

Tinjauan Mata Kuliah

Mata kuliah Evolusi dilengkapi dengan beberapa praktikum mandiri. Bahan kuliah ini membahas mengenai perubahan pandangan mengenai teori evolusi. Perubahan pandangan dalam teori evolusi mempunyai arti yang sangat besar, karena teori evolusi adalah suatu teori yang dipadati dengan analisis, sehingga biasanya diberikan pada tahun ketiga. Hal ini disebabkan oleh semua bidang ilmu biologi dapat digunakan untuk ikut menerangkan teori Evolusi. Pengetahuan yang dipelajari dalam mata kuliah Evolusi harus dapat memberikan inspirasi terutama mengenai cara melakukan analisis. Oleh karena itu setiap contoh yang diberikan akan dipenuhi dengan analisis dari berbagai pandangan disiplin biologi yang sudah dipelajari pada mata kuliah yang terdahulu. Apabila ada mekanisme yang tidak jelas, Anda harus mempelajari kembali materi-materi yang sudah diberikan pada mata kuliah terkait. Hal ini disebabkan oleh teori Evolusi dapat dianggap sebagai rangkuman dari apa yang diperoleh dari mata kuliah terdahulu.

Setelah menyelesaikan mata kuliah evolusi, Anda diharapkan dapat melakukan analisis dalam bidang biologi, karena setiap proses biologi yang terjadi mempunyai sebab dan akibat yang dapat dijelaskan dengan menganalisisnya dari beberapa sudut pandang.

Susunan judul-judul modul yang harus Anda kuasai dalam mata kuliah ini adalah sebagai berikut:

Modul 1. Konsep Teori Evolusi

Modul pertama ini berisi tentang perkembangan teori evolusi, menurut bermacam-macam waktu dan konsepnya, waktu geologi, serta kemunculan dan kepunahan. Modul ini terdiri dari 3 kegiatan belajar yang mencakup:

Kegiatan Belajar 1, membahas tentang pandangan-pandangan para ilmuwan mengenai kehidupan ini sendiri. Hal ini ditujukan untuk meluruskan salah pengertian mengenai teori evolusi. Bahwa sebenarnya tidak ada pertentangan antara teori Evolusi dengan agama. Yang terjadi pada masa lampau adalah ke salah pengertian karena ilmu pengetahuan itu sendiri belum berkembang. Dalam Kegiatan Belajar 1 ini diterangkan pula prinsip-prinsip yang berbeda-beda sesuai dengan masa teori tersebut. Dalam Kegiatan Belajar 1 juga menjelaskan mengapa teori evolusi ini tidak bertentangan dengan agama mana pun di dunia. Dengan teori evolusi modern

akan dipelajari proses-proses yang terjadi pada masa lalu, atau proses-proses yang mungkin terjadi pada masa lalu dan metodologinya, latar belakang pemikiran, serta analisisnya.

Kegiatan Belajar 2, membahas mengenai waktu geologi. Di dalam Kegiatan Belajar 2 ini Anda akan melihat bahwa timbulnya kehidupan berlangsung sangat lama, dan kira-kira 1500 juta tahun lamanya bumi belum berpenghuni, sedangkan munculnya manusia baru berlangsung kurang dari lima juta tahun yang lalu. Fosil yang merupakan saksi hidup menunjukkan bahwa kehidupan yang terdapat pada masa lampau berbeda dengan kehidupan sekarang. Fosil juga merupakan saksi bahwa proses evolusi memang terjadi.

Dalam Kegiatan Belajar 2 ini akan dibahas pula mengenai bagaimana cara orang menentukan umur fosil atau lapisan bumi. Dari umur fosil dan komposisi fosil pada suatu lapisan tertentu, para ahli dapat mempunyai gambaran yang lebih baik mengenai kehidupan suatu organisme yang telah punah dan bagaimana perubahan yang terjadi sejak awal mula kehidupan sampai sekarang. Data pollen (tepung sari) dari suatu tumbuhan dapat pula digunakan untuk memahami cuaca dan keadaan habitat di muka bumi. Anda akan mempelajari bagaimana para ahli menentukan umur, lingkungan hidup, dan cuaca pada masa silam.

