber data primer yang berharga mengenai kekayaan flora (tumbuh-tumbuhan) pada masanya dan bagaimana kekayaan tersebut dimanfaatkan secara sistematis.

Pengantar

[Manfaat Keanekaragaman Hayati dalam Perspektif Al Quran]

Keanekaragaman hayati sangat penting untuk keseimbangan ekosistem dan kelangsungan hidup manusia. Organisme-organisme yang ada saling berinteraksi, menjaga kualitas udara, air, tanah, dan juga memberikan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan, seperti pangan, obat-obatan, dan bahan-bahan lainnya.

Namun, keanekaragaman hayati saat ini terancam oleh berbagai faktor, seperti kerusakan habitat, perburuan liar, polusi, dan perubahan iklim. Oleh karena itu, penting untuk menjaga dan melestarikan keanekaragaman hayati guna memastikan kesejahteraan manusia dan kelangsungan kehidupan di bumi. Konsep manfaat keanekaragaman hayati mencakup berbagai aspek yang sangat penting dalam mendukung kelangsungan hidup manusia dan makhluk lainnya. Keanekaragaman hayati tidak hanya menyediakan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan secara langsung, tetapi juga memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan kesejahteraan planet ini.

Kompleksitas proses penciptaan makhluk hidup di muka bumi diisyaratkan pada ayat 17 di Surah Al Ghasiyah.

Al Quran Surah Al Ghasiyah [88]:17

أَفَلَا يَنْظُرُونَ إِلَى الْإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ

Artinya: *“Tidakkah mereka memperhatikan unta, bagaimana ia diciptakan?”*.

Ada empat kelompok atau kerabat unta, yaitu unta Afrika yang berpunuk satu, unta Baktria yang berpunuk dua, kemudian llama dan alpaca. Masing masing mereka mengisi niche (relung hidup) yang berbeda. Unta Afrika hidup di gurun pasir, dengan daya adaptasi terhadap lingkungan kering dan badai pasir yang luar biasa. Tubuhnya dapat menyimpan air, matanya memiliki kelopak yang dapat melindungi mata dari hembusan pasir, dan kulitnya tebal untuk menahan terjangan pasir yang tajam ketika badai pasir, yang dapat menyebabkan iritasi atau sayatan pada kulit lembut seperti kulit manusia.

Unta Baktria hidup di Siberia dan Mongolia yang sering mendapat salju tebal sehingga kaki dan bulu unta Baktria beradaptasi dengan baik di lingkungan salju. Llama dan alpaca hidup di Amerika Selatan, wilayah tropik sehingga tubuhnya beradaptasi dengan lingkungan tropik. Penciptaan unta dapat memberikan pada kita tentang manfaat keanekaragaman hayati, dimana masing masing spesies memainkan peranan tertentu dalam ekologi dan lingkungannya. Ayat ini menyiratkan bahwa seluruh keanekaragaman makhluk hidup yang diciptakan Allah adalah sebuah nikmat besar dan sebuah tantangan untuk direnungkan dan dimanfaatkan dengan penuh kesadaran dan rasa syukur.

Manfaat keanekaragaman hayati juga dijelaskan dalam Al Quran Surah An Nahl [16]: 5-8

وَالْأَنْعَامَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَمَنَافِعُ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ

Arti ayat 5: *“Dia telah menciptakan hewan ternak untukmu. Padanya (hewan ternak itu) ada (bulu) yang menghangatkan dan berbagai manfaat, serta sebagian (daging)-nya kamu makan”*.

وَلَكُمْ فِيهَا جَمَالٌ حِينَ تُرِيحُونَ وَحِينَ تَسْرَحُونَ

Artinya ayat 6: “Kamu memperoleh keindahan padanya ketika kamu membawanya kembali ke kandang dan ketika melepaskannya (ke tempat penggembalaan).”

وَتَحْمِلُ أَثْقَالَكُمْ إِلَىٰ بَلَدٍ لَّمْ تَكُونُوا بُلُغِيهِ إِلَّا بِشِقِّ الْأَنْفُسِ إِنَّ رَبَّكُمْ
لَرَّءُوفٌ رَّحِيمٌ

Arti ayat 7: “Ia mengangkut beban-bebanmu ke suatu negeri yang kamu tidak sanggup mencapainya, kecuali dengan susah payah. Sesungguhnya Tuhanmu Maha Pengasih lagi Maha Penyayang..”

وَالْخَيْلَ وَالْبِغَالَ وَالْحَمِيرَ لِتَرْكَبُوهَا وَزِينَةً وَيَخْلُقُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Arti ayat 8: “(Dia telah menciptakan) kuda, bagal, dan keledai untuk kamu tunggangi dan (menjadi) perhiasan. Allah menciptakan apa yang tidak kamu ketahui.”

Surah An Nahl [16]: 5-8 ini menjelaskan bahwa ayat-ayat ini secara eksplisit menyebutkan beragam jenis fauna (hewan) dan manfaatnya, yang merupakan bukti nyata dari kekayaan dan nilai biodiversitas (keanekaragaman hayati) yang dianugerahkan Allah SWT kepada manusia. Setiap spesies hewan yang diciptakan (khususnya hewan ternak, kuda, bagal, dan keledai) memiliki manfaat spesifik yang beragam bagi manusia (bahan pangan, pakaian, transportasi, dan estetika). Keberagaman fungsi ini adalah esensi dari nilai keanekaragaman hayati.

Tidak hanya aneka hewan, aneka tumbuhanpun telah diciptakan Allah SWT untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Hal ini juga dipertegas dalam Al Quran Surah At Tin [95]: 1

وَطُورِ سِينِينَ

Artinya: “Demi (buah) tin dan (buah) zaitun.”

Penyebutan spesifik buah tin dan zaitun dalam ayat tersebut adalah contoh konkret dari kekayaan keanekaragaman hayati yang diciptakan Allah dan memiliki nilai yang sangat penting. Buah tin dan zaitun adalah dua jenis tumbuhan spesifik dengan keunikan dan manfaat yang besar bagi manusia.

Kedua buah ini, serta pohonnya, dikenal memiliki manfaat yang luar biasa (nutrisi, minyak, obat-obatan, dll.), yang telah terbukti secara ilmiah. Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman hayati adalah sumber karunia dan rezeki dari Sang Pencipta bagi kehidupan di bumi.

Secara tersirat, ketika Allah memilih bersumpah dengan benda-benda alam, ini juga menuntut manusia untuk menghargai, memanfaatkan secara bijak, dan menjaga kelestarian sumber daya alam tersebut. Melestarikan tin, zaitun, dan spesies lain adalah bagian dari menjaga keanekaragaman hayati sebagai amanah.

Selanjutnya dalam Al Quran Surah Al Furqan [25]: 48, Allah SWT berfirman:

وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا

Artinya: *“Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan). Kami turunkan dari langit air yang sangat suci.”*

Selanjutnya dalam Al Quran Surah Al Furqan [25]: 49, Allah SWT berfirman:

لِنُحْيِيَ بِهِ بَلْدَةً مَّيْتًا وَنُسْقِيَهُ مِمَّا خَلَقْنَا أَنْعَامًا وَأَنَاسِيَّ كَثِيرًا

Artinya: *“Agar dengannya (air itu) Kami menghidupkan negeri yang mati (tandus) dan memberi minum kepada sebagian apa yang telah kami ciptakan, (berupa) hewan-hewan ternak dan manusia yang banyak.”*

Ayat ini menyoroti air sebagai sumber utama kehidupan yang menciptakan kondisi bagi keanekaragaman hayati untuk berkembang, yang pada gilirannya memberikan manfaat langsung bagi manusia.

Kedua ayat tersebut menjelaskan manfaat keanekaragaman hayati secara mendasar, yaitu melalui peran air hujan sebagai sumber utama kehidupan dan pendorong munculnya serta lestariannya seluruh spesies di bumi. Penyebutan binatang ternak menunjukkan bahwa keberadaan spesies hewan, terutama yang bermanfaat bagi manusia, sangat bergantung pada ketersediaan air. Air inilah yang menjaga kelangsungan hidup populasi fauna dan mendorong keanekaragaman spesies (flora dan fauna) di suatu wilayah.

Al Quran Surah Al Nahl [16]:68

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ
وَمِمَّا يَعْرِشُونَ

Artinya: “Tuhanmu mengilhamkan kepada lebah, “Buatlah sarang-sarang di pegunungan, pepohonan, dan bangunan yang dibuat oleh manusia.”

Al Quran Surah Al Nahl [16]:69

ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا
شَرَابٌ مُّخْتَلَفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ
يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: “Kemudian, makanlah (wahai lebah) dari segala (macam) buah-buahan lalu tempuhlah jalan-jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu). Dari perutnya itu keluar minuman (madu) yang beraneka warnanya. Di dalamnya terdapat obat bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir.”

Al Quran Surah Ibrahim [14]: 32

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمُوتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ
مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ
وَسَخَّرَ لَكُمُ الْأَنْهَارَ

Artinya: “Allahlah yang telah menciptakan langit dan bumi, menurunkan air (hujan) dari langit, lalu dengan (air hujan) itu Dia mengeluarkan berbagai buah-buahan sebagai rezeki untukmu. Dia juga telah menundukkan kapal bagimu agar berlayar di lautan dengan kehendak-Nya. Dia pun telah menundukkan sungai-sungai bagimu”.

Keberagaman makhluk hidup juga berarti ada kemanfaatan yang luas untuk manusia. Tumbuhan menghasilkan buah untuk menjadi makanan. Tumbuhan melalui daunnya juga menghasilkan oksigen di udara untuk pernafasan kita.

1. Keanekaragaman Hayati bukanlah sekadar daftar makhluk hidup, melainkan aset penting bagi planet kita. Keanekaragaman hayati memberikan **layanan dasar** agar makhluk hidup di bumi bisa hidup. Manfaat Keanekaragaman hayati yang paling disoroti ilmuwan saat ini adalah terkait **Jasa Ekosistem** dan **Penemuan Bioteknologi**. Secara mendasar, hutan, lautan, dan semua ekosistem yang ada menghasilkan banyak hal yang makhluk hidup butuhkan, mulai oksigen yang kita hirup, air bersih yang kita minum (melalui siklus hidrologi), dan tanah subur yang menumbuhkan makanan kita.
2. Secara lebih spesifik, Keanekaragaman hayati adalah apotek raksasa dunia. Lebih dari separuh obat-obatan modern, termasuk obat-obatan penting untuk mengatasi kanker dan penyakit lainnya, awalnya ditemukan dari tumbuhan, jamur, atau mikroorganisme di alam liar. Selain itu, ilmu pengetahuan terkini menekankan peran Keanekaragaman hayati dalam Kestabilan Iklim. Hutan dan laut adalah penyerap karbon terbesar, yang artinya mereka sangat penting dalam memperlambat pemanasan global. Semakin beragam suatu ekosistem, semakin tangguh ia menghadapi perubahan iklim dan bencana, sehingga Keanekaragaman hayati adalah asuransi alam kita terhadap krisis lingkungan global. Dengan kata lain, menjaga Keanekaragaman hayati bukan hanya menyelamatkan hewan, tetapi juga menyelamatkan masa depan dan kesehatan manusia itu sendiri.



Masalah Kontekstual

Eksplorasi Sumber Daya Genetik Kelautan dan Hak Akses (*Biopiracy*)

Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar dan pusat keanekaragaman hayati laut dunia (*Coral Triangle*), memiliki potensi sumber daya genetik kelautan yang tak tertandingi (misalnya mikroorganisme laut, alga, dan biota unik).

Deskripsi Masalah

Masalah utama yang mendesak adalah eksploitasi Sumber Daya Genetik (SRG) kelautan yang tidak terkontrol dan isu *biopiracy*, yang mengancam kedaulatan negara atas kekayaan hayatinya serta keadilan bagi masyarakat lokal.

1. Akses dan Pengambilan Ilegal (*Biopiracy*): Ilmuwan, peneliti asing, atau perusahaan multinasional seringkali mengambil sampel sumber daya genetik (seperti mikroba laut, karang, atau biota unik) dari perairan Indonesia tanpa izin resmi atau perjanjian pembagian keuntungan (*benefit sharing*) yang adil.
2. Kelemahan Regulasi Nasional: Meskipun Indonesia memiliki kerangka hukum (seperti UU Perlindungan dan Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati dan Konvensi Nagoya), implementasi dan pengawasan di lapangan, terutama di wilayah laut yang luas, masih lemah. Hal ini membuka celah untuk eksploitasi dan transfer materi genetik secara tidak sah ke luar negeri.
3. Hilangnya Kedaulatan Intelektual: Sumber daya genetik yang diambil secara tidak sah seringkali digunakan oleh pihak asing untuk menghasilkan paten atas produk farmasi atau bioteknologi baru. Akibatnya, Indonesia kehilangan kendali atas kekayaan genetiknya sendiri dan tidak mendapatkan manfaat ekonomi dari produk yang berasal dari SRG tersebut.
4. Ancaman Ekologis: Pengambilan sampel yang dilakukan secara besar-besaran atau tanpa pengetahuan ekologis yang memadai juga dapat mengancam kelestarian populasi spesies yang menjadi target eksploitasi.

Identifikasi dan verifikasi permasalahan terkait *biopiracy* dan pemanfaatan SRG kelautan tersebut dengan pendekatan hukum, ilmiah, dan monitoring agar pemanfaatan keanekaragaman hayati kelautan dilakukan secara adil dan berkelanjutan.

Eksplorasi Konten

Manfaat Keanekaragaman Hayati

Secara garis besar, manfaat keanekaragaman hayati dibagi menjadi beberapa nilai guna yang mencakup beberapa aspek, yaitu:

1. Nilai Ekonomi (Sumber Mata Pencaharian & Industri)

Keanekaragaman hayati menyediakan bahan mentah yang memiliki nilai jual tinggi di pasar.

- Sumber Pangan: Karbohidrat (padi, jagung, singkong), protein (ikan, daging), lemak, serta vitamin dari buah dan sayur.
- Sumber Papan & Industri: Kayu jati dan mahoni untuk konstruksi; kapas dan ulat sutra untuk tekstil; karet dan kelapa sawit untuk industri kimia.
- Sumber Plasma Nutfah: Keanekaragaman genetik memungkinkan pengembangan varietas unggul baru (misalnya padi tahan wereng).

2. Nilai Medis (Sumber Obat-obatan)

Indonesia memiliki ribuan spesies tumbuhan yang berkhasiat obat (Biofarmaka).

- Contoh Tradisional: Kunyit, jahe, dan temulawak.
- Contoh Modern: Pohon kina (Cinchona) sebagai obat malaria, serta tanaman Digitalis untuk penyakit jantung.
- Madu: Seperti yang kita bahas sebelumnya, lebah mengolah nektar dari berbagai bunga menjadi madu yang mengandung senyawa antibakteri dan antioksidan.

Hal ini juga dijelaskan dalam Al Quran Surah Al Nahl [16] :69

ثُمَّ كُلِّي مِنْ كُلِّ الشَّجَرِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا
شَرَابٌ مُخْتَلَفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ
يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: “Kemudian, makanlah (wahai lebah) dari segala (macam) buah-buahan lalu tempuhlah jalan-jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu).” Dari perutnya itu keluar minuman (madu) yang beraneka warnanya. Di dalamnya terdapat obat bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir..”

3. Nilai Ekologis (Keseimbangan Ekosistem)

Ini adalah manfaat yang sering tidak terlihat secara langsung namun sangat vital bagi keberlangsungan hidup manusia.

- Paru-paru Dunia: Tumbuhan melalui fotosintesis menyerap CO₂ dan menghasilkan O₂.
- Siklus Nutrisi: Mikroorganisme (bakteri dan jamur) berperan sebagai pengurai yang mengembalikan unsur hara ke tanah.
- Pengatur Tata Air: Hutan berfungsi menyerap air hujan dan mencegah erosi serta banjir.

4. Nilai Sosial, Budaya, dan Estetika

- Budaya: Penggunaan hewan atau tumbuhan tertentu dalam upacara adat (misalnya bunga sesajen atau hewan kurban).
- Rekreasi: Keindahan alam seperti taman laut (Bunaken) atau pegunungan menjadi objek ekowisata.
- Estetika: Memelihara tanaman hias (anggrek, mawar) dan hewan kesayangan.

5. Nilai Pendidikan dan Ilmiah

Keanekaragaman hayati adalah laboratorium alam yang sangat besar.

- Menjadi objek penelitian bagi pengembangan ilmu biologi, bioteknologi, dan farmasi.
- Setiap spesies memiliki kode genetik unik yang jika punah, maka ilmu pengetahuan kehilangan informasi berharga selamanya.

Pengaruh Kegiatan Manusia Terhadap Keanekaragaman Hayati

Saat ini banyak kegiatan manusia yang dilakukan dengan teknologi modern, misalnya menggunakan mesin pertanian, mesin penebang pohon, dan pestisida. Kegiatan-kegiatan tersebut berdampak terhadap keanekaragaman hayati. Dampak tersebut dapat bersifat negatif (merugikan) atau positif (menguntungkan).

1. Kegiatan yang mengakibatkan makin berkurangnya keanekaragaman hayati (dampak positif) antara lain seperti berikut ini:
 - Ladang berpindah, selain memusnahkan berbagai jenis tanaman, juga dapat merusak struktur tanah. Keadaan ini mempersulit pemulihan keberadaan berbagai jenis tanaman
 - Intensifikasi pertanian (pemupukan, penggunaan insektisida atau pestisida, penggunaan bibit unggul, dan mekanisasi pertanian)
 - Penemuan bibit tanaman dan hewan yang unggul mengakibatkan terdesaknya bibit lokal.
 - Perubahan hutan menjadi tempat pemukiman, pertanian, pertambangan, pabrik, dan jalan raya akibat semakin bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya kebutuhan masyarakat. Pembukaan hutan ini secara otomatis akan mengurangi keanekaragaman hayati karena hutan yang merupakan rumah bagi jutaan organisme menjadi lenyap.
 - Perburuan liar, penangkapan ikan dengan menggunakan pukat harimau, penangkapan ikan dengan bom, dan perusakan terumbu karang merupakan kegiatan-kegiatan manusia yang secara langsung dapat merusak keanekaragaman hayati.
 - Industrialisasi, selain menyebabkan polusi, juga mengambil lahan yang cukup besar untuk aktivitas manusia sehingga mengurangi habitat hewan dan tumbuhan.



Pembangunan Pemukiman Di Area Hutan Yang Merusak Keanekaragaman Hayati

2. Kegiatan manusia yang dapat melestarikan keanekaragaman hayati (dampak positif) antara lain seperti berikut:

- Penghijauan (reboisasi), selain menambah jumlah jenis-jenis tanaman baru, juga memulihkan kawasan hutan yang mengalami kerusakan
- Pengendalian hama secara biologi, merupakan usaha pemberantasan hama tanpa merusak ekosistem sehingga tidak menyebabkan hilangnya jenis hewan dan tanaman karena penggunaan insektisida. Selain itu, serangan hama dapat dicegah karena predator alami tetap ada di dalam ekosistem.
- Penebangan hutan dengan perencanaan yang baik dan dilakukan peremajaan (tebang pilih dan tanam kembali)
- Usaha pemuliaan hewan dan tanaman yang menghasilkan varietas tanaman dan hewan unggul menambah kekayaan sumber plasma nutfah dengan tetap melestarikan jenis hewan dan tumbuhan lokal.
- Usaha-usaha pelestarian alam, dilakukan di dalam habitat asli (secara in situ) maupun di luar habitat asli (secara ex situ). Pelestarian in situ dapat dilakukan dengan mendirikan kawasan pelestarian di habitat aslinya seperti cagar alam, suaka margasatwa, dan taman nasional. Pembiakan ex situ dapat dilakukan dengan mendirikan kebun binatang.



Gambar: Kegiatan Penghijauan

Usaha Perlindungan Alam

Keanekaragaman hayati (biodiversitas) merupakan fondasi utama bagi kelangsungan ekosistem planet bumi, yang menyediakan jasa-jasa lingkungan esensial seperti pangan, air bersih, dan obat-obatan. Pelestariannya bukan hanya tanggung jawab etis, tetapi juga imperatif ekonomi dan ekologis demi masa depan generasi mendatang.

Dalam surat Al Baqarah ayat 11 Allah SWT berfirman:

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ

Artinya: “Apabila dikatakan kepada mereka, “Janganlah berbuat kerusakan di bumi,” mereka menjawab, “Sesungguhnya kami hanyalah orang-orang yang melakukan perbaikan.”

Surah Al A'raf ayat 56

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: “Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik.”

Surat Al Baqarah ayat 11, menyoroti bahwa tindakan yang dianggap merusak, meskipun mungkin diklaim sebagai 'pembangunan' atau 'perbaikan', tetap dianggap sebagai fasād jika berdampak negatif. Dalam konteks lingkungan, perusakan keanekaragaman hayati (misalnya, penggundulan hutan, polusi, atau eksploitasi berlebihan) adalah bentuk nyata dari fasād karena mengganggu keseimbangan ekosistem. Sedangkan menurut surat Al A'raf ayat 56, menunjukkan bahwa Allah telah menciptakan bumi (termasuk seluruh keanekaragaman hayati di dalamnya) dalam kondisi yang harmonis dan seimbang. Tindakan perusakan (seperti merusak habitat, mencemari air dan udara, atau menghilangkan spesies) melanggar tatanan dan keseimbangan yang telah ditetapkan Tuhan.

Kedua ayat tersebut menetapkan prinsip dasar bahwa manusia tidak boleh merusak lingkungan hidup, dan pelestarian keanekaragaman hayati adalah salah satu bentuk ketaatan tertinggi terhadap prinsip tersebut.

1. Perlindungan Alam Umum

Perlindungan alam umum merupakan suatu kesatuan usaha melindungi flora, fauna dan tanah disuatu wilayah tertentu. Perlindungan alam ini dibagi kedalam tiga macam, yaitu :

- Perlindungan alam ketat, yaitu perlindungan terhadap alam tanpa campur tangan manusia, tujuannya untuk melakukan penelitian ilmiah, misalnya cagar alam gunung Tangkoko di Sulawesi Utara
- Perlindungan alam terbimbing, yaitu perlindungan alam yang dibina oleh para ahli, misalnya kebun raya Bogor
- Taman Nasional (Nasional Park), merupakan perlindungan alam yang menempati suatu daerah yang luas dan tidak boleh ada rumah tinggal maupun bangunan industri, tempat ini dimanfaatkan untuk pendidikan, budaya dan rekreasi tanpa mengubah ekosistem, misalnya taman nasional gunung Leuser, taman nasional Baluran di Jawa Timur, taman safari di Casuarua Bogor, way kambas di Lampung dan lain-lain.

2. Perlindungan Alam dengan Tujuan Tertentu

Macam perlindungan alam dengan tujuan tertentu adalah sebagai berikut :

- Perlindungan geologi, merupakan perlindungan alam yang bertujuan melindungi formasi geologi tertentu, misalnya batuan tertentu.
- Perlindungan zoology, merupakan perlindungan alam yang bertujuan melindungi hewan langka serta mengembangkan dengan cara memasukkan hewan sejenis ke daerah lain, misalnya ujung kulon.
- Perlindungan botani, merupakan perlindungan alam yang bertujuan melindungi komunitas tumbuhan tertentu, misalnya Kebun Raya Bogor
- Perlindungan ikan, merupakan perlindungan alam yang bertujuan melindungi ikan yang terancam punah.
- Perlindungan Suaka Margasatwa, merupakan perlindungan alam yang bertujuan melindungi hewan yang terancam punah, misalnya badak, gajah, dan harimau jawa.
- Perlindungan hutan, merupakan perlindungan alam yang bertujuan melindungi tanah,air dari perubahan iklim.

