

# Klasifikasi dan tatanama botani

sebuah pendahuluan –

*Marc S.M. Sosef  
Jérôme Degreef  
Henry Engledow  
Pierre Meerts*



# **Klasifikasi dan tatanama botani**

**sebuah pendahuluan –**

*Marc S.M. Sosef  
Jérôme Degreef  
Henry Engledow  
Pierre Meerts*



## Meise Botanic Garden

oleh Marc S.M. Sosef<sup>1</sup>, Jérôme Degreef<sup>1,2</sup>, Henry Engledow<sup>1</sup> & Pierre Meerts<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Meise Botanic Garden, Nieuwelaan 38, B-1860 Meise, Belgium

<sup>2</sup> Service Général de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique, Fédération Wallonie-Bruxelles, Rue A. Lavallée 1, B-1080 Brussels, Belgium

<sup>3</sup> Herbarium et bibliothèque de botanique africaine, Université Libre de Bruxelles, Av. F.D. Roosevelt 50, CP 265, B-1050 Brussels, Belgium

Penerjemah: Wendy A. Mustaqim

Divisi Botani, Yayasan Generasi Biologi Indonesia, Jln. Swadaya Barat No. 4, Semampir, Cerme, Gresik, Jawa Timur, Indonesia

Sitasi yang dianjurkan untuk versi Bahasa Indonesia:

Sosef M.S.M., Degreef J., Engledow H. & Meerts P., 2020. Klasifikasi dan tatanama botani - sebuah pendahuluan. Mustaqim WA, penerjemah. Gresik (ID): Yayasan Generasi Biologi Indonesia. Terjemahan dari: Botanical classification and nomenclature - an introduction.

Hak Cipta © 2020 Meise Botanic Garden, Nieuwelaan 38, 1860 Meise, Belgium.

Diproduksi dan didistribusikan hanya dalam bentuk buku elektronik (e-book).

Terbitan ini dipublikasi dan didistribusikan dalam Akses Terbuka (Open Access) dibawah lisensi Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0), yang mengizinkan penggunaan, pendistribusian, dan reproduksi pada media apapun, dengan menyediakan bahwa publikasi asli disitasi dengan benar. Sebuah file PDF dari publikasi ini dapat dipesan, tanpa biaya (kirirkan email ke [mail@genbinesia.or.id](mailto:mail@genbinesia.or.id) untuk versi berbahasa Indonesia dan [webshop@plantentuinmeise.be](mailto:webshop@plantentuinmeise.be) untuk versi selain bahasa Indonesia), atau diunduh dari situs web Genbinesia di <http://genbinesia.or.id/publikasi> untuk versi berbahasa Indonesia dan toko Meise Botanic Garden di <http://shopbotanicgarden.weezebe.com> untuk versi selain bahasa Indonesia.

DOI: 10.5281/zenodo.3931219

### CIP Royal Library Albert I, Brussels

Klasifikasi dan tatanama botani, sebuah pendahuluan. Marc S.M. Sosef, Jérôme Degreef, Henry Engledow & Pierre Meerts - Meise, Meise Botanic Garden, 2020. - 76 p.; ill.; 22 x 15 cm.

ISBN 9789492663245

Subjek: Botani

D/2020/0325/006



## Daftar isi

Pendahuluan .....	5
<b>1. Sejarah klasifikasi .....</b>	<b>9</b>
1.1 Dari Theophrastus hingga Abad Pertengahan .....	11
1.2 Renaisans, masa-masa pra-Linnaeus .....	13
1.3 Linnaeus dan pengikut aliran Linnaeus .....	16
1.4 Masuknya pemikiran evolusi ke dalam teori klasifikasi .....	19
1.5 Fenetik, kladistik dan filogenetik .....	19
1.6 Kelompok alamiah, monofili, parafili dan polifili .....	22
<b>2. Konsep spesies .....</b>	<b>26</b>
2.1 Apa itu spesies? .....	27
2.2 Spesiasi .....	28
2.3 Taksa infraspesies .....	30
<b>3. Peraturan-peraturan tatanama botani .....</b>	<b>32</b>
3.1 ICN: kitab hukum .....	33
3.2 Dari Kingdom hingga subforma, kategor-kategori wajib .....	34
3.3 Konsep tipe .....	35
3.4 Publikasi Sah dan terlaksana .....	35
3.5 Tipe-tipe .....	36
3.6 Pengarang nama, nama-nama takson baru, kombinasi-kombinasi baru .....	38
3.7 Nama diterima dan sinonimnya: aturan prioritas .....	40
3.8 Hibrida-hibrida .....	42
3.9 Tanaman-tanaman budidaya .....	42
<b>4. Pasal-pasal identifikasi .....</b>	<b>44</b>
4.1 Kunci identifikasi .....	45
4.2 Kunci multi-akses .....	49
4.3 DNA barcode .....	51
4.4 Identifikasi spesimen herbarium .....	52

5. Pasal-pasal persiapan revisi taksonomi .....	54
A. Nama-nama takson dan studi pustaka .....	56
B. Pengamatan herbarium .....	58
C. Penyusunan pangkalan data .....	60
D. Pengamatan data geografi dan ekologi .....	61
E. Pengambilan keputusan taksonomi dan tatanama .....	63
F. Penyiapan uraian takson, deskripsi, ilustrasi dan kunci .....	64
G. Pembuatan naskah dan publikasi revisi .....	67
 Referensi .....	 70

## Pendahuluan





Biologi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang menggali kehidupan di sekitar kita. Dalam menyampaikan berbagai keajaiban di alam, nama-nama diperlukan untuk menggambarkan beragam bentuk yang kita temukan. Keragaman yang sangat beraneka rupa ini dapat disajikan melalui suatu struktur tingkatan dengan nama-nama digunakan untuk menunjukkan kelompok-kelompok organisme pada tingkatan berbeda. Klasifikasi dan penamaan organisme merupakan sebuah alat yang penting sekali untuk komunikasi ilmiah. Kedua hal itu membentuk pondasi sebagai dasar penelitian biologi dan disiplin ilmu tersebut dinamakan "Taksonomi". Taksonom menggali, menguraikan, menamakan, dan mengelompokkan seluruh makhluk hidup di bumi.

Pengelompokan dan penamaan yang tepat merupakan suatu hal krusial untuk penelitian biologi dengan cakupan yang sangat luas. Kerangka semacam itu penting sekali dalam penyelesaian terkait tema-tema penggunaan berkelanjutan dan pengelolaan keanekaragaman hayati dan konservasi, termasuk dalam konteks legal. Buku ini memberikan sebuah gambaran umum elemen-elemen dan tahapan-tahapan terpenting dalam pengelompokan dan penamaan tumbuhan dan jamur; disebut sebagai "Taksonomi Tumbuhan". Pembahasan akan dimulai dengan gambaran umum sejarah disiplin ilmu ini. Meskipun pembahasan mengenai metode rekonstruksi jalur evolusi (filogenetika) tidak dibahas secara mendalam, ulasan mengenai sejarah perkembangan dan beberapa elemen yang berpengaruh langsung dalam pengambilan keputusan taksonomi akan disajikan. Tujuan dari buku ini yaitu menyediakan sebuah pendahuluan dan panduan praktis untuk penelitian di bidang ini. Dengan demikian, buku ini dapat digunakan oleh pihak-pihak yang memiliki ketertarikan dalam klasifikasi dan penamaan tumbuhan, akan tetapi juga untuk siapa saja yang mengajarkan bidang ini di lembaga pendidikan menengah dan tinggi.

Meskipun informasi yang disediakan bersifat umum, namun contoh-contoh dibuat berdasarkan keragaman tumbuhan tropis dan jamur Afrika. Setiap bab diikuti dengan ikhtisar referensi dan sumber-sumber berbasis web terkait dengan subjek yang didiskusikan. Hal ini dapat diartikan bahwa apa yang sudah disajikan belum lengkap sepenuhnya dan sekali lagi terfokus pada taksonomi tumbuhan dan jamur di Afrika.

Para penulis berharap bahwa publikasi ini akan memberikan sumbangsih untuk perkembangan kepakaran taksonomi, khususnya di kawasan Afrika bagian tengah. Buku ini disajikan dalam Bahasa Inggris, Belanda, Indonesia, Perancis, Portugis, Spanyol dan akan tersedia cuma-cuma (di bawah lisensi CC-BY) untuk sekolah menengah dan universitas (baik pengajar atau murid/mahasiswa), milik Kebun Botani Meise.







## Sejarah klasifikasi





THEOPHRASTVS

Setiap pembelajaran biologi akan dimulai dengan pertanyaan sederhana “Apa ini?”. Apakah itu seorang pengelola cagar alam yang ingin tahu spesies-spesies yang tumbuh di cakupan wilayahnya untuk menyiapkan rencana pengelolaan; seorang ahli primata yang mempelajari makanan yang dikonsumsi simpanse; atau seorang pemulia tanaman yang sedang mempelajari kerabat liar kentang untuk mencari gen tahan penyakit, semuanya perlu mengidentifikasi dan menyematkan nama pada bahan-bahan penelitiannya. Sangat dianjurkan bahwa nama-nama ini digunakan secara seragam dan diterima di seluruh penjuru dunia.

Perlunya sebuah sistem seragam untuk penamaan makhluk hidup telah diakui oleh masyarakat kuno era Yunani dan Romawi. Nama diberikan untuk ‘entitas’ yang saat ini kita anggap sebagai spesies yang memiliki ciri-ciri morfologi dan kegunaan yang spesifik. Beberapa menghasilkan, misalnya, buah-buahan aman dikonsumsi, atau pewarna kuning, lainnya memiliki khasiat obat, atau berguna dalam pembuatan alat-alat musik dan lain sebagainya.

Dalam bab ini (sebagian besar berdasarkan Magnin-Gonze 2009 dan Rohan & Gaudeul 2014), kami menekankan tahap-tahap utama sejarah perkembangan penamaan dan klasifikasi tumbuhan. Nama bidang ilmu ini diciptakan pertama kali pada tahun 1813 oleh botanis berkebangsaan Swiss bernama Augustin Pyramus De Candolle (1778–1841) dalam bukunya berjudul “*Théorie élémentaire de la Botanique*”. Ia menciptakan paham baru “taksonomi” dengan menyatukan kata-kata dari Bahasa Yunani *τάξις* (tata) dan *νόμος* (hukum, peraturan).