Kegiatan Belajar 3, membahas mengenai kemunculan dan kepunahan. Suatu organisme mempunyai masanya masing-masing. Kemunculan suatu organisme dapat terjadi karena adanya relung baru atau relung yang ditinggalkan. Selain itu ada sejumlah persyaratan yang diperlukan yang mendukung terbentuknya suatu jenis baru. hal ini akan diterangkan di bawah ini.

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar ini, Anda harus dapat menerangkan landasan-landasan pemikiran mengenai sebab dan akibat kepunahan dan timbulnya suatu organisme.

Dalam Modul 1 ini diberikan satu kerja mandiri untuk mempelajari waktu geologi.

Modul 2. Biogeografi dan Asal-usul Kehidupan

Modul kedua ini membahas mengenai Biogeografi dan hal-hal yang dapat dijadikan bukti bahwa evolusi memang terjadi. Di samping itu juga membahas tentang asal-usul kehidupan serta pola pokok evolusi. Pada bagian akhir dari modul ini diberikan contoh bukti-bukti evolusi yang dapat

ditelusuri pada organisme yang hidup sekarang. Modul ini terdiri dari 3 Kegiatan Belajar yaitu:

Kegiatan Belajar 1, membahas masalah Biogeografi merupakan subjek yang dibicarakan. Materi ini berisi analisis para ahli bagaimana dengan data yang ada, dapat merekonstruksi kembali kehidupan di muka bumi sekitar 600 juta tahun yang lalu. Rekonstruksi ini ditunjang dengan kesimpulan yang diambil dari berbagai macam percobaan selain dari analisis data yang ada. Dalam bahasan ini Anda akan melihat bahwa Indonesia khususnya dan dunia pada umumnya mengalami banyak sekali perubahan dari waktu ke waktu. Hal ini memberikan dampak yang sangat besar bagi kehidupan di muka bumi. Anda harus dapat mengkaitkan hubungan antarorganisme yang terdapat di suatu daerah dengan pola penyebaran dan asal-usulnya.

Kegiatan Belajar 2, memaparkan mengenai asal-usul kehidupan yang didasarkan atas beberapa percobaan dan mencoba membuat simulasi dengan percobaan Stanley dan Miller mengenai bagaimana keadaan bumi hingga 600 juta tahun y.l, asal-usul dan teori kehidupan, kemunculan prokariot dan eukariot maupun bukti dan argumentasi mengenai asal-usul eukariot dari data DNA, mitokondria, kloroplas, dan kinetoplas dan juga dikaitkan dengan data molekuler mengenai transposon retrovirus, kanker. Dalam Kegiatan Belajar 2 ini didiskusikan mengenai bagaimana evolusi kehidupan maupun evolusi eukariot.

Setelah Anda mempelajari bahasan ini, Anda harus dapat memahami dan merekonstruksi semua kejadian, dengan memberikan alasan-alasannya masing-masing.

Kegiatan Belajar 3, membahas mengenai sejumlah aspek mendasar mengenai teori Evolusi, misalnya mengenai definisi, proses evolusi, bahan dasar perubahan evolusi, kecepatan evolusi dan kecepatan spesiasi. Selain itu akan dibahas pula mengenai kemunculan dan kepunahan serta hipotesis mengenai kemunculan dan kepunahan tersebut, dengan argumen-argumennya, dan juga konsekuensi dari kemunculan dan kepunahan, antara lain radiasi adaptasi dan teori Makromutasi. Sejumlah pola yang terlihat antara lain adanya kecenderungan kerdil dan raksasa. Timbulnya kehidupan di daratan merupakan suatu loncatan yang penting, demikian pula mengenai timbulnya seks dan jenis kelamin, serta berkembangnya akal budi dan kebudayaan.

