

Sejarah Klasifikasi dan Perkembangan Taksonomi Tumbuhan

Dr. Sri Sudarmiyati Tjitrosoedirdjo, M.Sc.
Dr. Ir. Tatik Chikmawati, M.Si.



PENDAHULUAN

Salah satu cara untuk lebih memahami dan mendalami taksonomi tumbuhan adalah dengan mempelajari awal perkembangannya pada masa lampau hingga keadaan mutakhir. Sejarah klasifikasi tumbuhan adalah salah satu subjek yang perlu dipelajari. Dengan mempelajari sejarah dapat dipahami dan diketahui siapa-siapa yang berjasa mengembangkannya, bagaimana ide dan alasan mereka dalam membuat klasifikasi.

Apabila kita mempelajari taksonomi tumbuhan untuk pertama kali tentu akan terkejut dengan banyaknya sistem klasifikasi. Sistem klasifikasi tumbuhan ini berkembang menurut jamannya. Sistem-sistem yang ada terus berkembang mengalami perubahan, perbaikan, atau segera dibuang sama sekali setelah diperoleh data dan pengetahuan baru yang lebih sempurna. Perkembangan dan kemajuan ilmu botani akan mempengaruhi corak dan sistem klasifikasi yang akan dianut orang pada masa-masa tertentu.

Sebenarnya klasifikasi yang banyak dipakai sehari-hari adalah menggolongkan tumbuhan berdasarkan sifat-sifat yang berguna bagi manusia misalnya tanaman obat, rempah, serat, palawija, gulma dan sebagainya.

Sistem klasifikasi yang paling awal muncul adalah sistem klasifikasi berdasarkan perawakan atau habitus, kemudian digantikan dengan sistem numerik, dilanjutkan dengan sistem kekerabatan filogenetik. Pada masa sekarang ini dengan pesatnya perkembangan teknologi, peralatan optik, dan komputer berdampak pada pesatnya perkembangan ilmu taksonomi. Demikian pula sejalan dengan perkembangan ilmu biologi molekuler sangat mempengaruhi sistem klasifikasi modern.

Sistem klasifikasi dapat dikelompokkan menjadi 4 pendekatan, yaitu klasifikasi buatan, alam, filogeni, dan molekuler. Kadang-kadang satu sama

lain saling bertautan sehingga batas perbedaannya cenderung tidak jelas. Urut-urutan timbulnya sistem klasifikasi itu serta kesempurnaan ilmiah sistem-sistem yang dihasilkannya sejalan dengan perkembangan botani secara keseluruhan, jadi berhubungan erat dengan kemajuan pengetahuan manusia tentang tumbuh-tumbuhan.

Sistem klasifikasi buatan hanya didasarkan pada satu atau dua ciri morfologi yang mudah dilihat saja. Sistem klasifikasi seperti ini sekarang sudah tidak terpakai lagi, sebab sudah tidak dapat mengimbangi kemajuan dan perkembangan ilmu botani modern. Misalnya sistem klasifikasi tumbuhan berdasarkan perawakan tumbuhan. Sistem klasifikasi alam, lebih mencerminkan keadaan sebenarnya seperti yang terdapat di alam, dan sifatnya serbaguna karena banyak pernyataan kekerabatan yang dimiliki kesatuannya sehingga memiliki sifat-sifat yang dapat diramalkan. Sistem klasifikasi filogenetik, menggunakan urutan klasifikasi yang menunjukkan urutan filogeninya. Suatu takson anggota-anggotanya saling berkerabat erat satu sama lain sebab berasal dari satu nenek moyang yang sama melalui suatu proses evolusi. Yang dipakai dasar terutama hubungan kekerabatan dan sifat primitif atau majunya suatu takson. Sejarah taksonomi tumbuhan diberikan mulai dari awal perkembangannya hingga keadaan mutakhir.

Modul ini terbagi menjadi tiga kegiatan belajar, Kegiatan Belajar 1 membahas tentang Sejarah Klasifikasi Tumbuhan, Kegiatan Belajar 2 menguraikan tentang Dasar-dasar Taksonomi Tumbuhan, dan Kegiatan Belajar 3 menjelaskan tentang Aktivitas Penelitian Taksonomi Tumbuhan.

Setelah mempelajari modul ini, secara umum Anda diharapkan dapat menjelaskan perkembangan taksonomi tumbuhan, bermacam-macam klasifikasi tumbuhan berikut orang-orang yang mengembangkannya. Sedangkan secara khusus Anda diharapkan dapat menjelaskan:

1. Sejarah Klasifikasi Tumbuhan.
2. Dasar-dasar Taksonomi Tumbuhan.
3. Aktivitas Penelitian Taksonomi Tumbuhan.

KEGIATAN BELAJAR 1

Sejarah Klasifikasi Tumbuhan

Perkembangan klasifikasi tumbuhan dapat dibedakan menjadi beberapa periode, mulai dari periode klasifikasi yang sederhana, kemudian diikuti dengan periode sesudah munculnya teori evolusi, dan akhir-akhir ini periode pesatnya perkembangan klasifikasi molekuler.

A. PERIODE SISTEM KLASIFIKASI BERDASARKAN PERAWAKAN

Sistem klasifikasi ini dikembangkan oleh orang-orang Yunani hingga bertahan sampai 10 abad. Tumbuhan diklasifikasikan hanya berdasarkan perawakannya: pohon, semak, herba dan tumbuhan pemanjat. Sampai dengan pertengahan abad ke XVIII satu-satunya sistem klasifikasi yang dianut adalah sistem klasifikasi buatan yang dibuat oleh Theophrastus (370-285) dan dianggap sebagai bapak botani, ia adalah murid dari ahli filsafat terkenal Aristoteles. Selain membedakan tumbuhan dari perawakannya, telah dikenal pula daur hidupnya: semusim (**annual**), dua musim (**biannual**) atau tahunan (**perennial**). Ia juga telah membedakan bunga majemuk tidak terbatas (**indeterminate**) dan terbatas (**determinate**), serta perbedaan posisi ovarium.

Pada jamannya, Theophrastus bersahabat dengan Alexander de Great yang banyak menaklukkan negara-negara jauh di belahan bumi sebelah timur dan kemudian membawa tumbuhan yang sebelumnya tidak dikenal. Tumbuhan ini kemudian ditulis oleh Theophrastus untuk pertama kalinya seperti: kapas, lada, kayu manis, pisang dan lain sebagainya. Bukunya **Historia Plantarum** secara garis besar berisi tentang pengklasifikasian dan pembuatan pertelaan 480 jenis tumbuhan, buku ini dianggap sebagai tanda dimulainya botani ilmiah dan sekaligus merupakan karya tertulis paling tua. Sumbangan pemikiran Theophrastus sangat berarti, dia juga menelaah perkecambahan biji dan pertumbuhan semai, serta menunjukkan bagaimana biji-biji yang bermacam-macam itu berkecambah. Ia menyatakan bahwa akar merupakan struktur pertama yang muncul dari semua proses perkecambahan biji. Dia juga mengklasifikasikan daun-daun dan memperhatikan penataan daun pada batang. Meskipun ia bekerja berabad-abad sebelum penemuan alat-alat optik dan mikroskop, bagian dalam tumbuhan dipelajarinya dengan

cermat. Ia menunjukkan bahwa tidak semua bagian tumbuhan di bawah tanah adalah akar, bagian itu dapat berupa umbi, kormus atau modifikasi lain dari batang.

Theophrastus juga mengamati penyebaran tumbuhan dan kaitannya dengan lingkungan, dengan demikian ia merupakan orang pertama yang mempelajari dan mengembangkan geografi serta ekologi tumbuhan. Ia memperhatikan bahwa angin, cahaya, naungan dan berdesakannya tumbuhan mempengaruhi pertumbuhannya. Dapat dikatakan bahwa Theophrastuslah yang meletakkan dasar secara kokoh untuk ilmu-ilmu lainnya.

Sejak masa kehidupan Theophrastus sampai abad ke-enam belas sebenarnya tidak terdapat kemajuan yang berarti dalam klasifikasi tumbuhan. Namun pada masa itu para herbalis, yakni tabib ahli tentang tumbuhan berkhasiat yang mampu menyembuhkan penyakit terutama orang-orang Jerman, Inggris, dan Italia, menunjukkan adanya kegiatan yang meningkat dan meluas. Mereka melakukan penelitian terhadap penggunaan tumbuhan secara praktis, terutama dipelajari tentang khasiatnya sebagai obat. Karya tulis mereka sangat banyak berisi pertelaan tentang tumbuhan asli yang mereka kenal maupun jenis-jenis tumbuhan pendatang lainnya. Beberapa ahli berpendapat bahwa botani modern dimulai dari usaha para herbalis untuk menemukan dan mempelajari tumbuhan berkhasiat obat.

Di belahan dunia lainnya selain Eropa-pun berkembang juga pengetahuan tentang botani khususnya yang berkaitan dengan tumbuhan berkhasiat obat. Dapat dicatat pengetahuan tentang tanaman obat di China dan India telah cukup maju dan terdata secara tertulis. Demikian pula di Timur Tengah para ilmuwan seperti Ibnu Sina telah menulis karya besar **Canon Medicine**.

Pada abad pertengahan dan abad-abad berikutnya kemudian muncul nama-nama ahli sistematika tumbuhan di Eropa terutama di Jerman, Belanda, Inggris dan Belgia. Albertus Magnus (1192-11280), telah mengenal perbedaan struktur batang, selain itu juga telah membedakan tumbuhan dikotil dan monokotil, tumbuhan berpembuluh dan tidak. Pada jamannya telah digunakan lensa sederhana untuk mengamati tumbuhan dan secara garis besar konsep Theophrastus dapat diterimanya. Otto Brunfels (1464-1534) merupakan ilmuwan yang pertama kali menggolongkan *perfecti* dan *imperfecti*, penggolongan tumbuhan berdasarkan ada tidaknya bunga dan yang pertama kali mengemukakan konsep marga (*genus*). Dia pula yang pertama kali menghasilkan gambar ilustrasi dari tumbuhan herba yang

sebagian besar dibuat berdasarkan material dari pekerjaan Theophrastus, Dioscorides dan Plinius.

Para herbalis periode 1500-1580 kebanyakan mempelajari tumbuhan untuk keperluan praktis misalnya penggunaan untuk keperluan obat atau pertanian. Sangat sedikit yang memikirkan tentang klasifikasi tumbuhan. Andrea Caesalpino (1516-1603), dalam bukunya **De Plantis** (1583) dikemukakan dasar-dasar klasifikasi 1500 tumbuhan. Pemikirannya lebih maju dibandingkan dengan konsep asli yang lebih berdasarkan manfaat tumbuhan. Pendekatan ilmiah telah digunakan untuk klasifikasinya. Tumbuhan tersebut diklasifikasikan berdasarkan perawakan pohon atau herba kemudian lebih lanjut berdasarkan tipe bunga dan biji. Dia juga membedakan ovarium superior dan inferior, ada tidaknya umbi, getah atau latex dan jumlah ruangan di dalam ovarium. Caesalpino menuliskan pendapatnya dalam bentuk naratif, tidak menyusun dalam bentuk suatu garis besar ataupun sinopsis, namun pemikiran-pemikirannya mempengaruhi ahli-ahli sesudahnya seperti de Tournefort, John Ray dan Linnaeus.

Jean (Johan) Bauhin (1541-1631) sangat terkenal dengan hasil ilustrasinya yang bergambar **Historia Plantarum Universalis** (1650) dalam 3 jilid yang sangat komprehensif, memuat sinonim 5000 tumbuhan. Buku ini diterbitkan oleh menantunya J.H. Cherler, dan untuk pertama kalinya memuat pertelaan diagnosis yang bagus dari jenis (spesies). Sebelumnya Gaspard Bauhin (1560-1624) yang merupakan kakak Cherler menerbitkan buku **Pinax Theatri Botanici** (1623) berisi tentang nama dan sinonim 600 jenis mampu bertahan cukup lama. Gaspard Bauhin juga mengklasifikasikan tumbuhan berdasarkan tekstur dan bentuknya, ia merupakan orang pertama yang memakai tatanama binomial untuk jenis dan kemudian dipopulerkan oleh Linnaeus.

Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708), mengelompokkan tumbuhan berbunga menjadi 2 kelompok, pohon dan herba. Masing-masing dibagi lagi berdasarkan ciri bunganya, mempunyai petal atau tidak, bunga tunggal atau majemuk. Sistem pengelompokan ini banyak digunakan di Eropa, seperti di Prancis dipertahankan sampai digantikan oleh sistem de Jussieu (1780). Sedangkan di negara Eropa lainnya juga tetap bertahan sampai digantikan oleh sistem Linnaeus. De Tournefort menyempurnakan konsep mengenai apa yang disebut genus yang telah dirintis oleh Brunfels.

John Ray (1628-1705) dari Inggris mengklasifikasikan tumbuhan jauh sebelum Linnaeus dan banyak mengambil pemikiran dari para pendahulunya

misalnya Albertus Magnus dan Caesalpino. Dalam bukunya **Methodus Plantarum** ia mengusulkan klasifikasi kurang lebih 18.000 jenis. Ray menyusun sistem klasifikasi dengan dasar tumbuhan yang terlihat serupa dikelompokkan bersama, sehingga dianggap sebagai pioner **sistem alam**. Sistem klasifikasi Ray dibagi dalam kelompok utama yaitu tumbuhan berkayu dan herba. Dia telah mengenal tumbuhan dikot dan monokot, serta kelas-kelas berdasarkan tipe buahnya. Kecuali itu Ray juga membagi tumbuhan berdasarkan tipe daun dan bunganya. Sistemnya didasarkan atas bentuk dan morfologi dari struktur tumbuhan, dan di banyak sisi lebih bagus dari sistem buatan Linnaeus yang datang kemudian.