## 1.1 Dari Theophrastus hingga Abad Pertengahan

Sebelum ditemukannya bahasa tertulis, lebih kurang 5600 tahun lalu, tampaknya telah ada sebuah sistem klasifikasi tumbuhan berbasis informasi mulut ke mulut. Pada awalnya, nama dan organisme tidak ditempatkan ke dalam sebuah sistem bertingkat karena semua tumbuhan diberi nama sesuai kegunaannya, misal makanan, obat-obatan, racun, atau material (Raven 2004).

Masyarakat Yunani kuno kemungkinan besar tidak hanya berpikir bahwa tumbuhan itu berguna, namun juga indah; mural di Knossos (1900 SM) tidak hanya berisi tumbuhan berguna seperti jelai, ara, atau zaitun, tetapi juga narsisis, mawar dan bunga bakung. Seorang Yunani bernama Theophrastus (372–287 SM; gambar 1), pewaris dari filsuf besar Aristoteles, sangat dikenal sebagai botanis sejati pertama di dunia. Tertarik dalam penamaan tumbuhan dan menemukan sebuah susunan dalam keanekaragaman tumbuhan, ia merupakan orang pertama yang memberikan kita suatu gambaran filosofis mengenai

◁ Gambar 1. Patung Theophrastus di kebun botani di Palermo, Italia.

tumbuhan. Ia menunjukkan beberapa pertanyaan penting yang di kemudian hari mengartikan taksonomi, seperti “Apa yang telah kita dapat?” atau “Bagaimana kita membedakan benda-benda berikut ini?”. Lebih lanjut, ia merupakan orang pertama yang membahas tentang kekerabatan antar



◁ Gambar 2.  
Plinius the Elder.



△ Gambar 3.  
Dioscorides.

spesies-spesies tumbuhan dan juga menyarankan cara pengklasifikasiannya. Theophrastus mempertelakan lebih kurang 500 tumbuhan – kemungkinan mewakili seluruh tumbuhan pada saat itu – dan mengelompokkannya ke dalam pohon-pohonan, semak, subsemak, atau herba. Ia juga membuat sebuah pemisahan antara tumbuhan berbunga dan tidak berbunga, pohon yang menggugurkan daun dan tidak, dan juga tumbuhan darat serta tumbuhan air. Walaupun 80 persen tumbuhan yang tercakup dalam karyanya merupakan hasil budidaya, ia menyadari bahwa “kebanyakan yang liar tidak punya nama, dan sedikit tahu tentang mereka,” menekankan perlunya mengenal, mempertelakan, dan memberikan nama tumbuhan di alam liar (Pavord 2005). Dengan segera, ia kemudian membuang pengkelasan pepohonan, semak, subsemak dan herba dengan lebih memilih morfologi bunga yang lebih cocok untuk mengelompokkan tumbuhan ke dalam kelompok-kelompok yang lebih alamiah. Theophrastus sejengkal lebih maju dari masanya, bahkan cukup jauh, sehingga ide-ide dan konsep botaninya hilang di Eropa selama berabad-abad. Karya-karyanya bertahan di Persia dan Arabia, dan diterjemahkan kembali ke bahasa Yunani dan Latin yang ditemukan kembali di Eropa pada abad ke-15. Selama Periode Gelap botani yang berkepanjangan ini, sebagaimana semua ilmu-ilmu alam lain di Eropa, seorang Romawi bernama Plinius the Elder (23–79 M; gambar 2) dan seorang Yunani Dioscorides (~40–90 M; gambar 3) meru-

upakan dua tokoh penting. Meskipun mereka tidak memperbaiki pengetahuan yang telah ada, mereka menyusun pengetahuan yang ada saat itu dan karya tertulis mereka terkenal serta digunakan secara luas. Selama beberapa abad, hanya *Naturalis Historia* milik Plinius dan *De Materia Medica* milik Dioscorides (gambar 4) yang menjadi sumber informasi tumbuhan di seluruh Eropa dan karya-karya mereka itu diperbanyak berulang kali. Para ‘Herbalis’ telah mencoba untuk mengaitkan tumbuhan yang mereka temukan di Perancis atau Britania dengan tumbuhan-tumbuhan yang dipertelakan dari kawasan Mediterania oleh Plinius dan Dioscorides, maka dapat dibayangkan permasalahan yang mereka dapatkan. Selama Abad Pertengahan, hampir tidak ada pengetahuan baru yang ditambahkan ke karya-karya terdahulu.

1.2 Renaisans, masa-masa pra-Linnaeus

Periode Renaisans (akhir abad ke-14 hingga 17) menandai sebuah era baru untuk ilmu pengetahuan. Orang-orang Eropa menjelajah dan menemukan Amerika, Afrika, Asia dan Australia, membawa pulang banyak tumbuhan tak dikenal ke Eropa. Berbagai tumbuhan itu ditempatkan dalam kebun-kebun yang jumlahnya meningkat pesat, dengan kebun pertama dibuat pada awal abad ke-16 di Italia. Awalnya, kebun-kebun ini dinamakan sebagai kebun obat, kemudian, ketika ketertarikan bergeser ke studi mengenai tumbuhan itu sendiri dibandingkan sifat kegunaannya, mereka mengubahnya menjadi kebun botani sebagaimana kita kenal sekarang. Lebih dari itu, ditemukannya mesin percetakan (1450–1455), informasi menjadi lebih mudah dibagi dan diedarkan, mendorong adanya pertukaran dan diskusi pengetahuan ilmiah. Orang-

▽ Gambar 4. Halaman dari buku Dioscorides, *Materia Medica*, memperlihatkan *Cassia fistula*.

ri dibandingkan sifat kegunaannya, mereka mengubahnya menjadi kebun botani sebagaimana kita kenal sekarang. Lebih dari itu, ditemukannya mesin percetakan (1450–1455), informasi menjadi lebih mudah dibagi dan diedarkan, mendorong adanya pertukaran dan diskusi pengetahuan ilmiah. Orang-





**Vierte Reutter**  
buech

**Darin vil schöne vnd kramb.**

de Reutter durch den Hochgeleuten Herrn Leonhart Raimvolffen der Artzney Doctor vnd der Stat Augspurg bestellten Medicum gar fleißig eingeleget vnd außgemacht worden. Welche er nit allam indienont vmb Nissa vnd in der Prouincia vmb Karthago sonder auch in Syria an dem berge Libano vnd Antilibano auch durch Arabiam neben den fließ Cyptrate in Balbara P Syria Armenia Mesopotamia vnd andern orten in seinen mit Gottes hilff selb nachten dreijährigen kramb mit g. ofar nit

se arbat geschickhalt vnd dinsten bestimmen darvon Kraut in sein an kramb buech so in dem buch außgangen ist meldung thuet.

**Welchen nach der geburt**  
vnder Schamaden Hesse v. 1585

M. D. LXXIII.  
L. XXIII. vns  
L. XXV. Jar.

ACAD

L. X. J. B.

orang menjadi ingin tahu tentang dunia yang mengelilingi mereka. Sekitar tahun 1530, di suatu kebun botani di Pisa, seorang Italia bernama Luca Ghini (1490–1556) menciptakan suatu metode revolusioner pengawetan tumbuhan dengan pengeringan dan pengepresan sehingga tumbuhan-tumbuhan tersebut dapat dipelajari kapan pun tiap tahunnya. Hasil spesimen-spesimen tumbuhan disimpan di dalam buku-buku yang dikenal sebagai “hortus siccus” (kebun kering), kemudian diberi nama “herbarium,” dan kepemilikan hanya dapat dijangkau oleh orang-orang kaya (Ghorbanie et al. 2018; gambar 5).

Rangkaian peristiwa tersebut diikuti oleh keberhasilan buku-buku herbal dari kawasan barat Eropa, atau buku yang mempertelakan tumbuhan dan kegunaannya. Karya-karya tersebut tidak lagi dibuat

◁ Gambar 5. Bagian depan herbarium Rauwolf 1573–1575 yang disimpan di Naturalis Biodiversity Center, Leiden.

▽ Gambar 6. Dodonaeus dan dua halaman dari ilustrasi herbal terkenalnya (Cruydeboek) dicetak tahun 1554.

dalam bahasa Latin (bahasa ilmiah saat itu), tetapi juga dalam bahasa-bahasa umum seperti Jerman, Inggris, Belanda dan Perancis. Hal ini membuka informasi tentang tumbuhan ke khalayak yang lebih luas. Sejak periode ini, herbal-herbal dari Dodonaeus (Cruydeboek, 1554) dan Gerard (Herball, atau General Historie of Plantes, 1597) merupakan karya-karya paling mengemuka. Kemajuan dunia seni menyebabkan banyaknya ilustrasi baru tumbuhan. Kondisi ini jauh lebih baik dibandingkan hasil peng-





gandaan berulang dari karya Dioscorides dan Plinius, ketika spesies aslinya bisa menjadi sangat susah ditebak.

Seorang murid Ghini, Andrea Caesalpino (1519–1603), merupakan orang pertama yang mendiskusikan karya Theophrastus sejak zaman Yunani Kuno. Dia menegaskan bahwa tumbuhan seharusnya dikelompokkan secara lebih alamiah dan rasional. Karyanya berjudul *De Plantis Libri XVI* (1583) menguraikan 1500 tumbuhan yang disusun ke dalam 32 kelompok termasuk Umbelliferae dan Compositae. Ilmu mengenai penamaan tumbuhan berkembang cepat dan secara umum tumbuhan diberi nama berdasarkan beberapa ciri khas. Contohnya, satu spesies bunga markisa atau passion flower (*Passiflora edulis*) disebut sebagai *Flos passionis major* (bunga markisa besar atau *large passion flower*). Akan tetapi, dengan cepatnya peningkatan jumlah spesies yang datang dari seluruh dunia, lebih banyak ciri yang diperlukan untuk membedakan satu spesies dari spesies lainnya, memunculkan nama yang panjang. Di dalam suatu katalog awal tumbuhan di Kebun Botani di Leiden (Belanda) yang ditemukan tahun 1592, spesies *Passiflora* yang sama disebut sebagai *Cucumis Flos Passionis dictus triphyllos flore roseo clavato* (Timun atau Bunga markisa, berdaun tiga, berbunga merah muda dan berbentuk pentungan; ciri terakhir kemungkinan merujuk ke bentuk tangkai putik). Pendek kata, nama satu tumbuhan sekaligus menjadi rangkuman ciri pengenal. Ilmu botani perlahan berkembang dari ilmu tentang kedokteran ke studi yang lebih luas cakupannya tentang meningkatnya kekayaan tumbuhan yang datang ke Eropa dari seluruh penjuru dunia. Pada tahun 1623, seorang Swiss bernama Gaspard Bauhin mempublikasikan karyanya berjudul *Pinax theatri botanici* yang menguraikan setidaknya 5640 tumbuhan berbeda, spesies-spesies liar dan banyak bentuk-bentuk kultivar. Selanjutnya, botanis berkebangsaan Inggris, John Ray, mempublikasikan karyanya berupa 3 volume *Historia plantarum species* (1686, 1688, 1704) berisi lebih dari 17000 'spesies' berbeda (ia juga mendeskripsikan banyak sekali kultivar, kelainan dan bentuk-bentuk lainnya). Karya inovatif ini merupakan kali pertama pemisahan tumbuhan Monokotiledon dan Dikotiledon, dan kunci dikotom berbentuk teks untuk mengelompokkan tumbuhan. Pada tahun 1694, seorang Perancis bernama Josep Pitton de Tournefort, mengembangkan konsep genus, yang menyumbang ke dalam suatu struktur klasifikasi yang lebih baik.

