

Kata Pengantar

Ketika ada tawaran dari Universitas Terbuka untuk menyusun Modul Pengendalian Hayati, penulis menerimanya dengan perasaan gamang. Sebagai seorang dosen, memang tidak ada yang lebih membahagiakan kecuali membagi pengetahuan dan pengalaman dengan para mahasiswa, kolega, atau siapa saja yang membutuhkannya. Namun, keinginan tersebut agak terhambat oleh keterbatasan pustaka yang dimiliki penulis. Setelah sekian lama merenungkan dan memikirkan kebaikannya, akhirnya penulis memutuskan untuk menerima tawaran dari Universitas Terbuka tersebut, meskipun hanya berbekal dengan sejumlah pustaka pribadi. Untuk melengkapi pustaka yang ada, maka penulis juga memanfaatkan informasi yang berasal dari internet. Sebagian dari sumber informasi tersebut tercantum dalam daftar pustaka yang ada di akhir setiap modul.

Kita pasti sepakat bahwa di Indonesia ada kelangkaan buku di bidang pengendalian hayati, khususnya yang berbahasa Indonesia. Kelangkaan tersebut diyakini akan menghambat ketertarikan dan keingintahuan para mahasiswa untuk lebih mempelajari dan mendalami topik-topik yang berkaitan dengan pengendalian hayati di Indonesia. Hal itu terbukti dengan sangat minimnya jumlah mahasiswa yang dibimbing penulis mengambil topik penelitian di bidang pengendalian hayati dalam penulisan skripsinya. Oleh karena itu, seburuk apapun sebuah buku yang membahas tentang pengendalian hayati penulis yakin bahwa itu akan sangat bermanfaat bagi para mahasiswa kita.

Meskipun diperuntukkan bagi mahasiswa Universitas Terbuka, namun penulis berharap agar modul ini juga berguna untuk siapa saja yang ingin mempelajari prinsip-prinsip dan konsep dasar pengendalian hayati serangga, gulma, dan penyakit tanaman. Mudah-mudahan modul yang jauh dari sempurna ini dapat turut melengkapi khazanah pustaka pengendalian hayati yang telah ada di Indonesia. Untuk mengetahui gambaran umum mengenai isi modul ini para pembaca dapat melihatnya dalam Tinjauan Mata Kuliah.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Terbuka yang telah mempercayakan penulisan modul ini kepada penulis. Kepada para Staf di Jurusan Biologi FMIPA-UT, penulis juga sangat berterima kasih atas kerjasamanya selama proses penyusunan modul ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan pula kepada para kolega di Departemen Biologi FMIPA Universitas Indonesia, khususnya Laboratorium Ekologi, yang selalu siap menyisihkan waktunya kapan saja untuk berdiskusi. Semoga hasil kerja kita akan bermanfaat bagi kemajuan pendidikan putera-puteri Indonesia.

Bogor, Juli 2003

Adi Basukriadi

Tinjauan Mata Kuliah

Mata Kuliah Pengendalian Hayati ini merupakan suatu kuliah yang berisi prinsip-prinsip dan konsep dasar pengendalian hayati sebagai salah satu taktik pengendalian hama berbasis biologi (**biologically based tactics**) yang sekaligus pula sebagai salah satu komponen di dalam strategi pengendalian hama terpadu (PHT).

Mata Kuliah Pengendalian Hayati seharusnya mencakup topik-topik pengendalian semua makhluk hidup yang dianggap sebagai hama dengan menggunakan berbagai jenis musuh alami dari berbagai tingkat organisasi makhluk hidup. Namun, untuk tujuan pencapaian kompetensi tertentu, maka mata kuliah ini akan lebih menekankan pembahasannya pada pengendalian hayati untuk mengelola hama serangga, meskipun di dalamnya akan menyinggung pula pengendalian hayati terhadap gulma dan penyakit tanaman.

Setelah menyelesaikan mata kuliah pengendalian hayati ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan prinsip-prinsip dan konsep dasar yang melandasi upaya manusia untuk mengendalikan hama serangga, gulma, dan penyakit tanaman dengan menggunakan musuh alami serta menerangkan prinsip ekonomi untuk pengendalian hama serangga. Anda diharapkan pula mampu menyusun tabel kehidupan dari data yang sederhana dalam rangka mengevaluasi dampak musuh alami terhadap hama serangga.

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

Modul 1. Pengendalian Hayati Untuk Pengelolaan Hama

Modul pertama berisi tentang taktik pengendalian hama berbasis biologi serta potensi dan masa depan pengendalian hayati dalam pengelolaan hama. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 membahas berbagai taktik pengendalian hama berbasis biologi dan melihat perbedaan antara taktik pengendalian hayati dengan taktik pengendalian hama berbasis biologi lainnya. Di dalamnya dibahas pula mengenai pengendalian alami yang berperan di dalam pengaturan populasi makhluk hidup secara alami dan melihat prinsip dasar yang membedakannya dengan pengendalian hayati. Kegiatan Belajar 1 juga mengemukakan sejarah dan beberapa contoh keberhasilan pengendalian hayati dalam mengendalikan berbagai jenis hama penting di beberapa negara.