B. PERIODE SISTEM KLASIFIKASI BUATAN DAN KLASIFIKASI NUMERIK

Sistem klasifikasi berdasarkan perawakan yang telah ada sebelumnya digantikan oleh sistem klasifikasi buatan yang didasarkan atas pemikiran Carolus Linnaeus (1707-1778). Sistem Linnaeus dikenal sebagai sistem "seksual" karena Linnaeus memusatkan perhatian terhadap jumlah benang sari dan hubungan antara benang sari yang satu dengan lainnya serta terhadap bagian-bagian bunga lainnya. Menurut pendapatnya organ reproduksi lebih penting dibandingkan dengan ciri lainnya. Sistem Linnaeus ini mengenal adanya 24 kelas untuk menampung dunia tumbuhan yang diklasifikasikan berdasarkan jumlah, posisi, pengaturan dan panjang benang sari. Kemudian kelas-kelas tadi dibagi menjadi beberapa bangsa berdasarkan sifat-sifat putik bunganya. Karena mengabaikan ciri morfologi, maka pengelompokan yang berdasarkan alat reproduksi seksual tumbuhan ini menghasilkan suatu sistem yang kaku dan tidak alamiah. Akan tetapi kegunaannya terasa sangat besar untuk memudahkan identifikasi atau determinasi tumbuhan. Sistem Linnaeus yang didasarkan atas alat reproduksi ini disebut sistem "seksual", karena cara pengklasifikasiannya didasarkan pada jumlah alat kelamin maka dikenal pula sebagai **sistem numerik**. Buku Linnaeus yang sangat terkenal **Spesies Plantarum** terbit Tahun 1753, sekaligus tahun tersebut ditetapkan sebagai tahun titik tolak berlakunya tatanama tumbuhan terutama tumbuhan berpembuluh. Linnaeus memberikan referensi yang sangat berharga dalam sistem pembuatan identifikasi tumbuhan berdasarkan ciri seksualnya. Dalam buku *Spesies Plantarum* Linnaeus memberikan nama spesies tumbuhan secara konsekuen memakai tatanama binomial yang sebelumnya telah dirintis

oleh Caspar Bauhin. Linnaeus dan tokoh seangkatannya sangat dihargai karena banyak menciptakan suatu mekanisme klasifikasi. Mereka berasumsi bahwa jenis (spesies) adalah dasar landasan taksonomi. Mereka dapat memahami dengan jelas bahwa beberapa tumbuhan mempunyai hubungan sangat dekat satu dengan lainnya, akan tetapi klasifikasinya tidak menggambarkan hubungan kekerabatan dan tidak sesuai dengan kehendak alam sehingga sistemnya disebut **sistem buatan**.

Linnaeus tidak hanya dikenal dengan pemikiran dari hasil karya yang diterbitkannya, akan tetapi juga dikenal karena kemampuannya mendidik dan mengembangkan semangat kepada murid-muridnya sehingga menjadi orang-orang ternama dalam bidang botani antara lain: Peter Kalm (1716-1779), salah seorang murid Linnaeus yang memiliki kemampuan sebagai kolektor handal di Finlandia, Rusia dan Amerika. Frederick Hasselquist (1722-1752), salah satu murid Linnaeus yang mempunyai kegemaran mengumpulkan tumbuh-tumbuhan dari wilayah Timur Tengah terutama Irak, Palestina, Arab, Mesir dan Syria. Hasselquist meninggal karena sakit di Bagdad, koleksi-koleksinya sangat berharga karena tumbuhan yang dikumpulkan tersebut belum dikenal. Dari hasil koleksi ini Linnaeus dapat mempelajari langsung dari tangan pertama. Murid Linnaeus lainnya yang mempunyai banyak kontribusi mengumpulkan tumbuhan adalah Carl Peter Thunberg (1743-1828). Pada waktu Jepang tertutup dan terisolasi dari dunia luar, Thunberg sebagai seorang ahli bedah diperkenankan memasuki wilayah Jepang dan berhasil membuat koleksi tumbuhan dari Jepang yang sebelumnya tidak pernah dikenal. Dari Jepang perjalanan dilanjutkan ke Afrika Selatan dan selama 3 tahun Thunberg melakukan koleksi di Tanjung Harapan, hasilnya ditemukan 300 spesies baru untuk dunia ilmu pengetahuan.

Sampai dengan Tahun 1760 sistem Linnaeus digunakan secara luas di Belanda, Jerman, dan Inggris, akan tetapi tidak pernah digunakan di Prancis. Pada waktu itu sistem yang dipakai di Prancis adalah sistem de Tourneford sampai kemudian digantikan oleh sistem dari de Jussieu.

Sistem Linnaeus cukup lama dipergunakan, buku *Spesies Plantarum* disempurnakan dan disunting ulang oleh Carl Ludwig Willdenow (1765-1812) dari Universitas Berlin, Jerman sehingga merupakan buku yang sangat komprehensif terdiri dari 9 jilid. Di Amerika sistem Linnaeus dibawa oleh para ahli botani yang bermigrasi ke Amerika, sampai kemudian muncul sistem-sistem klasifikasi tumbuhan di Amerika.

Sepeninggal Linnaeus, penanganan koleksinya dilanjutkan oleh anaknya, Carl, yang juga seorang ahli botani menggantikan kedudukan dan jabatan ayahnya di Universitas. Namun setelah meninggalnya Carl (1783), istri dan anaknya tidak berminat untuk mengelola koleksinya yang sangat berharga itu. Koleksi tersebut dijual kepada ahli botani Inggris James Edward Smith. Sebanyak 226 peti besar dikirim dengan kapal ke Inggris, berangkat dari Stockholm pada bulan September 1784. Raja Swedia kemudian menyadari bahwa koleksi penting dan sangat berharga telah terjual ke negara lain, beliau segera memerintahkan untuk mengejar kapal tersebut dan mengembalikannya ke Swedia, namun telah terlambat. Koleksi Linnaeus tersebut kemudian dijual ke the Linnean Society of London dan sampai sekarang masih terpelihara dengan baik, sehingga kini kita masih dapat merunut spesimen tipe dari Linnaeus.

C. PERIODE SISTEM KLASIFIKASI BERDASARKAN KEKERABATAN

Hampir separuh dari abad ke delapan belas merupakan saat-saat penting, karena banyak sekali ditemukan dan dikumpulkan tumbuhan hidup, biji, dan spesimen herbarium dari seluruh penjuru dunia yang dibawa ke Eropa, yang pada waktu itu merupakan pusat ilmu botani. Banyak sekali jenis yang baru dikenal, masing-masing diberi nama, dipertelakan dan ditempatkan dalam sistem klasifikasi. Pengetahuan yang dipelajari pada waktu itu lebih mengarah ke organografi dan fungsi tumbuhan. Dampak dari perkembangan ilmu optik sangat besar terhadap perkembangan ilmu botani. Babak baru dalam sejarah taksonomi tumbuhan ditandai dengan munculnya sistem klasifikasi alam yang didasarkan pada hubungan kekerabatan dengan berdasar pada banyaknya persamaan bentuk yang terlihat. Antonie Laurent de Jussieu (1748-1836) mengusulkan, sistem klasifikasi baru untuk menyempurnakan sistem yang dibuat pamannya. De Jussieu membuat suatu bentuk kekerabatan pada suku Ranunculaceae. Ini merupakan suatu awal era sistem alam. Oleh De Jussieu tumbuhan diklasifikasikan menjadi: acotyledoneae, monocotyledoneae dan dicotyledoneae, kemudian dikelompokkan menjadi 5 berdasarkan ciri korola, yaitu apetalae, petalae, monopetalae, polypetalae dan diclinae. Usulan klasifikasi baru ini terbit Tahun 1789 dalam bukunya **Genera Plantarum**, tumbuhan berbunga dikelompokkan menjadi 15 kelas dan dibagi lagi menjadi 100 ordo (**Ordines**

naturale), di mana masing-masing dibedakan, diberi nama dan dipertelakan. Hal ini diperlakukan hampir untuk semua kelas kecuali yang pertama dan terakhir adalah angiospermae.

Augustin Pyrame de Candolle (1778-1841) dan dua generasinya memberikan kontribusi yang cukup besar bagi ilmu botani. Khususnya dalam bidang fisiologi, morfologi, dan taksonomi. Karya yang terkenal dalam bidang botani antara lain dalam bidang fisiologi, morfologi dan terutama taksonomi. Dia yang merevisi karya Lamarck **Flore Françoise** dan karya monumentalnya adalah **Prodromus sistematicus naturalis regni vegetabilis**. Lamarck mengenalkan pendekatan filosofi yang sangat dihargai oleh banyak kalangan ilmiah sampai pertengahan abad berikutnya.

D. PERIODE SISTEM KLASIFIKASI BERDASARKAN FILOGENI

Sejak terbitnya buku **The Origin of Species** dan diterimanya teori evolusi yang dicetuskan oleh Darwin, muncul ketidakpuasan dengan sistem de Candolle ini. Sistem yang muncul pada periode ini telah memasukkan unsur proses evolusi, yang kemudian dapat diterima oleh para ahli biologi bahwa kehidupan yang ada sekarang merupakan hasil dari proses evolusi. Sistem klasifikasi pada periode ini mengklasifikasikan tumbuhan dari bentuk yang sederhana hingga bentuk yang kompleks, dan hampir semua sistemnya telah mempertimbangkan hubungan genetik dari nenek moyang.

Dalam sistem klasifikasinya, jenis-jenis yang ada tidak lagi sesuatu yang statis, mantap, dan tidak berubah-ubah, melainkan merupakan populasi yang bervariasi, dinamis, selalu mengalami perubahan, dan diakui sebagai keturunan dari jenis yang sudah pernah ada sebelumnya. Suatu takson memiliki anggota yang saling berkerabat erat satu sama lain sebab berasal dari satu nenek moyang yang sama melalui proses evolusi. Dalam sistem filogeni, urutan klasifikasi sekaligus menunjukkan urutan filogeninya. Dasar yang dipakai terutama adalah hubungan kekerabatan dan sifat primitif serta majunya suatu golongan. Sistem ini berkembang dengan cepat terutama dengan diterimanya teori Darwin secara luas. Dari teorinya, para ahli botani berpendapat bahwa bentuk kehidupan yang ada sekarang adalah hasil proses evolusi. Klasifikasi disusun dengan melihat keturunan dan hubungan kekerabatan. Upaya untuk menemukan hubungan filogenetik semacam ini dilakukan dengan cara mengelompokkan organisme hidup ke dalam suatu deret mulai dari bentuk paling primitif sampai bentuk yang paling maju.

Untuk hal ini tidak sedikit hambatan maupun masalah yang dihadapi. Diperlukan bukti-bukti dari beberapa sumber. Jumlah tumbuhan hidup dewasa ini sangat banyak, sementara jenis-jenis baru bermunculan, sedangkan jenis-jenis yang lebih dahulu telah punah, serta banyak jenis bervariasi dan tidak mantap. Dengan demikian pola klasifikasi menjadi tidak berkesinambungan dan bersifat kompleks. Catatan tentang fosil menjadi penting untuk menentukan asal-usul sekelompok tumbuhan yang berevolusi, karena dalam segala hal teramat tidak lengkap. Ditambah adanya perbedaan pandangan yang mencolok dari para ahli botani terhadap arti penting berbagai tanda atau kelompok sifat tumbuhan. Pada gilirannya, pendapat-pendapat tersebut telah berubah karena adanya penemuan tumbuhan yang semakin bertambah banyak serta beberapa fakta baru mengenai tumbuhan. Dengan demikian untuk kepentingan klasifikasi apapun terhadap tumbuhan selalu tidak kunjung selesai, dan bersifat sementara serta sewaktu-waktu mengalami revisi.

Penggolongan tumbuhan dalam sistem filogeni berasumsi bahwa arah pertama dalam evolusi pada dunia tumbuhan maupun hewan dimulai dari organisme yang dianggap primitif (sederhana) menuju bentuk yang lebih kompleks (maju). Banyak sekali bukti, baik berasal dari tumbuhan hidup maupun fosil, memperlihatkan urutan tersebut. Keragaman yang dihasilkan dengan adanya gerak mekanisme evolusioner memungkinkan kita untuk mengelompokkan organisme menjadi jenis, marga, suku, bangsa, kelas serta divisi, dan mengaturnya ke dalam suatu urutan yang tertib. Semua hal tersebut didasarkan atas terdapatnya sifat-sifat primitif atau maju pada tumbuhan. Pada umumnya sekelompok tumbuhan dianggap mempunyai hubungan paling erat (dekat), jika terdapat ciri-ciri atau tanda-tanda yang serupa. Sedangkan hubungan kekerabatan dianggap paling renggang (jauh) apabila ciri-ciri yang sama sangat sedikit ditemukan.

Walaupun arah evolusi yang umum memperlihatkan kecenderungan progresif, dapat pula, pada jenis tertentu ada gejala ke arah kemunduran atau ke arah sifat-sifat yang lebih sederhana. Kesulitan dalam penelaahan filogenetik menjadi bertambah dengan adanya kenyataan tersebut, misalnya apakah keadaan maupun struktur tumbuhan tertentu itu memang benar-benar primitif, ataukah sifat primitif itu terjadi hanya sebagai akibat proses kemunduran. Berbagai kesulitan ini terdapat di mana-mana, karena barang bukti terjadinya proses kemunduran bisa didapat pada bentuk organisme sederhana, seperti ganggang dan fungi, maupun pada tumbuhan berpembuluh

yang lebih tinggi tingkatannya. Sebagai contoh misalnya, pada bermacam-macam bunga dapat dilihat bahwa bagian-bagian tertentu seperti benangsari, mahkota bunga, ataupun seluruh bagian bunga, mungkin tidak ada. Ditinjau secara morfologi luar, mungkin tidak ada bukti bahwa bagian-bagian bunga itu pernah terdapat sebelumnya, atau digantikan oleh kelenjar, sisik, maupun kelenjar madu. Namun jika ditinjau secara anatomi, mungkin terlihat adanya berkas-berkas pembuluh pada posisi yang sesuai dengan kondisi bunga yang di dalamnya berkembang dengan sempurna.

Kesulitan lain yang ditemukan dalam penafsiran tentang hubungan kekerabatan evolusioner adalah evolusi konvergen (memusat). Istilah ini digunakan untuk perkembangan struktur serupa pada organisme yang tidak mempunyai hubungan kekerabatan maupun hubungan kekerabatannya jauh. Bentuk semacam itu meskipun tidak berasal dari nenek moyang yang sama, tetapi dapat memperlihatkan kesamaan yang mungkin menyesatkan dalam mencari bukti-bukti hubungan kekerabatan. Sebuah contoh tentang evolusi konvergen ialah asal usul bebas jaringan pembuluh dalam lima golongan tumbuhan berpembuluh berbeda. Hal ini dapat dilihat pada: 1) Tumbuhan monokot; 2) Tumbuhan dikot; 3) Rane-ranean (Sellaginellales); 4) Paku sejati (Filicales); dan 5) Belinjo-belinjoan (Gnetales).