Dengan memahami Kegiatan Belajar ini, Anda diharapkan dapat menunjukkan beberapa proses terpenting dan mengapa proses demikian begitu penting.

Modul 3. Bukti Evolusi

Dalam modul ini akan dibahas mengenai hal-hal yang dapat dijadikan bukti evolusi, misalnya mengapa semua mamalia mempunyai satu hidung, dua telinga dan dua mata. Ada sejumlah fenomena yang dapat digunakan untuk membuktikan bahwa evolusi memang ada dan masih berlangsung. Setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan bahwa evolusi memang terjadi. Anda harus dapat menerangkan bukti-bukti yang menguatkan. Dengan teori evolusi Anda akan mencoba memahami dan mengerti, sehingga kemudian dapat menerangkan mengenai proses-proses yang terjadi pada masa lalu, dan bagaimanakah metodologinya serta apa latar belakang pemikirannya dilihat dari bermacam-macam disiplin biologi dan bermacam-macam sudut pandang. Modul 3 ini terdiri dari 3 Kegiatan Belajar, yaitu:

Kegiatan Belajar 1, membahas mengenai hal-hal yang dapat dijadikan bukti bahwa evolusi memang terjadi. Ada sejumlah aspek kehidupan maupun aspek morfologi yang dijadikan bukti untuk menunjukkan bahwa bukti ini bukan sekedar bukti untuk menguatkan teori evolusi, tetapi untuk menjadi pemikiran bersama apakah bukti tersebut pantas disebut bukti. Kegiatan Belajar 1 ini akan membahas mengenai sejumlah aspek biologis, misalnya kesamaan embriologi, kesamaan morfologi anggota depan, dan adanya variasi organisme, bukti biokimiawi dan data Biosistematik, serta domestikasi sebagai bukti bahwa evolusi memang ada. Rudimentasi, fosil, kesamaan organisme hidup, dan perbandingan anatomi juga akan didiskusikan sebagai konsekuensi dari evolusi. Akibat dari perubahan muka bumi, misalnya biogeografi mempunyai kaitan yang erat dengan radiasi-adaptasi.

Setelah mempelajari Kegiatan Belajar 1 ini, Anda harus dapat menerangkan mengapa proses evolusi memang terjadi.

Kegiatan Belajar 2, membahas mengenai Evolusi kuda (bagaimana kuda berevolusi). Dalam Kegiatan Belajar ini diterangkan mengenai bermacam-macam struktur yang berevolusi dan apa yang menyebabkan evolusi kuda dan mengapa harus terjadi demikian. Kemudian akan dibahas mengenai Evolusi Primata. Contoh bukti evolusi yang relatif lengkap dan terus-menerus

dilengkapi datanya adalah mengenai evolusi primata. Untuk mempelajari evolusi primata, para ahli menggunakan data yang diperoleh dari fosil maupun dari organisme yang masih hidup sekarang. Dalam menerangkan bagaimana proses evolusi primata mulai dari yang paling sederhana (primitif) hingga manusia yang paling maju, maka kita akan mempelajari dahulu proses evolusi struktural dari primata. Sebagai bahan pembanding digunakan semua gambar dari fosil-fosil primata, sedangkan pada organisme hidup dapat digunakan mulai dari primata yang paling rendah (*Tupaia*, kadang-kadang digolongkan pada primata, tetapi sekarang dimasukkan dalam satu ordo tersendiri, yaitu Scandentia) hingga primata tertinggi, yaitu *Homo sapiens*.

Setelah mempelajari Kegiatan Belajar ini, Anda harus dapat merangkum dan menghubungkan proses evolusi, struktur biokimiawi dengan fungsi dan lingkungan.