Aktivitas Murid

Pengalaman Belajar: Memahami

No	Pengalaman Belajar	Aktivitas Murid	Output/Produk
1.	Pengamatan dan Identifikasi	Murid melakukan observasi lingkungan sekolah atau sekitar rumah (kebun/taman) untuk mencari dan mendokumentasikan contoh variasi makhluk hidup pada tingkat gen, jenis, dan ekosistem.	Jurnal Visual Keanekaragaman: Kumpulan foto atau sketsa yang diberi label dan deskripsi yang membedakan tiga tingkatan keanekaragaman hayati
2.	Analisis Biogeografi dan Nilai	Murid melakukan studi literatur/web tentang flora dan fauna endemik Indonesia, khususnya Aceh, serta mencari manfaat (ekonomi, ekologi, budaya) dari makhluk hidup tersebut.	Peta Sebaran Potensi Hayati Lokal: Peta sederhana yang menunjukkan potensi flora/fauna endemik Aceh beserta nilai manfaat utamanya.
3.	Kajian Al Quran (Tahuid)	Murid membaca Surah Al Baqarah ayat 164 dan mendiskusikan tafsir terkait makna keanekaragaman hayati (angin, awan, kapal, hewan) sebagai bukti kekuasaan dan kebijaksanaan Allah SWT.	satu kalimat/paragraf interpretasi ilmiah terkait keanekaragaman hayati

Pengalaman Belajar: Mengaplikasi

No	Pengalaman Belajar	Aktivitas Murid	Output/Produk
4.	Studi Kasus Ancaman (Lokal)	Murid menganalisis masalah kontekstual lokal (misalnya, konflik gajah dan manusia di Leuser akibat fragmentasi habitat) menggunakan data kasus nyata.	Daftar ancaman dan dampaknya terhadap ekosistem serta masyarakat lokal.
5.	Perancangan Strategi Pelestarian	Murid secara berkelompok merancang satu strategi konservasi yang aplikatif dan relevan untuk mengatasi ancaman yang telah dianalisis (misalnya, strategi agroforestri atau penanaman mangrove).	Rencana aksi konservasi yang berisi masalah, tujuan, langkah-langkah konservasi (in situ atau ex situ), dan perkiraan dampak positifnya.
6.	Kampanye Edukasi	Murid membuat materi edukasi visual (poster/infografis/video singkat) yang mempromosikan strategi pelestarian yang telah mereka rancang.	Infografis/Video Pendek: Materi publikasi yang mudah dicerna, mendorong masyarakat untuk menjaga keanekaragaman hayati lokal.

Pengalaman Belajar: Merefleksikan

No	Pengalaman Belajar	Aktivitas Murid	Output/Produk
7.	Refleksi Kritis	Murid melakukan presentasi/sesi tanya jawab tentang ide konservasi mereka dan menerima umpan balik kritis. Mereka juga menuliskan tantangan utama dalam menjaga pelestarian keanekaragaman hayati di Aceh.	Catatan perbaikan dan pemikiran ulang strategi.
8.	Refleksi Akhir (Tauhid & Syukur)	Setiap murid menulis esai/jurnal pendek yang merefleksikan bagaimana menjaga keanekaragaman hayati adalah bentuk syukur dan menjalankan ketertiban sebagai khalifah, menghubungkannya dengan konsep ihsan (berbuat baik) terhadap ciptaan Allah.	Esai Refleksi "Syukur & Pelestarian": Tulisan yang mengintegrasikan konsep biologi (konservasi) dengan nilai spiritual (tauhid dan syukur).

Ayo Muhasabah

Menghitung Diri dalam Menjaga Keanekaragaman Hayati

1. Apakah saya telah benar-benar memahami bahwa setiap makhluk hidup, sekecil serangga yang saya amati, adalah sebuah Ayatullah (tanda kebesaran) yang pantas disyukuri, bukan hanya sekadar objek Biologi?
2. Apakah ilmu ini kini terasa lebih bermakna sebagai jalan untuk mengenal Sang Pencipta, dan bukan hanya sekadar hafalan materi?
3. Apa satu kebiasaan buruk yang ingin saya ubah hari ini terkait pemakaian sumber daya alam.

"Pemanfaatan SRG kelautan harus dijiwai oleh kesadaran bahwa kekayaan hayati adalah amanah (trusteeship). Pendekatan hukum, ilmiah, dan monitoring yang ketat bukan hanya instrumen regulasi, melainkan cerminan dari komitmen moral untuk mencapai keberlanjutan semua ciptaan Allah, keadilan, dan rasa hormat terhadap seluruh bentuk kehidupan dan warisan alam untuk generasi yang akan datang."

Keanekaragaman hayati adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan keberagaman makhluk hidup di bumi, yang meliputi variasi bentuk, ukuran, warna, tekstur, jumlah, dan sifat-sifat makhluk hidup tersebut. Keanekaragaman hayati mencakup keragaman pada tingkat genetik, spesies (jenis), dan ekosistem yang saling berinteraksi dalam suatu lingkungan. Dengan kata lain, keanekaragaman hayati adalah variasi kehidupan yang ada di bumi, termasuk tumbuhan, hewan, mikroorganisme, dan ekosistemnya yang membentuk kesatuan biologis. Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, dengan banyak tipe ekosistem dan spesies yang beragam, yang juga menjadi indikator kesehatan bumi.

Manfaat keanekaragaman hayati bagi manusia sangat luas dan mencakup berbagai bidang. Dari aspek pangan, keanekaragaman tanaman dan hewan menyediakan sumber makanan yang beragam dan bergizi. Keanekaragaman hayati juga menjadi sumber obat-obatan, bahan sandang, dan bahan bangunan. Selain itu, keanekaragaman hayati mendukung ilmu pengetahuan dan teknologi melalui penelitian dan eksplorasi sumber daya alam.

Keanekaragaman hayati juga berperan dalam menjaga kualitas lingkungan, seperti penyerapan air dan pengurangan polusi. Banyak masyarakat menggantungkan hidupnya pada keanekaragaman hayati, sehingga pelestariannya penting untuk mendukung mata pencaharian dan ketahanan ekosistem. Kehilangan keanekaragaman hayati dapat mengganggu keseimbangan alam dan kualitas hidup manusia. Jadi, keanekaragaman hayati adalah fondasi kehidupan di bumi yang penting untuk kelangsungan ekosistem dan kehidupan manusia melalui manfaat ekologis, ekonomi, kesehatan, dan sosial budaya.



Latihan (Berpikir Kritis)

[Uji Pemahaman Keanekaragaman Hayati]

1. Bagaimana deforestasi di suatu daerah dapat memengaruhi keanekaragaman genetik, spesies, dan ekosistem? Jelaskan dampak langsung dan tidak langsung yang mungkin terjadi!
2. Jelaskan mengapa Garis Weber menjadi batas geografis yang lebih penting dalam menjelaskan perbedaan fundamental antara fauna Maluku (Australis) dengan Badak Sumatera, daripada hanya membandingkan Badak Sumatera dengan fauna di Jawa/Bali!
3. Anoa (Sulawesi/Wallacea) dan Badak Sumatera (Sumatera/Asiatis) adalah dua mamalia endemik yang terancam punah. Bandingkanlah ciri-ciri fauna (fisik/genetik/tingkat ancaman) kedua mamalia ini.
4. Di Indonesia, berbagai varietas padi lokal masih dilestarikan oleh petani secara turun-temurun yang berperan penting dalam ketahanan pangan lokal. Jelaskan mengapa keanekaragaman varietas padi dapat membantu mempertahankan produksi pangan di tengah perubahan iklim dan serangan hama!

Asesmen Formatif

[Pemahaman Murid dalam Mengeksplor Al Quran]

Tujuan: Menilai tingkat pemahaman murid dalam mengkaji dan mengeksplorasi ayat Al Quran yang terkait dengan keanekaragaman hayati serta mengaitkannya dengan konsep biologi

Kriteria Penilaian	4 - Sangat Baik	3 - Baik	2 - Cukup	1 - Perlu Bimbingan
Pemahaman Isi Ayat	Menginterpretasikan isi ayat secara mendalam dan akurat, menyebutkan konteks dan maknanya secara tepat terkait keanekaragaman hayati	Memahami isi ayat dengan baik dan dapat menjelaskan hubungannya dengan keanekaragaman hayati secara umum.	Memahami sebagian isi ayat dan hubungan dengan keanekaragaman hayati namun ada kekeliruan signifikan.	Kurang dapat memahami isi ayat dan hubungannya dengan keanekaragaman hayati.

Kriteria Penilaian	4 - Sangat Baik	3 - Baik	2 - Cukup	1 - Perlu Bimbingan
Keterkaitan dengan Konsep Biologi	Menghubungkan ayat Al Quran dengan konsep keanekaragaman hayati secara jelas dan komprehensif, termasuk aspek genetik, spesies, dan ekosistem.	Mengaitkan ayat dengan konsep keanekaragaman hayati dengan cukup tepat tapi kurang rinci.	Menyebutkan keterkaitan ayat dengan konsep biologi namun tidak lengkap atau keliru.	Tidak dapat mengaitkan ayat dengan konsep keanekaragaman hayati.
Analisis Nilai dan Pesan Moral	Menjelaskan nilai dan pesan moral terkait pelestarian keanekaragaman hayati yang terkandung dalam ayat secara kritis dan mendalam.	Menjelaskan nilai dan pesan moral secara baik, namun kurang mendalam.	Menyebutkan nilai dan pesan moral tapi masih sangat umum atau kurang tepat.	Tidak mampu menjelaskan nilai dan pesan moral ayat tersebut.
Komunikasi dan Penulisan	Menyampaikan hasil eksplorasi secara sistematis, runtut, dan bahasa yang baku serta meyakinkan.	Menyampaikan dengan bahasa jelas dan runtut, namun masih ada sedikit kekurangan.	Penulisan kurang sistematis dan bahasa kurang tepat sehingga menyulitkan pemahaman.	Penulisan tidak sistematis dan bahasa tidak baku, sulit dipahami.

Instruksi Penggunaan:

- Berikan rubrik ini kepada peserta didik saat mereka mengeksplorasi ayat Al Quran dan kaitannya dengan keanekaragaman hayati.
- Guru menggunakan rubrik ini untuk memberi umpan balik terperinci yang membantu peserta didik meningkatkan pemahaman dan keterampilan reflektif mereka.





BAB 2

PENGELOMPOKAN MAKHLUK HIDUP

2.1 Tujuan dan Manfaat

Pengelompokan Makhluk Hidup

2.2 Sistem Tata Nama Makhluk Hidup

2.3 Kriteria Klasifikasi

2.4 Kunci Determinasi

Tujuan Pembelajaran

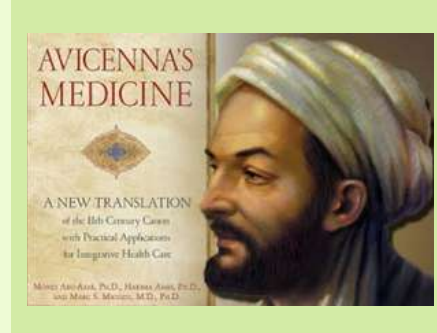
Setelah mempelajari bab ini, murid diharapkan dapat:

1. Menumbuhkan kesadaran akan kebesaran Allah SWT melalui keterkaitan prinsip pengelompokan makhluk hidup yang menunjukkan kekuasaan dan kebijaksanaan-Nya dalam menciptakan makhluk hidup dengan ciri yang beragam, sebagaimana firman Allah SWT dalam Al Quran surah An Nur ayat 45.
2. Menjelaskan tujuan dan manfaat pengelompokan makhluk hidup (klasifikasi).
3. Menganalisis prinsip-prinsip dasar sistem tata nama ganda (Binomial Nomenklatur).
4. Membandingkan berbagai kriteria yang digunakan dalam klasifikasi makhluk hidup (morfologi, anatomi, fisiologi, biokimia, dan genetika).
5. Membuat kunci determinasi sederhana.
6. Merefleksikan nilai-nilai tauhid dan moral dalam memahami konsep pengelompokan makhluk hidup, bahwa setiap ciptaanNya memiliki ciri beragam dengan aneka manfaat bagi manusia sehingga selayaknya manusia selalu bersyukur dengan senantiasa berperilaku menjaga pelestarian setiap ciptaan Allah SWT.



Ibnu Sina (Avicenna) (980–1037 M)

Kontribusi Ibnu Sina terhadap klasifikasi sebagian besar terletak pada bidang botani dan farmasi, terangkum dalam *Al Qanun fi at-Tibb* (*The Canon of Medicine*). Dalam konteks botani murni, Ibnu Sina menerapkan sistem pengelompokan untuk membedakan spesies yang serupa.



Cendikiawan Muslim

- Identifikasi dan Pembedaan: Ia mendokumentasikan sekitar 800 bahan obat nabati. Untuk setiap bahan, ia memberikan deskripsi yang cukup rinci untuk membedakannya dari spesies lain. Proses pembedaan ini (identifikasi) adalah langkah krusial dalam klasifikasi.
- Nomenklatur: Ibnu Sina menyadari pentingnya nama yang konsisten. Ia sering merujuk pada tanaman dengan nama Arabnya, sekaligus membandingkannya dengan nama Yunani dan Persia, untuk memastikan identitas spesies yang tepat bagi para pembacanya di seluruh wilayah. Kesamaan penamaan ini penting untuk menghindari kesalahan dosis obat.

Pengantar

[Pengelompokan Mahkluk Hidup dalam Perspektif Al Quran]

Pengelompokan makhluk hidup adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengklasifikasikan atau mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan karakteristik atau ciri-ciri tertentu. Tujuan dari pengelompokan ini adalah untuk mempermudah dalam mempelajari dan memahami keanekaragaman makhluk hidup yang ada di bumi.

Hal ini dijelaskan dalam Al Quran Surah Al An'am [6]: 38

وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا ظَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمَمٌ أَمْثَالُكُمْ مَا
فَرَّطْنَا فِي الْكِتَابِ مِنْ شَيْءٍ ثُمَّ إِلَىٰ رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ

Artinya: *“Tidak ada seekor hewan pun (yang berada) di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan semuanya merupakan umat (juga) seperti kamu. Tidak ada sesuatu pun yang Kami luputkan di dalam kitab, kemudian kepada Tuhannya mereka dikumpulkan.”*

Ayat tersebut secara eksplisit membagi makhluk hidup menjadi dua kategori umum, yaitu binatang yang merayap/berjalan di bumi (dabbah) dan burung yang terbang (ṭa’ir). Pengakuan terhadap setidaknya dua kelompok besar ini mencerminkan langkah awal dalam klasifikasi hayati berdasarkan habitat dan cara bergerak, yang menjadi dasar awal ilmu taksonomi. Setiap kelompok hewan memiliki sistem, organisasi sosial, dan pola perilaku yang khas, ciri-ciri yang dipelajari dalam biologi khususnya dalam ilmu etologi. Pengelompokan ini (dari yang sederhana hingga kompleks) adalah prinsip inti yang dicari dan dipetakan dalam ilmu biologi modern.

Al Quran Surah An Nur [24]: 45

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Artinya: *“Dan Allah menciptakan setiap makhluk yang hidup dari air. Maka di antara mereka ada yang berjalan di atas perutnya, ada yang berjalan di atas dua kaki, dan ada pula yang berjalan di atas empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.”*

Surah An Nur ayat 45 ini menyebutkan bahwa Allah menciptakan berbagai jenis makhluk yang bergerak dengan cara berbeda ada yang berjalan dengan perutnya, dua kaki, atau empat kaki yang menyoroti perbedaan ciri fisik dan fungsi yang menjadi dasar klasifikasi makhluk hidup. Klasifikasi berdasarkan cara bergerak, habitat, atau bentuk tubuh merupakan bentuk taksonomi tertua yang digunakan oleh manusia dan filosof awal (seperti Aristoteles), jauh sebelum sistem Linnaeus. Ayat ini menggarisbawahi cara pengelompokan yang paling mudah diamati dan paling universal, yaitu berdasarkan morfologi (bentuk tubuh) dan fisiologi (fungsi tubuh).

Surah Al An'am ayat 38 dan surah An Nur ayat 45 tersebut mengajarkan bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai makhluk hidup dengan pengelompokan yang teratur berdasarkan bentuk fisik, cara hidup, serta peran mereka di alam semesta. Ayat ini memberikan contoh langsung dari pengelompokan berdasarkan ciri-ciri fisik dan cara lokomosi (bergerak): melata (seperti ular), berkaki dua (seperti burung atau manusia), dan berkaki empat (seperti kuda atau sapi). Ayat ini mendukung ilmu taksonomi modern dengan menggunakan ciri-ciri morfologi (fisik) sebagai dasar pengelompokan (seperti Reptilia, Aves, Pisces, Amphibi dan Mamalia).

Selanjutnya dalam Surah Yasin ayat 36 secara tersirat juga menjelaskan prinsip pengelompokan makhluk hidup terletak pada penekanan dalam ayat tersebut mengenai penciptaan segala sesuatu dalam sistem berpasangan atau berkelompok. Prinsip ini mendasari pengelompokan biologis makhluk hidup, khususnya dalam konsep spesies dan reproduksi.

Al Qur an Surah Yasin [36]: 36

سُبْحَنَ الَّذِي خَلَقَ الْأَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنْبِتُ الْأَرْضُ وَمِنْ أَنْفُسِهِمْ
وَمِمَّا لَا يَعْلَمُونَ

Artinya: *"Mahasuci (Allah) yang telah menciptakan semuanya berpasang-pasangan, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka sendiri maupun dari apa yang tidak mereka ketahui."*

Ayat ini memberikan landasan teologis bahwa keragaman hayati diatur berdasarkan sistem pasangan atau kelompok reproduktif, yang secara konsisten mendukung konsep spesies sebagai unit dasar dalam pengelompokan makhluk hidup.

Surat An Nur dan Yasin tersebut di atas secara kolektif menyimpulkan bahwa keanekaragaman hayati (biodiversitas) adalah sunnatullah (ketentuan Allah). Penciptaan tidak bersifat tunggal, melainkan terbagi dalam kelompok-kelompok yang teratur berdasarkan sistem pasangan/jenis (yasin) dan perbedaan ciri morfologi dan cara hidup (An Nur). Implikasinya, ajaran Islam mengakui adanya klasifikasi (pengelompokan) yang sistematis dalam makhluk hidup, yang sejalan dengan tujuan utama ilmu biologi untuk mengorganisasi dan memahami jutaan spesies yang ada di bumi .

Tahukah Kamu? [Pengelompokan Mahkluk Hidup dalam Perspektif Al Quran]

1. Ilmu pengetahuan modern, melalui Filogenetika dan Genomika, membuktikan bahwa pengelompokan makhluk hidup tidak hanya berdasarkan ciri fisik luar, tetapi juga berdasarkan hubungan kekerabatan genetik yang sangat mendalam dan teratur. Setiap makhluk hidup, mulai dari bakteri terkecil hingga mamalia terbesar, memiliki kode DNA yang menunjukkan "silsilah keluarga" universal, menegaskan bahwa mereka adalah bagian dari satu kesatuan ciptaan yang terencana. Keteraturan ini membuktikan bahwa setiap ciptaan memiliki tempat, fungsi, dan peranan spesifiknya dalam menjaga keseimbangan ekosistem, sebuah sistem yang diciptakan dengan kebijaksanaan luar biasa, bukan sekadar kebetulan.
2. Pengelompokan makhluk hidup menunjukkan bahwa Allah SWT menciptakan berbagai jenis makhluk hidup dengan fungsi dan peranannya yang berbeda-beda dalam kehidupan manusia. Masing-masing makhluk hidup, memiliki manfaat yang sangat beragam yang dapat digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia.
3. Semua makhluk hidup diciptakan dalam keadaan berpasang pasangan, sehingga memungkinkan makhluk hidup itu berkembang biak. Proses perkembang biakan yang melintasi zaman dan keadaan geografis yang berbeda membawa pada perubahan morfologi makhluk hidup dalam rangka menyesuaikan dirinya dengan tempat hidupnya. Hasil dari perkembangan kehidupan dari masa ke masa membuatnya berbeda sehingga untuk memudahkan mempelajari tentang makhluk hidup, masing masing mereka dapat dikelompokkan berdasarkan kekerabatannya
4. Surah Al An'am ayat 38 menyatakan bahwa tidak ada binatang di bumi atau burung yang terbang dengan kedua sayapnya kecuali menjadi umat-umat seperti manusia, yang menunjukkan bahwa makhluk hidup itu terdiri atas kelompok-kelompok atau umat-umat yang berbeda, mirip konsep pengelompokan makhluk hidup berdasarkan kesamaan dan perbedaan. Ayat ini menegaskan bahwa segala makhluk diciptakan dan dihimpun oleh Allah, menandakan adanya sistem keteraturan dalam ciptaan-Nya yang bisa dianalogikan sebagai dasar pengelompokan hierarkis dalam klasifikasi biologi.

Tahukah Kamu?

Konsep pengelompokan makhluk hidup kini semakin didominasi oleh pendekatan Filogenetik yang menggunakan analisis DNA dan data molekuler untuk merefleksikan hubungan kekerabatan dan sejarah evolusi yang sebenarnya, bukan hanya kesamaan morfologi (bentuk fisik) seperti pada taksonomi tradisional (Linnaeus).

Keanekaragaman ciptaan Allah menunjukkan adanya keteraturan dan keseimbangan yang sempurna, di mana setiap makhluk memiliki fungsi dan tanggung jawab tertentu dalam menjaga keharmonisan kehidupan. Setiap jenis makhluk hidup, termasuk hewan ternak, diciptakan dengan manfaat yang berbeda-beda untuk memenuhi kebutuhan manusia. Selain itu, semua makhluk hidup diciptakan secara berpasangan agar dapat berkembang biak dan melestarikan keturunannya. Proses reproduksi yang berlangsung lintas zaman dan wilayah menyebabkan munculnya variasi bentuk tubuh dan sifat-sifat makhluk hidup sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungannya. Perubahan dan perkembangan tersebut menimbulkan keragaman yang luas, sehingga untuk memahami dan mempelajarinya dengan lebih mudah, para makhluk hidup dapat diklasifikasikan berdasarkan hubungan kekerabatan atau kesamaannya.

Tadabbur Awal

Pengelompokan Makhluk Hidup

Masalah Kontekstual

Kerancuan Taksonomi pada Tumbuhan Obat Endemik

Indonesia memiliki kekayaan luar biasa pada tumbuhan obat tradisional endemik, banyak di antaranya dikelompokkan dan dinamai oleh masyarakat lokal menggunakan sistem penamaan lokal. Masalah timbul ketika prinsip pengelompokan ilmiah (taksonomi Linnaeus) bertemu dengan praktik pengelompokan tradisional, menyebabkan Kerancuan Taksonomi dan Klasifikasi yang Tidak Seragam.

Deskripsi Masalah

Masalah ini sangat relevan dalam konteks farmasi, konservasi, dan perdagangan.