Meskipun berhadapan dengan evolusi yang bersifat mundur (retrogresif), konvergensi (memusat), dan berbagai kesulitan lainnya, namun penelaahan tentang evolusi dalam dunia tumbuhan akan tetap berjalan, yang tujuannya berupa klasifikasi berdasarkan kekerabatan karena keturunan. Klasifikasi semacam itu mungkin tidak pernah sempurna, tetapi daya upaya yang dilakukan akan menghasilkan pola arah klasifikasi yang lebih teliti serta didasarkan atas hubungan genetik dan bukan dengan melihat kesamaan sifat dalam bentuk luarnya saja. Upaya ini akan menuju kepada pengertian yang lebih baik perihal proses-proses evolusioner yang telah membentuk dunia makhluk hidup. Salah satu ciri sistem filogeni adalah penyusunan silsilah atau penyusunan pohon filogeni untuk mencoba menunjukkan asal usul setiap kesatuan taksonomi.

Dasar-dasar filsafat teori evolusi itu sebenarnya tidak mengakibatkan perubahan klasifikasi yang luar biasa. Sistem de Candolle serta Bentham dan Hooker tidak banyak berbeda isinya dengan sistem klasifikasi yang disusun sesudah keluarnya teori Darwin, kecuali dalam istilah-istilah misalnya kesamaan diganti dengan kekerabatan.

August Wilhelm Eichler (1839-1887), pada Tahun 1875 mengusulkan sistem klasifikasi berdasarkan pendekatan genetik di antara tumbuhan, dan menyetujui terhadap konsep evolusi.

Pengaruh sistemnya sampai sekarang masih terasa, sistem tersebut menggantikan sistem de Candolle termasuk di Amerika dan Inggris di mana pengaruh Bentham dan Hooker sangat dominan. Eichler membagi tumbuhan dalam dua subgrup: Cryptogamae dan Phanerogamae (tumbuhan berbiji). Cryptogamae terdiri dari tiga divisi: Thallophyta, Bryophyta, serta Pteridophyta, sedangkan Phanerogamae terdiri dari tumbuhan berbiji. Eichler memisahkan Alga dari Fungi dan membagi Alga menjadi Cyanophyceae, Chlorophyceae, Phaeophyceae, dan Rhodophyceae. Byrophyta dibagi menjadi Hepaticae dan Musci, sedangkan Pteridophyta dibagi menjadi tiga kelas: Equisetineae, Lycopodineae dan Filicineae. Phanerogamae dibagi menjadi Angiospermae dan Gymnospermae. Angiospermae dibagi menjadi dua kelas: Dicotyledoneae dan Monocotyledoneae. Klasifikasi Engler untuk phanerogamae telah memperkirakan bahwa puncak perkembangan evolusi ditunjukkan oleh proses reproduksinya, seperti yang digambarkan oleh Hutchinson (1948): "...tumbuhan tanpa mahkota bunga.... biasanya lebih primitif dibandingkan dengan yang mahkota bunganya berkembang sempurna....". Eichler berpendapat bahwa tumbuhan yang ruwet susunan dan organisasi tubuhnya terutama alat perkembangbiakannya merupakan golongan yang termaju evolusinya. Sekalipun sistemnya sudah sering ditinggalkan orang, tetapi karena kesederhanaannya maka garis-garis klasifikasinya dan istilah-istilah yang dipakai Eichler masih dipakai orang sampai sekarang.

Sistem klasifikasi filogeni yang diusulkan para ahli botani sesudah itu dapat dibagi menjadi dua golongan besar "aliran Engler" dan "aliran Ranales". Sistem klasifikasi aliran Engler dibuat oleh Adolph Engler (1844-1930) dipakai banyak orang karena buku-bukunya yang terkenal. Pada Tahun 1892 ia memublikasikan bukunya dengan memakai dasar klasifikasi dari Eichler yang kemudian banyak dipakai oleh para ahli botani di dunia. Bedanya dengan sistem Eichler adalah lebih detil dan banyak membahas tentang tatanama dari kategori utama dibandingkan filosofi atau dasar-dasar konsep di mana kategori dikembangkan. Banyak modifikasi sistem Eichler dipengaruhi oleh Brongniart dan Sachs. Tumbuhan berbiji yang oleh Engler disebut Embryophyta Siphonogama dibagi menjadi Gymnospermae dan Angiospermae, kemudian Angiospermae dibagi menjadi Dicotyledoneae dan

Monocotyledoneae. Tumbuhan dikotil dibagi menjadi anak-kelas Archiclamideae (terdiri dari Choripetalae yang mempunyai petal lepas, dan Apetalae tanpa petal) dan Metachlamideae (korola/mahkotanya gamopetalous atau bersatu). Dengan sistem ini anak-kelas dibagi lagi menjadi bangsa yang tersusun atas suku-suku yang dekat kekerabatannya. Dalam penyusunan prinsip-prinsip sistematik, Engler dan Diels (1936) mengemukakan bahwa bunga diclamydeous (perhiasan bunga terdiri dari dua seri kelopak dan mahkota) berasal dari bunga monoclamydeous (perhiasan bunga dalam satu seri atau tersusun berkarang). Demikian juga tentang perihal primitif dan majunya suatu plasentasi ovarium, serta anggapan bahwa bunga unisek adalah primitif.

Salah satu alasan mengapa sistem Engler banyak digunakan karena Engler bersama Prantl menggunakan sistemnya untuk klasifikasi tumbuhan dengan cara menerbitkan dalam 20 jilid buku, yang diberi nama **Die naturlichen pflanzenfamilie** (1887-1899), berisi cara identifikasi untuk semua marga tumbuhan mulai dari alga hingga yang paling maju tingkatannya (tumbuhan berbiji). Publikasi ini disertai dengan gambar dan kunci-kunci yang modern. Edisi kedua disunting oleh para ahli sistematika Jerman terbit Tahun 1924, dengan hanya mengalami sedikit perubahan dan modifikasi pada sistemnya Engler dan Gilg's. Oleh Engler dan Diels selanjutnya diterbitkan buku **Syllabus der Pflanzenfamilien**, satu buku dengan banyak edisi memberikan susunan kelas, bangsa dan suku tumbuhan. Edisi terakhir, edisi ke-17 dipublikasikan Tahun 1936.

Engler menganggap monokot lebih primitif dibandingkan dengan dikot, anggrek lebih berkembang dibandingkan dengan rumput, dan di antara tumbuhan dikot yang tidak mempunyai perhiasan bunga yang disebut Amentiferae dianggap jenis primitif dibandingkan dengan yang mempunyai mahkota bunga. Pandangan ini banyak yang tidak menyetujuinya. Pengaruh sistem Engler ini banyak diminati karena uraian dalam publikasinya detail termasuk ensiklopedi yang disunting oleh Engler.

Richard von Wettstein (1862-1931), ahli botani dari Austria, publikasinya terbit Tahun 1901 **Handbuch der systematischen Botanik** dalam 2 jilid (1930-1935), memberikan pandangan tentang filogeni pada tumbuhan. Sementara struktur pola sistemnya menyerupai Engler, namun ada penyusunan ulang pada banyak suku dikot dan ditambahkan pandangan tentang filogenetik secara kontemporer. Secara umum sistem secara filogenetik Wettstein lebih bagus dibandingkan klasifikasi Engler.

Oswald Tippo (1942) mengajukan suatu kerangka sistem klasifikasi filogeni dunia tumbuhan, Bryophyta, dan Tracheophyta (tumbuhan berpembuluh dari paku-pakuan) sampai tumbuhan berbiji adalah berasal dari ganggang hijau Chlorophyta. Divisi Tracheophyta dibagi menjadi kelas-kelas Psilopsida, Sphenopsida, Cycopsida dan Pteropsida. Sistem klasifikasi Tippo ini sampai sekarang masih ada yang menggunakan.

Aliran Ranales berpendapat bahwa tumbuhan berbiji primitif bunganya runjung menyerupai organ reproduksi pada tusam. Mereka berpendapat bahwa bunga primitif mempunyai bagian-bagian yang banyak, lengkap dan lepas-lepas, dan sistem penyerbukannya dibantu oleh serangga. Keturunannya masih bersifat primitif misalnya pada suku-suku Magnoliaceae, Annonaceae, Nymphaeaceae, dan lain-lain yang masuk dalam golongan Ranales.

Salah seorang pemuka aliran Ranales adalah Charles Edwin Bessey (1845-1915), merupakan orang Amerika pertama yang menyusun klasifikasi tumbuhan berdasarkan filogeni. Dia tidak sependapat dengan hipotesis Eichler dan Engler. Pada awal kariernya sebagai ahli botani dipengaruhi oleh pemikiran teori evolusi Darwin maupun Wallace. Menurutnya sistem Bessey dipengaruhi oleh de Candolle, Bentham dan Hooker yang telah disesuaikan dengan prinsip-prinsip evolusi. Kemudian yang disebut cohort adalah ordo dan masih banyak lagi nama-nama baru, di antaranya ordo (bangsa) dikenal sebagai familia (suku). Setelah mengalami beberapa revisi bentuk terakhir dengan penyusunan bangsa dan suku muncul pada Tahun 1915.

Bessey menggambarkan kecenderungan dalam paham yang lebih maju (kadang-kadang reversal), sistem klasifikasinya tercermin dalam diagram yang digambarkannya. Konsepnya hampir menyerupai Linnaeus dan de Jussieu. Meskipun Bessey mengemukakan bahwa sistem klasifikasi harus merefleksikan filogeni, namun cara menghasilkan suatu bentuk klasifikasi tumbuhan sangat sulit untuk dicapai.

Dikta Bessey merupakan gambaran secara garis besar untuk menghasilkan filogeni, berisi tentang komponen utama pemikiran terkait evolusi dan dapat bertahan hingga waktu yang lama. Pemikirannya mempengaruhi sistem klasifikasi yang ada sekarang yang cukup populer yakni Cronquist (1981), Dahlgren (1983), Thakhtayan (1997), dan Thorne (1999).

Hans Hallier (1868-1932) memublikasikan sistem klasifikasi filogeni dengan prinsip yang sama dengan Bessey. Perbedaannya terdapat tambahan

hasil penelitian dalam bidang paleobotani, anatomi, serologi, dan ontogeni, sedangkan Bessey lebih banyak memuat sintesa-sintesa yang tidak banyak diuji. Hallier tidak sependapat dengan konsep Engler. Uraian tentang monokot lebih kritis dibandingkan dengan dikot.

John Hutchinson (1884-1972) adalah seorang tokoh lain penganut aliran ranales. Sistem klasifikasinya memakai pemikiran-pemikiran dari Bessey dan menambahkan dengan pemikirannya sendiri. Bukunya yang terkenal adalah **Families of Flowering Plants**. Suku-suku pada Dicotyledoneae dikelompokkan dalam golongan Lignosae yang umumnya berkayu, sedangkan perdu dan herba dimasukkan dalam golongan herbaceae.

Sistem klasifikasi Bessey dan Hutchinson besar sekali pengaruhnya terhadap penganut-penganut aliran ranales.

Awal Tahun 1950-an beberapa sistem klasifikasi baru diusulkan. Pengembangan sistem klasifikasi telah memakai data-data dan pengetahuan tentang struktur tumbuhan, fisiologi dan komposisi kandungan kimianya. Banyak penemuan paleobotani yang membantu interpretasi filogeni. Beberapa sistem filogeni diusulkan, beberapa sistem klasifikasi filogeni modern diuraikan di bawah ini.

Armen L. Takhtajan (1910), seorang ahli botani Rusia yang mengawali publikasinya tentang evolusi tumbuhan berbunga pada Tahun 1940-an. Garis besar evolusi tumbuhan berbunga dan sistem klasifikasi pertamanya mulai dikenal dengan diterjemahkannya karya Takhtajan pada Tahun 1950. Karya-karya awalnya lebih banyak membicarakan pola evolusi angiospermae, sedangkan versi lain dari karyanya terbit Tahun 1980.

Awal Tahun 1980-an berkembang konsensus tentang kekerabatan. Atur J. Cronquist (1919-1992) seorang ahli botani Amerika mengembangkan sistem klasifikasi hingga sekarang ini banyak digunakan di Amerika. Karya-karya awalnya tentang filogeni Angiospermae paralel dengan Takhtajan. Cronquist memublikasikan garis besar sistem klasifikasi untuk tumbuhan dikot pada Tahun 1957, kemudian berkorespondensi secara intensif dengan Takhtajan yang banyak membantu mewujudkan ide-idenya. Tahun 1968 terbit bukunya **The Evolution and Clasification of the Flowering Plants**. Tahun 1981 pada bukunya **An Integrated Sistem Classification of Flowering Plants**, memuat banyak modifikasi dan mencakup uraian detil dari masing-masing suku.

Kelebihan sistem Cronquist ini adalah didokumentasikan dengan baik, dilengkapi dengan pertelaan, informasi tentang anatomi, kandungan kimia,

dimulai dengan angiospermae yang ada di garis awal, meskipun penempatan kelompok-kelompoknya kadang-kadang berbeda dengan yang sudah ada sebelumnya. Konsensus di akhir abad ke dua puluh, tidak lagi menggunakan ide-ide Engler, dan teori kladistik tidak lagi bertahan. Perubahan ini disebabkan banyak data-data baru, metode analisa yang baru, dan kenyataan bahwa sistematika tidak lagi mendeskripsikan kekerabatan di alam namun cenderung hipotesa filogeni. Meskipun banyak aspek filogeni yang sampai sekarang tidak jelas.

E. PERIODE SISTEM KLASIFIKASI MOLEKULER

Kemajuan baru dalam teknik biologi molekuler menambah kelengkapan data tumbuhan yang dapat dimanfaatkan oleh ahli sistematika dalam penggolongan tumbuhan. Suatu pendekatan dalam menginterpretasikan kekerabatan antara organisme dengan menggunakan data molekuler yang berupa data makromolekul telah menciptakan sistem klasifikasi berbasis molekuler. Penggunaan data molekuler untuk sistematika tumbuhan sering dianggap lebih baik karena beberapa alasan, antara lain:

1. sekuen protein dan DNA umumnya berevolusi lebih teratur sehingga memudahkan dalam membuat model matematika untuk pengolahan datanya;
2. data molekuler lebih sesuai dengan perlakuan kuantitatif;
3. karena sekuen DNA dan RNA terdiri dari empat macam nukleotida maka jumlah data molekuler lebih melimpah;
4. data molekuler merupakan data genetik yang lebih baik untuk analisa kekerabatan; dan
5. data molekuler terbuka untuk berbagai macam organisme sehingga dapat digunakan untuk membandingkan organisme pada tingkat kekerabatan jauh atau antara organisme dengan karakter morfologi yang sangat berbeda. Selain itu, dengan teknik molekuler memungkinkan dapat diperolehnya data rincian fosil sebagai pembanding karakter tumbuhan yang masih hidup dengan tumbuhan fosil yang diduga sebagai nenek moyangnya.