Dalam Modul ini ada satu kerja mandiri untuk mempelajari apa yang disebut dengan homologi dan analogi.

Modul 4. Keanekaragaman

Dalam modul ini Anda akan mempelajari asal-usul keanekaragaman mulai dari tingkat DNA hingga pada tingkat populasi. Mempelajari keanekaragaman merupakan hal yang penting dalam studi evolusi, karena bagian inilah yang paling berperan dalam semua proses yang akan dipelajari. Keanekaragaman merupakan suatu paradoks dari konsep mempertahankan spesies. Di satu pihak suatu spesies harus melestarikan komposisi dan struktur gennya, sedangkan di pihak lain, evolusi mengharuskan suatu organisme untuk selalu menjadi beraneka ragam. Ada banyak faktor yang berperan dalam menentukan keanekaragaman suatu spesies. Dari tingkat populasi, seleksi alam berperan penting dalam menentukan ke mana suatu spesies akan berevolusi. Setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat membantu orang lain untuk menjelaskan tentang keanekaragaman dan dapat menerapkan pengetahuan ini dalam kehidupan sehari-hari. Modul ini terdiri dari 3 Kegiatan Belajar, sebagai berikut:

Kegiatan Belajar 1, membahas tingkat keanekaragaman mulai dari tingkat DNA hingga ke tingkat kromosom. Mengapa mutasi terjadi, mengapa mutasi jarang terlihat, dan konsekuensi apa saja yang mungkin terjadi akibat mutasi. Dengan mempelajari Kegiatan Belajar 1 ini, Anda akan mengetahui bahwa proses terbentuknya keanekaragaman merupakan bagian yang terpenting dalam biologi dan evolusi. Semua proses di atas adalah

proses yang sangat alamiah dan berlangsung terus, sehingga Anda harus dapat menerangkan proses keanekaragaman dan konsekuensinya dalam kehidupan yang ada sekarang ini.

Kegiatan Belajar 2, Anda akan dibawa ke tingkat yang lebih tinggi, yaitu membahas dinamika suatu alel dalam populasi. Kegiatan Belajar 2 ini membuktikan secara matematis dan biologis bahwa hukum Hardy Weinberg tidak dapat berlaku, dengan demikian evolusi harus terjadi. Bermacam-macam kasus yang mempengaruhi hukum ini, antara lain efek pembentuk populasi, mutasi, dan seleksi terarah yang akan dibahas secara lebih terperinci. Masalah macam-macam konsekuensi dari tipe reproduksi misalnya homogami dan heterogami, bentuk perkawinan konsanguinitas, autofekondasi atau autogami, dan cara reproduksi partenogenesis merupakan beberapa topik yang juga akan dibahas. Dalam genetika populasi, biasanya dijumpai rumus-rumus matematika yang sangat rumit. Untuk mahasiswa biologi, hal ini sangat sulit untuk dipelajari, dicerna dan diaplikasikan. Hal ini disebabkan oleh hingga kini kemajuan dalam bidang matematik belum cukup untuk dapat dipergunakan sepenuhnya dalam bidang genetika. Harusnya diingat bahwa pada masa kini, kemajuan di bidang matematika demikian pesat sehingga untuk dapat mengerti formulasi matematis dalam bidang genetika populasi diperlukan seseorang yang sangat kuat latar belakang matematikanya. Atas dasar keadaan yang ada di jurusan biologi, hampir semua mahasiswa tidak mempunyai latar belakang matematika yang cukup, maka formula matematika yang dipergunakan dalam mata kuliah ini hanyalah berupa rumus-rumus sederhana. Walaupun demikian pengetahuan dasar mengenai aljabar linier dan matriks akan sangat banyak menolong.

Setelah mempelajari Kegiatan Belajar ini, Anda harus dapat menggunakan hukum Hardy Weinberg, menurunkan rumusnya dan menerangkan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari.