Kegiatan Belajar 2 membahas kebutuhan, potensi, dan tantangan pengendalian hayati saat sekarang dan pada masa yang akan datang. Peranan pengendalian hayati di dalam pengendalian hama terpadu (PHT) juga dibahas di dalam kegiatan belajar ini. Di dalam Kegiatan Belajar 2 ini dijelaskan pula metode-metode pengendalian hama lain yang menjadi komponen dari PHT.

Modul 2. Prinsip Ekologi Dalam Pengendalian Hayati

Modul kedua membahas prinsip-prinsip dasar ekologi populasi dan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi kelimpahan populasi. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 membahas mengenai dinamika populasi makhluk hidup. Dalam kegiatan belajar ini dibahas mengenai variabel-variabel yang berperan di dalam pertumbuhan populasi, model pertumbuhan populasi, dan contoh mengenai pertumbuhan populasi di laboratorium. Pembahasan mengenai tabel kehidupan dan cara penghitungan beberapa parameter pertumbuhan populasi juga diberikan untuk lebih memperjelas aplikasinya.

Kegiatan Belajar 2 membahas faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan populasi. Dalam kegiatan belajar ini dibahas peranan faktor mortalitas terkait dan tidak terkait dengan kepadatan populasi dalam mengendalikan ukuran populasi makhluk hidup. Pembahasan mengenai analisis faktor kunci juga diberikan untuk mengetahui faktor-faktor lingkungan yang paling penting dalam menentukan ukuran populasi makhluk hidup di alam.

Modul 3. Hama Serangga Sebagai Target Pengendalian

Modul ketiga membahas mengenai berbagai serangga hama yang menjadi target dalam pengendalian hayati dan ekonomi pengendalian hama serangga. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 membahas berbagai alasan subyektif manusia sehingga menempatkan jenis-jenis serangga tertentu sebagai hama dan mengkategorikannya sesuai dengan sumber daya yang dipengaruhinya. Hal penting lainnya yang dibahas di dalam Kegiatan belajar 1 adalah fenomena ledakan hama (**pest outbreak**). Untuk memahami fenomena tersebut dikemukakan faktor-faktor yang menjadi penyebab sehingga pertumbuhan serangga meningkat secara tajam melebihi batas normal dan mengancam kepentingan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Kegiatan Belajar 2 membahas berbagai hal yang terkait dengan entomologi ekonomi, di antaranya adalah perbedaan antara luka dan kerusakan, serta konsep tingkat luka ekonomi dan ambang ekonomi. Kegiatan belajar ini juga mempelajari pengelompokan hama berdasarkan potensi kerugian ekonomi yang dapat ditimbulkannya.

Modul 4. Agen Pengendali Hayati: Pemangsa

Modul keempat membahas mengenai salah satu agen pengendali atau musuh alami yang digunakan dalam pengendalian hayati, yaitu serangga pemangsa (**predatory insect**) dan proses pemilihan mangsanya. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 terutama membahas mengenai kelompok serangga pemangsa yang penting dalam pengendalian alami dan pengendalian hayati. Kegiatan belajar ini di antaranya berisi pengenalan bangsa dan suku serangga pemangsa utama yang berperan dalam pengendalian alami dan hayati hama pertanian, kehutanan, perkebunan, dan pertamanan.

Kegiatan Belajar 2 membahas fenomena proses pemilihan mangsa oleh serangga pemangsa. Di dalam kegiatan belajar ini kita akan memahami bahwa proses pemilihan mangsa oleh pemangsa tidaklah sesederhana yang kita pikirkan, karena serangga umumnya menggunakan kombinasi pertanda (petunjuk) fisik dan pertanda kimiawi.

Modul 5. Agen Pengendali Hayati: Parasitoid

Modul kelima akan mengupas agen pengendali hayati lainnya, yaitu parasitoid serta pemilihan dan kisaran inangnya. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 mengemukakan berbagai karakteristik biologi parasitoid yang membedakannya dengan pemangsa dan parasit. Selain itu, di dalamnya juga dibahas tentang penentuan kelamin dan strategi reproduksi pada parasitoid. Di dalam kegiatan belajar ini terdapat pengenalan bangsa dan suku serangga parasitoid utama yang berperan penting dalam pengendalian alami dan hayati hama.

Kegiatan Belajar 2 membahas proses pemilihan inang dan kisaran inang parasitoid. Bagian ini membahas secara umum tentang pertanda kimia dan visual yang berperan dalam proses pemilihan inang. Di dalamnya dijelaskan empat proses pemilihan inang yang menuntun parasitoid menemukan dan memanfaatkan inangnya.