### 1.3 Linnaeus dan pengikut aliran Linnaeus

Pada awal pertengahan abad ke-18, seorang botanis muda gemilang dari Swedia, Carl von Linné (gambar 7), atau dalam bahasa Latin sebagai Linnaeus, membuat sebuah aturan di tengah kekacauan. Sembari bekerja di Belanda, ia bertemu beberapa guru besar terkemuka seperti Hermann Boerhaave, Adriaan van Royen dan Johannes Burmann yang dengan mereka itulah ia mendiskusikan ide barunya.

Pertama, ia membuat sistem klasifikasi tumbuhan yang jelas berdasarkan jumlah benang sari dan putik tiap bunga dan menamakannya sebagai 'sistem seksual' (gambar 8). Ia mengesahkan lima tingkatan taksonomi, varietas, spesies, genus, ordo (lebih kurang setingkat dengan apa yang sekarang kita anggap se-



△ Gambar 7. Carolus Linnaeus.

▷ Gambar 8. Sistem seksual Linnaeus untuk mengklasifikasikan tumbuhan.

bagai suku) dan kelas. Sistem yang sederhana ini, meski terdapat beberapa kekurangan, bekerja secara baik dalam menciptakan suatu struktur.

Kedua, ia mengusulkan untuk memisahkan nama tumbuhan dari pertelaannya. Dalam bukunya yang terkenal *Species plantarum*, dipublikasikan tahun 1753, dia menuliskan suatu yang disebut sebagai 'nama trivial', satu kata tunggal, di tepi tiap uraian spesies (gambar 9). Didahului oleh satu nama genus, kata itu akan membentuk suatu nama spesies yang hanya terdiri dari dua kata. Inilah titik awal tatanama binomial (dua kata) yang masih kita pakai, sistem yang mana suatu spesies terdiri dari nama genus diikuti satu kata penunjuk spesies, dinamakan sebagai epitet. Segera setelah itu, botanis-botanis lainnya memberikan apresiasi atas kesederhanaan dan kejeniusan sistem penamaan itu dan mulai menerapkan pada karya-karya mereka. Tidak lama setelah sukses dengan *Species plantarum*, Linnaeus, juga menjadi ahli zoologi yang teliti, mengenalkan sistem yang sama untuk hewan dalam karya terkenalnya, *Systema naturae* (1758).

Linnaeus melakukan perjalanan ke Inggris untuk menemui Sir Hans Sloane dan Johann Jacob Dillenius, awalnya keduanya ragu-ragu tentang ide Linnaeus mengenai sistem penamaan dan klasifikasi, namun akhirnya setuju beberapa tahun berikutnya. Di Paris, ia menemui Bernard de Jussieu, yang kemudian bersama sepupunya Antoine Laurent de Jussieu mempublikasikan *Genera plantarum*. Dalam karya itu, mereka menyatakan bahwa spesies, genus, atau kelas lainnya dalam hirarki klasifikasi, yang sekarang kita sebut sebagai takson (jamak taksa), haruslah sekelompok tumbuhan yang memperlihatkan ciri tetap pada takson yang dimaksud, berlawanan dengan variabilitas yang diamati antar taksa. Karena tidak semua ciri-ciri berguna pada tingkat klasifikasi yang sama, prinsip subordinasinya menyebabkan sebuah hirarki ciri: ciri-ciri yang menampakkan

886 SYNGENESIA: POLYGAM. SUPERFLUA.

- Doronicum plantaginis folio. *Bauh. pin.* 184.  
 Doronicum minus officinarum. *Dalech. hist.* 1202.  
 β. Doronicum, plantaginis folio, lusitanicum. *Tournef. inf.* 488.  
*Habitat in Lusitania, Hispania, Gallia. &*
- incanum.* 3. DORONICUM foliis lanceolatis denticulatis subus tomentosis, caule unifloro. *Roy. lugdb.* 160. *Sanv. herb.* 84. †  
 Doronicum helveticum incanum. *Bauh. pin.* 185. *prodr.* 97. *Schenck. alp.* 33. & 333.  
*Habitat in Alpibus Helveticis, Pyrenæis. &*  
*An etiam semina radii in hoc & sequente pappo?*
- Bellidiflorum.* 4. DORONICUM caule nudo simplicissimo unifloro. *Hort. cliff.* 500. *Roy. lugdb.* 160. †  
 Bellidiatrum alpinum, foliis brevioribus hirsutis, caule palmari, flore albo. *Mich. gen.* 32. t. 29.  
 Bellis sylvestris media, caule carens. *Bauh. pin.* 261.  
 β. Bellis caule pedali f. bipedali nudo, foliis magnis latis, floribus rubris & albis. *Menz. pag.* t. 8.  
*Habitat in Alpibus Helveticis, Italicis, Tyrolensibus. &*

HELENIUM.

- autumnale.* 1. HELENIUM.  
 Helenium foliis decurrentibus. *Hort. cliff.* 418. *Hort. apf.* 266. *Gron. vurg.* 101. *Roy. lugdb.* 180.  
 Chrysanthemum americanum perenne, caule alato, folio angulato glabro. *Morif. hist.* 3. p. 24. f. 6. t. 6. f. 74.  
 Aster floridanus aureus, caule alato. *Pink. amalib.* 43. t. 372. f. 4.  
 Aster luteus alatus, *Corn. canad.* 52. t. 63.  
*Habitat in America septentrionali. &*

BELLIS.

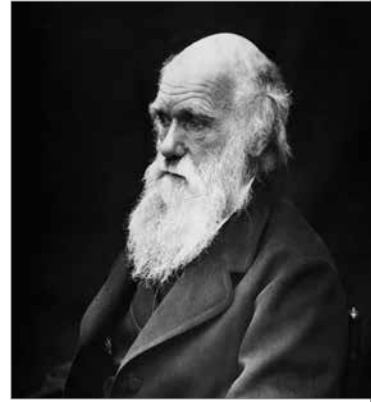
- perennis.* 1. BELLIS scapo nudo.  
 Bellis scapo nudo unifloro. *Hort. cliff.* 418. *Hort. apf.* 265. *Fl. suæc.* 707. *Mat. med.* 405. *Roy. lugdb.* 177. *Dalib. parif.* 264.  
 Bellis sylvestris minor. *Bauh. pin.* 267.  
 Bellis sylvestris. *Dod. pempt.* 265.
- hortensis.* β. Bellis hortensis, flore pleno. *Bauh. pin.* 261.  
 γ. Bellis hortensis, flore albo bullato. *Tournef. inf.* 491.  
 δ. Bellis hortensis rubra, flore multiplici fistuloso. *Tournef. inf.* 491. 6. Bel-

variabilitas tinggi harus diberi bobot lebih sedikit dibandingkan ciri yang dipertahankan kaitannya dengan klasifikasi tumbuhan.

Pada masa ini, klasifikasi dan studi mengenai alam juga memiliki implikasi religius. Biolog dipandang sebagai ilmuwan yang mempelajari benda ciptaan Tuhan dan diturunkan di Bumi. Linnaeus, pada bagian pendahuluan *Species plantarum*, menuliskan: "Dalam kemahatahuan-Nya yang maha kuasa, Tuhan menciptakan panggung semua makhluk di bumi, dan tugas kita untuk mengali ciptaan yang agung itu, melayani kita sebagai cemilan yang lezat, tidak layak sebagaimana kita, dan mengenali tangan-Nya di dalamnya" [diterjemahkan secara bebas dari bahasa Latin]. Seseorang bisa membayangkan bahwa dalam konteks ini pendahuluan Darwin tentang ide barunya bahwa spesies tidak diciptakan oleh Tuhan Yang Maha Kuasa, tapi telah berevolusi dari spesies lainnya selama jangka waktu yang sangat lama, memiliki dampak luar biasa pada masyarakat yang lebih luas.

▽ Gambar 9.  
 Halaman dari karya terkenal Linnaeus *Species plantarum*, memperlihatkan "nama trivial" di bagian tepi.

▷ Gambar 10.  
Charles Darwin.



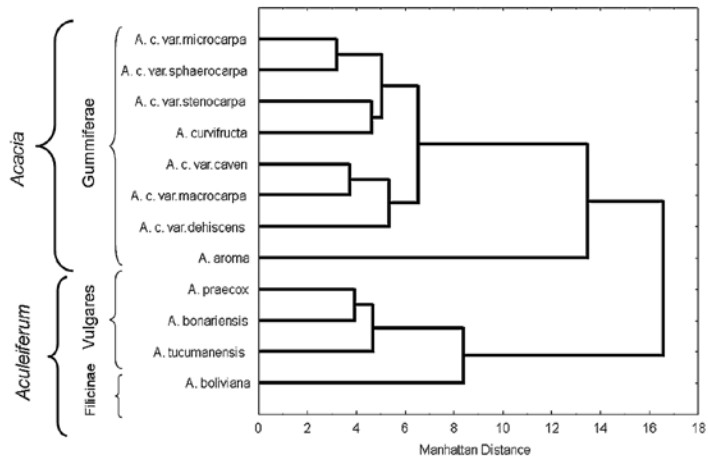
#### 1.4 Masuknya pemikiran evolusi ke dalam teori klasifikasi

Pada permulaan abad ke-19, pertanyaan-pertanyaan baru bermunculan di benak para taksonomis. Mereka tidak hanya tertarik untuk penamaan, pencirian, dan penggolongan, namun juga mengenai asal-usul dari keragaman yang ditemukan. Pada tahun 1809, dalam karyanya berjudul *Philosophie zoologique*, seorang ahli zoologi Jean-Baptiste de Lamarck mengajukan teori bahwa spesies dapat berevolusi dan berubah seiring waktu.