Kegiatan Belajar 3, membahas mengenai kekuatan-kekuatan luar yang bekerja dan mempengaruhi suatu organisme dari waktu ke waktu, yaitu seleksi alam. Adanya interaksi dalam populasi dan komunitas akan didiskusikan secara lebih terperinci. Betapapun banyaknya anak atau telur yang dikeluarkan maka jumlah anak yang mencapai dewasa dan sukses hanyalah dua ekor dari sepasang. Apabila jumlah anaknya lebih dari dua, maka populasinya akan meningkat, dan apabila kurang dari dua, maka populasinya akan menurun dan menuju kepunahan. Angka prediksi ini tidak diperoleh dari hasil suatu penelitian, tetapi dari hasil pemikiran logis saja.

Dalam Kegiatan Belajar 3, ini Anda akan mempelajari mengenai kekuatan-kekuatan seleksi dan bagaimana seleksi mengakibatkan perubahan pada suatu populasi. Anda juga akan mempelajari macam-macam tipe seleksi dan akibat-akibatnya.

Setelah mempelajari Kegiatan Belajar 3 ini, Anda harus dapat menerangkan kekuatan-kekuatan seleksi dan bagaimana cara kerjanya baik secara matematis maupun biologis.

Dalam modul ini terdapat satu kerja mandiri untuk membuktikan bagaimana proses evolusi yang terjadi dari generasi ke generasi.

Modul 5. Spesies dan Spesiasi

Bagian ini merupakan modul yang relatif sulit tetapi menarik, karena Anda berhadapan dengan sejumlah mekanisme yang mungkin terjadi untuk menerangkan proses evolusi dari suatu kelompok organisme. Dalam mempelajari modul ini haruslah dipahami bahwa meskipun setiap proses diperinci satu demi satu, biasanya proses yang bekerja pada suatu kelompok organisme terdiri dari sejumlah proses yang bekerja secara sinkron. Anda akan melihat bahwa salah satu proses dapat merupakan jalan buntu bagi suatu kelompok organisme, namun pada kelompok organisme lain, jalan buntu ini dapat diatasi dengan mekanisme lainnya sehingga ada jalan keluarnya. Dalam evolusi, proses spesiasi merupakan proses yang terpenting setelah keanekaragaman, karena salah satu hasil akhir dari semua proses evolusi adalah menghasilkan suatu spesies yang sesuai dengan keadaan alam yang ditinggalinya. Pada Modul ini akan dipelajari proses-proses dan mekanisme yang mungkin terjadi sehingga terbentuknya suatu spesies. Meskipun proses spesiasi berlangsung lama sekali, Anda harus memahami mengapa spesiasi harus terjadi dan batasan-batasan apa yang menghambat dalam mendefinisikan spesiasi. Dengan pengetahuan ini Anda dapat memahami fenomena-fenomena spesiasi yang mungkin Anda jumpai dan dapat menelusuri mekanisme-mekanisme apa yang sedang berjalan di hadapan Anda dengan melakukan sedikit penelitian. Modul ini terdiri dari 2 kegiatan belajar, yaitu:

Kegiatan Belajar 1, membahas mengenai spesies dan definisi spesies serta proses spesiasi. Dalam kegiatan belajar ini, akan didiskusikan mengenai definisi dari spesies dan segala masalah yang berhubungan dengan definisi suatu spesies. Setelah itu akan didiskusikan mengenai apa yang dimaksudkan dengan spesiasi serta masalah yang berkaitan dengan spesiasi.

Setelah mempelajari kegiatan belajar ini, Anda harus dapat menerangkan apa yang disebut spesies dan apa yang dimaksudkan dengan proses spesiasi.