Modul 6. Agen Pengendali Hayati: Patogen Serangga

Modul keenam mempelajari kelompok agen pengendali hayati dari kelompok patogen serangga (entomopatogen) yang juga berperan penting dalam pengendalian alami dan hayati populasi serangga. Kelompok entomopatogen yang dibahas terdiri atas bakteri, kapang, virus, mikrosporidia, dan nematoda. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 antara lain memberikan gambaran umum mengenai patogen serangga dan beberapa karakteristik utama yang dimilikinya. Dalam kegiatan belajar ini masing-masing patogen serangga (bakteri, kapang, dan virus) dibahas cukup mendalam. Perhatian khusus terutama diberikan kepada patogen potensial maupun yang telah dikembangkan secara komersial.

Kegiatan Belajar 2 mengemukakan peranan mikrosporidia sebagai agen pengendali alami hama serangga, dan keterbatasannya sebagai

agen pengendali hayati. Dari kelompok nematoda patogen, pembahasan akan lebih ditujukan pada dua marga yang paling potensial sebagai agen pengendali hayati, yaitu *Steinernema* dan *Heterorhabditis*. Kegiatan belajar ini juga membahas proses pemilihan inang pada nematoda entomopatogen yang akan sangat membantu dalam meningkatkan efektifitasnya sebagai agen pengendali hayati.

Modul 7. Agen Pengendali Hayati Gulma dan Penyakit Tanaman

Modul ketujuh membahas pengendalian hayati gulma dan penyakit tanaman guna melihat perkembangannya. Modul ini juga mempelajari strategi pengendalian hayati gulma. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 membahas perkembangan, keberhasilan, dan kegagalan beberapa program pengendalian gulma dengan menggunakan serangga herbivor sebagai agennya. Selain itu juga dikemukakan pengendalian hayati gulma dengan menggunakan organisme lain, terutama kapang. Kegiatan belajar ini membahas pula pengendalian hayati penyakit tanaman.

Kegiatan Belajar 2 membahas pendekatan yang digunakan dalam pengendalian hayati gulma. Di dalamnya dikemukakan langkah-langkah yang harus diambil agar pengendalian hayati gulma secara klasik dapat berhasil. Kegiatan belajar ini juga mengulas secara singkat masa depan pengendalian hayati gulma.

Modul 8. Tujuan dan Pendekatan Pengendalian Hayati Serta Kepentingan Taksonomi

Modul kedelapan membahas tujuan yang ingin dicapai dari penggunaan musuh alami dan pendekatan taktis yang dipakai untuk mencapai tujuan tersebut. Modul ini membahas pula hubungan antara taksonomi dan pengendalian hayati. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 antara lain menjelaskan tiga tujuan utama pengendalian hayati, yaitu reduksi, pencegahan, dan penundaan. Kegiatan Belajar 1 mengemukakan pula tiga pendekatan dasar yang umum dipakai untuk mencapai tujuan pengendalian hayati, yaitu importasi, augmentasi, dan konservasi. Pendekatan baru dalam pengendalian hayati ikut diungkapkan di dalam kegiatan belajar ini.

Kegiatan Belajar 2 membahas hubungan antara taksonomi dan pengendalian hayati. Kegiatan belajar ini menjelaskan tentang pentingnya identifikasi jenis hama dan musuh alami guna mendukung keberhasilan suatu program pengendalian hayati. Kegiatan belajar ini juga melihat hubungan timbal balik antara pengendalian hayati dan taksonomi yang sifatnya sinergis.

Modul 9. Pemantauan dan Evaluasi Dampak Musuh Alami

Modul kesembilan membahas berbagai hal yang terkait dengan pemantauan hama dan musuh alami serta evaluasi dampak musuh alami terhadap hama. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar.

Kegiatan Belajar 1 mengupas tentang metode dan teknik pengambilan sampel. Pengambilan sampel beruntun juga dikemukakan dalam kegiatan belajar ini, karena sangat penting untuk tujuan pengambilan keputusan dalam pengelolaan hama. Kegiatan Belajar 1 juga memberikan ulasan singkat mengenai analisis data.

Kegiatan Belajar 2 membahas dua metode pendekatan yang dapat digunakan untuk mengevaluasi dampak musuh alami, yaitu (i) pendekatan analisis tabel kehidupan, dan (ii) pendekatan percobaan. Kegiatan belajar ini mengemukakan pula beberapa metode yang pernah diterapkan untuk mengevaluasi musuh alami dengan menggunakan pendekatan percobaan.

Selanjutnya telaahlah diagram di bawah ini agar Anda dapat mengetahui keterkaitan antarmodul di dalam mata kuliah ini.

Peta Kompetensi
Pengendalian Hayati/BIOL4421/3 sks