1. Nama Lokal versus Nama Ilmiah: Satu spesies tumbuhan obat yang sama seringkali memiliki banyak nama lokal yang berbeda di berbagai daerah (sinonim lokal). Sebaliknya, satu nama lokal yang populer (misalnya, "andan hutan") bisa merujuk pada beberapa spesies botani yang berbeda, padahal hanya satu spesies yang memiliki khasiat medis.
2. Variasi Morfologi Intraspesifik: Dalam satu spesies yang diakui secara ilmiah, mungkin terdapat variasi morfologi yang besar (misalnya, perbedaan ukuran daun atau kandungan kimia) tergantung lokasi geografisnya. Klasifikasi tradisional sering membedakan varian ini sebagai "spesies" yang berbeda, sementara secara ilmiah mereka adalah spesies yang sama.
3. Hambatan Standarisasi dan Komersialisasi: Kerancuan dalam penamaan dan pengelompokan menghambat upaya standarisasi bahan baku herbal. Industri farmasi kesulitan menjamin kualitas dan keamanan produk jika bahan baku (misalnya, akar, daun) yang dipasok berasal dari spesies yang tidak teridentifikasi dengan pasti, padahal khasiatnya bisa berbeda.
4. Ancaman Bioprospecting yang Salah Sasaran: Upaya penelitian untuk memanfaatkan senyawa bioaktif bisa gagal atau salah sasaran karena peneliti mengambil sampel dari tumbuhan yang diklasifikasikan secara keliru atau menggunakan nama lokal yang ambigu, padahal spesies yang diteliti seharusnya adalah kerabatnya yang sangat mirip.

Identifikasi dan selesaikan masalah kerancuan taksonomi pada tumbuhan obat tersebut dengan menggunakan kombinasi dari studi etnobotani, morfologi, dan molekuler. Pahami prinsip pengelompokan makhluk hidup yang terintegrasi dengan isi ayat Al Quran terkait!

Eksplorasi Konten

A. Tujuan dan manfaat Pengelompokan Makhluk Hidup

Tujuan dari pengelompokan makhluk hidup adalah:

- Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri-ciri yang dimiliki
- Mendeskripsikan ciri-ciri suatu jenis makhluk hidup untuk membedakannya dengan makhluk hidup dari jenis yang lain
- Mengetahui hubungan kekerabatan antar makhluk hidup
- Memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya.

Berdasarkan tujuan tersebut, manfaat pengelompokan makhluk hidup adalah:

- Memudahkan kita dalam mempelajari makhluk hidup yang sangat beraneka ragam
- Mengetahui hubungan kekerabatan antara makhluk hidup satu dengan yang lain
- Mengetahui hubungan kekerabatan antar makhluk hidup
- Memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya.

B. Sistem Tata nama makhluk hidup

Sistem Binomial Nomenklatur (Tatanama Ganda) adalah metode standar yang digunakan secara internasional untuk menamai spesies makhluk hidup. Sistem ini diperkenalkan oleh seorang ahli botani Swedia, Carolus Linnaeus, pada abad ke-18. Tujuannya adalah untuk menciptakan satu nama ilmiah yang unik dan diakui secara universal untuk setiap spesies, menggantikan nama lokal yang beragam dan membingungkan.

Setiap nama ilmiah spesies terdiri dari dua kata (binomen) dalam bahasa Latin atau dilatinkan, yaitu:

1. Kata Pertama: Menunjukkan nama Genus (marga).
2. Kata Kedua: Sebagai petunjuk nama Spesies/Julukan Spesies (epitet spesifik).

Sistem ini memiliki aturan penulisan baku yang wajib diikuti, antara lain:

- Huruf Kapital: Kata pertama (Genus) harus diawali dengan huruf kapital.
- Huruf Kecil: Kata kedua (penunjuk Spesies/Julukan) harus ditulis seluruhnya dengan huruf kecil.
- Garis Bawah atau Cetak Miring: Nama ilmiah harus ditulis dengan cara yang membedakannya dari teks lain, yaitu dengan dicetak miring (*italics*) atau digarisbawahi (jika ditulis tangan atau diketik biasa).
 - Contoh ditulis miring: *Oryza sativa* (Padi)
 - Contoh digaris bawah: Oryza sativa
- Bahasa Latin: Nama ilmiah menggunakan bahasa Latin karena bahasa tersebut bersifat universal dan tidak berubah (mati).
- Nama Penemu (Otoritas): Nama ilmiah terkadang diikuti oleh singkatan nama penemu pertama (otoritas) tanpa dicetak miring, contoh: *Homo sapiens* L. (L. merujuk pada Linnaeus).

Carolus Linnaeus membuat urutan takson pada makhluk hidup berdasarkan atas persamaan ciri yang paling umum. Kemudian makin ke bawah persamaan ciri semakin khusus dan perbedaan ciri semakin sedikit. Berikut ini adalah urutan takson pada makhluk hidup.

Bahasa Latin	Bahasa Indonesia	Bahasa Inggris
Regnum	Dunia / Kerajaan	Kingdom
Divisio / Phylum	Divisi / Filum	Division / Phylum
Classis	Kelas	Class
Ordo	Bangsa	Order
Familia	Suku	Family
Genus	Marga	Genus
Species	Jenis	Species

Urutan takson pada makhluk hidup.

Aktivitas Murid

Fase 1: Identifikasi Masalah dan Fondasi Konseptual (Etnobotani & Agama)

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
1.	Orientasi Masalah dan Al Quran	Murid membaca studi kasus kerancuan taksonomi tumbuhan obat. Kemudian, mereka mengulang kembali kesimpulan dari QS Yasin dan QS An Nur sebagai prinsip ilahi bahwa makhluk hidup diciptakan berpasangan dan berkelompok berdasarkan ciri khas.	Membangun kesadaran bahwa klasifikasi (pengelompokan) adalah sunnatullah (hukum alam), memotivasi pencarian sistem yang paling akurat.
2.	Pemahaman Nomenklatur Lokal vs. Ilmiah	Murid meninjau kembali aturan Binomial Nomenklatur Linnaeus (genus, spesies) dan membandingkannya dengan sistem penamaan lokal yang tidak baku (misalnya, banyak nama untuk satu tumbuhan, atau satu nama untuk banyak tumbuhan).	Mengidentifikasi sumber kerancuan utama: tidak adanya nama tunggal, universal, dan stabil.
3.	Studi Kasus Etnobotani (Simulasi)	Murid memilih satu tumbuhan obat endemik populer (misalnya, kunyit, jahe, atau pasak bumi). Mereka mensimulasikan wawancara etnobotani untuk mencatat nama lokal di 3-5 daerah berbeda dan mengidentifikasi bagian mana (akar, daun, batang) yang digunakan.	Menentukan variabilitas nama dan fungsi tradisional, sebagai langkah awal sebelum verifikasi ilmiah.

Fase 2: Penyelidikan Ilmiah (Morfologi & Molekuler)

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
4.	Verifikasi Morfologi (Taksonomi Klasik)	Berdasarkan nama-nama lokal yang terkumpul (Langkah 3), siswa mencari dan menganalisis gambar atau deskripsi morfologi kunci (bunga, buah, struktur daun) dari tumbuhan yang diduga sama. Mereka membuat Tabel Komparasi Ciri untuk mencari perbedaan atau kesamaan yang tersembunyi.	Memanfaatkan prinsip pengelompokan Linnaeus (morfologi) untuk melihat apakah klasifikasi lokal sejalan dengan klasifikasi ilmiah.
5.	Verifikasi Molekuler (DNA Barcoding - Simulasi)	Murid memahami konsep DNA Barcoding sebagai cara modern untuk mengelompokkan berdasarkan genetik (menghindari masalah <i>Cryptic Species</i>). Siswa memformulasikan hipotesis: "Jika tumbuhan dari dua lokasi memiliki nama lokal berbeda tetapi morfologi mirip, maka DNA Barcoding akan mengkonfirmasi apakah mereka spesies yang sama atau berbeda."	Memahami bahwa klasifikasi modern membutuhkan bukti genetik untuk menyelesaikan kerancuan yang tidak terpecahkan oleh morfologi.
6.	Analisis Kemo taksonomi (Standarisasi)	Murid meneliti secara singkat (simulasi browsing) peran analisis fitokimia (kemotaksonomi) dalam standarisasi obat. Mereka menyimpulkan bahwa meskipun nama dan morfologi sama, perbedaan kandungan senyawa aktif (metabolit sekunder) membutuhkan pengelompokan lebih lanjut di bawah tingkat spesies (chemotype).	Menghubungkan akurasi klasifikasi dengan tujuan akhir: keamanan, kualitas, dan efikasi produk obat.

Fase 3: Sintesis, Solusi, dan Implementasi Moral

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
7.	Merumuskan Solusi Taksonomi Terpadu	Murid menyusun solusi berbasis tiga pilar: Etnobotani (mendokumentasikan nama lokal), Morfologi (deskripsi detail), dan Molekuler (konfirmasi genetik). Mereka menciptakan satu template identifikasi spesies yang ideal.	Mengembangkan solusi komprehensif untuk menciptakan Klasifikasi yang Seragam dan ilmiah.
8.	Penerapan Moral Ihsan dalam Konservasi	Murid merenungkan Surah An Nur (Allah menciptakan beraneka ragam cara bergerak) dan mengaitkannya dengan moral Islam: Berbuat Ihsan (terbaik) dalam pemanfaatan keanekaragaman hayati. Mereka menyimpulkan: "Klasifikasi yang akurat adalah bentuk Ihsan karena memastikan pemanfaatan yang berkelanjutan dan adil."	Mengintegrasikan hasil ilmiah dengan moral Islam: Akurasi ilmiah adalah prasyarat untuk pemanfaatan yang etis dan bertanggung jawab.
9.	Presentasi Rekomendasi	Murid mempresentasikan temuan kerancuan (Langkah 3 & 4) dan solusi terpadu (Langkah 7) dalam bentuk laporan ilmiah sederhana atau policy brief kepada pemerintah daerah (simulasi).	Melatih keterampilan komunikasi ilmiah dan advokasi berbasis data.

Ayo Muhasabah

Refleksikan pembelajaran hari ini dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Jelaskan bagaimana prinsip klasifikasi yang terintegrasi Al Quran membantu manusia memahami keragaman makhluk hidup di sekitar kita.
2. Apakah ilmu ini kini terasa lebih bermakna sebagai jalan untuk mengenal Sang Pencipta, dan bukan hanya sekadar hafalan materi?
3. Nilai etika dan moral apa yang kamu peroleh dari materi ini dan bagaimana kamu dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari!

“Akurasi dalam pengelompokan makhluk hidup (taksonomi) bukan sekadar tugas ilmiah, melainkan perwujudan dari Amanah (tanggung jawab) dan Itqan (ketelitian) dalam menjaga dan memanfaatkan ciptaan Allah untuk mencapai Maslahah (kebaikan) bagi umat.”

Masalah Kontekstual

Kerancuan dan Keterbatasan Kunci Determinasi Lokal

Murid SMA Kelas X sering kali diminta membuat kunci determinasi untuk mengelompokkan koleksi spesimen lokal (misalnya, daun, serangga, atau hewan di sekitar sekolah). Masalah muncul ketika spesimen yang dikumpulkan memiliki variasi yang sangat tinggi atau ketika ciri-ciri pembeda utama tidak jelas.

Deskripsi Masalah

Masalah utama adalah Kunci Determinasi yang Tidak Konsisten dan Tidak Dapat Diperluas (*Non-Scalable*) karena:

1. Penggunaan Ciri yang Ambigu (Subyektif): Siswa sering menggunakan ciri-ciri kualitatif yang sulit diukur, seperti "daunnya besar" atau "warna cerah." Ciri ini bersifat subyektif dan tidak konsisten, sehingga orang lain yang menggunakan kunci yang sama bisa mendapatkan hasil identifikasi yang berbeda.
2. Keterbatasan Ciri Morfologi: Untuk spesies yang sangat mirip (seperti pada masalah spesies kriptik yang dibahas sebelumnya), hanya mengandalkan ciri morfologi luar (yang menjadi dasar kunci determinasi dikotomis) tidak cukup. Kunci determinasi siswa gagal membedakan antarspesies yang kerabat dekat.
3. Tidak Mencakup Variasi Intraspesifik: Kunci determinasi buatan siswa sering mengabaikan variasi alami dalam satu spesies (misalnya, bentuk daun yang berbeda antara tanaman muda dan dewasa). Kunci tersebut hanya berfungsi untuk spesimen spesifik yang dikumpulkan, bukan untuk spesies secara umum.

Contoh Kasus: Siswa membuat kunci determinasi untuk mengelompokkan 10 jenis tumbuhan lokal. Mereka menggunakan ciri "berbulu" vs. "tidak berbulu" pada batang. Namun, salah satu tanaman memiliki bulu yang sangat halus dan hanya terlihat saat tanaman masih muda. Siswa A mengelompokkannya sebagai "tidak berbulu," sementara Siswa B mengelompokkannya sebagai "berbulu," menyebabkan kesalahan identifikasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, buatlah kunci determinasi untuk mengelompokkan koleksi spesimen lokal (misalnya, daun, serangga, atau hewan di sekitar sekolah).

Selanjutnya identifikasi apakah kunci determinasi yang dibuat murid tersebut bermasalah dan tidak efektif, lakukan pengujian validitas dan konsistensi untuk membuktikannya.

Eksplorasi Konten

Kunci Determinasi

Kunci determinasi adalah kunci yang digunakan untuk menentukan filum, kelas, ordo, maupun spesies. Dasar yang digunakan dalam kunci determinasi adalah identifikasi dari makhluk hidup dengan menggunakan kunci dikotom. Kunci dikotom merupakan perangkat kunci determinasi. Hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan kunci dikotomis adalah:

1. Kunci harus dikotom
2. Kata pertama dari tiap pernyataan dalam 1 kuplet harus identik
3. Kedua pilihan/bagian dari kuplet harus kontradiktif, sehingga satu bagian bisa diterima dan yang lain ditolak
4. Hindari pemakaian kisaran yang tumpang tindih atau hal-hal yang bersifat relative dalam kuplet, contoh: panjang daun 4-8 cm, daun besar/kecil.
5. Kuplet memuat pernyataan yang positif, contoh: letak daun berhadapan, dalam lingkaran. Bukan: letak daun tidak berhadapan
6. Gunakan sifat-sifat yang bisa diamati, misalnya dari sifat vegetatif yang mudah diamati
7. Pernyataan dari dua kuplet yang berurutan jangan dimulai dengan kata yang sama
8. Setiap kuplet diberi nomor
9. Buat kalimat-kalimat pernyataan yang pendek

Kunci determinasi adalah alat ilmiah yang bekerja berdasarkan prinsip taksonomi (pengelompokan) dengan memisahkan makhluk hidup secara bertahap berdasarkan ciri-ciri yang spesifik. Dalam perspektif Islam, konsep dasar di balik kunci determinasi yaitu pengelompokan dan pemisahan sistematis, sejalan dengan beberapa ajaran fundamental:

1. Prinsip Penciptaan yang Berkelompok dan Berpasangan (Sistematis)

Konsep kunci determinasi, di mana segala sesuatu dipisahkan menjadi dua pilihan kontradiktif (dikotomi), selaras dengan prinsip penciptaan dalam Al Quran:

- Penciptaan Berpasangan: Allah SWT berfirman dalam Surah Yasin, "Maha Suci (Allah) yang telah menciptakan semuanya berpasang-pasangan..." Kunci determinasi, dengan pemisahan biner (dikotomi—misalnya, "memiliki tulang belakang" vs. "tidak memiliki tulang belakang"), mencerminkan prinsip penciptaan berpasangan ini di mana segala sesuatu memiliki kontradiksi atau pasangan yang membedakannya.
- Pengelompokan Berdasarkan Ciri: Dalam Surah An Nur, Allah menyebutkan pengelompokan hewan berdasarkan cara bergerak ("berjalan di atas perutnya," "berjalan dengan dua kaki," dan "berjalan dengan empat kaki"). Hal ini menggarisbawahi bahwa penciptaan Allah sudah mengandung ciri-ciri pembeda yang fundamental, yang menjadi dasar ilmiah pembuatan kunci determinasi.

2. Ilmu Pengetahuan sebagai Bentuk Ketaatan (Tafakkur)

Penggunaan kunci determinasi adalah bagian dari proses ilmiah untuk memahami keteraturan alam semesta. Dalam Islam, memahami keteraturan alam adalah salah satu bentuk ibadah (Tafakkur—merenungkan ciptaan Allah):

- Mencari Keteraturan (Itqan): Kunci determinasi membantu mengungkap keteraturan (Itqan) dalam penciptaan. Prinsip ilmiah Linnaeus adalah cara manusia meniru dan mendokumentasikan sistem yang telah ditetapkan oleh Sang Pencipta.
- Amanah Intelektual: Melakukan identifikasi dengan teliti menggunakan kunci determinasi adalah perwujudan amanah intelektual. Jika kunci determinasi tidak akurat (misalnya karena menggunakan ciri ambigu), hal itu dapat menyebabkan kerancuan taksonomi dan berpotensi merugikan upaya konservasi atau pemanfaatan (seperti pada kasus tumbuhan obat), yang bertentangan dengan prinsip maslahat (kebaikan umum).

Aktivitas Murid

Fase 1: Pembuatan Kunci Determinasi (Prinsip Linnaeus)

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
1.	Pengumpulan Spesimen & Ciri Kuantitatif	Murid mengumpulkan 5–8 spesimen makhluk hidup lokal (daun/serangga/hewan) di sekitar sekolah. Mereka diinstruksikan untuk mendokumentasikan ciri-ciri secara kuantitatif (terukur), bukan subyektif.	Memastikan data dasar yang akurat dan menghindari ambiguitas dalam taksonomi Linnaeus.
2.	Perumusan Kopula Dikotomi	Murid mulai merumuskan kunci determinasi dikotomis (berpasangan) untuk memisahkan spesimen menjadi dua kelompok kontras di setiap langkah. Siswa harus memastikan setiap pasang (kopula) adalah ciri yang saling bertentangan (misalnya, 'berakar serabut' vs. 'berakar tunggang').	Melatih penerapan prinsip dikotomi (penciptaan berpasangan) sebagai fondasi kunci determinasi.
3.	Finalisasi Kunci	Murid menyelesaikan kunci determinasi dikotomis hingga setiap spesimen teridentifikasi pada jalur unik, mengikuti aturan penulisan yang baku.	Menghasilkan produk kunci determinasi formal yang siap diuji.

Fase 2: Uji Validitas dan Konsistensi (Identifikasi Masalah Kontekstual)

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
4.	Uji Coba Silang (Mengidentifikasi Inkonsistensi)	Murid A menggunakan kunci yang dibuat oleh Murid B untuk mengidentifikasi spesimen yang sama yang digunakan oleh Kelompok B sebelumnya. Siswa B (pembuat kunci) mencatat apakah proses identifikasi Siswa A menghasilkan nama yang berbeda.	Mengidentifikasi inkonsistensi dan ambiguitas dalam kunci (misalnya, ciri 'berbulu' vs. 'berbulu halus' dianggap ambigu).
5.	Uji Ekstensibilitas (Menguji Keterbatasan)	Murid memasukkan satu spesimen baru yang tidak termasuk dalam koleksi awal, tetapi merupakan kerabat dekat. Siswa menguji apakah kunci determinasi mereka dapat mengakomodasi spesimen baru ini tanpa memerlukan modifikasi total.	Menguji efektivitas dan batas skala kunci. Kunci yang efektif harus mampu diperluas (tidak terlalu spesifik).
6.	Klasifikasi Masalah	Murid mengelompokkan temuan masalah kunci mereka: a) Masalah Bahasa/Ambiguitas (misalnya, terlalu subyektif); b) Masalah Struktur (tidak dikotomi sempurna); c) Masalah Keterbatasan Morfologi (gagal membedakan kerabat dekat).	Menganalisis akar masalah dan bukan hanya gejalanya.

Fase 3: Integrasi dengan Perspektif Al Quran dan Kesimpulan Moral

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
7.	Refleksi Prinsip Penciptaan	Murid menghubungkan prinsip dikotomi dalam kunci determinasi dengan firman Allah dalam QS Yasin (penciptaan berpasangan). Siswa merenungkan: "Jika alam sudah diciptakan dengan sistem yang jelas (berpasangan), mengapa kunci kita masih gagal?"	Mengintegrasikan prinsip keagamaan (Sunnatullah) sebagai landasan filosofis ilmu.
8.	Penerapan Moral Itqan dan Amanah	Murid menyimpulkan bahwa kegagalan kunci mereka (inkonsistensi dan ambiguitas) terjadi karena kurangnya ketelitian (Itqan) dalam memilih ciri kuantitatif dan mengabaikan amanah untuk mendokumentasikan ciptaan Allah secara benar.	Menerapkan moralitas Islam sebagai standar kualitas ilmiah.
9.	Perumusan Kunci Determinasi Final	Murid merevisi kunci determinasi mereka berdasarkan hasil uji coba silang (langkah 4), mengganti ciri ambigu dengan ciri kuantitatif yang jelas, sebagai bukti menjalankan prinsip Itqan.	Menghasilkan solusi konkret dan berkualitas tinggi.

Ayo Muhasabah

Refleksikan pembelajaran hari ini dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Renungkan kembali bagaimana ajaran Al Quran memberikan dasar pengelompokan makhluk hidup melalui pengamatan ciri fisik dan cara bergerak.
2. Bagaimana pemahaman ini mempengaruhi cara kita melihat keteraturan ciptaan dan kaitannya dengan ilmu pengetahuan modern?
3. Jelaskan manfaat belajar mengaitkan ilmu pengetahuan dengan nilai-nilai agama serta refleksikan bagaimana sikap dan pemahamanmu terhadap makhluk hidup dan lingkungan sekitar dapat bertambah setelah diskusi ini.

"Akurasi dalam kunci determinasi adalah pelajaran moral bahwa ketelitian (Itqan) adalah kunci untuk memahami keajaiban ciptaan Allah. Dengan bersikap teliti dalam ilmu pengetahuan, kita telah menjalankan Amanah untuk mendokumentasikan keanekaragaman hayati secara benar dan berkontribusi pada kebaikan umum (Maslahah)."

Rangkuman

[Pengelompokan Mahkluk Hidup]

Klasifikasi makhluk hidup adalah cara sistematis untuk mengelompokkan organisme berdasarkan ciri-ciri tertentu dan hubungan kekerabatan. Sistem klasifikasi terus berkembang dari 2 kingdom hingga 3 domain dan 6 kingdom, yang memberikan pemahaman lebih detail mengenai keanekaragaman makhluk hidup. Dengan pengetahuan ini, kita dapat mengidentifikasi, mempelajari, dan melestarikan makhluk hidup dengan lebih efektif.

Klasifikasi makhluk hidup secara modern menegaskan bahwa klasifikasi tidak hanya didasarkan pada ciri morfologi, tetapi juga melibatkan analisis genetika dan hubungan evolusioner antar organisme. Sistem klasifikasi modern yang menggabungkan data genetik, morfologi, dan ekologi ini memungkinkan pengelompokan makhluk hidup berdasarkan kekerabatan filogenetik yang lebih akurat. Dengan metode ini, makhluk hidup dikelompokkan ke dalam domain dan kingdom yang mencerminkan perbedaan mendasar pada tingkat sel dan genetik, seperti domain Bacteria, Archaea, dan Eukarya.

Latihan (Berpikir Kritis)

[Pengelompokan Mahkluk Hidup]

1. Jelaskan mengapa sistem Binomial Nomenklatur Linnaeus (yang menamai spesies hanya dengan dua kata: Genus dan spesies) dianggap sebagai solusi yang memenuhi prinsip Keadilan Ilmiah dan Universalitas dibandingkan dengan penamaan lokal yang ambigu. Kaitkan jawaban Anda dengan kegunaan nama ilmiah di tingkat global.
2. Jelaskan mengapa kunci determinasi dikotomis tradisional yang hanya mengandalkan ciri morfologi sering gagal mendeteksi adanya spesies kriptik! Solusi taksonomi modern apa yang harus digunakan (minimal sebutkan satu) untuk memecahkan dilema ini? Jelaskan bagaimana solusi tersebut memenuhi prinsip pengelompokan berdasarkan kekerabatan sejati.