Sifat dari hasil kerja data molekuler dapat mendukung data lain seperti morfologi dan anatomi, sehingga memungkinkan para ahli sistematika untuk memilih di antara hipotesis kekerabatan yang sudah diajukan, dan

memungkinkan menempatkan taksa yang masih menjadi masalah. Akan tetapi pemakaian data molekuler jarang menemukan hal baru. Tipe data yang banyak digunakan dalam sistematika molekuler meliputi sekuen asam amino dalam protein dan sekuen nukleotida dalam asam nukleat.

Di antara protein pertama yang dianalisa dalam studi taksonomi adalah sitokrom c, salah satu molekul pembawa elektron dalam rantai transpor elektron. Molekul sitokrom c dari berbagai macam organisme disekuen, dan ditentukan jumlah asam aminonya. Jumlah persamaan dan perbedaan antara sekuen asam amino dari setiap organisme cenderung berbeda kemudian dievaluasi hubungan evolusinya. Semakin kecil perbedaan, semakin dekat hubungan antara dua organisme.

Dari data protein yang dikumpulkan menunjukkan bahwa, walaupun struktur protein merupakan parameter berguna tetapi hasilnya sulit untuk diinterpretasikan. Beberapa ahli biologi berpendapat bahwa perubahan asam amino terjadi secara teratur dan acak, sebagai hasil mutasi dan tidak mewakili hasil seleksi sehingga perbedaan asam amino dalam protein homolog dari setiap organisme berbeda. Perbedaan yang dimaksud tidak mewakili perbedaan fungsional, melainkan mewakili perbedaan dalam jumlah substitusi asam amino yang sudah terjadi dalam protein homolog sejak mulai memisah dari **common ancestor**. Oleh karena itu, penggunaan protein homolog untuk menduga hubungan evolusi sangat dihindari.

Keragaman asam nukleat lebih banyak digunakan dalam menginterpretasikan kekerabatan tumbuhan dengan beberapa alasan, antara lain:

1. analisa sekuen asam nukleat menyediakan data kuat untuk pemahaman hubungan evolusi;
2. banyak perbedaan gen, dengan variasi kecepatan perubahan, dapat digunakan untuk mempelajari evolusi dalam garis evolusi berbeda; dan
3. sekuen non-coding menyediakan marker netral yang merefleksikan kejadian evolusi di masa lalu. Sekuen DNA merupakan data yang paling bagus untuk menginterpretasikan hubungan kekerabatan antara tumbuhan. Data sekuen DNA menunjukkan urutan nukleotida dalam wilayah DNA yang diteliti. Perbandingan wilayah homolog dari DNA antara organisme menghasilkan karakter dan ciri yang dapat digunakan untuk menginterpretasikan hubungan kekerabatan.

Pada tumbuhan, ada 3 sumber data DNA yaitu inti (nDNA), kloroplas (cpDNA), dan mitokondria (mtDNA). Pemakaian data sekuen DNA kloroplas terbukti sangat berguna untuk melihat hubungan kekerabatan pada takson tingkat tinggi maupun rendah. Gen kloroplas yang sudah disekuen secara umum adalah *atpB*, *rbcL*, *matK*, *ndhF*. Data sekuen DNA inti jarang digunakan dalam sistematika tumbuhan. Beberapa gen inti seperti alkohol dehidrogenase (*Adh*) dahulu sering digunakan melalui studi enzim, dan sekarang banyak digunakan melalui sekuennya. Satu tipe lagi sekuen DNA inti yang banyak digunakan adalah wilayah **internal transcribed spacer** (ITS) yang bagus untuk melihat hubungan kekerabatan pada takson tingkat rendah, seperti spesies yang berkerabat dekat.

Contoh paling menonjol dalam penggunaan sekuen nukleotida adalah analisa sekuen subunit kecil ribosom RNA (rRNA) menyediakan kejadian pertama bahwa makhluk hidup dikelompokkan dalam tiga grup besar yaitu bakteri, eukarya, dan archaea. Lebih dari 100 genom prokariot sudah disekuen secara lengkap. Hasil dari sekuen DNA mendukung lebih lanjut adanya tiga domain dalam kehidupan dan menunjukkan bahwa archaea dan eukarya memiliki garis evolusi sama dan terlepas dari kelompok bakteri. Contoh lain dalam mempelajari filogeni adalah studi yang lebih menyeluruh dari filogeni tumbuhan berbiji didasarkan pada variasi dalam sekuen nukleotida dari gen *rbcL* (gen kloroplas). Gen *rbcL* mengkode subunit besar dari enzim Rubisco dari siklus Calvin, khususnya sesuai untuk analisa kelompok tumbuhan yang luas. Gen ini merupakan gen kopi tunggal, berevolusi lambat, tidak memiliki intron, dan cukup besar untuk menyimpan karakter informatif secara filogeni.

Data molekuler sendiri mungkin tidak menyediakan hasil yang paling akurat tentang hubungan kekerabatan. Oleh karena itu, beberapa ahli sistematika berpikir bahwa semua data yang tersedia, baik dari molekul, morfologi, anatomi, ultrastruktur, perkembangan, dan fosil dapat dikombinasikan sebagai bahan pertimbangan dalam menginterpretasikan filogeni antara organisme.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan perkembangan sistem klasifikasi tumbuhan, apakah statis atau mengalami perubahan!
- 2) Jelaskan sistem klasifikasi paling awal!
- 3) Jelaskan mengapa munculnya teori evolusi sangat mempengaruhi klasifikasi tumbuhan!
- 4) Apa yang dimaksud dengan “aliran Engler”?
- 5) Apa yang dimaksud dengan “aliran Ranales”?
- 6) Apa yang dimaksud dengan sistem klasifikasi molekuler?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan latihan di atas, berikut petunjuk yang harus Anda kerjakan:

- 1) Anda dapat menjelaskan perkembangan klasifikasi menurut jamannya.
- 2) Anda dapat menjelaskan sistem klasifikasi awal yang dikembangkan oleh Theoprastus.
- 3) Anda dapat membaca kembali bagian modul yang membahas teori evolusi Darwin dan pengaruhnya terhadap klasifikasi tumbuhan.
- 4) Untuk dapat menjawab pertanyaan ini Anda dapat membaca kembali bab tentang sistem Engler dan Prantl.
- 5) Untuk dapat menjawab pertanyaan ini Anda dapat membaca kembali bab tentang sistem yang dikembangkan Charles E. Bessey.
- 6) Untuk dapat menjawab pertanyaan ini Anda dapat membaca kembali bab sistem molekuler sebagai suatu sistematika yang paling modern saat ini.



RANGKUMAN

Sistem klasifikasi tumbuhan selalu berkembang menurut jamannya, mengalami proses perubahan, perombakan, pembaharuan, perbaikan, bahkan akan diganti atau malahan dibuang sama sekali setelah diperoleh data-data baru, bukti dan pengetahuan baru. Perkembangan dan

kemajuan ilmu botani akan mempengaruhi corak dan sistem klasifikasi yang dianut oleh orang-orang pada masa-masa tertentu.

Sistem klasifikasi paling awal dikembangkan oleh Theophrastus (370-285 sebelum masehi), sistem ini dibuat berdasarkan perawakan tumbuhan, sehingga tergolong sistem yang masih sangat sederhana. Kemudian dikenal sistem klasifikasi buatan berdasarkan numerik misalnya “sistem seksual” yang dikembangkan oleh Linnaeus. Sistem klasifikasi ini dikembangkan berdasarkan hubungan kekerabatan dan filogeni yang kemudian berkembang dengan pesat.

Dengan munculnya teori evolusi dan terbitnya tulisan Darwin (1859) *On the Origin of Species* sangat mempengaruhi sistem klasifikasi tumbuhan. Salah satu ahli yang memublikasikan konsep-konsep evolusi sebagai penunjuk prinsip-prinsip klasifikasi adalah A.W. Engler. Berikutnya Engler mengemukakan bahwa tumbuhan yang ruwet susunan dan organisasi tubuhnya terutama alat perkembangbiakannya merupakan golongan yang termaju evolusinya.

Sistem klasifikasi filogeni dapat dibagi menjadi dua golongan besar: ”aliran Engler” dan ”aliran Ranales”

Sistem Engler banyak dipakai orang, salah satu alasannya adalah bersama-sama dengan Prantl menerbitkan dalam 20 jilid buku yang terkenal dengan nama **Die naturlichen pflanzenfamilie** (1887-1899), berisi cara identifikasi semua marga tumbuhan mulai dari alga hingga tumbuhan berbiji yang paling maju. Engler juga berpendapat bahwa monokot lebih primitif dibandingkan dengan dikot, anggrek dianggap lebih berkembang dibanding rumput, tumbuhan dikot yang tidak punya perhiasan bunga (Amentiferae) dianggap lebih primitif dibandingkan dengan yang punya mahkota bunga.

Aliran Ranales berpendapat, bunga primitif mempunyai bagian-bagian yang banyak, lengkap dan lepas-lepas, keturunannya masif bersifat primitif misalnya suku Magnoliaceae, Annonaceae, Nymphaeaceae dan lain-lain yang termasuk golongan Ranales. Salah seorang pemuka aliran Ranales adalah Charles Edwin Bessey (1915).

Pada masa-masa berikutnya dihasilkan sistem klasifikasi filogeni modern dapat dicatat beberapa nama, seperti Takhtajan, Cronquist, Dahlgren dan lain-lain.

Sistematika molekuler adalah suatu pendekatan dalam menginterpretasikan kekerabatan antara organisme menggunakan data molekuler yang berupa data makromolekul. Tipe data yang banyak digunakan dalam sistematika molekuler meliputi sekuen asam amino dalam protein dan sekuen nukleotida dalam asam nukleat. Sifat dari hasil kerja data molekuler dapat mendukung data lain dalam menempatkan taksa yang masih menjadi masalah.

Bermacam-macam sistem klasifikasi ini berkembang menurut jamannya sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan botani.



TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Sistem klasifikasi berdasarkan menggolongkan perawakan tumbuhan sebagai berikut
 - A. phanerogam dan cryptogam
 - B. pohon, semak dan herba
 - C. tumbuhan berpembuluh dan tidak berpembuluh
 - D. tumbuhan berbiji dan tidak berbiji

- 2) Apa yang menjadi dasar sistem klasifikasi Linnaeus?
 - A. alat reproduksi seksual tumbuhan.
 - B. alat reproduksi vegetatif tumbuhan.
 - C. kekerabatan.
 - D. evolusi.

- 3) Teori Darwin sangat mempengaruhi pandangan orang dalam mengembangkan klasifikasi, yang kemudian memunculkan sistem klasifikasi filogenetik. Selain kekerabatan, ciri yang sering dipakai pada sistem filogenetik adalah penafsiran hubungan kekerabatan
 - A. evolusioner
 - B. berdasarkan kesamaan ciri morfologi
 - C. berdasarkan kesamaan ciri anatomi
 - D. berdasarkan kesamaan ciri morfologi dan fisiologi

- 4) Aliran Ranales berpendapat bahwa bunga primitif
 - A. mempunyai bagian-bagian banyak, lengkap, dan lepas-lepas
 - B. mempunyai bagian-bagian yang telah mengalami reduksi
 - C. telah mengalami modifikasi
 - D. bunga dengan mahkota

- 5) Tipe data yang digunakan pada sistem molekuler adalah
 - A. perawakan tumbuhan
 - B. morfologi dan anatomi
 - C. bentuk kromosom
 - D. sekuen asam amino dan nukleotida

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2**Dasar-dasar Taksonomi Tumbuhan****A. KLASIFIKASI, SISTEMATIKA, BOTANI SISTEMATIK, DAN TAKSONOMI**

Tumbuhan di permukaan bumi selain berjumlah sangat besar juga menunjukkan keanekaragaman yang sangat tinggi. Jumlah dan keanekaragaman yang sangat tinggi mendorong manusia yang berkecimpung dalam studi tumbuhan melakukan penyederhanaan obyek tumbuhan itu melalui klasifikasi (pengelompokan) dan pemberian nama yang tepat untuk setiap kelompok yang terbentuk. Dua kegiatan inilah yang merupakan tugas utama ilmu sistematik atau taksonomi tumbuhan.

Penemuan tumbuhan dan pemanfaatannya telah dilakukan manusia sejak jaman batu. Sejak jaman itu manusia mencari tumbuhan di sekelilingnya dan memanfaatkannya untuk dimakan, dibuat obat ataupun untuk keperluan lainnya. Kemudian dari tumbuhan yang telah dimanfaatkan itu diberikan pertelaan atau deskripsi mengenai ciri-ciri dan sifat agar dapat diceritakan dan disebarluaskan kepada orang lain terutama perihal khasiat maupun manfaatnya.

Sejak dahulu kala bangsa-bangsa yang menempati lembah Euphrat, Tigris, Mesir, Cina dan bangsa-bangsa Indian di Amerika telah mengenal dan memanfaatkan tumbuhan untuk berbagai keperluan. Jadi sudah berpuluh-puluh abad yang lampau secara tidak langsung orang mulai melaksanakan tugas ilmu taksonomi tumbuhan, meskipun pengetahuan tentang tumbuhan pada waktu itu belum dapat disebut sebagai ilmu untuk ukuran sekarang.

Kehidupan kita tidak dapat terpisahkan dari dunia tumbuhan, di era modern keberadaan tumbuhan sangat diperlukan sebagai sumber bahan makanan, energi, papan, sandang, obat-obatan, minuman, bahan estetika lingkungan, dan bahkan sebagai penghasil oksigen yang sangat kita perlukan untuk bernafas.

Pada saat ini telah banyak dikenal berbagai macam tumbuhan termasuk di antaranya tumbuhan yang bermanfaat. Tumbuhan tersebut perlu dibedakan agar supaya tidak salah penyebutannya, karena wujud dan macamnya berbeda. Karena itu dirasakan perlunya suatu pengetahuan mengenai cara atau metode untuk menguasai keseluruhan tumbuhan. Dari

tumbuhan yang sudah dikenal atau diketahui kemudian digolong-golongkan, dikelompokkan, dikelas-kelaskan, disistematikkan atau diklasifikasikan. **Klasifikasi** tumbuhan adalah penggolongan atau pengaturan tumbuhan dalam suatu tingkatan kesatuan yang setiap unit pengelompokannya disebut sebagai **takson**. Pengetahuan tentang sifat-sifat, ciri, nama-nama tumbuhan selanjutnya disusun dalam suatu sistem yang dikenal sebagai ilmu tumbuhan-tumbuhan, dan terkadang disebut juga **sistematika tumbuhan** atau **botani sistematika**.