Kondisi ini memerlukan jeda 50 tahun sebelum Charles Darwin (1809–1882; gambar 10) mempublikasikan teori evolusi yang termahsyur dan *survival of the fittest* di dalam *On the Origin of Species* (1859). Secara terpisah, Alfred Russel Wallace (1823–1913) juga telah mencapai kesimpulan serupa saat bekerja di Asia. [Faktanya, teori tersebut telah dipublikasikan pada tahun 1858, dalam sebuah tulisan yang disusun oleh Darwin dan Wallace di *Journal of the Proceedings of the Linnean Society: Zoology*.] Darwin mengenalkan konsep sentral mengenai pewarisan dengan modifikasi yang kemudian hari menerima dukungan cukup banyak dan secara umum masih diakui hingga saat ini. Konsep evolusi memiliki sebuah dampak besar pada perkembangan teori dibalik pengklasifikasian alam, yakni ilmu taksonomi. Para biolog memahami bahwa sejak sejarah kehidupan itu unik, satu-satunya klasifikasi yang alamiah ialah sistem yang menggambarkan uniknya pohon kehidupan itu, yakni **filogeni**. Kata terakhir ini tidak dimunculkan oleh Darwin, namun oleh Ernst Haeckel (1834–1919) pada tahun 1866 dalam karya berjudul *Generelle Morphologie der Organismen*. Darwin memperkirakan bahwa “klasifikasi kita akan sampai pada, sejauh masih dapat dibuat, genealogi” (Darwin 1859, hlm. 486). Teori baru ini juga mengimplikasikan bahwa ciri-ciri yang berguna untuk taksonomi adalah ciri yang diturunkan dari nenek moyang bersama. Akan tetapi, Darwin tidak menyediakan suatu teknik atau pendekatan model baru untuk merekonstruksi pohon filogenetika pada kelompok taksa tertentu atau mengarahkan taksonom praktis di dalam pekerjaan mereka.

#### 1.5 Fenetik, kladistik dan filogenetik

Pada awal 1960-an, sebuah teknik baru yang disebut sebagai ‘taksonomi numerik’ muncul dengan tujuan untuk menghasilkan luaran serupa pohon, atau **fenogram** (gambar 11), yang seseorang dapat menjadikannya dasar sebuah klasifikasi. Khususnya karya Sokal & Sneath (1963, dan edisi-edisi berikutnya),



Principles of numerical taxonomy, diletakkanlah pondasinya. Teknik itu, disebut juga **fenetik**, didasarkan pada analisis kuantitatif kluster pada kesamaan menyeluruh antar taksa, menggunakan matriks data ciri-ciri-oleh tiap-taksa – dengan gabungan dari ciri biner (daun penumpu, ya/tidak), ciri bersifat banyak (contohnya warna bunga, sifat 1=putih, 2=kuning, 3=biru), atau ciri-ciri berkelanjutan (contohnya panjang kelopak dalam mm) - dan menghasilkan jarak berpasangan (*pairwise distance*) antar individu atau taksa, dinamakan sebagai OTUs (*Operational Taxonomic Units*). Akan tetapi, segera disadari bahwa kesamaan menyeluruh tidak selalu menggambarkan kekerabatan evolusi. Contohnya, spesies mungkin mengembangkan sifat yang sama karena mereka telah beradaptasi pada cekaman lingkungan yang sama. Karena metode ini tidak berdasarkan teori evolusi, ia tidak dapat menginterpretasi variasi teramati dalam sudut pandang evolusi terkait nenek moyang atau keturunannya atau perubahan sifat ciri yang teramati. Terlepas dari fakta bahwa cara ini dapat menghasilkan fenogram yang menyerupai pohon, hasilnya tidak mewakili satu klasifikasi alamiah dan evolusioner. Namun demikian, teori ini berkembang untuk sesaat, sebagian besar diuntungkan oleh kemajuan cepat dalam informatika.

△ Gambar 11. Contoh sebuah fenogram dengan angka kemiripan (*Manhattan Distance*) sepanjang sumbu x (dari Pometti et al. 2007).

lah seorang ahli zoologi asal Jerman bernama Willi Hennig (1913–1976; gambar 12) yang melakukan perubahan mendasar cara para biologis merekonstruksi jalur evolusi suatu kelompok taksonomi. Pada tahun 1960, ia mempublikasikan teori kladistiknya di *Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik*, tetapi cenderung kurang diketahui hingga terjemahan karyanya ke dalam Bahasa Inggris berjudul *Phylogenetic Systematics* diterbitkan tahun 1966. Prinsip utama penyusunan filogeni bukan dengan menggunakan keseluruhan ciri antar taksa, namun membuat sebuah batasan antara **sifat ciri primitif** dan sifat ciri mana yang dimodifikasi.

Hanya **sifat ciri termodifikasi**, disebut sebagai **apomorf**, terdapat pada beberapa takson menandakan kesamaan nenek moyang bersama, sedangkan sifat

ciri primitif, **plesiomorf**, tidak demikian kondisinya. Satu kelompok yang diturunkan dari satu nenek moyang bersama disebut sebagai **klade** dan teori di baliknya disebut **kladistik**. Hasil analisis kladistik berupa gambar mirip pohon dinamakan **kladogram** (gambar 13), dengan percabangan yang menunjukkan satu atau lebih perubahan sifat ciri. Contohnya, pada saat suatu kelompok tum-

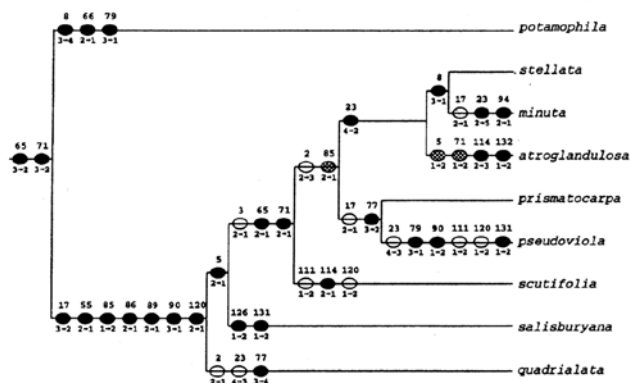


△ Gambar 12.  
Willi Hennig.

▽ Gambar 13.  
Contoh kladogram,  
menunjukkan ciri-ciri yang  
diberi nomor yang satu di  
antaranya menunjukkan  
apomorfi (titik-titik hitam),  
paralel (titik-titik tidak  
penuh) dan evolusi balik  
(titik-titik diarsir) beserta  
perubahan sifat cirinya (di  
bawah tiap titik).

buhan berbunga merah, perubahan evolusioner menyebabkan adanya perubahan warna menjadi biru, 'biru' merupakan sifat termodifikasi dari ciri 'warna bunga' dan spesies mana pun yang memiliki ciri itu tampaknya telah berevolusi dari satu nenek moyang bersama. Adanya bunga merah tidak menandakan statusnya sebagai nenek moyang bersama dan tidak dapat digunakan sebagai kriteria untuk mendasari suatu kelompok taksonomi. Ketika, jauh lebih ke dalam sejarah evolusi terbukti bahwa warna merah merupakan modifikasi dari warna putih, merah masih dapat dikategorikan sebagai ciri termodifikasi namun pada tingkat berbeda dalam filogeninya. Proses perubahan dari putih menjadi biru memerlukan dua atau satu langkah evolusioner. Saat sifat termodifikasi berevolusi kembali ke sifat primitif, fenomena ini dinamakan sebagai **evolusi balik**, sedangkan evolusi tidak saling berkaitan pada sifat ciri yang sama pada dua atau lebih cabang pohon evolusi disebut **evolusi paralel**.

Lebih jauh, Hennig berpendapat bahwa setiap pengambilan putusan taksonomi, dari definisi sp-



Cladogram of the *B. potamophila* group. Only more important characters (those receiving a weight of 1 or more with the 'cocode' command) are depicted; black = apomorphy, open = parallelism, hatched = reversal.

esies hingga ke sistem klasifikasi yang lebih tinggi, haruslah dianggap sebagai hipotesis sementara yang perlu diuji berdasarkan data-data baru atau penggunaan metode yang berbeda. Berbagai macam algoritma dikembangkan sehingga sebuah kladogram dapat disusun dari suatu matriks sifat ciri/takson (lihat juga gambar 18) dan metode ini diuntungkan dengan meningkatnya kapasitas hitungan komputer dan perkembangan bioinformatika. Bidang-bidang penelitian baru seperti sitologi dan kemotaksonomi menyediakan tambahan ciri-ciri. Algoritma-algoritma tersebut dimaksudkan agar ditemukan sebuah kladogram yang memerlukan perubahan evolusioner (atau langkah evolusi) sekecil mungkin. Alasannya bahwa jumlah perubahan paling sedikit (atau dugaan) kemungkinan paling menggambarkan filogeni. Ide 'biaya terendah' (*lowest cost*) dinamakan **prinsip parsimoni**. Pohon terpendek selanjutnya dinamakan pohon yang paling **parsimoni** (*parsimonious*).

Dalam tata aturan baru ini, sebuah pendefinisian terbaru tentang penelitian biologi dirasa menjadi perlu dan terminologi '**sistematika biologi**' atau singkatnya 'sistematika' telah dibuat (Michener et al. 1970). Cabang ini meliputi seluruh bidang dari pertelaan, penamaan, pengelompokan, studi pola persebaran (biogeografi), hubungan evolusi, perubahan ciri dan adaptasi. Kata '**taksonomi**' kemudian menjadi terbatas ke pertelaan, penamaan dan klasifikasi. Meskipun demikian, beberapa menganggap dua kata tersebut sebagai sinonim.

Penemuan struktur heliks ganda molekul DNA pada tahun 1953 oleh James Watson dan Francis Crick, secara nyata meningkatkan pemahaman kita mengenai proses evolusi. Akan tetapi, baru semenjak penargetan fragmen spesifik pada genom (DNA inti, mitokondria atau kloroplas) dengan cara perbanyakan segmen DNA secara pilih-pilih melalui teknik *polymerase chain reaction* (PCR) (Karry Mullis 1986), pengaruh besar-besaran pada taksonomi dan klasifikasi mulai didapatkan. Diperkenalkannya data sekuen DNA (Meier 2008) memberikan jalan ke arah banyaknya ciri-ciri dan pendekatan statistik. Dengan adanya fenomena ini pada pergantian abad ke-21, penggunaan data-data molekuler dan algoritma-algoritma baru untuk penyusunan pohon seperti *Maximum Likelihood* atau statistik Bayesian (*Bayesian statistics*) meningkatkan kapasitas kita dalam menghasilkan suatu hipotesis filogenetika. 'Kekuatan' atau keandalan tiap cabang kladogram dapat dinilai dengan teknik-teknik lain seperti *bootstrapping* (teknik pengambilan sampel ulang; Holmes 2003) dan, lagi, statistik Bayesian. Semua perkembangan ini meningkatkan wawasan terkait delimitasi ordo dan famili pada tumbuhan berbunga (Angiosperm Phylogeny Group 2016), juga pemahaman lebih menyeluruh untuk klasifikasi berdasarkan hubungan kekerabatan evolusi.