Asesmen Formatif

[Pemahaman Murid dalam Mengeksplor Al Quran]

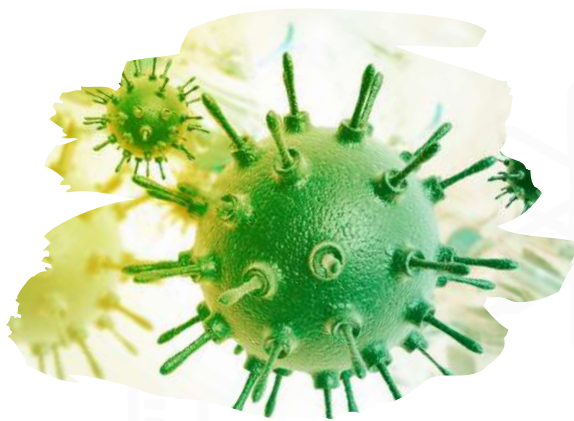
Tujuan: Menilai tingkat pemahaman murid dalam mengkaji dan mengeksplorasi ayat Al Quran yang terkait dengan keanekaragaman hayati serta mengaitkannya dengan konsep biologi

Kriteria Penilaian	3 - Sangat Baik	2 - Baik	1 - Perlu Perbaikan
Pemahaman Isi Ayat	Menjelaskan makna ayat dengan tepat, mendalam, dan kontekstual	Menjelaskan makna ayat secara benar namun kurang lengkap	Kurang tepat atau kurang memahami isi ayat
Hubungan dengan Klasifikasi	Mampu mengaitkan ayat dengan konsep klasifikasi makhluk hidup secara jelas dan logis	Mengaitkan ayat dengan konsep klasifikasi namun penjelasan kurang detail	Sulit mengaitkan ayat dengan konsep klasifikasi makhluk hidup
Analisis Kritis	Memberikan analisis yang kritis dan reflektif terhadap makna ayat dalam konteks ilmu biologi	Analisis terbatas, belum mendalam atau reflektif	Tidak ada atau analisis yang kurang relevan
Presentasi dan Argumentasi	Menyampaikan hasil eksplorasi dengan runtut, jelas, dan meyakinkan	Penyampaian cukup jelas tetapi kurang sistematis	Penyampaian kurang jelas dan tidak meyakinkan
Sikap dan Keterlibatan	Aktif bertanya dan berdiskusi, menunjukkan rasa ingin tahu tinggi	Cukup aktif dalam diskusi dan tugas	Pasif atau kurang menunjukkan antusiasme

Petunjuk Penggunaan

- Nilai setiap kriteria dengan skor 1–3.
- Berikan umpan balik kualitatif untuk memperkuat pemahaman peserta didik.
- Gunakan rubrik ini untuk asesmen formatif selama atau setelah kegiatan eksplorasi ayat.





BAB 3

VIRUS DAN PERANANNYA

3.1 Karakteristik Virus

3.2 Reproduksi Virus

3.3 Peran Virus

3.4 Cara Mencegah Penyebaran
Virus

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, murid diharapkan dapat:

1. Menumbuhkan kesadaran akan kebesaran Allah SWT melalui keterkaitan virus dan peranannya yang menunjukkan kekuasaan dan kebijaksanaan-Nya dalam menciptakan makhluk hidup dengan ukuran yang sangat kecil, sebagaimana firman Allah SWT dalam Al Quran Surah Al Qamar 49.
2. Menjelaskan karakteristik utama virus, meliputi ukuran, struktur (asam nukleat, kapsid, dan selubung/amplop), dan sifatnya sebagai partikel aseluler (peralihan benda mati dan makhluk hidup) dengan tepat.
3. Membedakan tahapan-tahapan utama dalam siklus litik dan siklus lisogenik secara sistematis.
4. Menganalisis peran virus dalam kehidupan, baik yang menguntungkan (misalnya dalam rekayasa genetika, produksi vaksin) maupun yang merugikan (penyebab penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan).
5. Mengkomunikasikan hasil evaluasi dan refleksi solusi-solusi pencegahan penyebaran virus tertentu
6. Merefleksikan nilai-nilai tauhid dan moral dalam memahami konsep virus dan peranannya, bahwa setiap ciptaanNya memiliki ukuran dan peran yang beragam sehingga selayaknya manusia selalu bersyukur dengan senantiasa berperilaku positif dalam memanfaatkan setiap ciptaan Allah SWT.



Abu Bakar Al-Razi (Rhazes) (865–925 M)

Kontribusi utama Al-Razi yang relevan dengan peran virus adalah kemampuannya untuk membedakan dan mendeskripsikan secara klinis penyakit menular, serta meletakkan dasar untuk pengendaliannya.



Cendekiawan Muslim

Karya Al-Razi yang paling terkenal dalam konteks ini adalah "Kitab Al-Judari wal-Hasbah" (Buku tentang Cacar dan Campak).

- Pencapaian: Al-Razi adalah dokter pertama di dunia yang secara akurat membedakan dua penyakit menular yang sangat umum dan mematikan pada masa itu: cacar (smallpox, disebabkan oleh Variola virus) dan campak (measles, disebabkan oleh Morbillivirus).
- Signifikansi: Sebelum karyanya, kedua penyakit ini seringkali dianggap sebagai satu penyakit yang sama. Dengan membedakan gejala, periode inkubasi, dan prognosis (perkiraan hasil penyakit), Al-Razi menunjukkan bahwa ada agen penular yang berbeda yang bertanggung jawab atas setiap penyakit, sebuah konsep mendasar dalam mikrobiologi dan virologi.
- Studi tentang Penularan: Ia mengamati bahwa penyakit ini hanya menyerang seseorang sekali seumur hidup, menunjukkan bahwa tubuh mengembangkan kekebalan (imunitas) setelah infeksi sebuah ciri khas infeksi virus.

Pengantar

[Virus dalam Perspektif Al Quran]

Virus adalah partikel biologis yang sangat kecil dan unik karena tidak dapat dikategorikan sebagai makhluk hidup sejati dalam pengertian tradisional. Mereka berbeda dengan bakteri, fungi, dan organisme lainnya karena tidak memiliki struktur seluler lengkap dan tidak dapat berkembang biak atau melakukan metabolisme sendiri. Virus hanya dapat berkembang biak di dalam sel hidup makhluk lain, yang disebut sebagai inang.

Hal ini dijelaskan dalam Al Quran Surah Al Qamar [54]: 49

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: *"Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran."*

Ayat ini menegaskan bahwa ukuran yang sangat kecil dan spesifik (seperti ukuran nanometer virus) adalah bagian dari perencanaan ilahi yang sempurna (qadar), menunjukkan bahwa keteraturan dan presisi Tuhan mencakup segala dimensi, bahkan di tingkat sub-mikroskopis.

Selanjutnya dalam surah Al Baqarah Ayat 26 juga dijelaskan terkait ukuran virus.

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ
آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا
أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا
الْفَاسِقِينَ

Artinya: *"Sesungguhnya Allah tidak segan membuat perumpamaan seekor nyamuk atau yang lebih kecil daripada itu. Adapun orang-orang yang beriman mengetahui bahwa itu kebenaran dari Tuhannya. Akan tetapi, orang-orang kafir berkata, "Apa maksud Allah dengan perumpamaan ini?" Dengan (perumpamaan) itu banyak orang yang disesatkan-Nya. Dengan itu pula banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. Namun, tidak ada yang Dia sesatkan dengan (perumpamaan) itu, selain orang-orang fasik."*

Berdasarkan isi surat tersebut, nyamuk adalah hewan yang ukurannya sudah sangat kecil, tetapi masih dapat dilihat dengan mata telanjang. pernyataan "Yang lebih kecil daripada itu" (Fama Fawqahā), dalam tafsir literal klasik, frasa ini sering diartikan sebagai "yang lebih besar" atau "yang di atasnya" (misalnya, kutu yang menempel di nyamuk). Namun, dalam interpretasi modern (Tafsir Ilmi), frasa ini juga dipandang sebagai isyarat tentang keberadaan makhluk yang lebih kecil dan lebih sederhana secara struktur daripada nyamuk yaitu mikroorganisme yang dalam hal ini termasuk Virus. dari ayat ini kita dapat memahami adanya spektrum kehidupan yang meluas dari yang besar hingga yang tak terlihat (mikroorganisme dan virus), yang semuanya diciptakan dengan sempurna dan dijadikan sebagai bukti nyata kebesaran Allah.

Meskipun virus memiliki ukuran yang sangat kecil (nanometer), namun virus hidup sebagai parasit obligat yang dapat menyebabkan penyakit pada inangnya. Hal ini sesuai firman Allah SWT dalam Surah Al A'raf [7]:133 dan Surah Al Baqarah ayat [2]: 249

فَارْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الطُّوفَانَ وَالْجَرَادَ وَالْقُمَّلَ وَالضَّفَادِعَ وَالدَّمَ آيَاتٍ
مُّفَصَّلَاتٍ فَاسْتَكْبَرُوا وَكَانُوا قَوْمًا مُّجْرِمِينَ

Artinya: “Maka, Kami kirimkan kepada mereka (siksa berupa) banjir besar, belalang, kutu, katak, dan darah (air minum berubah menjadi darah) sebagai bukti-bukti yang jelas dan terperinci. Akan tetapi, mereka tetap menyombongkan diri dan mereka adalah kaum pendurhaka.”

Al Quran Surah Al Baqarah ayat [2]: 249

فَلَمَّا فَصَلَ طَالُوتُ بِالْجُنُودِ قَالَ إِنَّ اللَّهَ مُبْتَلِيكُمْ بِنَهَرٍ فَمَنْ شَرِبَ مِنْهُ
فَلَيْسَ مِنِّي وَمَنْ لَمْ يَطْعَمْهُ فَإِنَّهُ مِنِّي إِلَّا مَنِ اغْتَرَفَ غُرْفَةً بِيَدِهِ
فَشَرِبُوا مِنْهُ إِلَّا قَلِيلًا مِّنْهُمْ فَلَمَّا جَاوَزَهُ هُوَ وَالَّذِينَ آمَنُوا مَعَهُ قَالُوا لَا
طَاقَةَ لَنَا الْيَوْمَ بِجَالُوتَ وَجُنُودِهِ قَالَ الَّذِينَ يَظُنُّونَ أَنَّهُمْ مُّلِّقُوا اللَّهَ كَمْ
مِّنْ فِئَةٍ قَلِيلَةٍ غَلَبَتْ فِئَةً كَثِيرَةً بِإِذْنِ اللَّهِ وَاللَّهُ مَعَ الصَّابِرِينَ

Artinya “Maka, ketika Talut keluar membawa bala tentara(-nya), dia berkata, “Sesungguhnya Allah akan mengujimu dengan sebuah sungai. Maka, siapa yang meminum (airnya), sesungguhnya dia tidak termasuk (golongan)-ku. Siapa yang tidak meminumnya, sesungguhnya dia termasuk (golongan)-ku kecuali menciduk seciduk dengan tangan.” Akan tetapi, mereka meminumnya kecuali sebagian kecil di antara mereka. Ketika dia (Talut) dan orang-orang yang beriman bersamanya menyeberangi sungai itu, mereka berkata, “Kami tidak kuat lagi pada hari ini melawan Jalut dan bala tentaranya.” Mereka yang meyakini bahwa mereka akan menemui Allah berkata, “Betapa banyak kelompok kecil mengalahkan kelompok besar dengan izin Allah.” Allah bersama orang-orang yang sabar.”

Pada Surah Al Baqarah ayat 249 tersebut digambarkan tentang pasukan Talut meminum air yang dilarang untuk meminumnya, akhirnya mereka jatuh sakit. Ini menjadi indikasi bahwa di dalam air ada hal yang dapat menjadi sumber penyakit, bisa jadi itu virus atau bakteri.

Selain itu terdapat makna moral lain yang dapat dipetik dari surat Al Baqarah tersebut. Ujian hidup memisahkan yang lemah dari yang kuat, dan kemenangan bukan ditentukan oleh jumlah semata, melainkan oleh kualitas, kesabaran, dan izin Tuhan. Dalam biologi, virus menjalankan peran sebagai penguji yang sama terhadap sistem kehidupan, memaksa sel inang dan spesies untuk memperkuat mekanisme pertahanan dan adaptasi mereka.

Al Quran Surah Yunus [10]: 61

وَمَا تَكُونُ فِي شَأْنٍ وَمَا تَتْلُوا مِنْهُ مِنْ قُرْآنٍ وَلَا تَعْمَلُونَ مِنْ عَمَلٍ إِلَّا
كُنَّا عَلَيْكُمْ شُهُودًا إِذْ تُفِيضُونَ فِيهِ وَمَا يَعْزُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِثْقَالِ
ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي
كِتَابٍ مُبِينٍ

Artinya: "Engkau (Nabi Muhammad) tidak berada dalam suatu urusan, tidak membaca suatu ayat Al-Qur'an, dan tidak pula mengerjakan suatu pekerjaan, kecuali Kami menjadi saksi atasmu ketika kamu melakukannya. Tidak ada yang luput sedikit pun dari (pengetahuan) Tuhanmu, walaupun seberat zarah, baik di bumi maupun di langit. Tidak ada sesuatu yang lebih kecil dan yang lebih besar daripada itu, kecuali semua tercatat dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuz)."

Secara historis, kata zarah sering diartikan sebagai atom atau partikel terkecil yang bisa dibayangkan. Virus berukuran sekitar 20 hingga 300 nanometer, jauh lebih kecil daripada sel bakteri dan tentu saja tidak terlihat oleh mata telanjang. Bahkan, sebagian besar komponen seluler dan partikel sub-atom (subatomic particles) lebih kecil dari zarah yang dikenal pada masa lalu. Ayat ini secara filosofis mencakup keberadaan makhluk yang super-mikroskopis seperti virus. Keberadaan virus entitas biologis yang sangat kecil namun memiliki dampak global (pandemi) adalah bukti nyata bahwa tidak ada entitas biologis sekecil apapun yang tersembunyi dari pengetahuan Sang Pencipta.

Tahukah Kamu?

[Virus dalam Perspektif Al Quran]

1. Virus saat ini tidak hanya dilihat sebagai ancaman, tetapi sebagai agen biologis yang kuat dengan potensi tak terbatas untuk rekayasa genetik, pengobatan penyakit mematikan, dan menjaga keseimbangan ekosistem.
2. Penggunaan antibiotik yang berlebihan dan tidak tepat telah menyebabkan bakteri berevolusi menjadi Superbug (bakteri yang resisten terhadap hampir semua antibiotik). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyebut resistensi ini sebagai salah satu ancaman kesehatan publik terbesar. Terapi Fag adalah salah satu solusi mengatasi hal tersebut dengan penggunaan virus yang disebut Bakteriofag (atau Fag) untuk mengobati infeksi bakteri. Fag adalah virus yang secara alami hanya menginfeksi dan membunuh bakteri, bukan sel manusia atau hewan. Terapi Fag menawarkan harapan besar untuk mengobati infeksi yang saat ini dianggap tidak dapat disembuhkan, menjadikan virus sebagai agen penyembuh yang revolusioner.

Ayo Tadabbur

[Cara Mencegah Penyebaran Virus]

Masalah Kontekstual

Ancaman Virus pada Ketahanan Pangan Nasional

Indonesia adalah negara agraris dan maritim. Virus tidak hanya mengancam kesehatan manusia (seperti COVID-19), tetapi juga secara serius mengancam sektor ketahanan pangan nasional melalui penyakit yang menyerang tumbuhan dan hewan ternak/ikan.

Deskripsi Masalah

Masalah kontekstual yang utama adalah Kegagalan Identifikasi Cepat dan Pengendalian Virus Tanaman dan Hewan Ternak yang Endemik di Indonesia.

1. Ancaman pada Komoditas Ekspor: Virus seperti Foot and Mouth Disease (FMD) pada ternak sapi dan Virus Mozaik (misalnya Pepper Mild Mottling Virus pada cabai atau virus mozaik pada pisang) menyebabkan kerugian besar pada hasil panen, menurunkan kualitas produk, dan bahkan memicu larangan ekspor.

2. Kurangnya Diagnosis Cepat: Di daerah-daerah terpencil atau sentra pertanian/peternakan, seringkali terjadi keterlambatan diagnosis jenis virus penyebab penyakit. Diagnosis yang hanya mengandalkan gejala visual (morfologi) sering keliru, sehingga penanganan tidak tepat dan penyakit menyebar dengan cepat.
3. Resistensi dan Mutasi Lokal: Virus di Indonesia sering bermutasi dan menghasilkan varian lokal yang resisten terhadap vaksin atau strategi pengendalian yang sudah ada. Kurangnya monitoring genetik yang teratur membuat peneliti dan petani selalu tertinggal satu langkah di belakang penyebaran virus.
4. Dampak Ekonomi dan Sosial: Wabah virus pada ternak atau komoditas pangan dapat menyebabkan kelangkaan pasokan, lonjakan harga (inflasi), dan kemiskinan pada petani/peternak.

Berdasarkan permasalahan tersebut, identifikasi akar dan dampak dari masalah kegagalan pengendalian virus pada pangan, serta sajikan cara pencegahan penyebaran virus tersebut, dengan menggunakan pendekatan diagnostik dan epidemiologi serta integrasikan dengan isi ayat Al Quran yang mendukung.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dalam Surah Al Maidah Ayat 6 dijelaskan terkait cara pencegahan penyebaran virus melalui aktivitas berwudhuk yang dilakukan umat Islam sebelum shalat.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قُمْتُمْ إِلَى الصَّلَاةِ فَاغْسِلُوا وُجُوهَكُمْ وَأَيْدِيَكُمْ إِلَى الْمَرَافِقِ وَامْسَحُوا بِرُءُوسِكُمْ وَأَرْجُلَكُمْ إِلَى الْكَعْبَيْنِ وَإِنْ كُنْتُمْ جُنُبًا فَاطَّهَّرُوا وَإِنْ كُنْتُمْ مَرْضَىٰ أَوْ عَلَىٰ سَفَرٍ أَوْ جَاءَ أَحَدٌ مِنْكُمْ مِنَ الْغَائِطِ أَوْ لَمَسْتُمُ النِّسَاءَ فَلَمْ تَجِدُوا مَاءً فَتَيَمَّمُوا صَعِيدًا طَيِّبًا فَامْسَحُوا بِوُجُوهِكُمْ وَأَيْدِيكُمْ مِنْهُ مَا يُرِيدُ اللَّهُ لِيَجْعَلَ عَلَيْكُمْ مِنْ حَرَجٍ وَلَكِنْ يُرِيدُ لِيُطَهَّرَكُمْ وَلِيُتِمَّ نِعْمَتَهُ عَلَيْكُمْ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artinya: *"Wahai orang-orang yang beriman, apabila kamu berdiri hendak melaksanakan salat, maka basuhlah wajahmu dan tanganmu sampai ke siku serta usaplah kepalamu dan (basuh) kedua kakimu sampai kedua mata kaki. Jika kamu dalam keadaan junub, mandilah. Jika kamu sakit, dalam perjalanan, kembali dari tempat buang air (kakus), atau menyentuh perempuan, lalu tidak memperoleh air, bertayamumlah dengan debu yang baik (suci); usaplah wajahmu dan tanganmu dengan (debu) itu. Allah tidak ingin menjadikan bagimu sedikit pun kesulitan, tetapi Dia hendak membersihkan kamu dan menyempurnakan nikmat-Nya bagimu agar kamu bersyukur."*

Dalam perspektif biologi, Surah Al Maidah ayat 6 adalah bentuk tindakan preventif mekanik. Dengan rutin membasuh bagian tubuh yang terekspos dunia luar, kita memutus rantai transmisi virus sebelum mereka sempat masuk ke dalam sistem sistemik tubuh. Dalam biologi, virus membutuhkan inang yang kotor atau lingkungan yang mendukung untuk bertahan hidup. Dengan menjaga tubuh tetap dalam keadaan suci (thahir), kita secara tidak langsung melakukan sanitasi mandiri. Kesehatan adalah nikmat terbesar. Ayat ini menegaskan bahwa aturan bersuci bukan sekadar beban ritual, melainkan mekanisme perlindungan (preventif) agar manusia tetap sehat untuk beraktivitas.

Eksplorasi Konten

A. Pengertian Virus

Virus adalah partikel biologis yang sangat kecil, hanya bisa dilihat dengan mikroskop elektron. Virus bersifat parasit intraseluler obligat, artinya mereka hanya dapat hidup dan berkembang biak di dalam sel makhluk hidup lain. Virus tidak memiliki sel, sehingga mereka termasuk benda tak hidup yang memiliki materi genetik berupa DNA atau RNA yang dilindungi oleh kapsid protein.

B. Struktur Virus

Virus terdiri dari:

- Kepala, berisi materi genetik (DNA atau RNA).
- Kapsid, yaitu selubung protein yang melindungi materi genetik.
- Leher dan ekor, berfungsi melekatkan virus dan memasukkan materi genetik ke dalam sel inang.

C. Replikasi Virus

Virus tidak dapat bereproduksi sendiri dan memerlukan sel inang. Replikasi virus terbagi menjadi dua siklus utama:

- Daur Litik: Virus memasukkan materi genetik ke dalam sel, mereplikasi diri, lalu menyebabkan sel pecah dan melepaskan virus baru.
- Daur Lisogenik: Materi genetik virus menyatu dengan DNA sel inang dan bisa tetap dorman, baru aktif berkembang biak di waktu tertentu.



Gambar: Replikasi Virus Secara Litik dan Lisogenik

Sumber: <https://www.ruangguru.com/blog/replikasi-virus>

D. Peranan Virus dalam Kehidupan

Peranan virus dalam kehidupan antara lain:

- Virus dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti cacar, flu, COVID-19.
- Virus juga digunakan dalam bioteknologi dan penelitian, contohnya bakteriofag untuk melawan bakteri.

E. Pencegahan Penyebaran Virus

Cara pencegahan penyebaran virus antara lain:

- Menjaga kebersihan, seperti mencuci tangan dengan sabun dan hand sanitizer.
- Menggunakan masker di tempat umum.
- Vaksinasi untuk meningkatkan kekebalan.

Aktivitas Murid

Pengalaman Belajar: Memahami

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
1.	Eksplorasi Struktur Visual	Murid mengamati mikrograf elektron virus, mengidentifikasi bagian utama (kapsid, asam nukleat), dan menganalisis perbandingan ukuran	Skema Struktur Virus: Diagram berlabel dan deskripsi singkat tentang sifat aseluler
2.	Analisis Kasus Reproduksi	Murid mengkaji video animasi dan diagram alir untuk memahami dan membandingkan tahapan Siklus Litik (destruktif) vs. Siklus Lisogenik (integrasi/laten)	Tabel Perbandingan Siklus: Memuat perbedaan tahapan, hasil akhir, dan contoh virusnya
3.	Literature Review Terstruktur	Murid membaca artikel ilmiah populer tentang peran ganda virus (misalnya, HIV vs. terapi gen).	Peta Konsep Peran Virus: Memisahkan manfaat (rekayasa genetika, vaksin) dan kerugian (penyakit).

Pengalaman Belajar: Mengaplikasi

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
4.	Studi Kasus dan Analisis Data	Murid memilih satu penyakit virus endemik (misalnya, Dengue atau Influenza) dan menganalisis data epidemiologi (grafik kasus dari waktu ke waktu)	Laporan Analisis Data: Interpretasi grafik epidemiologi penyakit virus dan penarikan kesimpulan dampaknya
5.	Desain Solusi Bioteknologi	Murid membuat proposal singkat tentang bagaimana virus dapat dimanfaatkan sebagai vektor dalam terapi gen untuk penyakit tertentu (menerapkan konsep struktur dan reproduksi virus)	Sketsa Desain Vektor Virus: Proposal visual sederhana untuk penggunaan virus dalam rekayasa genetika
6.	Critical Evaluation Solusi	Murid mengevaluasi efektivitas solusi pencegahan penyebaran virus, menggunakan data tentang efikasi vaksin atau herd immunity.	Presentasi tentang evaluasi solusi pencegahan (didukung data).