Kegiatan Belajar 2, membahas mengenai mekanisme spesiasi dan contoh-contohnya yang berkaitan. Karena banyaknya mekanisme, maka Kegiatan Belajar 2 ini kami pisahkan dari bagian terdahulu. Mekanisme yang penting dalam spesiasi meliputi dapat tidaknya dihasilkan keturunan, apakah mekanisme terjadi pada proses pendekatan atau sesudah perkawinan. Setelah mempelajari Kegiatan Belajar ini, Anda harus dapat menerangkan mekanisme spesiasi

Modul 6. Filogenis dan Asal-usul Kelompok Organisme

Modul terakhir ini berisi tentang tata cara analisis untuk menerangkan hubungan kekerabatan. Bagian ini mungkin dapat dipelajari pada disiplin ilmu lainnya, yaitu taksonomi dan sistematik. Mengingat semua analisis sistematik baru mempunyai nilai kalau kita dapat menerangkan evolusi dari kelompok tersebut, maka bagian ini dianggap juga sebagai bagian integral dari ilmu evolusi. Dalam modul ini Anda akan mempelajari hubungan kekerabatan suatu organisme mulai dari tingkat morfologi hingga pada tingkat DNA. Mempelajari evolusi merupakan hal yang penting dalam studi sistematik, karena bagian inilah yang paling berperan dalam semua proses yang akan dipelajari. Proses evolusi mendasari semua organisme. Ada banyak faktor yang berperan dalam menentukan kesamaan dan perbedaan suatu spesies. Sesudah itu Anda akan mempelajari juga mengenai bagaimana proses yang sebenarnya berlangsung, karena semua proses mempunyai hambatan dan konsekuensinya masing-masing.

Setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat memahami mengenai proses evolusi kelompok-kelompok penting di muka bumi, baik yang sudah punah, maupun yang masih hidup sekarang. Modul 6 ini terdiri dari 2 Kegiatan Belajar.

Kegiatan Belajar 1, berisi tentang teknik analisis yang biasanya digunakan dalam studi Evolusi dan sistematik. Jadi dalam Kegiatan Belajar ini aspek matematis kembali menjadi subjek yang penting seperti yang sudah dipelajari dalam modul empat.

Setelah mempelajari kegiatan belajar ini, Anda harus dapat membedakan antara **analisis fenetik** dan **analisis kladistik**, dan cara melakukannya.

Kegiatan Belajar 2 membahas mengenai timbulnya bermacam-macam kelompok organisme secara lebih terperinci. Muncul/punahnya suatu

kelompok organisme dan bagaimana organisme baik hewan maupun tumbuhan mengatasi masalah sehubungan dengan menginvasi daratan yang masih relatif kosong. Dalam kegiatan belajar ini Anda akan dibawa untuk mengenal sedikit mengenai asal-usul kelompok-kelompok besar organisme secara umum. Tidak dapat dipungkiri bahwa organisme prokariot muncul pertama kalinya. Kemunculan prokariot kemudian akan diikuti oleh munculnya eukariot. Hanya data yang dapat diperoleh relatif minim untuk dapat memperoleh gambaran kasar mengenai keanekaragaman prokariot, karena banyak sekali prokariot yang belum dideskripsi atau belum ditangani. Prokariot dan Eukariot yang pertama umumnya bertubuh lunak, sehingga sedikit sekali yang terawetkan dalam bentuk fosil. Seperti kita ketahui, setelah tumbuhan muncul, maka herbivora muncul terlebih dahulu dan setelah itu karnivora muncul. Ada sejumlah hewan yang muncul pada zaman **Prekambrian** dan dikenal dengan fauna **Ediacara**. Namun keberadaan hewan tersebut hanya sebentar saja di bumi, karena sesudahnya kelompok hewan ini lenyap dan diduga hanya mempunyai sedikit sekali hubungan dengan fauna yang ada sekarang. Setelah mempelajari kegiatan belajar ini, Anda harus dapat menerangkan dari mana setiap kelompok organisme berasal, dan mekanisme apa saja yang diperlukan dalam proses pembentukan kelompok organisme yang dipelajari, dan mengapa hal tersebut harus dilampaui.