Kita telah mendengar istilah tentang klasifikasi, sistematika, botani sistematika dan taksonomi, terkadang masing-masing istilah ini saling dipertukarkan atau campur-baur pengertiannya. Sekarang setiap istilah tersebut telah didefinisikan tersendiri sehingga tidak lagi saling dipertukarkan pengertiannya.

Taksonomi diartikan sebagai ilmu tentang teori klasifikasi, pencirian dan penamaan. Taksonomi adalah suatu ilmu yang dinamis dan merupakan pekerjaan yang tidak ada habisnya. Tumbuhan perlu dipelajari, dipertelakan, direvisi, sistem klasifikasi perlu dievaluasi ulang, dicari kekerabatannya dan memerlukan data-data dari banyak disiplin ilmu. Selama dunia tumbuhan ada, selalu ada yang dipelajari tentang tumbuhan. Taksonomi sebagai ilmu terus akan berkembang sejalan dengan besarnya hasrat untuk mencari berbagai metode dan pendekatan baru guna menjelaskan evolusi dan sistematika dunia tumbuhan. Taksonomi sendiri telah mengalami evolusi, bahkan revolusi sejalan dengan revolusi yang terjadi dalam bidang biologi. Metode dan pendekatan secara tradisional yang hanya berdasarkan pada sifat-sifat morfologi semata, telah berkembang dengan sangat pesat sampai pada penggunaan sumber bukti yang “kasat mata” yakni biologi molekuler dan DNA sebagai tumpuannya. Memang tidak bisa dipungkiri bahwa perkembangan dan kemajuan taksonomi saat ini maupun di masa depan tidak terlepas dari kemajuan ilmu-ilmu lain yang ada di sekitarnya, demikian juga sebaliknya bahwa kemajuan taksonomi akan turut berpengaruh terhadap kemajuan ilmu-ilmu lain. Contoh kemajuan teknologi instrumentasi seperti TEM, SEM, dan sekuensing DNA serta perkembangan ilmu komputer memberikan jalan yang lebih leluasa untuk menggali sumber-sumber bukti taksonomi dan menganalisisnya sehingga dapat dituangkan dalam suatu sistem klasifikasi yang modern.

Tujuan utama taksonomi tumbuhan adalah mengenal, menjelaskan ciri, variasi suatu tumbuhan, baik yang sekarang masih ada maupun yang dahulu

pernah ada dalam suatu sistem yang sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan.

Upaya mempelajari tumbuhan memerlukan pendekatan-pendekatan intelektual seperti pertelaan dan observasi, analitik dan eksperimen, sintetik dan teori. Data-data dikumpulkan dari lapangan, laboratorium, kebun raya, herbarium dan pustaka. Data-data ini sekarang dapat dianalisa dengan komputer dan didokumentasikan sebagai spesimen yang disimpan di herbarium, koleksi hidup di kebun raya atau berupa publikasi maupun informasi tertulis yang disimpan di perpustakaan. Bahkan di era teknologi informasi banyak data informasi yang dapat ditelusuri melalui internet.

Kita perlu mempelajari tumbuhan sebanyak mungkin serta merta merawatnya karena tantangan besar saat ini adalah menjaga tumbuhan di atas permukaan bumi dari kepunahan. Bukan lagi menjadi rahasia publik bahwa dalam mempelajari tumbuhan kita perlu berpacu dengan gencarnya kerusakan hutan dan lingkungan, penebangan liar, penjarahan lahan, dan sebagainya. Kita perlu menggali informasi sebanyak-banyaknya sehingga informasi dan klasifikasi tumbuhan dapat lebih efektif dan efisien.

B. PENCIRIAN

Sampai saat ini dalam praktiknya taksonomi masih seringkali menghadapi kenyataan bahwa buku-buku taksonomi yang tersedia cenderung berisi materi yang menjelaskan sifat-sifat morfologi, keterangan tentang penyebaran geografi, dan beberapa data lapangan lainnya. Meskipun ilmu tentang biologi molekuler, fitokimia, anatomi, palinologi, embriologi, sitologi, dan juga tentang kekerabatan tumbuhan berkembang dengan pesat.

Pencirian adalah uraian sifat-sifat serta ciri-ciri obyek yang diberikan dalam bentuk pertelaan. Dalam kehidupan sehari-hari dapat dicontohkan, seorang penjual tanaman buah-buahan harus mengenal betul pohon buah yang dijualnya, apakah itu mangga manalagi, harum manis, golek, atau gedong. Dalam hal buah durian, perbedaan antara durian sunan, petruk, atau monthong harus dikenal dengan baik. Ia perlu mengenal dan mengetahui secara pasti jenis-jenisnya. Berdasarkan pengalaman dan pengetahuannya ia tentu akan mengenal setiap jenis tanaman yang dijualnya. Seorang ibu rumah tangga yang berbelanja sayur mayur dan rempah rempah untuk membuat suatu masakan harus mengenal jenis, macam sayuran, dan rempah-rempah untuk masakannya, demikian pula seorang penjual jamu gendong yang harus

dapat mengenal dan membedakan bahan-bahan untuk jamunya misalnya kencur, kunyit, temulawak, jahe, sambiloto, dan sebagainya.

C. PERTELAAN CIRI ATAU DESKRIPSI

Pertelaan merupakan bagian yang sangat penting, sebab pertelaan merupakan pengetahuan tentang takson. Pertelaan atau deskripsi adalah pelukisan atau penggambaran dengan kata-kata tentang batasan, ruang lingkup, dan sifat-sifat suatu takson itu. Pertelaan merupakan kesimpulan dan perwujudan dari pencirian takson. Bahan baku pencirian itu pada umumnya berupa sifat dan ciri yang dirinci, dianalisis atau disintesis, serta disajikan sebagai bukti taksonomi. Sifat dan ciri inilah yang memungkinkan orang menggambarkan konsep dan mengenal suatu takson. Hampir semua kegiatan taksonomi tumbuhan itu melibatkan sifat dan ciri tumbuhan beserta variasinya. Pertelaan umumnya berisi sifat dan ciri, yang sebagian besar bersumber pada sifat-sifat morfologi tumbuhan.

Penguasaan morfologi dan terminologi tumbuhan mutlak diperlukan untuk dapat membuat suatu pertelaan yang baik. Khususnya dalam pengenalan atau identifikasi, baik identifikasi pertama kali untuk diterbitkan, maupun identifikasi ulangan, yaitu identifikasi tumbuhan yang belum kita kenal, tetapi telah dikenal oleh ahli-ahli tumbuhan, telah diberi nama dan pertelaannya, dan telah dipublikasikan dalam bentuk karya ilmiah.

Jumlah jenis tumbuhan yang dikenal seseorang umumnya cukup banyak walaupun pengenalannya hanya terbatas pada kesan visual dan terbatas pada daya tampung ingatan saja. Untuk jenis-jenis tumbuhan yang tumbuh di sekitar lingkungan barangkali belum banyak yang dikenal dan bahkan para ahli taksonomipun tidak akan mampu mengenal semua jenis tumbuhan yang ada di muka bumi kita. Indonesia yang wilayahnya di sekitar katulistiwa dikenal sebagai “mega diversity”, sangat kaya akan macam ragam jenis tumbuhan yang ditaksir mencapai 10% dari kekayaan tumbuhan dunia.

Tumbuhan yang sudah dikenal oleh para ahli termuat dalam karya-karya ilmiah berupa flora atau monografi. **Flora** adalah suatu buku yang memuat berbagai informasi mengenai semua jenis tumbuhan yang ada di wilayah itu, sedangkan **monografi** merupakan suatu karya ilmiah yang memuat berbagai informasi mengenai jenis-jenis tumbuhan yang termasuk dalam suatu unit takson tertentu. Baik buku flora maupun monograf seringkali disertai dengan suatu sarana yang berupa kunci atau tabel untuk mengenali jenis-jenis

tumbuhan yang nama dan berbagai informasi lainnya dimuat di dalam buku itu. Kunci atau tabel itu memuat serentetan pertanyaan-pertanyaan, yang bila sudah terjawab akan memberitahukan nama jenis tumbuhan yang ditanyakan. Oleh karena itu kunci atau tabel tersebut disebut **kunci determinasi** atau **kunci identifikasi**. Pertanyaan-pertanyaan itu merupakan pertanyaan yang sebagian besar mengenai sifat morfologi tumbuhan, sebagian kecil saja mengenai hal-hal lainnya, misalnya mengenai habitat, dan sebagainya. Tumbuhan yang belum kita kenal, tetapi telah dikenal oleh para ahli taksonomi dan telah dimuat di suatu flora atau monograf dapat kita kenali dengan menggunakan kunci identifikasi yang ada dalam karya-karya itu. Untuk dapat menggunakan kunci identifikasi tersebut mutlak diperlukan penguasaan istilah morfologi dan terminologi tumbuhan, disamping ketajaman observasi dan ketelitian kerja.

Menyusun pertelaan, deskripsi atau diagnosis suatu tumbuhan harus menggunakan suatu cara, sehingga hasilnya tertata dan sistematis, bentuknya singkat, ringkas, dan padat seperti kalau orang menuliskan telegram, serta yang penting adalah memudahkan para pemakainya.

Secara garis besar urutan yang umum diikuti dalam mempertelakan suatu takson tumbuhan tinggi adalah:

1. Perawakan tumbuhan dan daur hidup

Apakah perawakan tumbuhan berupa pohon, semak, herba, atau terna. Kemudian mengenai panjang umurnya: setahun, dua tahun, atau menahun. Selanjutnya apakah ada bagian-bagian lain di luar akar yang ada di dalam tanah misalnya: umbi, akar, rimpang, dan sebagainya.

2. Ekologi

Tempat tumbuhnya diuraikan secara singkat misalnya di atas permukaan tanah berkapur, di sepanjang pantai, di pinggir sungai, rawa, dan sebagainya. Ketinggian tempat di atas permukaan laut, iklim yang sesuai untuk pertumbuhan optimal, dan data-data lain yang perlu diketahui.

3. Akar

Berakar tunggang atau serabut dan kalau ada ciri-ciri lain perlu ditambahkan.

4. Batang

Ada tidaknya cabang pokok, jauh atau dekatnya mulai ada percabangan, adanya akar banir, arah tumbuh, tegak, merayap, memanjat, membelit, dan sebagainya. Adanya alat-alat tambahan, duri, bulu, rambut, bergetah atau tidak, dan sebagainya. Demikian pula untuk dahan dan cabang diuraikan seperti batang.

5. Daun

Susunan daun, tunggal atau majemuk. Kalau majemuk yang bagaimana. Letaknya apakah berseling, berhadapan, berkarang atau tersebar. Apakah ada alat-alat tambahan misalnya daun penumpu dan ligula. Kemudian bagian-bagian detil daun: pelepah daun, tangkai daun, dan helaian daun. Untuk daun majemuk, setelah disebutkan susunannya, kemudian uraian tentang ibu tangkai daun, cabang tangkai, dan anak daun.

6. Alat-alat lainnya

Apabila belum disebutkan pada waktu mempertelakan batang atau cabang, misalnya: kuncup, alat pembelit, duri, metamorfosis alat yang mempunyai fungsi khusus misalnya gelembung penangkap serangga, alat untuk mengapung di air, dan sebagainya.

7. Bunga

Susunan bunga dan tempatnya: bunga tunggal atau majemuk. Untuk bunga tunggal, ada tidaknya daun pelindung, uraian tentang tangkai bunga, kelopak bunga, kelopak tambahan; daun mahkota atau tajuk, jumlah benang sari dan bagian-bagiannya, jumlah putik dan bagian-bagiannya, bakal buah atau karpel. Untuk bunga majemuk, terbatas atau tidak terbatas. Bentuk bunga majemuknya apakah, bulir, tandan, malai, payung, atau bentuk lainnya, tempat, ukuran, dan sebagainya. Untuk masing-masing bunga diuraikan seperti pada bunga tunggal.

8. Buah dan Biji

Macam buah, jumlah dan bentuk ukurannya, warna dan sifat-sifat lainnya. Nama khusus buah kalau ada, warna waktu masih muda dan setelah masak, dapat dimakan atau tidak. Jumlah biji dalam buah, bentuk, ukuran, warna, dan sifat-sifat lainnya. Inti biji: bentuk lembaga, ada tidaknya putih lembaga, sifat putih lembaga, dan sebagainya.

D. KLASIFIKASI ATAU PENGGOLONGAN

Suatu proses pengaturan tumbuhan dalam suatu tingkat-tingkat kesatuan. Ini dapat dicapai dengan menyatukan golongan-golongan yang berbeda. Hasil dari proses pengaturan ini ialah suatu sistem klasifikasi, yang sengaja diciptakan untuk menyatakan hubungan kekerabatan jenis-jenis makhluk hidup satu sama lain. Pemakaian dan pengertian klasifikasi dalam praktik sehari-hari sering simpang siur dan seringkali dipakai baik untuk proses pengaturannya maupun untuk sistem yang dihasilkannya.

Penggolongan itu tidak hanya menyangkut soal penamaan dan pencirian saja, akan tetapi juga berkaitan dengan masalah pencarian dan penentuan hubungan kekerabatan atau kekeluargaan antara tumbuhan satu dengan lainnya.

Setiap individu tumbuhan itu sekaligus dianggap termasuk dalam sejumlah takson yang jenjang tingkatnya berurutan. Dengan demikian suatu kesatuan terbagi atas kesatuan-kesatuan berikutnya yang lebih rendah tingkatnya dan seterusnya. Setiap individu tumbuhan itu tergolong dalam kesatuan-kesatuan taksonomi yang masing-masing mempunyai kedudukan tertentu dalam sistem yang terjelma. Takson atau kesatuan taksonomi yang terjelma dalam penggolongan tumbuhan adalah forma, varitas (varietas), jenis (species), marga (genus), bangsa (ordo), dan seterusnya.

Suatu takson yang merupakan suatu populasi terdiri atas individu-individu dengan sifat yang sama, sifat-sifat itu mirip dengan sifat semua keturunannya dan menempati suatu daerah distribusi tertentu pada saat bersamaan disebut suatu **jenis** (species).

Individu-individu suatu populasi akan berkembang biak, saling kawin dan bertukar gen, mati atau pindah, terpecah belah atau menggabung dengan populasi lainnya, namun ciri dasar populasi itu secara keseluruhan tetap tidak berubah.