Pengalaman Belajar: Merefleksi

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
7.	Refleksi Awal (Spiritual/Tauhid)	Setelah memahami ukuran dan kompleksitas virus, murid menuliskan refleksi bagaimana penciptaan yang sangat kecil ini (virus) menunjukkan kekuasaan dan kebijaksanaan Allah SWT, mengacu pada Q.S. Al Qamar ayat 49	Esai singkat tentang keagungan ciptaan Allah SWT melalui virus
8.	Refleksi Akhir (Moral/Syukur)	Murid membuat Kampanye Public Service Announcement (PSA) yang tidak hanya mengedukasi pencegahan (saintifik) tetapi juga menyampaikan pesan moral tentang syukur, disiplin, dan tanggung jawab dalam menjaga kesehatan diri dan lingkungan sebagai bentuk memanfaatkan ciptaan-Nya.	Video/Poster Kampanye PSA: Produk komunikasi yang persuasif, menggabungkan informasi saintifik dengan pesan moral/keagamaan

Ayo Muhasabah

Refleksikan pembelajaran hari ini dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Mengingat bahwa virus (sekecil apapun) adalah bagian dari ciptaan Allah SWT, bagaimana Anda merefleksikan peran virus dalam keseimbangan ekosistem (seperti Bakteriofag yang kita bahas)?
2. Ayat Al Quran berulang kali menekankan pentingnya kebersihan (thaharah). Bagaimana Anda menghubungkan perintah kebersihan spiritual dan fisik ini dengan langkah-langkah pencegahan penyebaran virus, seperti mencuci tangan dan menjaga sanitasi lingkungan? Sebutkan satu langkah kebersihan yang kini Anda lakukan dengan niat ibadah dan kesadaran ilmiah.

“Keberadaan virus mengajarkan kita bahwa ujian (patogen) selalu ada, dan keberhasilan menghadapinya bukan hanya masalah teknologi, tetapi tentang sejauh mana kita menjalankan Amanah dan Itqan dalam menjaga kehidupan. Menjadi siswa yang teliti, bertanggung jawab, dan bersih adalah kontribusi nyata pada ketahanan komunitas dan ketaatan kepada ajaran Islam.”

Rangkuman

[Virus dan Peranannya]

Virus adalah organisme mikroskopis yang tidak memiliki sel dan hanya dapat berkembang biak dalam sel makhluk hidup lain sebagai parasit obligat. Virus tersusun atas asam nukleat (DNA atau RNA) yang dilindungi oleh lapisan protein disebut kapsid. Virus memiliki berbagai bentuk dan ukuran, hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron. Klasifikasi virus didasarkan pada jenis asam nukleat, struktur, dan mekanisme replikasi. Virus dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan, serta memiliki peran penting dalam bioteknologi dan kesehatan.

Virus memiliki peran penting dalam ekosistem sebagai pengatur populasi mikroorganisme, terutama bakteri (bakteriofag), yang menjaga keseimbangan lingkungan. Virus juga berkontribusi pada evolusi melalui transfer genetik, membantu siklus nutrisi, serta dimanfaatkan dalam bidang kedokteran, pertanian (biopestisida), dan bioteknologi seperti pembuatan vaksin dan terapi gen. Meski ada dampak negatifnya, virus memiliki fungsi vital dalam dinamika kehidupan.

Latihan (Berpikir Kritis)

[Virus dan Peranannya]

1. Jelaskan mengapa ketergantungan mutlak virus terhadap sel inang untuk mereplikasi materi genetiknya (DNA atau RNA) membuktikan bahwa virus berada di luar sistem klasifikasi makhluk hidup (seperti klasifikasi lima kingdom).
2. Bagaimana konsep ketergantungan ini (parasit obligat intraseluler) dapat dihubungkan secara filosofis dengan kisah Surah Al Baqarah [2:249] yang menunjukkan bahwa kualitas (sel inang yang kuat/disiplin) lebih penting daripada kuantitas dalam bertahan dari ujian?
3. Dalam konteks pandemi atau wabah lokal (misalnya FMD pada ternak), mengapa program vaksinasi massal adalah perwujudan dari prinsip Masalah (kebaikan umum) yang lebih efektif daripada sekadar mengandalkan imunitas alami setiap individu?

Tujuan: Menilai tingkat pemahaman peserta didik dalam mengkaji dan mengeksplorasi ayat Al Quran yang terkait dengan virus dan peranannya serta mengaitkannya dengan konsep biologi

Kriteria Penilaian	3 - Sangat Baik	2 - Baik	1 - Perlu Perbaikan
Pemahaman Isi Ayat	Menjelaskan makna ayat dengan jelas, tepat, dan mendalam	Menjelaskan isi ayat secara umum, tetapi kurang detail	Menjelaskan isi ayat secara dangkal atau tidak tepat
Hubungan Ayat dengan Materi	Mengaitkan ayat dengan konsep virus secara tepat dan kreatif	Mengaitkan ayat dengan materi virus, tetapi kurang relevan	Sulit mengaitkan ayat dengan materi virus
Penggunaan Bahasa	Bahasa jelas, runtut, dan mudah dipahami	Bahasa cukup jelas, tetapi ada kalimat yang membingungkan	Bahasa kurang jelas dan sulit dipahami
Presentasi dan Argumentasi	Menyampaikan hasil eksplorasi dengan runtut, jelas, dan meyakinkan	Penyampaian cukup jelas tetapi kurang sistematis	Penyampaian kurang jelas dan tidak meyakinkan
Sikap dan Kesungguhan	Aktif berpartisipasi dalam diskusi, menunjukkan rasa ingin tahu dan kritis	Cukup aktif, tetapi kurang inisiatif	Pasif dan kurang antusias dalam kegiatan

Petunjuk Penggunaan

- Nilai setiap kriteria dengan skor 1–3.
- Berikan umpan balik kualitatif untuk memperkuat pemahaman peserta didik.
- Gunakan rubrik ini untuk asesmen formatif selama atau setelah kegiatan eksplorasi ayat.





BAB 4

BAKTERI DAN PERANANYA

- 4.1 Karakteristik Bakteri
- 4.2 Perbedaan Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif
- 4.3 Reproduksi Bakteri
- 4.4 Peran Bakteri
- 4.5 Cara Mencegah Penyebaran Bakteri

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, murid diharapkan dapat:

1. Menumbuhkan kesadaran akan kebesaran Allah SWT melalui keterkaitan bakteri dan peranannya yang menunjukkan kekuasaan dan kebijaksanaan-Nya dalam menciptakan makhluk hidup dengan ukuran yang tepat, sebagaimana firman Allah SWT dalam Al quran surah Al Furqan ayat 2.
2. Mengidentifikasi ciri-ciri utama bakteri sebagai organisme prokariotik (misalnya, tidak memiliki membran inti, uniseluler).
3. Membandingkan struktur dinding sel bakteri Gram positif (peptidoglikan tebal) dan bakteri Gram negatif (peptidoglikan tipis dengan membran luar).
4. Menjelaskan mekanisme reproduksi aseksual dan reproduksi seksual pada bakteri
5. Memahami peranan bakteri untuk memecahkan permasalahan kehidupan sehari-hari
6. Merefleksikan nilai-nilai tauhid dan moral dalam memahami konsep bakteri dan peranannya, bahwa setiap ciptaanNya memiliki ukuran yang tepat dengan peran yang beragam sehingga selayaknya manusia selalu bersyukur dengan senantiasa berperilaku positif dalam memanfaatkan setiap ciptaan Allah SWT.



1. Ibnu Sina (Avicenna) (980–1037 M)

Ibnu Sina adalah yang pertama secara eksplisit mendiskusikan keberadaan agen penyakit yang sangat kecil, sebuah konsep yang mendahului teori kuman (germ theory). Dalam karyanya "Al Qanun fi at-Tibb" (The Canon of



Cendekiawan Muslim

Medicine), Ibnu Sina mengemukakan bahwa penyakit dapat ditularkan melalui "partikel yang sangat kecil" (dust/dirt/contaminants) yang ada di udara, air, dan tanah, yang ukurannya terlalu kecil untuk dilihat mata. Agen-agen ini, yang mencakup bakteri, diyakini menjadi penyebab infeksi dan penyakit menular.

2. Abu Bakar Al Razi (Rhazes) (865–925 M)

Al-Razi memberikan kontribusi penting dalam aplikasi klinis dan pengendalian penyebaran penyakit menular, yang sering kali disebabkan oleh bakteri. Al Razi dikenal sebagai pionir dalam etika dan praktik kedokteran yang berfokus pada lingkungan. Ketika ia ditugaskan memilih lokasi untuk pembangunan rumah sakit di Baghdad, ia memilih tempat di mana potongan daging membusuk paling lambat. Ini menunjukkan pemahaman intuitif bahwa daerah dengan pembusukan minimal memiliki udara yang lebih bersih dan kemungkinan memiliki lebih sedikit "agen" (seperti bakteri) yang menyebabkan kerusakan atau penyakit.

Pengantar

[Bakteri dalam Perspektif Al Quran]

Bakteri adalah kelompok mikroorganisme yang merupakan salah satu bentuk kehidupan tertua dan paling dominan di Bumi. Mereka diklasifikasikan sebagai Prokariotik, yang berarti selnya tidak memiliki membran inti (nukleus). Sel bakteri hanya terdiri dari satu sel tunggal (uniseluler) dan berukuran sangat kecil, hanya dapat dilihat menggunakan mikroskop. Ciri khas struktural bakteri adalah adanya dinding sel yang terbuat dari peptidoglikan, yang berfungsi melindungi sel dan memberikan bentuk. Bentuk dasar bakteri yang paling umum adalah kokus (bulat), basil (batang), dan spiral. Untuk berkembang biak, bakteri menggunakan cara yang sangat efisien, yaitu pembelahan biner (membelah diri menjadi dua).

Meskipun ukurannya kecil, peranan bakteri sangat besar. Mereka berfungsi sebagai dekomposer alami yang penting untuk siklus nutrisi di lingkungan. Selain itu, banyak bakteri yang dimanfaatkan dalam industri pangan (misalnya produksi yogurt dan keju). Namun, perlu dicatat bahwa beberapa jenis bakteri juga bersifat patogen, yang dapat menyebabkan berbagai penyakit serius pada manusia dan makhluk hidup lainnya. Bakteri dapat ditemukan hampir di setiap lingkungan, menunjukkan kemampuan adaptasi yang luar biasa.

Dalam Al Quran Surah Al Anbiya [21]: 30 Allah telah berfirman:

أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا
وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi, keduanya, dahulu menyatu, kemudian Kami memisahkan keduanya dan Kami menjadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air? Maka, tidakkah mereka beriman?”

Ayat ini secara tidak langsung menjelaskan bahwa bakteri adalah organisme uniseluler (bersel tunggal) yang merupakan salah satu bentuk kehidupan pertama di Bumi. Semua proses metabolisme dan kelangsungan hidup bakteri sangat bergantung pada air. Ilmu Biologi modern, khususnya Astrobiologi, juga berhipotesis bahwa air adalah syarat utama munculnya kehidupan. Ayat ini secara universal menegaskan bahwa segala yang hidup, termasuk organisme mikroskopis seperti bakteri, memiliki ketergantungan esensial pada air sebagai medium atau asal penciptaannya.

Selanjutnya keberadaan dan ukuran sel bakteri yang sangat kecil (mikro) namun kompleks adalah bukti nyata dari penciptaan yang ditetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat oleh Pencipta seperti yang dijelaskan dalam Al Quran surah Al Furqan [25]: 2

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ
شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

Artinya: *“(Yaitu Zat) yang milik-Nyalah kerajaan langit dan bumi, Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada satu sekutu pun dalam kekuasaan-Nya. Dia telah menciptakan segala sesuatu, lalu menetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat.”*

Bakteri adalah contoh sempurna dari segala sesuatu yang diciptakan dengan ukuran yang ditetapkan dengan tepat (taqdīrā). Bakteri adalah organisme yang ukurannya sangat kecil (mikroskopis), biasanya berkisar antara 0,5 hingga 5 mikrometer. Ukuran yang sangat kecil ini (yang tidak terlihat oleh mata telanjang) merupakan ukuran yang ditetapkan untuk memungkinkannya menjalankan peran spesifiknya, seperti dekomposisi atau hidup simbiotik. Al Furqan ayat 2 menegaskan bahwa keberadaan dan ukuran sel bakteri yang sangat kecil (mikro) namun kompleks adalah bukti nyata dari penciptaan yang ditetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat oleh Pencipta.

Tahukah Kamu?

[Bakteri dalam Perspektif Al Quran]

Bakteri adalah fondasi ekosistem Bumi dan merupakan alat bioteknologi yang tak ternilai. Salah satu peran bakteri dalam tubuh manusia atau disebut dengan **Mikrobioma**, yaitu komunitas triliunan mikroorganisme (sebagian besar bakteri) yang hidup di usus dan bagian tubuh lainnya.

Dalam pengembangan sistem kekebalan tubuh Mikrobioma melatih sistem kekebalan tubuh sejak dini dan membantu membedakan antara patogen berbahaya dan zat yang tidak berbahaya. Sedangkan dalam aspek pencernaan dan nutrisi, Bakteri usus membantu memecah makanan yang tidak dapat dicerna oleh enzim manusia, seperti serat, dan menghasilkan vitamin esensial (misalnya, Vitamin K dan beberapa Vitamin B). Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri usus memengaruhi suasana hati dan fungsi kognitif dengan memproduksi neurotransmitter (seperti serotonin) dan memengaruhi jalur saraf antara usus dan otak.

Secara keseluruhan, pemahaman modern tentang bakteri menunjukkan bahwa mereka adalah mitra evolusioner yang sangat diperlukan bagi kesehatan manusia dan kestabilan ekosistem Bumi.

Masalah Kontekstual

Krisis Resistensi Antibiotik (AMR) pada Bakteri Patogen Indonesia

Meskipun bakteri memiliki banyak peran positif (seperti bakteri pengikat nitrogen dan flora usus), peran negatif yang paling mendesak di Indonesia saat ini adalah munculnya Resistensi Antibiotik (*Antimicrobial Resistance/AMR*) pada bakteri penyebab penyakit, terutama di lingkungan rumah sakit dan peternakan. Menyingkapi permasalahan tersebut, penggunaan obat anti bakteri yang alami dapat menjadi salah satu alternatif.

Dalam Al Quran, minyak zaitun disebutkan secara berulang, di antaranya dalam Surah An Nur ayat 35 dan Surah At Tin ayat 1. Secara biologi, minyak zaitun mengandung senyawa fenolik seperti oleuropein dan hydroxytyrosol. Senyawa ini mampu merusak dinding sel bakteri patogen, sehingga menghambat pertumbuhannya. Pengulangan penyebutannya dalam kitab suci mengisyaratkan adanya manfaat kesehatan yang fundamental dan bersifat lintas zaman.

Deskripsi Masalah

Masalah utamanya adalah Tingginya Laju Penyebaran Bakteri Multiresisten (Superbug) yang Mengancam Kesehatan Masyarakat dan Perekonomian.

1. Kegagalan Pengobatan pada Infeksi Umum: Banyak bakteri penyebab infeksi umum, seperti *Klebsiella pneumoniae* atau *Escherichia coli* (penyebab infeksi saluran kemih dan infeksi rumah sakit), kini telah menjadi multiresisten (kebal terhadap berbagai jenis antibiotik). Hal ini membuat infeksi yang tadinya mudah diobati menjadi sulit, mahal, dan seringkali berakibat fatal.
2. Penyalahgunaan Antibiotik: Budaya penggunaan antibiotik yang tidak tepat di Indonesia, baik oleh masyarakat (membeli tanpa resep, tidak menghabiskan dosis) maupun dalam sektor peternakan (menggunakan antibiotik sebagai pemicu pertumbuhan), mempercepat proses seleksi alam yang melahirkan bakteri super-resisten.
3. Transfer Gen Resistensi: Bakteri memiliki kemampuan untuk berbagi gen resistensi (melalui plasmid atau proses konjugasi). Hal ini berarti bakteri lingkungan atau bakteri usus yang tidak berbahaya dapat mentransfer gen ke bakteri patogen yang berbahaya, memperluas krisis AMR.

4. Dampak Ekonomi dan Sosial: Pasien yang terinfeksi bakteri resisten memerlukan rawat inap lebih lama dan obat yang jauh lebih mahal. Ini meningkatkan beban biaya kesehatan negara dan keluarga, serta menurunkan produktivitas tenaga kerja.

Contoh Kasus: Peningkatan kasus infeksi bakteri *Salmonella typhi* (penyebab Tifus) yang resisten terhadap antibiotik lini pertama (seperti Ciprofloxacin) di berbagai kota besar, atau munculnya Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) di rumah sakit.

Berdasarkan permasalahan tersebut, analisis kritis AMR bakteri di Indonesia. Selanjutnya identifikasi mekanisme biologi (seleksi alam, konjugasi) dan akar masalah sosial (penyalahgunaan antibiotik). dengan menggunakan pendekatan mikrobiologi dan epidemiologi serta integrasikan dengan isi ayat Al Quran yang mendukung.

Eksplorasi Konten

A. Pengenalan Bakteri

Bakteri adalah organisme uniseluler prokariotik yang sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan mikroskop. Struktur bakteri terdiri dari dinding sel, membran plasma, sitoplasma, DNA, ribosom, dan beberapa memiliki flagela sebagai alat gerak. Bakteri tidak memiliki membran inti dan organel bermembran sehingga disebut prokariota.

B. Struktur Bakteri

Struktur utama bakteri meliputi:

- Dinding sel yang memberi bentuk dan melindungi sel, tersusun atas peptidoglikan.
- Membran plasma yang mengatur keluar masuk zat.
- Sitoplasma tempat berlangsungnya metabolisme.
- Materi genetik berupa DNA bebas di sitoplasma (nukleoid).
- Ribosom, tempat sintesis protein.
- Beberapa bakteri memiliki flagela sebagai alat gerak dan kapsul sebagai pelindung.

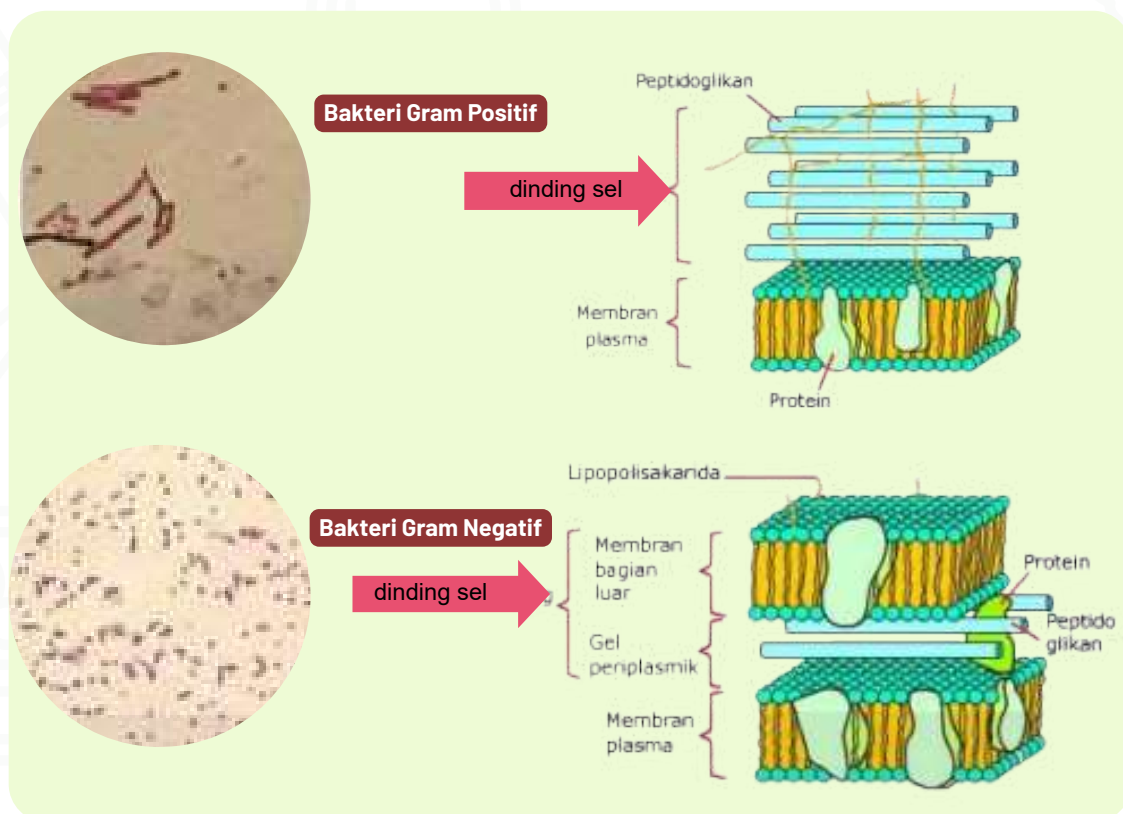
C. Cara Hidup dan Reproduksi

Bakteri dapat hidup secara aerob maupun anaerob dan dapat berkembang biak dengan cara membelah diri (pembelahan biner). Beberapa bakteri juga dapat melakukan konjugasi untuk bertukar materi genetik.

D. Perbedaan bakteri gram positif dan gram Negatif

Cara mengelompokkan bakteri berdasarkan karakteristik dinding sel dikenalkan oleh Hans Christian Gram pertama kali melalui pewarnaan gram. Pada pengelompokan ini, bakteri dibedakan menjadi bakteri gram negatif, bakteri gram positif, dan bakteri tidak berdinding sel.

1. Bakteri gram negatif adalah bakteri yang memiliki lapisan peptidoglikan tipis dan dinding sel mampu menyerap warna merah. Contohnya adalah bakteri bergenus *Streptomyces*, *Streptococcus*, *Mycobacterium tuberculosis*, dll.
2. Bakteri gram positif merupakan bakteri yang memiliki lapisan peptidoglikan tebal dan dinding selnya mampu menyerap warna violet. Contohnya adalah bakteri ungu, *Enterobacteria*, *Vibrio*, dll.
3. Sama seperti namanya, bakteri tidak berdinding sel berarti tidak memiliki dinding sel. Salah satu bakteri yang bertipe ini adalah bakteri *Micoplasma*.



E. Peran Bakteri dalam Kehidupan

Peran Menguntungkan

- Di bidang pertanian: Bakteri *Rhizobium* mampu mengikat nitrogen dari udara untuk menyuburkan tanah dengan bersimbiosis pada akar tanaman kacang-kacangan.
- Di bidang pencernaan: *Escherichia coli* membantu menghasilkan vitamin K dan memecah makanan di usus besar.
- Dalam industri makanan: Bakteri seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* digunakan dalam pembuatan yogurt dan keju.
- Produksi antibiotik: *Streptomyces sp.* menghasilkan antibiotik seperti streptomisin dan tetrasiklin yang penting untuk pengobatan.
- Produksi vitamin dan hormon: Beberapa bakteri menghasilkan vitamin B12 dan hormon insulin sintesis melalui rekayasa genetika.

Peran Merugikan

- Bakteri penyebab penyakit seperti *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus cereus* dapat menyebabkan keracunan makanan dan infeksi.
- Bakteri seperti *Salmonella* dan *Clostridium perfringens* juga merupakan penyebab penyakit menular dan keracunan.
- Kontaminasi bakteri pada makanan yang disajikan dengan prosedur yang kurang higienis dapat menimbulkan wabah penyakit, seperti yang terjadi pada kasus keracunan makanan MBG pada siswa sekolah.