## 1.6 Kelompok alamiah, monofili, parafili dan polifili

Sudah menjadi suatu yang masuk akal dari sananya bahwa pengelompokan alam ke dalam spesies, genus dan kelompok lebih tinggi menjadi sebuah pencarian untuk menemukan hipotesis terbaik pada struktur pohon evolusi kelompok-kelompok alami dapat dibedakan. Dengan kata lain, kladogram yang dihasilkan oleh satu dari sekian analisa perlu dipecah menjadi bagian-bagian

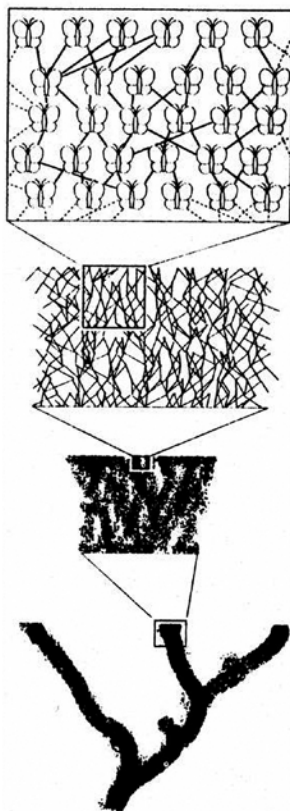
alamiah. Akan tetapi, terdapat banyak cara untuk menyelesaikan ini, dan memerlukan suatu pilihan yang diinformasikan.

Pertama-tama, kita perlu memahami bahwa kladogram bukanlah pohon filogenetika, melainkan sebuah representasi data secara skematis, menunjukkan perubahan sifat ciri (morfologi, kimiawi atau genetik) pada percabangannya (gambar 13). Semenjak tujuan sistematika bukanlah untuk mengelompokkan ciri-ciri, namun lebih diarahkan ke spesies (atau taksa), kita perlu mentransformasikan kladogram itu ke dalam sebuah **pohon filogenetika** sesungguhnya yang menunjukkan hubungan nenek moyang dan turunannya antar individu, atau antar populasi, atau antar spesies. Dalam suatu pohon filogenetika, percabangan menggambarkan kekerabatan evolusioner di antara unit-unit yang terlibat proses evolusi (lihat gambar 14) dan memang dapat digunakan untuk menghasilkan klasifikasi.

Kedua, kita perlu memahami bahwa sistem tatanama kita, aturan-aturan menjadi sedemikian rupa sehingga beberapa kategori menjadi wajib adanya. Setiap spesies merupakan anggota satu genus, dan tiap genus merupakan anggota dari famili. Saat kita membuat satu subgenus untuk mengakomodasi beberapa spesies di dalam genus, kita diwajibkan membuat satu atau lebih subgenus

untuk mengakomodasi spesies-spesies lain dalam genus tersebut (lihat juga Bab 3). Kita harus menjadikan hal ini sebagai pertimbangan ketika menerapkan aturan untuk membagi sebuah pohon filogenetika ke dalam kelompok-kelompok taksonomi yang membawa sebuah nama formal.

Mayoritas taksonomis akan mengatakan sebuah klasifikasi hanya dapat dikatakan alamiah saat klasifikasi itu disusun oleh **unit-unit monofiletik**; yaitu satu kelompok spesies yang mencakup spesies nenek moyang dan seluruh anggota-anggotanya



◁ Gambar 14. Sifat percabangan pohon filogenetik, dengan hubungan kekerabatan nenek moyang-turunannya antara individu.





△ Gambar 15. Pohon filogenetik menggambarkan definisi monofili, parafileti dan polifili (penjelasan lebih lanjut lihat teks).

yang diturunkan dari spesies nenek moyang itu (gambar 15), juga dinamakan sebagai nenek moyang bersama terbaru (*most recent common ancestor* atau MRCA). [Catatan: satu spesies dapat mewakili satu 'kelompok' yang terdiri dari komponen tunggal.] Saat beberapa, namun tidak semua, dari spesies-spesies yang diturunkan nenek moyang bersama terbaru dimasukkan, kelompok tersebut disebut **parafiletik** (gambar 15). Masalahnya yaitu meskipun secara matematis sebuah kladogram, dengan taksa hanya terwakili di ujungnya (lihat gambar 13), mungkin sepenuhnya dapat dicacah menjadi kelompok monofiletik (simpul-simpul kladogram dikatakan mewakili sebaran ciri dari nenek moyang potensial), hal itu tidak mungkin dilakukan menggunakan pohon filogenetik. Tiap kali suatu spesies memisah dari nenek moyangnya, mungkin saja akan terbentuk kelompok monofiletik, tetapi selalu meninggalkan kelompok-kelompok sisa yang sifatnya parafiletik (Brummit 2002, Sosef 1997, Horandl 2006, Podani 2010). Banyak pihak lebih memilih untuk membedakan kelompok monofiletik yang 'terlihat lebih baik', namun sedikit saja yang menyadari bahwa sedikit tanpa sadar memilih klasifikasi berdasarkan kladogram dibandingkan dengan pohon filogenetik. Akibatnya, klasifikasi monofiletik yang sangat kaku itu tidak hanya kurang alami daripada yang membolehkan parafileti, tapi juga seringkali tidak bisa mewedahi spesies-spesies primitif, fosil-fosil, atau spesies-spesies yang baru saja punah. Contoh kasus terakhir ini adalah *sabretooth tiger* dan *mammoth* yang mana spesies-spesies itu mewakili sisa-sisa parafiletik dari spesies yang masih ada dan pasti mengarahkan ke nonmonofili. Satu spesies yang masih ada hingga saat ini bisa jadi monofiletik (ketika terdiri dari turunan dari asal usul moyang tunggal) atau parafiletik (saat menyebabkan kemunculan spesies baru) dan membuat klasifikasi monofiletik kaku dengan komponen seperti itu secara matematis sangatlah tidak mungkin. Beberapa mencoba menghindari kondisi 'yang tidak diinginkan' ini dengan mengajukan kesepakatan bahwa kami akan menyetujui semua spesies secara definisi bersifat monofiletik, suatu kengerian teoretis yang nyata. Pada satu titik, satu konsep baru yang cukup revolusioner untuk menyediakan nama taksa telah dikembangkan, dinamakan sebagai PhyloCode (Queiroz 2006), yang menghilangkan gagasan tingkat takson wajib seperti genus atau suku (selain spesies). Hal ini berarti beberapa spesies mungkin saja masuk ke dalam satu genus, tetapi yang lain tidak dan sebagai contoh, spesies

hanya masuk ke dalam anggota suatu suku. Secara teoretis, hal itu mungkin merupakan suatu sistem tatanama yang lebih baik yang memberikan suatu klasifikasi monofiletik sempit, namun para ahli sistematika secara pragmatis tidak ingin membuang sistem binomial Linnaean dan mengadopsi sistem baru yang cukup ketat.

Terakhir, suatu kelompok **polifiletik** merupakan satu kelompok spesies yang nenek moyang bersama terbaru termasuk ke dalam kelompok berbeda, atau anggotanya muncul dari lebih dari satu MRCA (lihat gambar 15). Ketika di masa lampau spesies tersebut diterima sebagai satu entitas taksonomi, itu mungkin disebabkan karena spesies yang sama-sama memiliki satu atau lebih ciri-ciri plesiomorfik, atau satu atau lebih ciri-ciri yang tidak diwariskan dari satu nenek moyang bersama. Sebagai contoh, spesies-spesies tidak saling berkerabat yang hidup di gurun mungkin mengembangkan rambut berupa sisik secara tak berkaitan untuk melindungi diri mereka dari kekeringan. Hasil-hasil evolusi yang bersifat paralel atau konvergen dinamakan sebagai **homoplasi**, yaitu ciri-ciri itu nampak sama tetapi memiliki asal-usul evolusi yang berbeda. Semua setuju bahwa kelompok-kelompok semacam itu tidak alamiah dan harus dihilangkan dari klasifikasi.

Setelah aturan yang akan diikuti dipilih untuk memotong pohon filogenetik (atau kladogram) menjadi taksa, masih banyak pilihan yang dapat dibuat oleh seseorang hingga proses klasifikasi dan penamaan taksa sebagian bersifat subyektif. "Bagian mana dari pohon yang akan saya terima sebagai genus?" "Atau, akankah lebih baik untuk menamakannya sebagai subgenus?" dan lain-lainnya adalah pertanyaan-pertanyaan sungguhan yang seseorang itu perlu menjawabnya. Membuat satu pilihan yang menimbulkan gangguan paling sedikit pada sistem yang sudah ada juga merupakan argumen sah yang mendorong kestabilan sebuah nama.

## Referensi umum untuk sistematika

- Spichiger R-E., Figeat M., Jeanmonod D. (2016) *Botanique systématique avec une introduction aux grands groupes de champignons*. 4ème édition. Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. ISBN 978.2889151349
- Stace C.A. (1991) *Plant Taxonomy and Biosystematics*, 2<sup>nd</sup> ed. London, Edward Arnold. ISBN 071.3129557
- Stuessy T.F. (2002) *Plant taxonomy, the systematic evaluation of comparative data*. M/s Bishen Singh Mahendra Pal Singh. ISBN 978-8121102841
- Stuessy T.F., Crawford D.J., Soltis D.E., Soltis P.L. (2015) *Plant Systematics. The Origin, Interpretation, and Ordering of Plant Biodiversity*. ISBN 978-3874294522

2.



**Konsep spesies**

## 2.1 Apa itu spesies?

Para ahli biologi secara umum sepakat bahwa spesies adalah unit alamiah mendasar. Akan tetapi, telah terbukti bahwa untuk mengartikan apa spesies merupakan hal yang sangat susah! Kontroversi semacam ini biasanya muncul pada tingkatan teoretis dibandingkan praktiknya dan telah dikenal sebagai '**permasalahan spesies**' (*the species problem*).