Takson yang disebut dengan istilah jenis dianggap sebagai unit dasar, demikian mendasar, sehingga sadar atau tidak, jika kita berbicara tentang “tumbuhan” yang kita maksud sebenarnya adalah “jenis tumbuhan”. Apabila seseorang bertanya tumbuhan apakah gerangan ini, sebenarnya yang ia maksud adalah tergolong dalam jenis dengan nama apakah tumbuhan yang ditanyakan itu.

Banyak faktor dan kriteria yang bisa dijadikan dasar untuk mendefinisikan jenis, sehingga menyebabkan banyak munculnya pendapat tentang batasan atau definisi jenis itu.

Salah satu kriteria jenis berdasarkan morfologi geografi. Konsep ini telah lama dipakai dan merupakan konsep paling umum hingga sekarang. Menurut konsep ini jenis merupakan populasi yang terdiri atas individu-individu dengan ciri-ciri morfologi yang sama dan dapat dipisahkan dari jenis-jenis lain oleh adanya ketaksinambungan ciri-ciri morfologi yang berkorelasi.

Beberapa jenis dengan persamaan sifat-sifat tertentu membentuk suatu takson yang menurut hirarki diberi kedudukan dan jenjang yang lebih tinggi yang disebut dengan istilah **marga** (genus). Setiap marga diberi nama seperti halnya setiap jenis. Demikian selanjutnya berturut-turut sejumlah marga dijadikan satu **suku** (familia), yang masing-masing diberi nama yang berbeda-beda pula. Beberapa suku dijadikan satu **bangsa** (ordo), beberapa bangsa menjadi **kelas** (classis) dan **divisi** (divisio).

Biotipe adalah suatu populasi yang individu-individunya mempunyai susunan genotipe yang sama. Dalam suatu populasi jenis secara sporadik adakalanya terdapat satu atau beberapa biotipe tanpa pola penyebaran tertentu tapi menunjukkan variasi bentuk yang jelas berbeda dengan anggota populasi lainnya. Inilah yang seringkali terjadi secara kebetulan, faktor-faktor gen resesif terkumpul sehingga timbulnya dalam populasi itu sporadik dan terbatas tapi dengan ciri-ciri yang mantap.

Forma merupakan tingkat terendah yang diberi pengakuan taksonomi, dengan nama ilmiah sebab umumnya mudah dikenal, misalnya karena perbedaan warna bunga, bentuk dan ukuran daun, dan lain-lain. Takson di bawah tingkat jenis yang banyak dipakai adalah varietas. Dalam lingkungan pertanian istilah varietas umum dipakai untuk mengacu segala bentuk variasi jenis tanaman, untuk ini istilah yang paling tepat adalah **kultivar** (“**cultivated variety**”), varietas yang dibudidayakan atau dijinakkan).



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Istilah klasifikasi, sistematika, dan botani sistematika kadang-kadang saling dipertukarkan dan rancu dalam penggunaannya. Jelaskan masing-masing istilah tersebut!
- 2) Apa yang dimaksud dengan pertelaan atau deskripsi? Bagaimanakah suatu pertelaan dapat dianggap baik?
- 3) Apa yang dimaksud dengan “takson”?
- 4) Apakah yang dimaksud dengan suatu jenis atau spesies?
- 5) Apa yang dimaksud dengan pencirian?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan latihan di atas, berikut petunjuk yang harus Anda kerjakan:

- 1) Untuk menjawab pertanyaan ini, masing-masing istilah uraikan dengan baik supaya tidak rancu dalam penggunaan sehari-hari.
- 2) Pertelaan atau deskripsi adalah penggambaran dengan kata-kata suatu takson tertentu. Kemudian uraikan lebih lanjut!
- 3) Untuk dapat menjawab pertanyaan ini Anda harus membaca kembali bab tentang takson.
- 4) Untuk dapat menjawab pertanyaan ini Anda harus membaca kembali bab tentang takson, hirarki takson, dan memperdalam pengertian tentang jenis atau spesies.
- 5) Untuk dapat menjawab pertanyaan ini Anda harus membaca kembali bab tentang pencirian.



RANGKUMAN

Kita telah sering mendengar istilah klasifikasi, sistematika, botani sistematika, dan taksonomi. Terkadang istilah-istilah ini saling dipertukarkan pengertiannya. Klasifikasi (penggolongan) adalah proses pengaturan tumbuhan dalam suatu tingkatan kesatuan yang setiap unit

pengelompokannya disebut sebagai **takson**. Pengetahuan tentang sifat-sifat, nama-nama tumbuhan tersebut lalu disusun dalam suatu sistem dikenal sebagai **ilmu tumbuh-tumbuhan**, namun terkadang disebut juga **sistematika tumbuhan** atau **botani sistematika**. Jadi sistematika tumbuhan atau botani sistematika adalah suatu ilmu yang mempelajari keanekaragaman tumbuhan dan terkadang disebut sebagai taksonomi tumbuhan. Di sini cukup jelas batasannya sehingga dapat dibedakan di antara klasifikasi, sistematika, botani sistematika, dan taksonomi. Tujuan utama taksonomi tumbuhan adalah mengenal, menjelaskan ciri dan variasi suatu tumbuhan, baik yang sekarang masih ada maupun yang dahulu pernah ada dalam suatu sistem yang sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan.

Untuk mengenal lebih jauh suatu tumbuhan kita perlu mempelajari, menjelaskan ciri, variasi suatu tumbuhan. Sampai saat ini taksonomi masih seringkali menghadapi kenyataan bahwa sifat-sifat morfologi, masih merupakan hal yang penting, meskipun saat ini ilmu tentang biologi molekuler, fitokimia, anatomi, palinologi, embriologi, sitologi dan tentang kekerabatan tumbuhan berkembang dengan pesat.

Pencirian adalah uraian sifat serta ciri obyek yang diberikan dalam bentuk pertelaan atau deskripsi, dan secara rinci merupakan mata pelukisan atau penggambaran dengan kata-kata tentang batasan, ruang lingkup, dan sifat-sifat suatu takson itu. Pertelaan merupakan kesimpulan dan perwujudan dari pencirian takson. Bahan baku pencirian pada umumnya berupa sifat dan ciri yang terperinci.

Penguasaan morfologi dan terminologi tumbuhan mutlak diperlukan untuk dapat membuat suatu pertelaan yang baik. Khususnya dalam pengenalan atau identifikasi, baik identifikasi pertama kali untuk diterbitkan, maupun identifikasi ulangan, yaitu identifikasi tumbuhan yang belum kita kenal, tetapi telah dikenal oleh ahli-ahli tumbuhan, telah diberi nama dan pertelaannya, dan telah dipublikasikan dalam bentuk karya ilmiah.

Setiap individu tumbuhan itu sekaligus dianggap termasuk dalam sejumlah takson yang jenjang tingkatnya berurutan. Suatu proses pengaturan tumbuhan dalam suatu tingkat-tingkat kesatuan, ini dapat dicapai dengan menyatukan golongan-golongan yang berbeda. Hasil dari proses pengaturan ini ialah suatu sistem klasifikasi, yang sengaja diciptakan untuk menyatakan hubungan kekerabatan jenis-jenis makhluk hidup satu sama lain.

**TES FORMATIF 2**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Yang dimaksud dengan istilah taksonomi adalah
 - A. ilmu tentang teori klasifikasi, pencirian dan penamaan
 - B. ilmu tentang teori klasifikasi
 - C. pencirian
 - D. penamaan tumbuhan

- 2) Pertelaan umumnya bersumber pada ciri
 - A. morfologi
 - B. molekuler
 - C. anatomi
 - D. mikroskopik

- 3) Klasifikasi tumbuhan adalah penggolongan dan pengaturan tumbuhan berdasarkan
 - A. tingkatan-tingkatan kesatuan
 - B. letak geografi
 - C. pola pertumbuhan
 - D. ekologi

- 4) Takson unit dasar yang umumnya kita bicarakan sehari-hari adalah
 - A. suku
 - B. marga
 - C. jenis
 - D. varietas

- 5) Untuk dapat menggunakan kunci identifikasi mutlak diperlukan
 - A. penguasaan istilah morfologi dan terminologi tumbuhan
 - B. penguasaan Bahasa Latin
 - C. penguasaan Bahasa Inggris
 - D. penguasaan Tata Nama Tumbuhan

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3

Aktivitas Penelitian Taksonomi Tumbuhan

A. FLORA

Aktivitas penelitian taksonomi tumbuhan yang tertua adalah penulisan flora. Flora merupakan suatu daftar inventarisasi semua jenis tumbuhan yang terdapat di suatu wilayah tertentu, dapat berupa wilayah yang luas ataupun sempit. Biasanya flora ini merupakan hasil suatu eksplorasi. Kegiatan utama dari eksplorasi berupa penjelajahan wilayah-wilayah untuk mengumpulkan contoh herbarium selengkap-lengkapannya. Semua hasil yang diperoleh diidentifikasi atau diberi nama, dibuat pertelaan teknisnya dan dibuat sensus atau daftar selengkapannya. Di Indonesia kegiatan eksplorasi pada masa lalu dilakukan oleh para ahli dari negara Belanda dan negara asing lainnya seperti dari Inggris, Jerman, dan Swedia. Hasil yang diperoleh di determinasi dan diberi nama, dibuat pertelaannya dan diadakan sensus seperlunya. Hasil eksplorasi mereka memberikan gambaran secara jelas pada tumbuhan yang sudah dikenal yang selanjutnya ditulis dalam beberapa buku Flora. Di Jawa dikenal dengan terbitnya buku Flora of Java yang ditulis secara cermat dan lengkap oleh Backer dan Bakhuizen van den Brink. Selanjutnya aktivitas penelitian taksonomi tidak lagi berupa penulisan flora atau berupa eksplorasi atau inventarisasi tumbuhan.

Penelitian sistematika tumbuhan Phanerogam di Jawa tidak lagi didasarkan pada contoh herbarium yang dikumpulkan, namun sudah sampai pada tahapan penelitian biosistematika. Berbeda halnya dengan penelitian yang sama di luar pulau Jawa, masih banyak wilayah yang belum terjamah atau belum lengkap eksplorasinya. Tulisan tentang flora masih terbatas pada takson tertentu belum mencapai suatu wilayah yang lebih luas, misalnya data flora di Sumatra belum tertulis secara keseluruhan, yang sudah tertulis adalah suku Euphorbiaceae, Orchidaceae, dan marga *Nephentes*. Masih diperlukan upaya yang cukup banyak untuk melengkapi data flora secara keseluruhan. Pada saat ini kegiatan eksplorasi tentang Pandanaceae dan Annonaceae sedang dirintis untuk melengkapinya. Demikian juga pulau-pulau lain selain pulau Jawa, keadaannya hampir sama.

Terkadang penulisan flora memerlukan waktu cukup panjang, hampir sepanjang hidup penulisnya, terutama di masa lalu. Namun sekarang lebih

banyak ditulis oleh beberapa penulis, suatu kolaborasi beberapa orang dengan keahlian masing-masing. Hanya saja masih banyak juga dijumpai kekurangannya, karena setiap penulis mempunyai gaya penulisan dan mungkin format penulisannyapun berbeda-beda sehingga editornya tidak mudah untuk menyelaraskannya.

Untuk wilayah yang data floranya belum banyak ditulis orang, maka biasanya disusun suatu sensus jenis atau check list dan umumnya hanya memuat nama semua jenis beserta keterangan penyebarannya, tanpa kunci determinasi ataupun pertelaan jenis.

Atlas, gambar-gambar atau informasi penyebaran jenis dapat merupakan salah satu cara penyajian yang sangat bermanfaat. Oleh karena data flora umumnya mencakup semua jenis dari suatu wilayah, maka bermacam masalah taksonomi belum terpecahkan. Banyak terjadi penulis tidak mempunyai waktu untuk memecahkan masalah taksonominya. Penulis sering mengatakan bahwa takson yang dibicarakan masih memerlukan studi lebih lanjut.

Suatu Monograf batasan geografi tidak lagi menjadi hal yang penting, uraian lengkap dari suatu takson di sini lebih penting. Sedangkan revisi lebih banyak untuk mengatasi permasalahan taksonomi suatu takson tertentu.

Kecenderungan penelitian sistematika tumbuhan di dunia pada waktu ini terutama di negara-negara maju Eropa, Amerika, dan Jepang telah sampai pada tahap penelitian biosistematika. Hal ini dimungkinkan adanya beberapa faktor, misalnya data floranya telah diketahui dengan baik, karena jumlahnya juga tidak terlalu banyak. Kemudian juga dimungkinkan tersedianya tenaga ahli, peralatan, dan biaya yang memadai.

B. REVISI DAN MONOGRAF

Banyak penelitian taksonomi dilakukan untuk suatu takson tertentu. Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi tentang anggota dari suatu takson, menginterpretasikan data, memperbaharui sistem klasifikasi dari suatu takson dan melakukan modifikasi atau mengkoreksi tatanama yang sudah ada. Penelitian ini dipublikasikan sebagai suatu **revisi** atau **monograf**. Publikasi ini sangat penting untuk menjadi dasar informasi bagi penelitian lainnya.

Suatu monograf umumnya ditulis apabila suatu kelompok tumbuhan mempunyai satu atau lebih "masalah". Biasanya dimulai dengan meneliti

spesimen yang belum teridentifikasi atau adanya kesalahan identifikasi yang tidak dapat dikelompokkan dalam suatu takson yang telah dikenal. Masalah taksonomi mungkin berupa pola-pola variasi yang kurang dapat dijelaskan, kurang jelasnya hubungan antara kunci dan pertelaan, adanya data-data baru dari suatu tumbuhan, kesulitan tatanama dan berbagai informasi lain yang menyebabkan tumbuhan yang dimaksud memerlukan penelitian lebih lanjut. Banyak sekali tumbuhan tropik yang belum diteliti secara komprehensif, belum diteliti secara detil, atau baru saja ditemukan.

Besarnya kelompok taksonomi yang dipelajari bervariasi, mulai dari suatu marga sampai tingkatan suku atau bahkan takson yang lebih besar. Terkadang yang dipelajari mencakup wilayah regional atau geografi tertentu. Mungkin berupa suatu takson seksi atau anak-marga atau bahkan suatu kelompok dari marga-marga yang mempunyai hubungan kekerabatan dekat. Ahli taksonomi yang meneliti suatu kelompok taksonomi tertentu akan menjadi ahli tumbuhan yang ditelitinya.

Kadang-kadang tidak ada batasan yang jelas antara revisi dan monograf. Suatu monograf biasanya lebih komprehensif.