F. Klasifikasi Bakteri

Bakteri dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk (kokus, basil, spiril), kebutuhan oksigen, dan cara memperoleh makanan (autotrof dan heterotrof).

G. Bentuk Bakteri

Bentuk dasar bakteri ada tiga: bulat (coccus), batang (bacillus), dan spiral (spirillum). Bentuk ini memengaruhi pengelompokan. Coccus dapat berkelompok seperti rantai (streptococcus) atau anggur (staphylococcus). Bacillus bisa tunggal atau berpasangan.

Aktivitas Murid

Pengalaman Belajar: Memahami

No	Pengalaman Belajar	Aktivitas Murid	Output/Produk
1.	Studi Visual dan Analisis Data	Siswa mengamati mikrograf/video 3D struktur bakteri (termasuk kapsul, dinding sel, flagela, materi genetik)	Sketsa Bakteri berlabel dan daftar ciri-ciri utama (prokariotik, uniseluler, tidak bermembran inti).
2.	Komparasi Dinding Sel	Siswa membandingkan diagram struktur dinding sel Gram Positif (peptidoglikan tebal) dan Gram Negatif (peptidoglikan tipis + membran luar)	Tabel perbandingan yang jelas tentang struktur, komposisi, dan fungsi dinding sel kedua jenis bakteri.
3.	Pemodelan Reproduksi	Siswa menggunakan flowchart atau diagram untuk memvisualisasikan tahapan pembelahan biner (reproduksi aseksual) dan membedakannya dengan siklus litik dan lisogenik pada Virus (reviu konsep pembeda).	Diagram Reproduksi Bakteri (Pembelahan Biner) dan catatan pembeda dengan Virus.

Pengalaman Belajar: Mengaplikasi

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
4.	Problem-Based Learning (Peran Merugikan):	Siswa disajikan studi kasus tentang penyebaran penyakit yang disebabkan bakteri (misalnya, TBC, Tifus) dan ditugaskan mengidentifikasi jalur penyebaran, serta merancang langkah-langkah pencegahan (4.5) yang efektif di lingkungan sekolah/rumah.	Poster Digital tentang skema penyebaran penyakit dan protokol pencegahan yang detail (misalnya, sterilisasi, sanitasi, vaksinasi).
5.	Project-Based Learning (Peran Menguntungkan)	Siswa memilih satu peran bakteri menguntungkan (misalnya, <i>Lactobacillus</i> dalam pembuatan yogurt, <i>Rhizobium</i> dalam fiksasi nitrogen, atau bioremediasi). Mereka merancang proposal sederhana tentang cara mengoptimalkan peran bakteri tersebut dalam bidang pangan/pertanian.	Proposal Sederhana tentang aplikasi bakteri (misalnya, "Desain Starter Yogurt Optimal" atau "Pemanfaatan Bakteri Nitrifikasi untuk Pupuk Alami")
6.	Laboratorium Sederhana	Praktikum pewarnaan Gram pada sampel air/tanah atau pengamatan pertumbuhan koloni bakteri pada medium.	Data Hasil Pengamatan (Perbedaan morfologi dan respon pewarnaan pada bakteri yang teramati).

Pengalaman Belajar: Merefleksi

No	Langkah	Aktivitas Murid	Tujuan
7.	Merumuskan Strategi Pengendalian Terintegrasi	Murid merumuskan tiga pilar solusi: 1) Peningkatan Biosecurity (kebersihan); 2) Edukasi Publik (disiplin penggunaan obat); dan 3) Pengawasan Antibiotik di Peternakan (pengurangan penggunaan pemicu pertumbuhan).	Mengembangkan solusi komprehensif berbasis data epidemiologi dan regulasi.
8.	Integrasi Nilai Al Adl dan Masalah	Murid merenungkan Surah Yunus (Kemahatahuan Allah atas yang terkecil) dan prinsip Al Adl (Keadilan). Diskusi: Mengapa akses adil terhadap pengujian AMR dan obat yang efektif bagi seluruh lapisan masyarakat adalah kunci untuk mencapai Masalah (kebaikan umum)?	Mengaitkan masalah kesehatan bakteri dengan keadilan sosial-ekonomi dan tanggung jawab kolektif.
9.	Kampanye Aksi (Output)	Murid membuat infografis sederhana (bertema "Stop Sembarangan Antibiotik, Jaga Amanah Kesehatan") yang mengedukasi komunitas sekolah tentang bahaya AMR dan pentingnya disiplin.	Mengubah pemahaman ilmiah dan moral menjadi tindakan nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Ayo Muhasabah

Refleksikan pembelajaran hari ini dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Bagaimana pengetahuan baru ini mengubah pandanganmu terhadap kebersihan dan kesehatan pribadi?
2. Bagaimana konsep "kebersihan" (baik fisik, makanan yang halal dan baik/thayyib, maupun lingkungan yang sehat) dapat menjadi wujud nyata dari "sedekah yang baik" (kalimah thayyibah atau harta yang baik) yang diibaratkan seperti benih yang ditanam dan memberikan hasil berlipat ganda dalam konteks Surat Al Baqarah ayat 26?
3. Nilai apa yang kamu peroleh dari materi ini dan bagaimana kamu dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari!

"Masalah bakteri AMR adalah ujian bagi integritas dan kedisiplinan kolektif manusia. Dengan menjaga Amanah (kedisiplinan), mengejar Itqan (ketelitian), dan menjunjung Al Adl (keadilan) dalam setiap tindakan, siswa secara langsung berkontribusi pada solusi krisis kesehatan global dan menjalankan moral Islam."

Rangkuman

[Bakteri dan Peranannya]

Bakteri adalah organisme mikroskopis yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Mereka memiliki peran yang menguntungkan seperti membantu keseimbangan ekosistem dan kesehatan manusia, tetapi juga dapat merugikan dengan menyebabkan penyakit. Pemahaman tentang struktur, cara hidup, dan peran bakteri dapat membantu kita memanfaatkan manfaatnya dan menghindari bahaya akibat kontaminasi, terutama dalam menjaga kebersihan dan keamanan pangan.

Bakteri merupakan mikroorganisme bersel tunggal tanpa inti sel (prokariotik) dengan struktur sederhana terdiri dari dinding sel, membran plasma, sitoplasma, ribosom, dan materi genetik DNA. Beberapa bakteri memiliki kapsul pelindung, flagel untuk bergerak, dan pili untuk menempel atau bertukar materi genetik. Bakteri berperan penting dalam ekosistem sebagai pengurai, membantu daur nutrisi, dan dapat menyebabkan penyakit maupun dimanfaatkan dalam bioteknologi dan industri.

Latihan (Berpikir Kritis)

[Uji Pemahaman Bakteri dan Peranannya]

1. Salah satu penyebab utama Resistensi Antibiotik (AMR) adalah pasien yang tidak menghabiskan dosis antibiotik sesuai anjuran dokter. Jelaskan secara mikrobiologis, mengapa tindakan tidak menghabiskan dosis antibiotik justru menjadi kekuatan pendorong utama seleksi alam yang mempercepat evolusi bakteri menjadi strain yang resisten (superbug).
2. Tidak semua bakteri itu patogen; sebagian besar, seperti bakteri flora normal (misalnya di usus), berperan vital dalam pencernaan dan imunitas. Penggunaan antibiotik yang berlebihan tidak hanya membunuh bakteri jahat tetapi juga bakteri baik ini. Jelaskan dampak ekologis dan fisiologis yang terjadi pada tubuh manusia ketika antibiotik "menghancurkan" populasi flora normal usus. Bagaimana hal ini dapat memicu infeksi sekunder oleh mikroorganisme lain?
3. Hubungkan peran bakteri pengikat nitrogen (*Rhizobium*) dan peran flora usus manusia dengan konsep Masalahah (kebaikan umum) dalam moral Islam. Mengapa menjaga keseimbangan populasi bakteri ini adalah bagian dari menjaga Masalahah yang lebih besar?

Tujuan: Menilai tingkat pemahaman peserta didik dalam mengkaji dan mengeksplorasi ayat Al Quran yang terkait dengan konsep Bakteri dan peranannya serta mengaitkannya dengan konsep biologi.

Kriteria Penilaian	3 - Sangat Baik	2 - Baik	1 - Perlu Perbaikan
Pemahaman Isi Ayat	Menjelaskan dengan lengkap dan mendalam makna ayat yang dikaji terkait makhluk hidup mikro seperti bakteri.	Menjelaskan isi ayat secara umum, tetapi kurang detail	Sulit memahami makna ayat terkait bakteri; penjelasan tidak tepat.
Keterkaitan Konsep Bakteri	Mengaitkan secara tepat dan kritis antara ayat Al Quran dan konsep ilmiah bakteri dalam biologi.	Mengaitkan ayat dengan konsep bakteri secara jelas tapi belum mendalam.	Tidak dapat mengaitkan ayat dengan konsep bakteri.
Kemampuan Mengekspresikan Ide	Menyampaikan ide dan interpretasi secara runtut, logis, dan argumentatif, menggunakan bahasa yang baik.	Mengungkapkan ide dengan jelas, agak runtut, dengan bahasa yang cukup baik.	Kesulitan menyampaikan ide dan interpretasi dengan jelas.
Kreativitas dan Refleksi	Mampu memberikan refleksi kritis dan kreativitas dalam mengaitkan ayat dengan aspek kehidupan dan ilmu pengetahuan.	Memberikan refleksi yang baik tetapi kurang mengeksplorasi kreativitas.	Refleksi tidak relevan, sangat minim atau tidak ada.

Petunjuk Penggunaan

- Nilai setiap kriteria dengan skor 1–3.
- Berikan umpan balik kualitatif untuk memperkuat pemahaman peserta didik.
- Gunakan rubrik ini untuk asesmen formatif selama atau setelah kegiatan eksplorasi ayat.

Rubrik ini membantu mengukur aspek pemahaman konsep sekaligus kemampuan analisis dan komunikasi peserta didik dalam menghubungkan konsep bakteri dan peranannya dengan nilai-nilai dalam Al Quran.





BAB 5

JAMUR DAN PERANANNYA

5.1 Ciri Jamur

5.2 Klasifikasi Jamur

5.3 Reproduksi Jamur

5.4 Peranan Jamur

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, murid diharapkan dapat:

1. Menumbuhkan kesadaran akan kebesaran Allah SWT melalui keterkaitan jamur dan peranannya yang menunjukkan kekuasaan dan kebijaksanaan-Nya dalam menciptakan makhluk hidup dengan ciri dan peran yang beragam, sebagaimana firman Allah SWT dalam Al Quran surah An Nahl ayat 10-11.
2. Mengidentifikasi ciri dan struktur jamur.
3. Menganalisis cara hidup jamur dan mengaitkannya dengan peran jamur di lingkungan.
4. Menjelaskan reproduksi jamur secara aseksual dan seksual.
5. Mengelompokkan jamur ke dalam divisi utama berdasarkan ciri-ciri, struktur, dan jenis spora generatifnya.
6. Menganalisis peranan jamur dalam kehidupan.
7. Merefleksikan nilai-nilai tauhid dan moral dalam memahami konsep jamur dan peranannya, bahwa setiap ciptaanNya memiliki karakteristik dengan peran yang beragam sehingga selayaknya manusia selalu bersyukur dengan senantiasa berperilaku positif dalam memanfaatkan setiap ciptaan Allah SWT.



1. Ibnu Sina (Avicenna) (980–1037 M)

Kontribusi Ibnu Sina terkait jamur dapat dilihat dari sudut pandang farmakologi dan botani terapan. Dalam karyanya "Al Qanun fi at Tibb" (The Canon of Medicine), Ibnu Sina mendokumentasikan dan mengelompokkan



Cendekiawan Muslim

berbagai sumber daya hayati yang digunakan untuk pengobatan dan nutrisi. Ini termasuk deskripsi rinci tentang jamur pangan (seperti truffle atau kama' dalam bahasa Arab) dan jamur obat yang digunakan untuk sifat terapeutiknya.

2. Al Biruni (973–1048 M)

Al-Biruni juga fokus pada identifikasi dan penggunaan zat alami, yang pasti melibatkan jamur. Dalam ensiklopedia farmasinya, "Kitab Al Saydanah fi Al Tibb", Al Biruni tidak hanya mencantumkan nama tumbuhan, tetapi juga zat lain dari alam, termasuk nama-nama jamur dalam berbagai bahasa (Arab, Persia, Yunani, Sanskerta). Upayanya untuk menyinkronkan nama-nama ini sangat penting untuk memastikan identifikasi yang benar terhadap spesies jamur yang mungkin beracun atau berharga.

Pengantar

[Jamur dalam Perspektif Al Quran]

Jamur (Fungi) merupakan kelompok organisme eukariotik unik yang terpisah dari dunia tumbuhan (Plantae) dan hewan (Animalia) karena ciri khasnya sebagai organisme heterotrof yang memperoleh makanan dengan cara menyerap (absorpsi) nutrisi dari lingkungan. Struktur tubuh jamur umumnya terdiri dari hifa yang membentuk jaringan miselium, dan dinding selnya tersusun dari zat yang kuat bernama kitin. Meskipun banyak yang dikenal sebagai dekomposer penting di alam, jamur juga memiliki peran ganda yang krusial bagi kehidupan di Indonesia, mulai dari bermanfaat sebagai sumber pangan (jamur konsumsi), bahan obat-obatan (antibiotik), hingga berperan negatif sebagai patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan. Pembelajaran tentang jamur mencakup struktur tubuh, cara reproduksi, dan peran ekologisnya.

Hal ini dijelaskan dalam Al Qur'an Surah An Nahl [16]: 10-11

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ
تُسِيمُونَ

Arti ayat 10: "Dialah yang telah menurunkan air (hujan) dari langit untuk kamu. Sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuhan yang dengannya kamu menggembalakan ternakmu."

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ
إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Arti ayat 11: "Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untukmu tumbuh-tumbuhan, zaitun, kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir."

Ayat ini berbicara tentang kuasa Allah yang menurunkan air dari langit dan menjadikan air itu sebagai sumber kehidupan bagi berbagai jenis tumbuhan yang menghasilkan manfaat bagi manusia. Jamur sangat bergantung pada kelembapan dan air. Jamur adalah organisme yang saprofit (pengurai) atau parasit, dan miseliumnya membutuhkan lingkungan yang lembap untuk tumbuh dan menyerap nutrisi. Air hujan, yang menyuburkan tanah dan membantu pembusukan materi organik, secara langsung memicu pertumbuhan tubuh buah jamur yang sering kita konsumsi. Jamur baru akan memunculkan tubuh buahnya di permukaan tanah, log, atau kompos ketika kondisi sangat lembap atau setelah hujan.

Ayat 11 menyebutkan berbagai jenis hasil bumi, termasuk "segala macam buah-buahan" (kulli ats-tsamarat). Meskipun jamur bukan buah dalam arti botani (karena tidak dihasilkan dari bunga), secara fungsional tubuh buah jamur memiliki peran yang sama: hasil panen yang dapat dimanfaatkan dan dimakan. Tubuh buah jamur (misalnya, jamur tiram, jamur kancing, jamur shiitake) adalah struktur reproduksi yang dipanen manusia sebagai sumber pangan yang kaya protein. Dalam banyak budaya, jamur diklasifikasikan sebagai hasil bumi yang setara dengan buah dan sayuran dalam hal manfaat pangan. Allah menciptakan jamur sebagai bagian dari rantai makanan yang dihasilkan dari kesuburan bumi yang dipicu oleh air-Nya.

Selanjutnya dalam Al Quran surah Az Zumar ayat 21, Allah juga berfirman:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ
يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فِتْرَتُهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ
حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ

Artinya: *"Tidakkah engkau memperhatikan bahwa Allah menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia mengalirkannya menjadi sumber-sumber air di bumi. Kemudian, dengan air itu Dia tumbuhkan tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, kemudian ia menjadi kering, engkau melihatnya kekuning-kuningan, kemudian Dia menjadikannya hancur berderai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi ululalbab."*

Ayat ini secara jelas menerangkan tentang Siklus Hidrologi (air turun dari langit, masuk ke bumi, menjadi sumber air) yang menjadi sebab utama tumbuhnya vegetasi (tanam-tanaman yang beragam). Di sinilah peran jamur menjadi sangat penting. Agar "tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya" itu dapat tumbuh subur, mereka tidak hanya membutuhkan air. Mereka mutlak membutuhkan nutrisi atau unsur hara dari dalam tanah (seperti Nitrogen, Fosfor, Kalium, dll).

Perlu dicatat bahwa jamur sendiri membutuhkan air untuk hidup dan melakukan proses dekomposisi. Air hujan yang Allah turunkan (disebut di ayat 21) tidak hanya langsung diserap tanaman, tetapi juga mengaktifkan jamur di tanah untuk bekerja menguraikan materi organik, yang kemudian menyediakan nutrisi bagi tanaman. Ini menunjukkan sebuah siklus yang sangat terintegrasi.

Jamur berfungsi menguraikan sisa makhluk hidup yang telah mati (daun, batang, bangkai, kotoran) menjadi zat-zat sederhana seperti karbon dioksida, air, dan mineral. Hasil penguraian itu menyuburkan tanah, yang kemudian kembali dimanfaatkan oleh tanaman baru untuk tumbuh. Dengan demikian, jamur berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, sebagaimana Allah menciptakan sistem kehidupan yang terus berputar sebagaimana dijelaskan dalam ayat ini.

Jamur adalah dekomposer utama di bumi. Mereka menguraikan sisa-sisa organisme mati (kayu lapuk, daun kering, kotoran) menjadi zat hara (nutrisi) yang kembali diserap oleh akar tumbuhan. Tanpa jamur, bumi akan tertimbun sampah organik dan tanaman tidak dapat tumbuh subur.

Peran vital jamur sebagai agen pengurai (dekomposer) dalam siklus kehidupan mengembalikan unsur hara dan menghidupkan kembali kesuburan tanah sangat selaras dengan perspektif Al Quran mengenai penciptaan dan pemeliharaan alam semesta. Hal ini terefleksi dalam firman Allah SWT, Surah Qaf Ayat 11 (QS. 50:11), yang menyatakan:

Artinya: "Untuk menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, dan untuk memberi minum sebagian besar dari makhluk Kami, berupa hewan-hewan ternak dan manusia yang banyak."

Ayat ini menegaskan konsep Allah SWT menghidupkan bumi setelah mati (kering). Secara ilmiah, jamur adalah bagian integral dari proses tersebut; ia mempersiapkan tanah mati agar mampu menerima dan memanfaatkan "air kehidupan" (hujan/nutrisi), sehingga kesuburan dapat dipulihkan demi kelangsungan hidup seluruh makhluk.

Perhatikan di sekitar sekolah atau rumahmu! Ketika kamu melihat kayu lapuk atau tumpukan serasah daun yang mulai hancur, ingatlah bahwa itu adalah bukti kerja keras jamur sebagai agen daur ulang alami. Jamur mengajarkan kita bahwa bahkan sisa-sisa yang tidak berguna pun memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan dan keberkahan alam.

Jamur memiliki nilai gizi tinggi dan mengandung senyawa bioaktif yang bersifat anti-inflamasi, antioksidan, atau antibiotik. Rasulullah SAW bersabda, **"Al Kam'ah (truffle) itu seperti manna, dan airnya adalah obat untuk mata."** Cendekiawan Muslim dan penelitian modern menunjukkan kebenaran hadist ini bahwa ekstrak air dari beberapa jamur, termasuk Al Kam'ah, mengandung zat yang berpotensi sebagai pencegah fibrosis (pembentukan jaringan parut) dan efektif melawan infeksi bakteri mata tertentu.

Masalah Kontekstual



Penyakit Tanaman Padi (Hama Jamur), merupakan salah satu jamur patogen yang ditakuti petani yang menyebabkan penyakit blas (*Pyricularia oryzae*) atau penyakit busuk batang. Serangan jamur ini dapat mengakibatkan gagal panen, mengancam mata pencaharian petani.



Jamur *Aspergillus flavus* dapat menghasilkan racun berbahaya bernama aflatoksin. Jamur ini biasanya tumbuh pada penyimpanan yang tidak memperhatikan faktor kelembaban dan temperatur lingkungan. Setelah pemanenan, kontaminasi aflatoksin dapat terjadi jika hasil panen tidak segera dikeringkan dan disimpan dalam kondisi lembab.



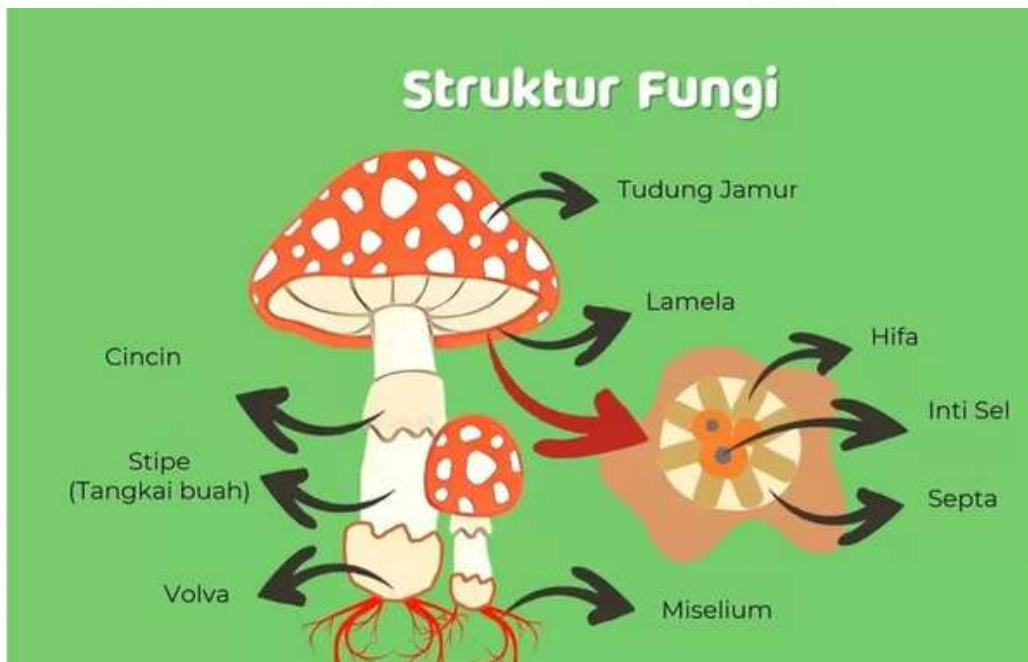
Jamur Upas pada Kopi: Perkebunan kopi Arabika Gayo di Aceh Tengah juga menghadapi serangan jamur upas (*Erythricium salmonicolor*), yang intensitasnya dipengaruhi oleh pemeliharaan yang kurang tepat.

Eksplorasi Konten

A. Ciri-Ciri Umum Jamur

Ciri-Ciri Umum Jamur antara lain:

- Bersel eukariotik dan dapat berupa uniseluler atau multiseluler
- Tidak berklorofil sehingga heterotrof, memperoleh nutrisi dengan cara menyerap dari lingkungan
- Tubuh tersusun dari hifa yang membentuk miselium
- Reproduksi dilakukan secara seksual dan aseksual dengan membentuk spora



Gambar Struktur Tubuh Jamur

Sumber: <https://www.harianhaluan.com/pendidikan>

B. Klasifikasi Jamur

Jamur dapat diklasifikasikan dalam beberapa divisi utama berdasarkan cara reproduksi dan struktur tubuh antara lain:

- Zygomycota: Reproduksi secara aseksual dengan sporangiospora dan seksual dengan zigospora
- Ascomycota: Memiliki askospora sebagai spora seksual; contoh jamur ragi dan jamur kuping
- Basidiomycota: Mempunyai basidiospora; contoh jamur merang dan jamur tiram
- Deuteromycota: Jamur yang hanya diperbanyak secara aseksual (spora konidia)

C. Perbedaan Jamur dan Tumbuhan

Alasannya karena jamur berbeda dengan tumbuhan pada berbagai aspek, berikut ini adalah beberapa tanda yang membedakan antara jamur dengan tumbuhan:

- Tidak memiliki klorofil, yang berarti jamur tidak berfotosintesis.
- Berkembangbiak dengan spora.
- Memiliki komposisi dinding sel yang berbeda dengan tumbuhan.
- Tidak memiliki struktur seperti pada tumbuhan pada umumnya yaitu akar, batang, dan daun.
- Tidak memiliki sistem vaskuler (pembuluh angkut) seperti tumbuhan pada umumnya.
- Bersifat multiseluler atau banyak sel, sehingga tidak memiliki pembagian fungsi pada setiap bagiannya.