Salah satu aspek mendasar permasalahan itu adalah variasi. Kebanyakan, kalau pun tidak semuanya, hewan dan tumbuhan menunjukkan variasi, tiap individu terbukti unik. Variasi di dalam suatu populasi dapat berkelanjutan (contohnya tinggi atau berat) atau terputus-putus (contohnya kelamin; segmen mahkota terpuntir ke kanan atau ke kiri), disebabkan faktor lingkungan (contohnya warna bunga tergantung komposisi tanah) atau genetik (contohnya golongan darah). Variasi juga muncul karena adanya jarak antar populasi-populasi (variasi geografis). Bahkan ketika dua individu dengan DNA sama persis (klona atau kembar) mungkin mengembangkan perbedaan morfologi di bawah pengaruh faktor lingkungan; kondisi ini dinamakan **plastisitas fenotipe**. Permasalahan spesies sebagian di antaranya merupakan rangkaian sejarah bagaimana para biolog mencoba menyelesaikan permasalahan ini. Seringkali, spesies-spesies dianggap mewakili suatu unit alamiah. Ide paling ekstrem yang berlawanan dengan ini menyatakan bahwa hanya individu-individu saja yang terwujud di alam. Kelompok-kelompok taksonomis, termasuk spesies, kemudian dilihat sebagai abstraksi buatan manusia yang memfasilitasi kita untuk mengelompokkan sejumlah individu-individu berjumlah besar dengan mudah. Sedikit ilmuwan menerima konsep pendekatan nominalis ini sehubungan dengan spesies, namun kebanyakan meyakini bahwa hal ini dapat diterapkan pada tingkatan takson lebih tinggi (World Conservation Monitoring Centre 1992).

Banyak definisi dan konsep spesies telah diusulkan. Usulan-usulan ini biasanya mengikuti bidang ilmu dari pengarangnya: konsep spesies taksonomi, konsep spesies evolusi, konsep spesies ekologi, konsep spesies sejarah, dan masih banyak lagi. Konsep-konsep spesies dapat dibagi menjadi dua kelompok utama, baik yang menekankan pada proses (evolusi, kawin silang) dan yang menekankan pada pola (morfologi, preferensi ekologi). Berikut ini merupakan tiga konsep spesies yang paling dikenal:

**Konsep spesies biologis.** Konsep ini mengartikan spesies dalam terminologi kawin silang. Pendukung terbesarnya yang tidak diragukan lagi ialah Ernst Mayr, seorang ornitologis. Ia mengartikan spesies sebagai "kelompok-kelompok populasi alami saling kawin silang yang terisolasi reproduktif dari kelompok-kelompok lain yang semacam". Kemudian, konsep itu disempurnakan menjadi "satu populasi atau kelompok populasi-populasi yang anggota-anggotanya memiliki potensi kawin silang di alam dan menghasilkan keturunan yang sintas dan fertil, namun tidak menghasilkan keturunan sintas dan fertil jika dengan anggota kelompok-kelompok semacam lainnya". Konsep ini masih menjadi yang paling banyak diakui saat ini. Konsep ini menjelaskan bagaimana anggota-anggota satu spesies serupa satu dengan yang lain dan berbeda dengan spesies lainnya. Anggota-anggotanya itu saling bertukar materi genetik dan mewariskannya

ke keturunan, tapi tidak ke spesies lainnya. Dengan demikian, proses evolusi melibatkan mutasi acak di dalam satu lungkang gen (*gene pool*) yang diperoleh akibat suatu bentuk isolasi. Seiring waktu kebaruan-kebaruan ini akan mulai mendiferensiasi populasi-populasi itu dari lungkang-lungkang gen (atau populasi-populasi) lainnya. Akhirnya, perbedaan-perbedaan tersebut dapat menyebabkan isolasi reproduksi, yang mana lungkang-lungkang gen terisolasi itu akan menjadi spesies.

Pada tataran umum, para ahli zoologi menganut konsep spesies ini, namun konsep ini memiliki beberapa kerumitan pada tumbuh-tumbuhan. Saat hibrida pada hewan jarang adanya, banyak spesies tumbuhan melakukan hibridisasi dan membentuk keturunan yang fertil (Grant 1981, Stace et al. 2015). Hanya jika fenomena semacam itu jarang dan keturunannya kurang sintas, spesies pada tetuanya mempertahankan identitas uniknya dan dianggap sebagai spesies berbeda. Lebih lanjut, konsep ini juga tidak dapat diterapkan ke organisme aseksual, dan pada tumbuhan, contohnya peristiwa apomiksis, tidak memungkinkan adanya pendefinisian spesies berdasarkan konsep spesies biologis.

**Konsep spesies morfologi.** Konsep ini mencirikan suatu spesies dengan perbedaan morfologi dan diterapkan pada organisme seksual dan aseksual. Konsep ini dapat diterapkan ketika informasi mengenai aliran gen tidak tersedia, misalnya saat yang tersedia hanya spesimen herbarium. Peneliti-peneliti mungkin tidak setuju tentang ciri yang dipakai untuk membedakan spesies sehingga muncullah subjektivitas.

**Konsep spesies evolusi.** Konsep ini menekankan pentingnya spesies sebagai suatu unit evolusi. Konsep ini mengartikan spesies sebagai “satu garis keturunan organisme-organisme saling kawin silang, terisolasi secara reproduktif dari garis-garis keturunan lain, memiliki sebuah permulaan, akhiran, dan suatu jalur evolusi dan nasib sejarah berbeda (Wiley 1978). Definisi ini jelas bukan konsep yang praktis, namun memasukkan unsur waktu sebagai komponen penting.

Apapun konsep spesies yang seorang ilmuwan gunakan untuk membedakan spesies-spesies, delimitasi pada dasarnya menggambarkan suatu dugaan tentang kekerabatan antar individu organisme-organisme yang termasuk ke dalam spesies. Dugaan-dugaan mengenai kelompok individu pembentuk spesies dapat diuji melalui bukti-bukti morfologi, genetika, perilaku atau berbagai macam bukti lainnya.

## 2.2 Spesiasi

Dalam konteks evolusi, berdasarkan perubahan perlahan, spesies-spesies bervariasi dalam skala ruang dan berubah seiring waktu. Perubahan-perubahan semacam itu terkadang menyebabkan pembentukan satu atau beberapa spesies baru. Proses-proses ini umumnya melibatkan dua proses: **isolasi**, kondisi saat satu atau lebih individu dari spesies yang ada tidak dapat melakukan kawin silang dan, sehingga, tidak lagi melakukan pertukaran materi genetik dengan individu-individu lain sesama spesiesnya, menyebabkan adanya **divergensi**. Proses divergensi melibatkan adanya akumulasi mutasi acak, perlahan-lahan

atau cepat, yang akuisisi ciri-ciri baru mungkin menyebabkan dua entitas terisolasi akhirnya berbeda secara substansi dan dianggap sebagai spesies terpisah. Kedua proses tersebut dapat saja berpengaruh satu sama lainnya. Isolasi parsial, terkadang materi genetik masih saling dipertukarkan, dapat menurunkan laju kedua entitas tersebut dalam berdivergensi. Serupa dengan itu, divergensi itu sendiri mungkin meningkatkan isolasi suatu populasi.

Gambar 16 menggambarkan tiga kemungkinan proses-proses yang mengarah ke spesiasi. Proses yang paling mudah dimengerti ialah **spesiasi kladogenesis** (*'cladogenetic speciation'*) yaitu sebagian dari spesies yang sudah ada (terkadang hanya satu individu) terpisah dan menjadi terisolasi. Bayangkan sebutir biji terbawa menyeberangi lautan menuju suatu pulau terpencil. Setibanya di sana, biji itu akan menjadi penemu suatu populasi baru yang perlahan mengakumulasi mutasi acak dan menjadi berbeda dari populasi nenek moyang di daratan utama. Catat bahwa proses semacam itu, juga dikatakan sebagai pertunasan (*'budding'*), tidak mengubah kealamian spesies tetua yang mungkin akan tetap ada saat spesies baru itu mengalami diferensiasi. Proses kedua dinamakan **spesiasi anagenesis** (*'anagenetic speciation'*), kondisi saat suatu spesies mengakumulasi mutasi-mutasi acak seiring waktu dan secara substansi menjadi berbeda dari populasi nenek moyangnya yang di sana akhirnya diterima sebagai suatu yang berbeda. Pada kasus ini, 'isolasi' terjadi melalui pemisahan skala waktu. Khusus para paleoantologis, bekerja dengan fosil dari periode waktu yang berbeda, ingin mengartikan kelompok-kelompok individu semacam itu sebagai spesies berbeda. Pada akhirnya, spesies dapat juga muncul secara instan atau cepat melalui **proses hibridisasi**, khususnya saat diikuti oleh duplikasi genom yang berujung menghasilkan organisme poliploidi yang tidak mampu bersilangan dengan anggota dari populasi nenek moyangnya. Mekanisme spesiasi terakhir itu jarang terjadi pada hewan, namun cukup sering di tumbuhan (Grant 1981, Soltis & Soltis 2009).



△ Gambar 16. Proses spesiasi (penjelasan lebih lanjut lihat teks).

Proses spesiasi berkaitan erat dengan mekanisme isolasi reproduksi yang mencegah adanya kawin silang. Di bawah ini merupakan gambaran mekanisme-mekanisme tersebut yang dibagi menjadi dua, yaitu mekanisme pra-kawin (di tumbuhan sebelum terjadinya polinasi) dan pasca-kawin (setelah polinasi).

1) *Mekanisme isolasi pra-kawin* (di tumbuh-tumbuhan):

- a) *Isolasi geografi*. Individu-individu di kawasan-kawasan geografis yang berbeda dipisahkan oleh pembatas yang tidak dapat diseberangi oleh serbuk sari, biji atau spora.
- b) *Isolasi temporal*. Serbuk sari tidak saling dipertukarkan antar spesies karena mereka menghasilkan bunga pada waktu berbeda dalam skala harian atau musim-musim yang berbeda.
- c) *Isolasi ekologi*. Individu-individu menempati habitat berbeda sehingga serbuk sari tidak dipindahkan ke spesies lain dengan preferensi ekologi yang berbeda.
- d) *Isolasi perilaku*. Spesies-spesies berkerabat dapat menarik hewan yang berbeda sebagai penyerbuknya.
- e) *Isolasi mekanis*. Bentuk fisik yang tidak sesuai dari bagian-bagian bunga mencegah perpindahan serbuk sari ke putik, sebagaimana di bunga-bunga heterostili.

2) *Mekanisme isolasi pasca-kawin* (di tumbuh-tumbuhan):

- a) *Ketidacocohan gamet*. Serbuk sari mencapai tangkai putik namun tidak berkecambah atau tabung serbuk sari terbentuk tetapi tidak mencapai sel telur.
- b) *Kematian zigot*. Inti serbuk sari mencapai sel telur, namun zigot tidak terbentuk.
- c) *Ketidaksintasan hibrida*. Embrio hibrida atau tumbuhan terbentuk, namun kesintasannya berkurang.
- d) *Kemandulan hibrida*. Tumbuhan hibrida sintas, akan tetapi steril dan tidak menghasilkan biji.
- e) *Kerusakan hibrida*. Generasi pertama (F1) hibrida sintas dan fertil, namun generasi hibrida selanjutnya (F2 dan silang balik) mungkin kurang sintas atau steril.