C. TATANAMA DAN PENELUSURAN PUSTAKA

Langkah awal penelitian monografi adalah melalui penelusuran pustaka yang pernah diterbitkan dari takson yang diteliti. Tidak hanya pustaka mutakhir, tetapi juga semua publikasi yang pernah ada termasuk publikasi untuk yang pertama kalinya. Terutama mencakup penelusuran nama dan pertelaan dari takson yang dipelajari serta pustaka yang ada hubungannya dengan takson tersebut. Tidak hanya nama yang sekarang ini dipakai tetapi juga nama sinonimnya. Di bawah ini disajikan beberapa sumber informasi untuk penelusuran.

1. **Index Kewensis Plantarum Phanerogamarum.** 2 volume, Oxford, 1893-95 dengan 16 suplemen, 1900-1981. Berupa suatu index berdasarkan abjad marga dan jenis tumbuhan angiospermae dan gymnospermae yang dipublikasikan di manapun mulai Tahun 1753. Tidak memuat takson infraspesifik. Memuat masing-masing nama, termasuk singkatan pustaka dan tempat publikasi.
2. **Index Filicum.** Copenhagen, 1906, dengan suplemen sampai Tahun 1933. Suatu index nama-nama tumbuhan paku (pteridophyta), sebanding dengan **Index Kewensis**.

3. **Gray Herbarium Card Index.** Cambridge, Massachusetts, diperbaharui terus menerus. Hanya memuat tumbuhan di belahan bumi barat. Memuat daftar marga, jenis, dan takson infraspesifik dengan tempat dan tanggal publikasi. Akhir-akhir ini kartu-kartunya dicetak dalam bentuk buku.
4. **Genera Siphonogamarum.** Berlin, 1900-1907. Memuat suku dan marga tumbuhan disusun menurut sistem klasifikasi Engler dan Prantl.
5. **Index nominum Genericorum.** 3 volume. The Hague, 1979. Suatu index moderen memuat nama marga, memberikan informasi penting tempat dan tanggal publikasi termasuk tentang spesimen tipe dari jenis.
6. **Index Londonensis to the Illustrations of Flowering Plants, Ferns, and Ferns Allies.** Oxford. 1921-1931, dengan satu volume suplemen pada Tahun 1941. Suatu index ilustrasi awal tumbuhan berpembuluh, terutama sangat penting untuk nama tumbuhan hortikultur.
7. **A dictionary of Flowering Plants and Ferns**, ed. 8. J.C. Willis: direvisi oleh: H.K. Airy Shaw. Cambridge, England, 1973. Daftar semua marga dan suku sejak 1753. Juga dimuat nama sinonim. Tidak memuat tanggal dan tempat publikasi.
8. **Taxonomic Literature.** F.A. Stafleu. Utrecht, The Netherlands. 1967. petunjuk publikasi botani disusun menurut abjad penulis. Memberikan informasi tentang ahli botani, kebangsaannya, daftar publikasi utamanya, herbarium tempatnya bekerja dan lokasi tipe spesimen.
9. **Taxonomic Literature.** 2nd Ed. F.A. Stafleu. 7 volume. Edisi ini diperluas dengan lebih banyak ahli botani dan tambahan pustaka. Buku yang sangat penting untuk menelusuri pustaka-pustaka lama.

Beberapa informasi ini sudah dapat ditelusuri melalui internet, misalnya **Index Kewensis**.

Selain masalah-masalah tatanama dan spesimen tipe, terkadang diperlukan informasi tentang biologi dan manfaat atau nilai ekonominya. Informasi ini kemungkinan tersebar di perpustakaan. Diperlukan suatu cara untuk dapat menemukan pustaka yang diperlukan. Sekarang ini telah banyak perpustakaan yang melakukan komputerisasi koleksinya, sehingga sangat memudahkan cara penelusurannya. Beberapa pustaka mungkin berupa buku-buku yang sudah sering dikenal atau mungkin dimuat di jurnal ternama, namun ada pula berupa buku-buku yang kurang dikenal. Mendatang perpustakaan yang lengkap koleksinya masih diperlukan. Penelusuran pustaka ini meskipun memakan waktu dan melelahkan, namun sangat penting

untuk mendapatkan sejarah tatanama dari takson yang dipelajari. Pustaka yang dianggap penting mungkin dipublikasikan dalam berbagai bahasa. Pustaka awal banyak ditulis dalam bahasa Latin. Pustaka dalam bahasa asing tidak dapat dihindari, meskipun penelitiannya tidak menguasai bahasa tersebut.

Selain pustaka tentang tatanama, informasi lain mungkin juga diperlukan misalnya informasi tentang struktur, biologi dan distribusi geografinya. Perlu dihindari duplikasi penelitian takson yang sama atau takson yang telah diteliti. Mengikuti symposium, konferensi atau seminar-seminar perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh takson-takson telah dikerjakan, juga untuk mengenal para ahli botani lainnya dan kemungkinannya untuk bekerja-sama.

D. PENELITIAN HERBARIUM

Langkah awal untuk penelitian monografi adalah dengan melakukan survei spesimen dari takson yang diteliti. Spesimen herbarium kering merupakan sumber data dasar dan dapat memberikan berbagai macam informasi. Spesimen herbarium memberikan catatan permanen tentang morfologi suatu tumbuhan. Dapat memberikan informasi variasi morfologi, waktu pembungaan dan berbuah, ekologi, dan wilayah geografinya.

Peneliti taksonomi yang memulai suatu penelitian monografi, spesimen herbarium memberikan data-data yang sangat berharga dalam merencanakan langkah-langkah selanjutnya. Variasi-variasi yang ada pada spesimen herbarium dapat memberikan interpretasi taksonomi untuk takson yang diteliti dan membantu untuk fokus penelitiannya. Spesimen yang belum teridentifikasi atau yang salah identifikasi dapat menjadi masalah. Survei spesimen herbarium ini dapat dilakukan di tempat kerjanya atau mengunjungi herbarium lainnya.

Penelitian awal spesimen herbarium dan penelusuran pustaka akan sangat membantu untuk merencanakan penelitian lapang. Dari data yang ada di spesimen dapat direncanakan kapan dan di mana keberadaan spesimen yang dipelajari, di mana saja pernah dikoleksi apakah dikoleksi dalam bentuk fertil atau steril. Beberapa takson mungkin sangat umum dan mudah didapatkan, sedangkan beberapa yang lain mungkin mempunyai persebaran yang terbatas, dan tanpa berdasar dari data-data awal ini mungkin sulit untuk dapat mengkoleksi kembali.

Penelitian di herbarium lain terutama herbarium terkemuka yang menyimpan spesimen yang diteliti harus dilaksanakan, tidak dapat dihindarkan. Apabila tidak dapat meneliti secara langsung di herbarium lain, dapat juga dilakukan melalui cara peminjaman spesimen. Biasanya suatu herbarium memperbolehkan peminjaman spesimen untuk jangka waktu tertentu yaitu 6 bulan atau satu tahun. Spesimen yang dipinjam harus dijaga dengan baik dan dihindari hal-hal yang dapat merusak spesimennya. Pada waktu mengembalikan spesimen, diharapkan peneliti telah menempelkan label kecil yang berisi nama yang betul dari spesimen tersebut, nama yang mengidentifikasi dan tanggal identifikasi. Herbarium yang meminjamkan mendapatkan keuntungan dengan telah diidentifikasinya spesimen atau dibetulkannya nama spesimennya. Ada juga herbarium yang tidak memperkenalkan spesimennya dipinjam, namun dapat mengirimkan foto atau dapat dilakukan penelusuran dengan komputer melalui website herbarium yang bersangkutan.

Spesimen yang diteliti akan menjadi dasar untuk pembuatan kunci, pertelaan taksonnya dan pembuatan peta distribusi untuk penulisan manuskripnya. Spesimen-spesimen ini akan menjadi sumber data penting yang apabila diorganisasi dengan baik akan sangat bermanfaat untuk peneliti lainnya.

Sumber informasi lainnya untuk meminjam atau meneliti spesimen herbarium adalah **Index Herbariorum**. Index herbariorum ini berisikan informasi semua herbarium di dunia, dengan keterangan dari masing-masing herbarium mengenai jumlah spesimen dan tipe spesimen koleksinya. Disebutkan juga nama direktornya, jumlah staf profesionalnya dan spesialisasinya, dan koleksi penting yang mempunyai nilai sejarah. Untuk masing-masing herbarium mempunyai nama singkatan. Index disusun berdasar abjad kota di mana herbarium tersebut berada.

Untuk Indonesia, Tahun 2006 telah terbit **Index Herbariorum Indonesianum** yang berisikan daftar herbarium di Indonesia yang sangat bermanfaat untuk mereka yang akan meneliti, informasinya cukup lengkap, sangat penting untuk memutuskan herbarium mana yang akan dikunjungi. Di dalam indeks tersebut dijelaskan petunjuk pemakaiannya antara lain: kota tempat herbarium berada, nama dan kode singkatan nama herbarium, alamat, status kelembagaan, tahun didirikan, cakupan geografi, koleksi penting, sifat koleksi, jumlah spesimen, spesialisasi penelitian, asosiasi dengan kebun raya, keluaran publikasi, pinjam-meminjam spesimen, tukar-menukar spesimen,

kepala lembaga, kurator, dan staf. Indeks disusun berdasarkan abjad kota tempat herbarium berada.

E. PENELITIAN LAPANG

Penelitian lapang sangat penting untuk dilaksanakan apabila kita melakukan penelitian monografi. Banyak sekali informasi-informasi yang didapatkan di lapang, di habitat aslinya yang tidak lagi terlihat setelah menjadi spesimen herbarium.

Penelitian lapang juga memungkinkan mendapatkan spesimen segar untuk diteliti, atau dipakai untuk suatu percobaan. Biji atau tumbuhan hidup dimungkinkan untuk ditumbuhkan selanjutnya diuji variasinya, percobaan hibrid, dan sebagainya. Koleksi segar dapat diwetkan dengan bahan kimia untuk kemudian dibuat preparat anatomi atau mungkin juga diekstraksi bahan kimia tertentu misalnya alkaloid, kandungan minyak atsiri. Juga dimungkinkan diambil contoh bagian tumbuhan untuk analisa DNA.

Kolektor di lapang dapat membuat koleksi yang cukup representatif secara statistik dan akan mendapatkan variasi yang cukup. Hal ini mungkin tidak ditemukan pada spesimen yang disimpan di herbarium. Untuk spesimen yang jarang didapat di lapang, dapat diteliti apakah memang betul-betul jarang atau hanya karena belum dikoleksi dengan baik.

Penelitian lapang seperti ini kemungkinan hasilnya sangat bergantung pada alokasi waktu yang disediakan, apakah waktunya cukup atau sedikit. Kadang di lapang kolektor frustrasi karena tidak kunjung mendapatkan tumbuhan yang dicari, karena sedikitnya informasi dari tumbuhan tersebut. Mungkin tumbuhannya tidak lagi ditemukan karena hutan yang rusak, sudah berubah menjadi wilayah permukiman, pertanian, atau perkebunan. Di samping perlunya perencanaan yang baik untuk ke lapangan, pertimbangan waktu sampai di lapang juga perlu diperhatikan apakah sampainya di lapang sudah di luar musim berbunga atau berbuah, terlalu awal atau terlambat.

F. PENELITIAN DENGAN PERCOBAAN

Apabila peneliti telah menentukan masalah taksonomi yang harus dipecahkan maka harus dilakukan suatu percobaan. Mungkin akan dilakukan percobaan hibrid dari beberapa takson, mekanisme polinasi, tes breeding, dan lain-lain yang memerlukan spesimen hidup. Hal ini dapat dilakukan di rumah

kaca, atau di lapang. Demikian pula sekuen DNA dapat dilakukan di laboratorium. Beberapa penelitian lain memerlukan spesimen kering yang telah diawetkan untuk kemudian dibuat preparat anatomi, penelitian kromosom, atau analisa kimia. Pengamatan lebih detil untuk karakter mikro dapat dilakukan dengan mikroskop cahaya atau mikroskop elektron.

G. PERSIAPAN PUBLIKASI SUATU REVISI ATAU MONOGRAF

Setelah beberapa waktu akan terkumpul data-data yang berkaitan dengan masalah taksonomi seperti yang telah terindikasi pada awal penelitian. Kadang-kadang muncul masalah taksonomi yang sebelumnya tidak diperkirakan, sehingga memerlukan lagi pergi ke lapang atau mengulang percobaan yang telah dikerjakan. Akhirnya determinasi batasan taksonomi dari takson yang dipelajari dapat dilakukan, klasifikasi, dan juga penyesuaian tatanama. Mungkin tidak semua masalah dapat terpecahkan, sehingga dibuat kesimpulan sementara. Akhir dari pekerjaan akan berupa monograf atau revisi.

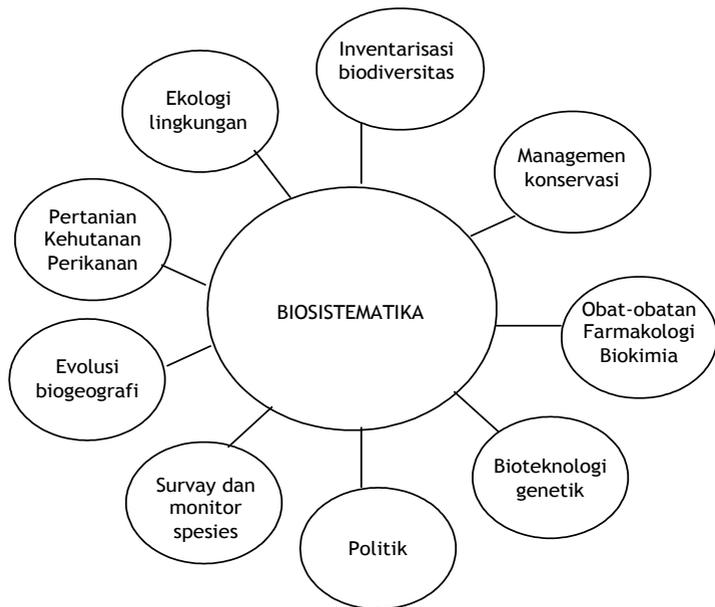
Format penulisan biasanya pendahuluan, sejarah penelitian dari takson yang diteliti, masalah taksonomi yang harus dipecahkan. Apabila berupa suatu percobaan, metodologinya perlu dijelaskan dan diberikan pembahasan dari hasil yang diperoleh.