D. Cara Hidup Jamur

Jamur dapat hidup sebagai:

- Saprotrof: Menguraikan bahan organik mati di lingkungan sekitar (pengurai)
- Parasit: Menyerang organisme lain dan menyebabkan penyakit, seperti jamur penyebab penyakit tanaman atau manusia
- Simbiotik: Hidup bersama organisme lain dalam mutualisme, seperti mikoriza pada akar tanaman yang membantu penyerapan mineral dan air

E. Reproduksi Jamur

- Reproduksi aseksual: Melalui fragmentasi hifa, pembentukan kuncup (pada ragi), dan spora aseksual (sporangiospora, konidiospora)
- Reproduksi seksual: Melibatkan peleburan gamet dan pembentukan spora seksual seperti zigospora, askospora, dan basidiospora

F. Peranan Jamur dalam Kehidupan

Peran Menguntungkan

- Sebagai pengurai bahan organik, menjaga keseimbangan ekosistem
- Sebagai bahan makanan (jamur tiram, jamur merang)
- Penghasil obat-obatan (antibiotik seperti penisilin)
- Membantu kesuburan tanah melalui simbiosis mikoriza

Peran Merugikan

- Penyebab penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan (jamur parasit)
- Menyebabkan kerusakan pada bahan makanan dan bangunan

Tabel. Peran Jamur Bagi Kehidupan

Bidang	Jamur Menguntungkan (Manfaat)	Jamur Merugikan (Kerugian)
Pangan & Obat	- Pembuatan Makanan: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (ragi) untuk roti dan alkohol. <i>Aspergillus wentii</i> untuk kecap. <i>Penicillium roqueforti</i> dan <i>P. camemberti</i> untuk keju. <i>Volvariella volvacea</i> (Jamur merang) sebagai sumber protein. - Produksi Antibiotik: <i>Penicillium chrysogenum</i> menghasilkan Penisilin.	Keracunan: Jamur beracun seperti <i>Amanita phalloides</i> (Death Cap) yang dapat menyebabkan gagal hati. <i>Amanita muscaria</i> (Halusinogen). - Kontaminasi Makanan: <i>Aspergillus flavus</i> dan <i>Aspergillus parasiticus</i> menghasilkan Aflatoksin yang karsinogenik pada biji-bijian dan kacang-kacangan.
Pertanian & Ekologi	- Dekomposer: Banyak jamur (Basidiomycota, Ascomycota) mengurai sampah organik dan kayu mati, mengembalikan nutrisi ke tanah. - Mikroiza: Jamur bersimbiosis dengan akar tanaman, membantu penyerapan air dan mineral (P, N).	- Penyakit Tanaman: <i>Puccinia graminis</i> (Karat pada gandum). <i>Phytophthora infestans</i> (Penyakit busuk pada kentang/haem busuk pada tomat). <i>Candida spp.</i> pada buah-buahan. - Perusak Kayu: Jamur pelapuk (Basidiomycota) merusak bangunan dan bahan baku kayu.
Kesehatan	Pengobatan: Beberapa jamur digunakan dalam pengobatan tradisional dan modern (Cordyceps, jamur Reishi).	Infeksi (Mikosis): Penyakit Kulit (Tinea seperti kurap/kadas oleh <i>Trichophyton</i> dan <i>Microsporum</i>). Infeksi Sistemik (Histoplasmosis, <i>Aspergillosis</i> , <i>Candidiasis</i> oleh <i>Candida albicans</i> pada mukosa).
Industri	Produksi Enzim: <i>Aspergillus niger</i> menghasilkan enzim Amilase dan Pektinase untuk industri sari buah dan tekstil.	Perusak Bahan: Jamur menyebabkan kerusakan pada tekstil, kulit, kertas, dan benda-benda penyimpanan lainnya dalam kondisi lembap.

Aktivitas Murid

Pengalaman Belajar: Memahami

No	Pengalaman Belajar	Aktivitas Murid	Output/Produk
1.	Analisis Ciri dan Klasifikasi Fungi (Kognitif)	Murid menganalisis video/gambar (mikroskopis dan makroskopis) dari perwakilan 4 divisi jamur (Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota). Mereka mencatat ciri-ciri umum, struktur, dan jenis reproduksi utamanya.	Tabel Komparatif Divisi Fungi: Tabel lengkap yang membandingkan 4 divisi Fungi berdasarkan ciri, struktur, dan tipe spora
2.	Tafakur Keterkaitan Alam dan Wahyu (Ketauhidan)	Murid menganalisis terjemahan dan tafsir ringkas QS. An Nahl Ayat 10-11 yang menyebutkan peran air hujan dalam menumbuhkan tanaman dan memberi manfaat. Murid menghubungkannya dengan peran saprofit jamur yang menyuburkan tanah.	Peta Pikiran Tafakur: Peta pikiran yang menghubungkan Ayat Al Quran (An Nahl) -Fenomena Alam (Hujan) - Peran Fungi (Menyuburkan) -Kebesaran Allah SWT.
3.	Analisis Peran Fungi (Kognitif)	Murid mengamati dan mendokumentasikan 3 contoh jamur di lingkungan sekitar (di pasar/taman/dapur) yang menunjukkan peran berbeda (pangan, perusak, atau saprofit).	Dokumentasi Foto dan Deskripsi Fungi: Kumpulan foto 3 jenis jamur disertai deskripsi cara hidup (parasit/saprofit/simbiosis) dan perannya bagi manusia.

Pengalaman Belajar: Mengaplikasi

No	Langkah	Aktivitas Murid	Output/Produk
4.	Pembuktian Peran Fungi Saprofit	Eksperimen Fermentasi/Pembusukan: Murid melakukan percobaan sederhana untuk membuktikan bahwa Fungi melepaskan enzim yang mendegradasi bahan organik.	Laporan Percobaan Ilmiah
5.	Perancangan Solusi Berbasis Divisi	Murid memilih satu masalah jamur (misalnya, jamur pada kulit Dermatofita atau jamur pada makanan) dan merancang Protokol Pencegahan yang didasarkan pada cara reproduksi dan syarat tumbuh divisi jamur tersebut.	Poster Solusi Fungi Terapan: Poster yang menunjukkan identifikasi jamur penyebab masalah (Divisi, Reproduksi) dan langkah pencegahan yang spesifik berdasarkan ilmu Fungi.
6.	Presentasi Nilai Manfaat (Moral)	Role Play Pemanfaatan Berkah Alam: Murid melakukan simulasi (misalnya, sebagai pengusaha jamur pangan atau apoteker) dan menjelaskan kepada publik (teman sekelas) bagaimana mereka memanfaatkan ciri-ciri Fungi untuk menciptakan produk yang bermanfaat secara halal dan bertanggung jawab.	Skrip Role Play dan Presentasi: Penilaian terhadap kemampuan murid mengaitkan ilmu Fungi dengan nilai-nilai moral dan tanggung jawab dalam memanfaatkan ciptaan Allah SWT.

Pengalaman Belajar: Merefleksi

No	Pengalaman Belajar	Aktivitas Murid	Output/Produk
7.	Refleksi Kebesaran dan Kebijaksanaan	Murid menulis refleksi akan pelajaran hikmah dari keragaman ciri dan peran Fungi	Refleksi Pribadi
8.	Penerapan Nilai Syukur	Murid merumuskan 5 poin komitmen pribadi tentang perilaku positif yang harus mereka lakukan (syukur) dalam memanfaatkan atau merespons keberadaan jamur di lingkungan (misalnya, tidak membuang sisa makanan, menjaga kebersihan, tidak merusak alam).	5 Poin Komitmen Perilaku Positif: Daftar janji moral/etika yang berorientasi pada pemanfaatan dan konservasi alam yang bertanggung jawab.

Ayo Muhasabah

Refleksikan pembelajaran hari ini dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Apakah saya menyadari bahwa dalam kehidupan ini, hal yang terlihat "mati" atau "tidak berguna" (seperti sampah) pun memiliki peran penting dalam siklus alam yang telah diatur Allah swt? Sejauh mana saya menghargai peran setiap makhluk, sekecil apa pun itu?
2. Sejauh mana saya bersyukur atas karunia jamur dalam bidang pangan (seperti jamur tiram atau tempe), dan Bagaimana saya menunjukkan rasa syukur itu dalam tindakan sehari-hari, misalnya menjaga kebersihan agar tidak memicu pertumbuhan jamur yang merusak dan beracun?

“Ancaman jamur patogen adalah pengingat bahwa pengelolaan ciptaan Allah memerlukan kesempurnaan dan ketelitian (Itqan).

Dengan bersikap teliti, bertanggung jawab terhadap lingkungan, dan selalu berorientasi pada Masalah, siswa dapat menjaga Amanah rezeki yang telah dianugerahkan Allah.”

Jamur merupakan organisme heterotrof eukariotik yang berperan penting dalam ekosistem sebagai pengurai dan simbiotik. Selain manfaatnya, jamur juga dapat merugikan manusia dengan menyebabkan penyakit. Pemahaman tentang ciri-ciri, klasifikasi, cara hidup, dan reproduksi jamur sangat penting untuk memanfaatkan peran positif jamur dan mengendalikan dampak negatifnya dalam kehidupan sehari-hari.

Jamur merupakan makhluk ciptaan Allah yang memiliki peran penting dalam ekosistem, baik sebagai pengurai bahan organik maupun sebagai simbiotik yang membantu pertumbuhan tanaman. Dalam Al Quran, meskipun tidak disebutkan secara eksplisit dengan kata "jamur", terdapat petunjuk tentang keberadaan makhluk kecil yang bermanfaat, seperti dalam surat Az Zumar ayat 21 yang menyebutkan bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu tumbuhlah berbagai tumbuhan dan bahan makanan, termasuk yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti jamur sebagai pengurai. Selain itu, hadis Rasulullah SAW menyebutkan bahwa jamur (al kam'ah) adalah bagian dari manna, yang berasal dari surga dan memiliki manfaat sebagai obat, khususnya air jamur yang dapat menyembuhkan penyakit mata. Hal ini menunjukkan bahwa jamur bukan hanya makhluk yang diberi peran oleh Allah dalam menjaga keseimbangan alam, tetapi juga memiliki manfaat bagi kesehatan manusia sesuai petunjuk Nabi Muhammad SAW.

Latihan (Berpikir Kritis)

[Uji Pemahaman Jamur dan Peranannya]

1. Serangan Jamur Karat Daun (*Hemileia vastatrix*) pada Kopi Gayo sangat bergantung pada kondisi lingkungan, terutama kelembapan udara yang tinggi akibat curah hujan. Jelaskan mengapa sifat dasar jamur sebagai organisme heterotrof absorptif (penyerap) dan peran spora sebagai alat reproduksi membuat jamur sangat sensitif dan bergantung pada kelembapan untuk penyebarannya.
2. Penggunaan fungisida kimia yang berlebihan dan tidak tepat oleh petani dapat memicu evolusi dan resistensi pada jamur *Hemileia vastatrix*, membuat obat kimia menjadi tidak efektif. Jelaskan mengapa penggunaan fungisida yang tidak tuntas atau di bawah dosis dapat memicu proses seleksi alam pada populasi jamur, yang menghasilkan strain yang resisten.

Tujuan: Menilai tingkat pemahaman murid dalam mengkaji dan mengeksplorasi ayat Al Quran yang terkait dengan konsep Jamur dan peranannya serta mengaitkannya dengan konsep biologi.

Kriteria Penilaian	Kriteria Tinggi (4)	Kriteria Sedang (3)	Kriteria Rendah (2)
Pemahaman Isi Ayat	Menjelaskan makna ayat Al Quran terkait jamur dengan tepat dan lengkap	Menjelaskan makna ayat dengan cukup jelas, tetapi ada detail kurang lengkap	Menjelaskan makna ayat secara umum, namun kurang tepat atau banyak yang terlewat
Keterkaitan dengan Ilmu Biologi	Menghubungkan ayat dengan konsep biologi jamur secara mendalam dan relevan	Menghubungkan ayat dengan konsep biologi jamur tetapi masih kurang mendalam	Menghubungkan ayat dengan konsep biologi secara umum tanpa detail
Pemaknaan Nilai dan Konteks	Menyajikan interpretasi nilai agama dan relevansi konteks kehidupan dengan baik	Menyajikan interpretasi nilai dan konteks dengan cukup baik, tetapi kurang mendalam	Menyajikan interpretasi nilai dan konteks secara umum dan dangkal
Kemampuan Menyampaikan Hasil	Menyampaikan hasil eksplorasi dengan bahasa yang jelas, runtut, dan komunikatif	Menyampaikan hasil dengan bahasa cukup jelas, masih ada kekurangan penyampaian	Penyampaian kurang jelas dan tidak runtut

Petunjuk Penggunaan

- Nilai setiap kriteria dengan skor 1–3.
- Berikan umpan balik kualitatif untuk memperkuat pemahaman peserta didik.
- Gunakan rubrik ini untuk asesmen formatif selama atau setelah kegiatan eksplorasi ayat.





BAB 6

EKOSISTEM

- 6.1 Komponen ekosistem
- 6.2 Aliran energi
- 6.3 Daur biogeokimia.
- 6.4 Interaksi dalam ekosistem

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, murid diharapkan dapat:

1. Merefleksikan hubungan timbal balik antara kesehatan ekosistem dengan kesejahteraan manusia (kualitas udara, air, dan pangan).
2. Menyusun kode etik pelestarian alam pribadi berdasarkan pemahaman ilmiah dan ajaran Syariat Islam tentang larangan israf (berlebihan) dan larangan merusak.
3. Menganalisis komponen biotik dan abiotik serta jaring-jaring interaksi yang membentuk suatu ekosistem
4. Menjelaskan mekanisme aliran energi, daur materi (siklus biogeokimia), dan proses suksesi yang menjaga keberlanjutan ekosistem.
5. Mengidentifikasi dan membandingkan karakteristik berbagai tipe ekosistem utama (darat dan perairan) yang ada di Indonesia.
6. Menganalisis dampak langsung dan tidak langsung dari aktivitas manusia (misalnya, polusi, deforestasi, over-fishing) terhadap kestabilan ekosistem lokal dan global.
7. Mengevaluasi dan merumuskan strategi konservasi dan upaya rehabilitasi ekosistem yang rusak secara berkelanjutan.
8. Merancang dan menyajikan proposal aksi nyata sebagai solusi terhadap masalah lingkungan di sekitar sekolah/tempat tinggal.



Yusuf Al Qaradhawi

Ulama fikih kontemporer, Karyanya yang diterjemahkan menjadi Islam Agama Ramah Lingkungan membahas etika lingkungan dari sudut pandang fikih.



Cendikiawan Muslim

Beliau mengintegrasikan isu lingkungan ke dalam kerangka Fikih (hukum Islam) dan akhlak/tasawuf. Ia menegaskan bahwa persoalan lingkungan adalah persoalan moral dan etika lingkungan harus bersandar pada nilai-nilai Islam seperti tanggung jawab (sebagai khalifah di bumi) dan keadilan. Di era Keemasan Islam, para ilmuwan Muslim juga menaruh perhatian mendalam pada ekologi dan kesehatan, diantaranya adalah:

- **Al Kindi:** Mengkaji masalah air dari sudut pandang medis dan geologis.
- **Al Razi:** Peduli pada kejadian alam dan hubungannya dengan kesehatan (ekologi dan kesehatan).
- **Qusta ibnu Luqa:** Membahas cara memperbaiki air yang terkontaminasi.

Pengantar

[Ekosistem dalam Perspektif Al Quran]

Ekosistem adalah suatu sistem yang terdiri dari semua makhluk hidup (komponen biotik) dan komponen tak hidup (abiotik) di suatu area tertentu yang saling berinteraksi. Dalam ekosistem, setiap organisme memiliki peran tertentu, seperti produsen, konsumen, atau dekomposer, yang membantu dalam menjaga keseimbangan ekosistem.

Jauh sebelum ilmuwan modern menemukan istilah ekosistem, Al Quran sudah menjelaskan bahwa alam semesta ini diciptakan oleh Allah dalam keadaan sempurna dan seimbang. Konsep ini disebut Mizan. Oleh karena itu, tugas utama kita sebagai manusia di bumi bukan hanya sebagai pengguna, tetapi sebagai Khalifah (wakil atau penjaga) yang bertanggung jawab penuh untuk menjaga Mizan ini. Jadi, merusak alam dan menyebabkan kerusakan lingkungan itu sama artinya dengan mengkhianati amanah Tuhan, dan melestarikan alam adalah bagian dari ibadah kita.

Ayat-ayat Al Quran yang berkaitan dengan ekosistem dan keseimbangannya di antaranya adalah dalam Al Quran Surah Al Mulk [67]: 3

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمُوتٍ طِبَاقًا مَّا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفُوتٍ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ

Artinya: "Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?"

Ayat ini adalah sebuah kesimpulan mendasar bahwa seluruh ciptaan Allah, termasuk ekosistem di bumi, didirikan atas prinsip kesempurnaan dan keseimbangan yang mutlak (Mizan). Ayat ini mengajak manusia untuk secara kritis mengamati alam yang merupakan manifestasi dari ciptaan Tuhan dan menantang mereka untuk menemukan cacat atau ketidakseimbangan di dalamnya. Dalam konteks materi ekosistem, ayat ini menegaskan bahwa segala sesuatu, mulai dari siklus air, rantai makanan, hingga interaksi antara komponen biotik dan abiotik, telah diatur dengan presisi ilahi. Keseimbangan ini memastikan bahwa ekosistem dapat berfungsi secara optimal dan berkelanjutan. Oleh karena itu, jika terjadi kerusakan atau ketidakseimbangan (seperti polusi, kepunahan, atau perubahan iklim), itu bukan karena cacat pada desain alam, melainkan karena intervensi negatif manusia yang melanggar dan merusak Mizan yang telah ditetapkan oleh Sang Pencipta.

Al Quran Surah Ar Rahman [55]: 7-9

وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيزَانَ

Arti ayat 7: "Langit telah Dia tinggikan dan Dia telah menciptakan timbangan (keadilan dan keseimbangan)."

أَلَّا تَطْغَوْا فِي الْمِيزَانِ

Arti ayat 8: "agar kamu tidak melampaui batas dalam timbangan itu."

وَأَقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ

Arti ayat 9: "Tegakkanlah timbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi timbangan itu."

Al Quran Surah Ar Ra'd [13]: 3

وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ
جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشَى اللَّيْلُ النَّهَارُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ
يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: "Dialah yang menghamparkan bumi dan menjadikan gunung-gunung dan sungai-sungai padanya. Dia menjadikan padanya (semua) buah-buahan berpasang-pasangan (dan) menutupkan malam pada siang. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir."

Ayat ini menjelaskan unsur-unsur pembentuk Ekosistem dan fungsi vitalnya. Allah "menghamparkan bumi," ini menunjukkan penyediaan habitat yang luas dan sesuai bagi kehidupan. Bagian yang menyebutkan "gunung-gunung" dan "sungai-sungai" menyoroti komponen abiotik krusial. Gunung berfungsi sebagai pasak bumi yang menjaga kestabilan geologis dan berperan penting dalam siklus hidrologi, sementara sungai adalah arteri kehidupan yang mendistribusikan air, unsur esensial bagi semua ekosistem. Selanjutnya, frase tentang "buah-buahan berpasang-pasangan" mengarah langsung pada proses Biologi yaitu reproduksi dan keanekaragaman hayati, menekankan bahwa setiap spesies (biotik) memiliki sistem perkembangbiakan yang dirancang sempurna untuk kelangsungan hidupnya. Terakhir, pergantian "malam pada siang" adalah siklus harian yang mengatur energi (cahaya dan suhu), yang sangat mendasar bagi semua proses ekologis seperti fotosintesis dan perilaku hewan. Kesimpulannya, ayat ini merangkum bahwa ekosistem di bumi adalah kumpulan sistem yang saling bergantung, beroperasi dalam siklus yang teratur, dan semua itu adalah tanda-tanda kekuasaan Allah.

Al Quran Surah Ar Ra'd [13]: 4

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُّتَجَوِّرَاتٌ ^{۱۴}وَجَنَّاتٌ ^{۱۵}مِّنْ أَعْنَابٍ ^{۱۶}وَزَرْعٌ ^{۱۷}وَنَخِيلٌ ^{۱۸}صِّنَوَانٌ ^{۱۹}
وَّغَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَىٰ بِمَاءٍ ^{۲۰}وَاحِدٍ ^{۲۱}وَنُفْضِلُ ^{۲۲}بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ ^{۲۳}فِي
الْأُكُلِ ^{۲۴}إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya: *"Di bumi terdapat bagian-bagian yang berdampingan, kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman, dan pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang. (Semua) disirami dengan air yang sama, tetapi Kami melebihkan tanaman yang satu atas yang lainnya dalam hal rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar (terdapat) tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti."*

Meskipun dihidupkan dengan air yang sama, tetapi setiap spesies dan varietas berkembang sendiri-sendiri untuk mengisi relung ekosistemnya.

Al Quran Surah Thaha [20]: 53

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَوَسَّلَكَ لَكُمُ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ
السَّمَاءِ مَاءً فَخَرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى

Artinya: *"(Dialah Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan dan meratakan jalan-jalan di atasnya bagimu serta menurunkan air (hujan) dari langit." Kemudian, Kami menumbuhkan dengannya (air hujan itu) beraneka macam tumbuh-tumbuhan."*

Adanya tanah dan air membuka jalan bagi berkembangnya kehidupan yang beragam dan mengisi ekosistem masing masing

Tahukah Kamu? Ekosistem dalam Perspektif Al Quran]

Setiap komponen, mulai dari produsen, konsumen, hingga dekomposer, bekerja dalam harmoni yang sempurna untuk menjaga keberlangsungan hidup. Tidak ada cacat atau ketidakseimbangan yang hakiki kecuali akibat campur tangan manusia. Manusia diperintahkan untuk menjaga keseimbangan ini dan tidak melampaui batas.

Kerusakan ekosistem seperti deforestasi, pencemaran, perburuan liar adalah bentuk "fasad" (kerusakan) yang dilarang dalam Islam. Ini menegaskan tanggung jawab manusia sebagai penjaga bumi.

Meskipun dihidupkan dengan air yang sama, tetapi setiap spesies dan varitas berkembang sendiri sendiri untuk mengisi relung ekosistemnya.

Masalah Kontekstual

sumber: [mongabay](#)



sumber: [antara](#)



sumber: [mongabay](#)

Banyak wilayah di Aceh (terutama di pantai timur dan utara) memiliki lahan gambut yang luas. Lahan ini sering dikeringkan atau dialih fungsikan secara masif menjadi perkebunan monokultur, seperti sawit atau akasia. Ketika lahan gambut dikeringkan, ia melepaskan sejumlah besar gas karbon dioksida (CO_2) ke atmosfer dan sangat rentan terhadap kebakaran (karhutla) yang sulit dipadamkan

Wilayah pesisir Aceh, khususnya yang rentan tsunami, memiliki ekosistem mangrove dan terumbu karang yang berfungsi sebagai benteng alami. Penebangan mangrove untuk kayu bakar atau pembuatan tambak ikan/udang masih terjadi.