### 2.3 Taksa infraspecies

Evolusi umumnya merupakan suatu proses yang cukup lambat (selain situasi-situasi yang melibatkan hibridisasi). Proses itu mungkin memerlukan ribuan tahun sebelum suatu populasi terisolasi terkadang berkembang menjadi spesies yang terpisah nyata. Beberapa mutasi DNA dapat terlihat, namun kemudian menghilang kembali, sementara yang lainnya tetap meski tidak menyebabkan adanya sebuah diferensiasi fenotipe. Hasilnya, saat kita mengamati dunia kehidupan, kita akan menyaksikan variasi-variasi pada berbagai tingkatan yang muncul dari berbagai proses yang bervariasi pula. Kita mungkin melihat dengan baik suatu irisan waktu dalam proses spesiasi dan mengamati suatu spesies dalam proses

pembentukannya. Pada beberapa kasus, saat polanya tidak berkelanjutan, kita mungkin ingin mengabadikan variasi itu sebagai taksa-taksa di bawah spesies. Saat para zoologis hanya menerima tingkatan di bawah spesies berupa subspecies, tumbuhan dan jamur berlaku subspecies, varietas dan forma.

**Subspecies** diartikan sebagai bagian dari satu spesies (satu populasi atau lebih) yang berbeda secara morfologi atau genetik dan umumnya juga menghuni suatu kawasan geografis berbeda.

**Varietas** diartikan sebagai bagian dari satu spesies (satu populasi atau lebih) yang berbeda secara morfologi atau genetik, namun umumnya ditemukan di dalam area sebaran spesies tersebut secara keseluruhan. Seringkali varietas itu menghuni habitat berbeda dan tentunya berbeda juga secara ekologi.


**Forma** diartikan sebagai bagian dari suatu spesies yang secara morfologi atau genetik berbeda, namun hanya mewakili mutasi yang muncul secara sporadis atau tiba-tiba dari suatu populasi. •

## Konsep spesies

- Mayr E. (1982) *The Growth of Biological Thought*. Cambridge (MA), Harvard University Press. ISBN 978-0-674-36445-5.
- Pavlinov I., editor (2013) *The Species Problem. Ongoing Issues*. DOI: 10.5772/3313. ISBN 978-953-51-0957-0. <https://www.intechopen.com/books/the-species-problem-ongoing-issues>
- Reydon T.A.C., Kunz W. (2019) Species as natural entities, instrumental units and ranked taxa: new perspectives on the grouping and ranking problems. *Biological Journal of the Linnean Society* 126: 623–636. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blz013>
- Rieseberg L.H., Wood T.E., Baack E.J. (2006) The nature of plant species. *Nature* 440: 524–527. doi:10.1038/nature04402.



3.



## **Peraturan-peraturan tatanama botani**

Saat variasi ciri dalam satu kelompok telah dipelajari dan kesimpulan-kesimpulan mengenainya telah ditarik tentang entitas, atau taksa, yang perlu dibedakan, pertanyaan muncul tentang seperti apa seharusnya nama tepat untuk entitas-entitas tersebut. Saat itulah seseorang memasuki dunia tatanama botani.

### 3.1 ICN: kitab hukum

Selepas 1753, saat Linnaeus mengenalkan sistem binomialnya, hanya beberapa elemen dasar penamaan tumbuhan yang telah dikembangkan. Kemudian, pada tahun 1813, Augustin de Candolle dalam karyanya *Théorie élémentaire de la Botanique* menyediakan satu set peraturan rinci mengenai tatanama tumbuhan. Akan tetapi, seiring waktu, semakin jelas bahwa suatu sistem yang dikenal dan diterima secara internasional dan aturan penamaan tumbuhan diperlukan. lalah Alphonso de Candolle, putra dari Augustin de Candolle, yang mengadakan pertemuan para botanis dari berbagai negara untuk menyajikan suatu aturan baru tatanama. Pada 1867, ia menyelenggarakan Kongres Botani Internasional (*International Botanical Congress* atau IBC) di Paris, yang menghasilkan publikasi dinamakan Kode Paris. Pertemuan IBC selanjutnya digelar pada 1892 (Kode Rochester), 1905 (Kode Winna), 1907 (Kode Amerika) dan 1912 (Kode Brussels). Sebuah kesepakatan bersama terkait aturan tatanama yang diterima baru dicapai pada tahun 1930 di Cambridge. Di sini, pertama kali dalam sejarah, sebuah Kode untuk tatanama yang berfungsi secara internasional muncul dan diberi nama: **Kode Internasional Tatanama Botani** (*International Code of Botanical Nomenclature* atau ICBN). Hari ini, kode itu disusun atas beberapa Prinsip, Aturan, dan Rekomendasi tertuang dalam 61 Pasal, serta Ketentuan-ketentuan pengaturan terkait kode. Kode itu menyerupai sebuah kitab hukum. Sejak tahun 1930, banyak pembaruan pada ICBN telah dihasilkan. Pada 2011, namanya diubah menjadi **'Kode Internasional Tatanama untuk alga, jamur, dan tumbuh-tumbuhan'** (*International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants* atau ICN). Kode itu juga mencakup fosil pada kelompok-kelompok tersebut (lihat Turland et al. 2018).

Proposal untuk amandemen Kode dipublikasikan pada jurnal *Taxon*. Setiap 6 tahun sekali, pada tahap awal IBC, pada 'Sesi Tatanama' (*Nomenclatural Session*) yang mungkin menghabiskan waktu seminggu penuh, taksonom-taksonom dari seluruh penjuru dunia bertemu untuk membahas proposal-proposal yang dipublikasikan selama jeda periode konferensi. Setiap lembaga memiliki sejumlah suara, tergantung dari jumlah staff penelitiannya. Pada dasarnya, perubahan tatanama botani diputuskan melalui proses demokratis.

Aturan-aturan terpenting dalam kode disajikan secara singkat di bawah ini. Harus dicatat bahwa untuk kasus yang lebih rinci dan kompleks, seseorang harus mempelajari versi terakhir dari Kode. Meskipun Kode mungkin sudah diterjemahkan ke berbagai bahasa lain, hanya versi Bahasa Inggris yang dianggap resmi.

### 3.2 Dari Kingdom hingga subforma, kategor-kategori wajib

Suatu kelompok taksonomi, berupa famili, spesies atau varietas, dikatakan sebagai 'takson' (jamak taksa atau takson-takson). Nama untuk taksa di atas tingkatan spesies disusun atas kata tunggal dan dari atas subtribus ke atas memiliki akhiran khusus. Hanya beberapa tingkatan takson yang sifatnya wajib. Berikut merupakan daftar dari taksa yang paling umum digunakan pada tumbuhan, alga, dan jamur, beserta akhiran khususnya. Tingkatan wajib disajikan dalam huruf **cetak tebal**.

TINGKATAN	TUMBUHAN	ALGA	JAMUR
<b>Kingdom/Regnum</b>	-tae		
<b>Divisi/Filum</b>	-fita		-mikota
Subdivisi/Subfilum	-fitina		-mikotina
<b>Kelas</b>	-opsida	-ficeae	-miketes
Subkelas	-idae	-ficidae	-miketidae
Superordo	-anae		
<b>Ordo</b>	-ales		
Subordo	-ineae		
Superfamili	-acea		
<b>Famili</b>	-aceae		
Subfamili	-oideae		
Tribus	-eae		
Subtribus	-inae		

Di bawah tingkat subtribus, nama-nama takson tidak memiliki akhiran khusus. Tingkatan-tingkatan terpenting adalah (tingkatan wajib dicetak **tebal**):

Supergenus  
**Genus**  
 Subgenus  
 Seksi  
**Spesies**  
 Subspesies  
 Varietas  
 Subvarietas  
 Forma  
 Subforma

Nama-nama tingkatan tak wajib disusun oleh kata tunggal yang mengikuti nama tingkatan wajib terdekat di atasnya. Nama spesies terdiri dari nama genus dan penunjuk spesiesnya, di sini kata kedua, dinamakan sebagai **epitet**. Suatu nama untuk tingkatan infraspesies terdiri dari satu kata. Epitet spesies dan seluruh nama-nama infraspesies selalu dimulai oleh huruf kecil, sementara tingkatan-tingkatan di atas spesies dimulai dengan huruf kapital. Beberapa contoh sebagai berikut:

*Amanita* subgen. *Amanitopsis*

*Begonia* sect. *Scutobegonia*

*Poaceae* tribus *Andropogoneae*

*Monotes rubriglans* subsp. *upembensis*

*Chlorophytum gallabatense* var. *micranthum*

### 3.3 Konsep tipe

Penerapan nama taksa pada tingkatan di atas famili dapat ditentukan berdasarkan nama genus yang termasuk ke dalam anggotanya (contohnya Ordo Asparagales sarikan dari nama genus *Asparagus*), atau nama bersifat deskriptif (seperti Spermatoftita). Penerapan nama taksa tingkatan famili atau di bawahnya ditentukan oleh tipe tatanamanya. Tipe tatanama adalah elemen tempat di mana sebuah nama melekat secara permanen, tidak masalah apakah nama tersebut diterima atau merupakan sinonim dari nama lain.

Tipe untuk suatu nama spesies atau takson infraspesies baik berupa satu spesimen yang tersimpan di herbarium atau ilustrasi. Tipe nama genus (atau bagian dari genus) adalah spesimen tipe (atau ilustrasi) nama spesies tipenya (spesies yang pertama kali dipertelakan pada genus itu atau dipilih oleh pengarang genus). Tipe untuk nama famili (atau bagian dari famili) sama dengan nama genus yang dijadikan dasar pembentukannya. Penting untuk dicatat bahwa tipe tatanama tidak perlu elemen yang paling tipikal atau representatif suatu takson. Hal-hal lebih lanjut tentang tipe dapat dilihat pada paragraf 3.5 berikut.

### 3.4 Publikasi sah dan terlaksana

Publikasi asli (pertama) dari sebuah nama disebut **protolog**. Supaya dapat diterima sebagai suatu nama di bawah peraturan Kode, protolog harus memenuhi beberapa persyaratan atau kondisi. Ketika itu tidak terpenuhi, maka nama tersebut tidak diterima oleh ICN dan dibuang dari proses-proses selanjutnya. Kondisi paling penting yaitu suatu nama baru harus terpublikasi secara terlaksana dan sah.