Untuk treatment (perlakuan) taksonomi, nama marga dan sinonimnya dilengkapi dengan pustaka, tempat, dan tanggal publikasinya. Dibuat pertelaan marga sesuai dengan standar pertelaan botani diikuti dengan kunci menuju jenis. Masing-masing jenis berikut infraspesifik taksonnya disajikan dengan nama yang betul, data publikasi, informasi tentang spesimen tipe, daftar sinonim dan publikasi berikut tanggal dan spesimen tipenya. Standar pertelaan botani untuk masing-masing takson perlu dibuat, berikut keterangan geografinya, ekologi dan kalau ada keterangan masa perbungaannya. Jika ada tambahan informasi lainnya misalnya manfaat atau nilai ekonominya. Daftar semua spesimen yang diperiksa juga dimuat. Potret dari takson yang diteliti atau gambar botani akan memberikan gambaran yang baik bagi takson yang diteliti.

Apabila ada takson yang tidak jelas kedudukannya atau masih diragukan juga perlu disebutkan, barangkali peneliti lain akan dapat memecahkan masalahnya. Terakhir adalah sitasi semua pustaka yang disebutkan dalam tulisan yang dibuat.

H. AKTIVITAS PENELITIAN BIOSISTEMATIKA

Biosistematika pada awalnya sering disebut sebagai taksonomi percobaan yang merupakan studi taksonomi dengan melibatkan pengamatan suatu populasi bukan individual, dan proses evolusi yang terjadi dalam populasi tersebut. Bidang ini banyak menitikberatkan pada aspek genetik, sitologi, ekologi taksonomi, dan harus melibatkan studi di lapang dan kebun percobaan. Biosistematika dipertimbangkan sebagai studi variasi genotipe dan fenotipe dari spesies dalam hubungan dengan lingkungan tempat terjadinya. Sekarang istilah biosistematika sudah diperluas oleh para taksonomis untuk mencakup kegiatan taksonomi yang tidak hanya menggunakan spesimen herbarium tetapi juga menggunakan teknik yang lebih baru seperti analisa DNA dan RNA.



Gambar 1.1.
Bidang-bidang penelitian yang memerlukan informasi dari aktivitas biosistematika.

Biosistematika berfungsi untuk menyediakan informasi data secara luas dalam mendukung banyak bidang penelitian dan program terapan biologi lain yang bermanfaat (Gambar 1.1). Melalui ilmu ini bentuk kehidupan ditemukan, diidentifikasi, digambarkan, diberi nama, dikelompokkan, dikatalogkan, dan dicatat keanekaragamannya, sejarah kehidupannya, kebiasaannya, perannya dalam ekosistem, serta sebarannya dalam ruang dan waktu.

Berikut ini adalah tiga contoh aktivitas penelitian biosistematika yang menunjukkan pentingnya pengetahuan bidang ini:

1. Tapak dara, *Catharantus roseus* L. (Apocynaceae), berisi bahan kimia yang digunakan untuk mengobati Leukimia, kanker darah. Banyak tumbuhan dan hewan yang memiliki nilai farmasi yang masih tersembunyi di hutan, laut, dan habitat lain yang menanti untuk ditemukan.
2. Burung Dodo, *Raphus cucullatus* (Raphidae) punah Tahun 1680. Kepunahannya merupakan konsekuensi dari keberadaan spesies lain, yaitu pohon dodo. Pada kenyataannya, untuk berkecambah biji tumbuhan ini harus dipecah oleh paruh burung, dan dicernanya. Manusia menyebabkan kepunahan karena mengabaikan dan kurangnya pengetahuan tentang burung dodo.
3. Kupu-kupu, *Ornithoptera paradisea* Staudinger, dan banyak kupu-kupu lain yang punah karena habitatnya di rusak oleh manusia dan sebab lain yaitu dikoleksi secara besar-besaran.

Dari ketiga contoh penelitian tersebut disimpulkan bahwa:

1. Burung dodo tidak akan punah jika manusia memiliki pengetahuan tentang biosistematika.
2. Tapak dara sekarang menjadi sangat berharga.
3. Kupu-kupu, *Ornithoptera paradisea*, sekarang dilindungi.

Pada saat ini, pengetahuan tentang kehidupan di bumi sedikit diketahui, hanya sekitar 5% dari sumber daya biologi dunia, atau sekitar 1.5 juta dari sekitar 30 juta spesies, yang sudah diketahui. Manusia terus mengganggu sumber daya biologi dengan kecepatan tinggi sampai sekitar ½ spesies terancam akan punah. Biosistematika sangat dibutuhkan untuk masa sekarang dan yang akan datang agar terus menemukan makhluk hidup baru. Pengetahuan Biosistematika dari organisme hidup adalah penting dalam

mendisain program untuk mengawetkan integritas dan memelihara biosfer yang akan bermanfaat bagi manusia itu sendiri. Adapun program yang perlu didisain meliputi:

1. Pemanfaatan sumber daya secara komprehensif, manajemen, konservasi, perlindungan biodiversitas biologi dan sumber daya biologi.
2. Mengawetkan ekosistem bumi dan lingkungan.
3. Pengembangan sosial manusia dengan cara memelihara lingkungan untuk menjaga keseimbangan alam.
4. Penemuan dan identifikasi sumber makanan baru, sumber daya genetik, indikator biologi lingkungan, agen kontrol biologi, dan organisme dengan manfaat obat dan manfaat lain.

Secara tradisional, biosistematika menerapkan metode sekitar perbandingan morfologi untuk menganalisis batasan dan kekerabatan takson. Kebanyakan penelitian mencakup selang dari biologi populasi ke tingkat taksonomi genus dan famili. Di samping percobaan dengan tumbuhan hidup untuk menentukan hubungan persilangan, stabilitas karakter atau plastisitas, dan genetika dari perbedaan karakter, juga pada sitologi untuk penelitian ploidi dan hibridisasi, kimia dari senyawa sekunder, dan sistem marker molekuler dari isozim sampai perbandingan sekuen genom. Pada masa kini, banyak kekerabatan spesies diidentifikasi dan ditentukan dengan analisa DNA dan RNA sebagai tambahan ke pendekatan morfologi dan biokimia.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apa yang Anda ketahui tentang flora?
- 2) Mengapa penelitian di pulau Jawa sudah masuk pada tahap penelitian bio-sistematika? Bagaimana dengan keadaan penelitian di luar Jawa?
- 3) Jelaskan apa yang dimaksud dengan *check list* atau daftar jenis tumbuhan!
- 4) Bedakan antara monograf dan revisi!
- 5) Mengapa suatu spesimen herbarium dianggap sebagai suatu sumber data yang sangat berharga tentang suatu tumbuhan?
- 6) Mengapa penelitian di lapang juga diperlukan?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan latihan di atas, berikut petunjuk yang harus Anda kerjakan:

- 1) Untuk dapat menjawab pertanyaan ini, Anda dapat membaca kembali tentang flora dan tentang kegiatan eksplorasi.
- 2) Pertanyaan ini dapat dijawab dengan memberikan penjelasan tentang terbitnya 3 volume buku Flora of Java dan jelaskan pula besarnya implikasi terhadap terbitnya publikasi ini. Sedangkan keadaan di luar Jawa dapat Anda jelaskan melalui keadaan eksplorasi buku-buku yang ada untuk luar Jawa.
- 3) Anda dapat menjelaskan pertanyaan ini dengan membaca kembali tentang bab *check list* dan berikan contohnya.
- 4) Monograf dan revisi dapat dijelaskan dengan menguraikan definisi arti kata masing-masing dan diberikan penjelasan berikut contohnya.
- 5) Spesimen herbarium tidak hanya sekedar suatu koleksi tumbuhan. Jelaskan apabila Anda mengamati suatu spesimen, data-data apa saja yang dapat Anda peroleh dari spesimen tersebut.
- 6) Informasi di lapang banyak yang tidak tercatat di spesimen herbarium. Jelaskan juga manfaat-manfaat lain dengan mengadakan pengamatan di lapang.



RANGKUMAN

Aktivitas penelitian taksonomi tumbuhan yang tertua adalah penulisan flora. Flora merupakan suatu daftar inventarisasi semua jenis tumbuhan yang terdapat di suatu wilayah tertentu, dapat berupa wilayah yang luas ataupun sempit. Biasanya flora ini merupakan hasil suatu eksplorasi. Kegiatan utama eksplorasi berupa penjelajahan berbagai ragam wilayah untuk mengumpulkan contoh herbarium selengkap-lengkapnyanya. Seluruh hasil yang diperoleh diidentifikasi atau diberi nama, dibuat pertelaan teknisnya dan dibuat sensus atau daftar sepenuhnya. Di Indonesia flora yang telah ditulis secara lengkap hanya flora di wilayah pulau Jawa sedangkan pulau-pulau lainnya masih terbatas pada takson-takson baik itu tingkatan marga atau suku tertentu dan belum bersifat menyeluruh. Penelitian yang dilakukan untuk suatu takson tertentu dimaksudkan untuk mendapatkan informasi tentang anggota dari suatu takson, menginterpretasikan data, memperbaharui suatu klasifikasi dari

suatu takson dan melakukan modifikasi atau mengoreksi tatanama yang sudah ada. Penelitian ini dipublikasikan sebagai suatu revisi atau monograf. Penelitian monografi ataupun revisi diawali dengan melakukan survei spesimen dari takson yang diteliti biasanya memakai spesimen herbarium. Spesimen herbarium ini merupakan sumber data yang sangat berharga, memberikan catatan permanen tentang tumbuhan tersebut. Penelitian lapang sangat penting untuk dilaksanakan apabila kita melakukan penelitian monografi. Banyak sekali informasi-informasi yang didapatkan di habitat aslinya, yang tidak lagi terlihat setelah menjadi spesimen herbarium. Penelitian lapang juga memungkinkan mendapatkan spesimen segar untuk diteliti, atau dipakai untuk suatu percobaan. Kolektor di lapang dapat membuat suatu koleksi yang cukup representatif. Apabila peneliti telah menentukan masalah taksonomi yang harus dipecahkan maka harus dilakukan suatu percobaan. Aktivitas kegiatan Biosistematika meliputi penyediaan informasi data secara luas untuk mendukung banyak bidang penelitian dan program terapan biologi yang bermanfaat. Adapun kegiatannya antara lain: menemukan bentuk kehidupan baru, mengidentifikasi, menggambarkan, memberi nama, mengelompokkan, mengatalogkan, dan mencatat keanekaragaman, sejarah kehidupan, kebiasaan, perannya dalam ekosistem, sebarannya dalam ruang dan waktu. Pendekatan yang digunakan dalam aktivitas biosistematika sangat luas mulai dari analisa morfologi sampai perbandingan sekuen genom melalui analisa DNA dan RNA.



TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Flora adalah
 - A. daftar inventarisasi jenis tumbuhan di suatu wilayah geografi tertentu
 - B. daftar inventarisasi jenis tumbuhan tanpa memperhatikan wilayah geografi
 - C. tulisan lengkap tentang suatu takson tertentu
 - D. tulisan tentang perubahan tatanama

- 2) Untuk suatu penelitian taksonomi pustaka yang diperlukan adalah
 - A. pustaka mutakhir
 - B. pustaka lama
 - C. informasi dari internet
 - D. pustaka mutakhir, pustaka lama dan informasi dari internet

- 3) Suatu monograf adalah
- tulisan tentang permasalahan taksonomi suatu tumbuhan
 - tulisan lengkap suatu takson
 - tulisan lengkap suatu takson pada wilayah geografi tertentu
 - daftar jenis tumbuhan
- 4) Suatu revisi tumbuhan adalah
- tulisan tentang permasalahan taksonomi suatu tumbuhan
 - tulisan lengkap suatu takson
 - tulisan lengkap suatu takson pada wilayah geografi tertentu
 - daftar jenis tumbuhan
- 5) Daftar jenis tumbuhan atau check list adalah sensus jenis yang memuat....
- nama semua jenis di suatu wilayah beserta keterangan penyebarannya, tanpa kunci determinasi ataupun pertelaan jenis
 - nama semua jenis di suatu wilayah beserta keterangan penyebarannya, dengan kunci determinasi
 - nama semua jenis di suatu wilayah beserta keterangan penyebarannya, lengkap dengan kunci determinasi dan pertelaan
 - hanya nama-nama jenis di suatu wilayah tertentu

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
 80 - 89% = baik
 70 - 79% = cukup
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) B pohon, semak, dan herba.
- 2) A alat reproduksi seksual tumbuhan.
- 3) A penafsiran hubungan kekerabatan evolusioner.
- 4) A bunga primitif mempunyai bagian-bagian banyak, lengkap, dan lepas-lepas.
- 5) D sekuen asam amino dan nukleotida.

Tes Formatif 2

- 1) A ilmu tentang teori klasifikasi, pencirian, dan penamaan.
- 2) A ciri morfologi.
- 3) A penggolongan, pengaturan tumbuhan berdasarkan tingkatan-tingkatan kesatuan.
- 4) C jenis.
- 5) A penguasaan istilah morfologi dan terminologi tumbuhan.

Tes Formatif 3

- 1) A daftar inventarisasi tumbuhan di suatu wilayah geografi tertentu.
- 2) D pustaka mutakhir, pustaka lama, dan informasi dari internet.
- 3) B tulisan lengkap suatu takson.
- 4) A tulisan tentang permasalahan taksonomi suatu tumbuhan.
- 5) D sensus jenis yang hanya memuat nama-nama jenis di suatu wilayah tertentu.

Daftar Pustaka

- Campbell, N.A., L.G. Mitchell & J.B. Reece. (1999). *Biology concept and connection*. Third edition. Benyamin Cummings, an Impril of Addison Wisley Longman Inc.
- Davis, P.H. & V.H. Heywood. (1963). *Principles of Angiosperm Taxonomy*. Edinburg & London: Oliver & Boyd.
- Judd, W.S. Campbell, E.A. Kellog, P.F. Stevens & M.J. Donoghue. (2002). *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Second edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Ma 01375-04070
- Lawrence, G.H.M. (1951). *Taxonomy of vascular plants*. New York: Macmillan.
- Pujoarinto, A. (2001). *Taksonomi Tumbuhan Tinggi*. Jakarta: Pusat Penerbitan Universitas Terbuka.
- Soerjani, M. G. Tjitrosoepomo & A.J.H.H. Kostermans (ed.). (1987). *Weeds of rice in Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Rifai, M.A. (1976). *Sendi-sendi Botani Sistematika*. Bogor: Herbarium Bogoriense.
- Walters, D.R. & D.J. Keil. (1977). *Vascular plant taxonomy*. Third edition. Kendall/Hunt Publishing Company.