Banyak sungai di Aceh yang melewati pusat permukiman. pembuangan limbah rumah tangga dan limbah dari industri skala kecil. ke dalam sungai yang mengandung bahan organik tinggi atau bahan kimia beracun menyebabkan penurunan kualitas air, kematian biota air, dan mengganggu rantai makanan, serta mengancam sumber air bersih masyarakat.

Eksplorasi Konten

Pengertian Ekosistem

Ekosistem adalah suatu sistem yang terdiri dari interaksi dinamis antara makhluk hidup (komponen biotik) dengan lingkungan tak hidup atau fisik (komponen abiotik) di suatu wilayah tertentu. Interaksi tersebut memungkinkan terjadinya rantai makanan, siklus materi, dan aliran energi yang menjaga keseimbangan dan keberlangsungan ekosistem tersebut.

Komponen Ekosistem

- **Komponen Biotik:**
 - **Produsen:** Organisme yang membuat makanannya sendiri (misalnya tumbuhan hijau menggunakan fotosintesis).
 - **Konsumen:** Organisme yang memakan produsen atau organisme lain (herbivora, karnivora, omnivora).
 - **Dekomposer:** Organisme yang menguraikan bahan organik menjadi zat anorganik (misalnya bakteri dan jamur).
- **Komponen Abiotik:** Faktor fisik dan kimia yang mendukung kehidupan, seperti: cahaya, matahari, air, temperatur, udara, tanah, mineral, iklim

Aliran Energi

Dalam sistem ekologi, suatu organisme merupakan komponen pengubah energi. Aliran energi dan siklus materi dalam ekosistem terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan.

- **Rantai makanan** adalah jalur perpindahan (transfer) energi dari satu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya melalui peristiwa makan dan dimakan. Herbivor mendapatkan energi dari memakan tanaman. Saat herbivor dimangsa karnivor, energi tersebut akan berpindah dan seterusnya. Semakin pendek rantai makanan, semakin besar energi yang dapat disimpan oleh organisme di ujung rantai makanan.
- **Jaring-jaring makanan** merupakan gabungan dari berbagai rantai makanan yang saling berhubungan dan kompleks. Didalam suatu ekosistem, sebuah rantai makanan saling berkaitan dengan rantai makanan lainnya. Semakin kompleks jaring-jaring makanan yang terbentuk, semakin tinggi tingkat kestabilan ekosistem, suatu rantai makanan tidak boleh terputus akibat musnahnya salah satu atau beberapa organisme

Daur Biogeokimia

Daur biogeokimia melibatkan komponen biotik dan abiotik di alam. Unsur atau senyawa kimia mengalir dari komponen abiotik ke biotik dan kembali lagi ke komponen abiotik. Daur unsur-unsur tersebut tidak hanya melalui organisme, tetapi juga melibatkan reaksi kimia dalam lingkungan abiotik sehingga disebut daur biogeokimia.

Siklus Air (Daur Hidrologi), Allah SWT dalam Surah Az Zukhruf ayat 11 menggambarkan perpindahan unsur H₂O dari komponen abiotik (lautan/langit) ke biotik (tumbuhan/kehidupan) dan kembali lagi.

Al Quran Surah Az Zukhruf [43]:11

وَالَّذِي نَزَّلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَنْشَرْنَا بِهِ بَلْدَةً مَّيْتًا كَذَلِكَ تُخْرَجُونَ

Artinya: "Yang menurunkan air dari langit dengan suatu ukuran, lalu dengan air itu Kami menghidupkan negeri yang mati (tandus). Seperti itulah kamu akan dikeluarkan (dari kubur)."

Ayat ini menunjukkan bahwa air (komponen abiotik) diturunkan dalam kadar tertentu (menjaga Mizan atau keseimbangan daur) dan fungsinya adalah menghidupkan (memasuki komponen biotik, yaitu tumbuhan dan makhluk hidup). Frasa "seperti itulah kamu akan dikeluarkan" mengisyaratkan sifat daur atau siklus yang terus berulang dan bolak-balik.

Siklus Nitrogen, Karbon, Fosfor, Allah SWT dalam Surah Taha ayat 55 secara simbolis merepresentasikan prinsip konservasi materi dalam daur biogeokimia. Unsur-unsur kimia (Karbon, Nitrogen, Fosfor, dll.) yang menyusun tubuh kita berasal dari tanah/bumi (komponen abiotik). Setelah kematian, dekomposer (komponen biotik/mikroorganisme) menguraikannya dan mengembalikan unsur-unsur ini ke tanah (kembali ke komponen abiotik), siap untuk digunakan lagi oleh generasi organisme berikutnya. Ayat ini menegaskan siklus keluar-kembali-keluar yang menjadi ciri khas daur biogeokimia.

Al Quran Surah Taha [20]: 55

مِنْهَا خَلَقْنَكُمْ وَفِيهَا نُعِيدُكُمْ وَمِنْهَا نُخْرِجُكُمْ تَارَةً أُخْرَى

Artinya: "Darinya (tanah) itulah Kami menciptakanmu, kepadanya Kami akan mengembalikanmu dan dari sanalah Kami akan mengeluarkanmu pada waktu yang lain."

Tipe Ekosistem

Ilmu ekologi mengklasifikasikan lingkungan hidup di bumi ke dalam dua tipe utama ekosistem, masing-masing dengan ciri unik. Al Quran memandang seluruh ekosistem sebagai Ayatullah (Tanda Kebesaran Allah) yang diciptakan dengan sempurna dan seimbang (Mizan).

Tipe 1: Ekosistem darat adalah sistem kehidupan yang berada di daratan. Keberagaman tipe ekosistem darat menunjukkan kekuasaan penciptaan Allah dalam menyesuaikan kehidupan dengan berbagai kondisi lingkungan (iklim, suhu, dan tanah).

Al Quran Surah An Nahl [16]:10-11

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ

Arti ayat 10: *"Dialah yang telah menurunkan air (hujan) dari langit untuk kamu. Sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuhan yang dengannya kamu menggembalakan ternakmu."*

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ
إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Arti ayat 11: *"Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untukmu tumbuh-tumbuhan, zaitun, kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir."*

Tipe 2: Ekosistem perairan dibagi berdasarkan kadar garamnya (salinitas). Ekosistem ini memiliki peran fundamental dalam mengatur iklim global dan menjadi rumah bagi sebagian besar keanekaragaman hayati.

Surah Ar Rahman [55]: 19-20 menyebutkan dua lautan yang berdampingan tetapi tidak melampaui batas, melambangkan Mizan dan keteraturan alam.

مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ يَلْتَقِيْنِ

Arti ayat 19: *"Dia membiarkan dua laut (tawar dan asin) bertemu."*

بَيْنَهُمَا بَرْزَخٌ لَا يَبْغِيْنِ

Arti ayat 20: *"Di antara keduanya ada pembatas yang tidak dilampaui oleh masing-masing."*

Setiap ekosistem, baik hutan, laut, maupun gurun, diciptakan dengan keseimbangan dan hukum alam yang presisi (Surah Al Mulk [67]: 3).

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَوَاتٍ طِبَاقًا مَا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفْوُتٍ
فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ

Artinya: "(Dia juga) yang menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu tidak akan melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pengasih ketidakseimbangan sedikit pun. Maka, lihatlah sekali lagi! Adakah kamu melihat suatu cela?."

Dinamika Komunitas

Komunitas merupakan kumpulan dari berbagai populasi yang saling berinteraksi di dalam suatu ekosistem. Komunitas beserta lingkungannya bersifat dinamis, artinya saling berinteraksi sehingga menghasilkan perubahan-perubahan. Perubahan komunitas dapat terjadi secara siklis dan nonsiklis

Perubahan komunitas siklis, terjadi pada periode tertentu, tetapi mudah kembali keadaan yang hampir sama dengan keadaan sebelumnya, contohnya perubahan komunitas selama musim kemarau dan musim penghujan. Pada musim penghujan jumlah serangga dan katak lebih banyak daripada saat musim kemarau.

Perubahan komunitas nonsiklis, perubahan komunitas yang terjadi secara drastic dengan kondisi komunitas cenderung berubah secara permanen, perubahan nonsiklis terkadang hanya dapat dilihat setelah beberapa tahun, atau bahkan hingga lebih dari satu abad.

Suksesi

Suksesi adalah perubahan dalam komunitas (ekosistem) yang berlangsung secara lambat dan teratur dalam waktu yang lama, menuju ke satu arah, dan menyebabkan pergantian suatu komunitas oleh komunitas yang lain.

1. **Suksesi Primer** adalah suksesi yang terjadi pada lahan atau wilayah yang mula-mula tidak bervegetasi atau lahan yang pernah bervegetasi, tetapi mengalami gangguan berat hingga komunitas asal hilang secara total atau tidak ada lagi kehidupan.
2. **Suksesi Sekunder** adalah suksesi yang terjadi pada lahan atau wilayah yang pada awalnya telah bervegetasi sempurna, kemudian mengalami kerusakan, tetapi tidak sampai menghilangkan komunitas asal secara tetap.

Keseimbangan dan Perubahan Ekosistem

Al Quran Surah Al A'raf [7]: 56

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ
رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: "Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik."

Al Quran Surah Al A'raf ayat 56 ini memberikan pesan fundamental bagi kita, bahwa alam semesta atau yang dalam Biologi kita sebut Ekosistem, telah diciptakan dalam keadaan seimbang dan teratur, di mana semua komponen bekerja harmonis. Oleh karena itu, manusia dilarang keras melakukan kerusakan seperti pencemaran, penggundulan hutan, atau eksploitasi berlebihan yang dapat mengganggu keseimbangan alami ini, memutus rantai makanan, atau merusak daur biogeokimia. Larangan ini menempatkan manusia sebagai pengelola bumi yang harus menjaga keteraturan tersebut.

Menjaga ekosistem adalah bentuk kebaikan (ihsan) dan ketaatan, di mana keselamatan lingkungan (seperti konservasi) dan kelestarian sumber daya adalah hasil nyata dari perbuatan baik tersebut.

Berikut beberapa faktor penyebab dan upaya yang dapat dilakukan sebagai bagian dari tugas kita sebagai hamba yang menjaga keteraturan ciptaan Allah

Faktor Penyebab Perubahan/Gangguan Ekosistem

- Faktor Alami: Bencana alam (letusan gunung, gempa bumi, banjir).
- Faktor Manusia: Deforestasi, pencemaran (air, udara, tanah), over-eksploitasi, introduksi spesies asing.

Upaya Konservasi dan Rehabilitasi

- Konservasi in situ (taman nasional, suaka margasatwa) dan ex situ (kebun raya, kebun binatang).
- Rehabilitasi lahan kritis (reboisasi, terasering).
- Konsep pembangunan berkelanjutan.

Aktivitas Murid

Pengalaman Belajar: Memahami

No	Pengalaman Belajar	Aktivitas Murid	Output/Produk
1.	Eksplorasi Lingkungan Lokal (Field Study)	Murid dibagi dalam kelompok dan mengunjungi ekosistem mikro terdekat (misalnya, kolam sekolah, taman kota, atau sebidang sawah/kebun). Mereka mencatat dan mengklasifikasikan seluruh komponen biotik dan abiotik	Refleksi Ayat (Tanda): Murid menulis satu paragraf tentang bagaimana keragaman dan keteraturan di ekosistem tersebut menunjukkan ayat-ayat (tanda-tanda) kekuasaan dan kebesaran Pencipta (QS. Al Baqarah: 164).
2.	Simulasi Aliran Energi	Murid membuat Jaring-jaring Makanan (Food Web) dari hasil observasi mereka. Kemudian, mereka melakukan simulasi digital atau manual (kartu) untuk menganalisis apa yang terjadi jika satu komponen (misalnya, predator utama) dihilangkan.	Konsep Mizan: Diskusi kelas tentang bagaimana hilangnya satu komponen merusak keseimbangan (Mizan) yang telah ditetapkan Allah (QS. Ar Rahman: 7-8).
3.	Pembuatan Peta Konsep	Berdasarkan data lapangan dan diskusi, murid membuat Peta Konsep yang mendalam tentang Siklus Biogeokimia (khususnya Air dan Karbon), menunjukkan bagaimana daur ini menjaga keberlanjutan ekosistem.	Keteraturan Ciptaan: Menghubungkan keteraturan siklus ini dengan prinsip bahwa semua ciptaan Allah bekerja sesuai hukum (sunnatullah) dan penuh perhitungan

Pengalaman Belajar: Mengaplikasi

No	Pengalaman Belajar	Aktivitas Murid	Output/Produk
4.	Analisis Studi Kasus Dampak Lokal	Murid memilih satu masalah lingkungan lokal yang terkait dengan ekosistem (misalnya, alih fungsi lahan gambut, polusi sungai oleh limbah, atau illegal logging). Mereka menganalisis dampak berantai (domino effect) masalah tersebut terhadap komponen ekosistem lainnya.	Kajian Fasad (Kerusakan): Murid menggunakan QS. Ar-Rum: 41 sebagai landasan untuk menyusun analisis mereka: "Kerusakan di darat dan laut disebabkan oleh tangan manusia."
5.	Debat dan Solusi Konservasi	Murid dibagi menjadi tim pro dan kontra terhadap intervensi manusia. Mereka menyajikan solusi untuk studi kasus yang dipilih, misalnya: Tim A (Konservasi Murni), Tim B (Pemanfaatan Berkelanjutan), dan Tim C (Teknologi Restorasi).	Peran Khalifah: Diskusi tentang peran manusia sebagai Khalifah di bumi (QS. Al Baqarah: 30). Bagaimana solusi yang mereka tawarkan mencerminkan tanggung jawab memakmurkan alih-alih merusak.

6.	Proyek Aksi Nyata (Mini-Proposal)	Kelompok merancang Proposal Proyek Aksi Nyata sederhana. Contoh: Proyek penanaman 100 bibit mangrove di pesisir atau Proyek Biopori di sekolah. Proposal mencakup tujuan, langkah kerja, perkiraan dampak ekologis, dan pembiayaan.	Praktik Sedekah Jariyah: Menghubungkan aksi nyata ini dengan konsep pahala dari tindakan kebaikan yang berkelanjutan (amal jariyah), termasuk pelestarian sumber daya alam.
----	-----------------------------------	---	---

Pengalaman Belajar: Merefleksi

No	Pengalaman Belajar	Aktivitas Murid	Output/Produk
7.	Refleksi Kesejahteraan Manusia	Murid menyusun esai atau jurnal reflektif tentang bagaimana kesehatan ekosistem (udara bersih, air jernih, keanekaragaman pangan) secara langsung memengaruhi kualitas hidup dan kesehatan spiritual/mental mereka.	Konsep Thayyiban: Merefleksikan bahwa Allah memerintahkan kita mengonsumsi yang halal dan baik (thayyiban). Lingkungan yang rusak tidak menghasilkan yang baik.
8.	Merumuskan Kode Etik Diri	Setiap murid secara individu menyusun "Kode Etik Pelestarian Alam Saya" yang berisi minimal lima komitmen pribadi untuk mengurangi footprint ekologis (misalnya, mengurangi sampah plastik, menghemat air, membeli produk lokal).	Larangan Israf: Komitmen harus berlandaskan pada larangan untuk berlebihan (israf) dalam penggunaan sumber daya alam (QS. Al A'raf: 31).

Ayo Muhasabah

Murid berbagi satu insight atau penemuan paling berharga yang mereka dapatkan dari pembelajaran ekosistem ini, mengaitkan dengan kejadian banjir yang melanda Aceh dipenghujung 2025, bagaimana aktivitas manusia dalam mengeksploitasi alam dapat mempengaruhi ekosistem.

Murid juga berbagi makna di “balik musibah ada hikmahnya”. bagaimana lumpur yang dibawa banjir bermanfaat bagi ekosistem.

Pertanggungjawaban: Menutup pembelajaran dengan menyadari bahwa setiap tindakan terhadap alam akan dimintai pertanggung jawaban kelak di (Yaumul Hisab).



Ekosistem merupakan sistem yang kompleks dimana komponen biotik dan abiotik saling berinteraksi menjaga keseimbangan hidup. Masalah dan perubahan yang terjadi akibat aktivitas manusia seperti deforestasi, pencemaran, dan pembangunan dapat mengganggu keseimbangan ini dan berakibat pada menurunnya keanekaragaman hayati serta fungsi ekosistem. Oleh karena itu, penting bagi setiap individu, termasuk siswa, untuk memahami dan berperan aktif menjaga kelestarian ekosistem di lingkungan sekitar demi keberlanjutan kehidupan di bumi. Konsep ini sesuai dengan ajaran dalam Al Quran yang menggambarkan bumi sebagai tempat yang diciptakan Allah SWT dengan segala keindahan dan keteraturan, dalam rangka memberikan kemanfaatan bagi makhluk hidup.

Dalam Al Quran, ada ayat yang menegaskan bahwa Allah SWT telah menjadikan bumi sebagai hamparan yang luas dan menurunkan air hujan untuk menumbuhkan tumbuhan bermacam-macam. Contohnya, Surah Thaaha ayat 53 yang menyiratkan adanya hubungan interaktif antara komponen abiotik seperti air dan komponen biotik seperti tumbuhan yang menunjang kelangsungan hidup makhluk lain. Hal ini mencerminkan prinsip dasar ekosistem tentang saling ketergantungan dan keseimbangan.



Latihan (Berpikir Kritis)

[Uji Pemahaman Ekosistem]

Wacana: Sungai Krueng Aceh yang melewati Banda Aceh tercemar oleh limbah domestik dan mikroplastik. Meskipun airnya tidak lagi dikonsumsi langsung, pencemaran ini mengganggu biota air dan menimbulkan bau tak sedap, mengurangi fungsi sungai sebagai ruang publik yang sehat.

Pertanyaan Kritis:

- Jelaskan bagaimana penurunan kualitas ekosistem sungai ini (secara ilmiah) memengaruhi kesejahteraan (Thayyiban) masyarakat Banda Aceh, meskipun mereka tidak lagi meminum air sungai tersebut? (Hubungkan dengan aspek psikologis, sosial, dan kesehatan).
- Jika pencemaran utamanya adalah limbah organik, apa peran dekomposer dalam ekosistem sungai? Mengapa dekomposer tidak mampu menyelesaikan masalah ini sendirian, dan solusi berbasis bioteknologi/ekologi apa yang dapat ditawarkan untuk membantu proses dekomposisi alamiah?
- Berdasarkan ajaran Islam tentang kebersihan (Thaharah) dan pelarangan merusak, susunlah tiga komitmen pribadi Anda sebagai siswa SMA untuk meminimalkan kontribusi Anda terhadap pencemaran sungai lokal.

Asesmen Formatif

[Pemahaman Murid dalam Mengeksplor Al Quran]

Tujuan: Menilai tingkat pemahaman murid dalam mengkaji dan mengeksplorasi ayat Al Quran yang terkait dengan ekosistem serta mengaitkannya dengan konsep biologi

Kriteria Penilaian	4 - Sangat Baik	3 - Baik	2 - Cukup	1 - Perlu Bimbingan
Pemahaman Isi Ayat	Menginterpretasikan isi ayat secara mendalam dan akurat, menyebutkan konteks dan maknanya secara tepat terkait ekosistem	Memahami isi ayat dengan baik dan dapat menjelaskan hubungannya dengan ekosistem secara umum.	Memahami sebagian isi ayat dan hubungan dengan namun ada kekeliruan signifikan.	Kurang dapat memahami isi ayat dan hubungannya dengan

Kriteria Penilaian	4 - Sangat Baik	3 - Baik	2 - Cukup	1 - Perlu Bimbingan
Keterkaitan dengan Konsep Biologi	Menghubungkan ayat Al-Quran dengan konsep ekosistem secara jelas dan komprehensif.	Mengaitkan ayat dengan konsep dengan cukup tepat tapi kurang rinci.	Menyebutkan keterkaitan ayat dengan ekosistem namun tidak lengkap atau keliru.	Tidak dapat mengaitkan ayat dengan konsep ekosistem
Analisis Nilai dan Pesan Moral	Menjelaskan nilai dan pesan moral terkait pelestarian ekosistem yang terkandung dalam ayat secara kritis dan mendalam.	Menjelaskan nilai dan pesan moral secara baik, namun kurang mendalam.	Menyebutkan nilai dan pesan moral tapi masih sangat umum atau kurang tepat.	Tidak mampu menjelaskan nilai dan pesan moral ayat tersebut.
Komunikasi dan Penulisan	Menyampaikan hasil eksplorasi secara sistematis, runtut, dan bahasa yang baku serta meyakinkan.	Menyampaikan dengan bahasa jelas dan runtut, namun masih ada sedikit kekurangan.	Penulisan kurang sistematis dan bahasa kurang tepat sehingga menyulitkan pemahaman.	Penulisan tidak sistematis dan bahasa tidak baku, sulit dipahami.

Instruksi Penggunaan:

- Berikan rubrik ini kepada peserta didik saat mereka mengeksplorasi ayat Al Quran dan kaitannya dengan ekosistem.
- Guru menggunakan rubrik ini untuk memberi umpan balik terperinci yang membantu peserta didik meningkatkan pemahaman dan keterampilan reflektif mereka.



PENUTUP

Pembelajaran di sekolah sewajarnya harus dirasakan manfaatnya bagi kehidupan peserta didik, selayaknya pendidikan harus mampu melanjutkan peradaban ummat maka nilai-nilai kebaikan dan pembentukan karakter harus menjadi unsur yang terus kita ajarkan di dalam kelas-kelas pembelajaran agar nilai-nilai kebaikan ini lestari dan turun menurun diteruskan ke setiap generasi. suplemen materi bahan ajar ini dimaksudkan agar amanat UU dan kekhasan Aceh sebagaimana yang tertuang dalam **Pergub Nomor 7 Tahun 2022** dapat di integrasikan dalam pembelajaran oleh guru di satuan pendidikan.

Demikian Suplemen materi bahan ajar ini disusun agar dapat dijadikan acuan bagi guru/pendidik dalam mengintegrasikan iman dan taqwa serta nilai-nilai kebaikan kearifan lokal masyarakat ke dalam materi pembelajaran, sehingga pembelajaran dirasakan manfaatnya bagi peserta didik dan dapat merubah karakter mereka menjadi probadi-pribadi yang unggul dalam knowledge juga berbudi pekerti luhur sesuai dengan nilai-nilai agama dan budaya masyarakat. Terima kasih kepada para pihak yang telah berkontribusi pada penyusunan suplemen bahan ajar ini.



DAFTAR PUSTAKA

<https://quran.nu.or.id>. diakses tanggal 20 Agustus 2025.

<https://www.ruangguru.com/blog/replikasi-virus>. diakses 6 November 2025.

<https://www.harianhaluan.com/pendidikan/pr-101632775/struktur-dan-reproduksi-kingdom-fungi-jamur>. diakses 6 November 2025.

<https://id.pinterest.com>. diakses 6 November 2025.

<https://www.ruangguru.com/blog/biologi-kelas-10-apa-saja-dasar-pengelompokan-bakteri>, diakses tanggal 11 November 2025

<https://rifai.home.blog/2018/11/11/upaya-dalam-pelestarian-lingkungan-hidup/>. diakses tanggal 5 November 2025

<https://www.forestsnews.org>, diakses tanggal 2 November 2025

<https://www.mongobay.com>. diakses tanggal 6 November 2025

<https://www.ontora.com>, diakses tanggal 6 November 2025