Supaya suatu nama terpublikasi secara **terlaksana**, suatu nama harus muncul dalam bentuk cetak dan tersedia di (setidaknya 2) tempat-tempat yang dapat diakses publik (seperti perpustakaan) (Pasal 29). Mulai 1 Januari 2012 dan seterusnya, publikasi dalam format elektronik (PDF) juga diterima dengan syarat publikasi tersebut memiliki nomor ISSN atau ISBN.

Supaya publikasi **menjadi sah**, suatu nama baru (tingkatan genus atau di bawahnya) harus:

- publikasinya terlaksana
- berasosiasi dengan tingkatan takson yang mewakilinya (Pasal 37), mulai 1 Januari 1953 dan seterusnya.
- dilengkapi oleh pertelaan atau pengenal (**diagnosis**) yang menunjukkan bagaimana suatu takson itu berbeda dengan taksa yang berkerabat. Di antara 1 Januari 1953 dan 31 Desember 2011, pertelaan atau diagnosis harus dalam bahasa Latin, setelahnya dapat juga dalam bahasa Inggris (Pasal 39).
- dilengkapi dengan indikasi spesimen tipe, sejak 1 Januari 1940 (Pasal 40.1). Setelah 1 Januari 1990, Herbarium tempat tipe disimpan juga harus ditunjukkan (Pasal 40.7). Herbarium-herbarium umumnya disitasi dalam akronim baku yang dapat ditemukan di Thiers (*continuously updated*).

Dalam botani, nama epitet spesies tidak boleh sama dengan nama genus. Di zoologi, hal tersebut diperkenankan (*Bufo bufo* untuk *Common toad* atau *Giraffa giraffa* untuk *Southern giraffe*). Nama semacam itu disebut tautonim dan tidak sah berdasarkan Kode botani.

Terkadang, terjadi kondisi saat seseorang mempublikasikan nama yang sama sepenuhnya dengan yang sudah ada sebelumnya. Kedua nama itu disebut **homonim** dan yang lebih baru **tidak sah** (*illegitimate*) menurut Kode botani.

### 3.5 Tipe-tipe

Memiliki spesimen tipe yang benar terkait nama adalah hal penting pada tatanama tumbuhan (dan hewan). Sejumlah peraturan telah dibuat untuk penyelesaian suatu kondisi saat tipe dalam kondisi tidak jelas.

Di dalam botani, suatu koleksi atau kumpulannya, biasanya ditunjukkan dengan cara menyitasi kolektor dan nomor koleksi uniknya; sebagai contoh *Lebrun 1234*. [Saat suatu spesimen memiliki *barcode* yang terhubung, ini juga dapat disitasi]. Di lapang, seorang kolektor sering mengambil beberapa sampel atau spesimen dari tumbuhan atau populasi yang sama dan ini diberikan nomor koleksi yang sama (*Lebrun 1234*). Dengan demikian, satu koleksi dapat tersusun dari beberapa duplikat yang biasanya dikirim ke berbagai lembaga Herbarium dalam rangka pertukaran material duplikat mereka. Tipe suatu nama tumbuhan, bisa hanya berupa spesimen tunggal, dinamakan sebagai **holotipe** (*holotype*). Duplikat-duplikat holotipe dinamakan **isotipe** (*isotype*). Meskipun isotipe sangat bermanfaat dalam penelitian, ketika dihadapkan pada penerapan aturan tatanama, hanya holotipe yang dianggap. Selain satu tumbuhan atau jamur yang dikeringkan, suatu ilustrasi atau gambar juga dapat dijadikan holotipe.

Saat protolog tidak menyebutkan secara spesifik keberadaan satu atau lebih duplikat, spesimen di herbarium tempat pengarang bekerja atau tempat dia

mendapatkan akses saat penyiapan pertelaan takson baru, dapat dianggap sebagai holotipe.

Seluruh koleksi lain yang disitasi di protolog, namun bukan koleksi tipe, dinamakan sebagai **paratipe** (*paratype*).

Sebelum 1958, seseorang tidak diwajibkan untuk menunjukkan tipe spesimen untuk takson baru. Hal ini mengakibatkan publikasi-publikasi sebelum tanggal tersebut umumnya memiliki protolog yang tidak menyebutkan tipe, tetapi menyitasi beberapa koleksi yang dipelajari oleh pengarang takson baru. Semua itu disebut sebagai 'material asli' (*original material*) dan dinamakan **sintipe** (*syntype*). Karena nama hanya dapat memiliki tipe tunggal, seseorang harus memilih satu tipe dari sekian material asli (spesimen yang disitasi beserta seluruh duplikat-duplikatnya). Tipe yang dipilih semacam itu dinamakan **lektotipe** (*lectotype*). Duplikat-duplikat lektotipe dinamakan isolektotipe. Ketika seorang mempublikasikan lektotipe, penambahan frasa '*designated here*' (dipilih di sini) bersifat wajib.

Saat seluruh material asli, termasuk ilustrasi yang relevan, telah hilang (setelah pengecekan dengan pencarian panjang), seseorang diizinkan untuk memilih tipe baru yang kemudian dinamakan sebagai **neotipe** (*neotype*). Duplikat-duplikat neotipe kemudian menjadi **isoneotipe** (*isoneotype*). Saat menentukan neotipe, seseorang seringkali mencoba memilih material yang dikoleksi di atau berdekatan dengan lokasi tipe aslinya, akan tetapi ini bukanlah suatu keharusan. Pada umumnya, seseorang memilih neotipe di mana stabilitas tatanama telah terjamin, dengan demikian tidak menyebabkan perubahan nama.

Terakhir, material holotipe bisa jadi terlalu minim untuk digunakan sebagai pengenalan suatu takson (catat bahwa tipe juga dapat berupa ilustrasi di mana beberapa perincian mungkin tidak terlihat). Pada kasus semacam itu, seseorang diizinkan untuk memilih 'tipe pendukung' yang dikenal sebagai **epitipe** (*epitype*), sehingga menghilangkan keraguan identitas takson yang dimaksud. Lagi-lagi, sangat penting untuk memilih epitipe secara bijak, sehingga menjamin kestabilan tatanama.

Penting untuk dicatat bahwa Kode mengartikan 'spesimen' sebagai kumpulan satu spesies atau taksa infraspecies yang dapat terdiri dari organisme tunggal, bagian dari satu atau beberapa organisme, atau organisme-organisme kecil berjumlah banyak. Suatu spesimen biasanya ditempelkan pada satu lembar herbarium atau penyiapan lain yang sepadan, seperti kotak, pak, botol, atau sediaan mikroskop.

### Contoh dengan tipe-tipenya

Sitasi holotipe dan isotipe:

*Solanum aculeastrum* Dunal (1852: 366). – Type: Afrique du Sud, Cape of Good Hope, eastern part near Morleg, 1500 ft, 1838, Drège s.n. (holo-: G-DC; iso-: AD, BM, K, P).

Penjelasan: Protolog nama spesies *Solanum aculeastrum* dipublikasi oleh Dunal pada tahun 1852. Protolog menyebut Dunal melihat satu spesimen yang dikoleksi Drège, tanpa nomor koleksi (s.n. = sine numero), dan menyatakan dia melihat spesimen itu di Herbarium De Candolle, disimpan di Jenewa. Dengan demikian, spesimen (di G-DC) dijadikan sebagai holotipe. Selanjutnya, duplikat-duplikat koleksi itu juga diketahui berada di Adelaide State Herbarium (AD), British Museum (BM), Royal Botanic Gardens Kew (K) dan Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (P).

#### Penunjukkan lektotipe

*Antheaphora elegans* Schreb. var. *africana* Pilg. (Pilger 1901: 119). — Type: D.R. Congo, Stanley-Pool, June 1899, Schlechter 12508 (lectotype: B [B 10 0168252], **designated here**; isolectotypes: B [B100168251], BR [BR0000013591571], K [K000281098], P).

Penjelasan: *Antheaphora elegans* Schreb. var. *africana* Pilg. dipublikasikan dengan sitasi empat spesimen, Buchholz 1875, Dinklage 464, Dewèvre 120 dan Schlechter 12508 yang dikategorikan sebagai sintipe dan merupakan material asli. Karena pengarang bekerja di Berlin (B), lektotipe seharusnya lebih dipilih dari tempat tersebut. Semua spesimen kecuali Schlechter 12508 tidak di temukan di B dan kemungkinan hilang saat kebakaran pada tahun 1943. Di B, terdapat dua lembar Schlechter 12508, satu tidak memiliki spikelets, satu dengan spikelets sedikit di amplop tertempel pada lembaran. Yang kedua ini dipilih menjadi lektotipe dengan duplikat-duplikatnya terdapat di *Meise Botanic Garden, Belgium* (BR), *Royal Botanic Gardens, Kew* (K) dan *Muséum national d'Histoire naturelle, Paris* (P). Barcode ditambahkan pada spesimen yang tersedia.

#### Penunjukan neotipe (diwakili oleh ilustrasi, juga ditunjukkan sebagai ikonotipe, gambar 17):

*Dracaena sanderiana* Sander ex Mast. (Masters 1892: 731). — Neotype (designated here): Gard. Chron., ser. 3, 13: 445 (1893), f. 65 (iconotype).

Penjelasan: *Dracaena sanderiana* pertama kali diperkenalkan oleh hortikulturis Sander pada pameran internasional di Earl's Court (1892) dan dipublikasikan pada tahun yang sama oleh Masters menggunakan sebuah deskripsi, namun tanpa ilustrasi. Tumbuhan asli yang dipamerkan tidak dirunut dan mungkin tidak diawetkan. Satu tahun kemudian, *D. sanderiana* juga dipamerkan oleh Sander di Ghent dan ilustrasi dipublikasikan di Gard. Chron., ser. 3, vol. 13 (1893). Ilustrasi ini kemungkinan sekali menggambarkan tumbuhan yang sama saat dipamerkan pada tahun 1892 dan dipilih sebagai lektotipe.

### 3.6 Pengarang nama, nama-nama takson baru, kombinasi-kombinasi baru

Orang yang mempublikasi suatu takson baru merupakan pengarang nama tersebut, dan dalam dokumentasi formal atau resmi, ditempatkan di belakang

nama takson terkait. Nama pengarang seringkali disingkat dengan penyingkatan baku dipublikasikan oleh Brummit & Powell (1992) dan sebuah bank data daring dikelola oleh IPNI (di <http://www.ipni.org>).

Terkadang, seseorang mempublikasikan nama baru di dalam publikasi orang lain (sebagai suatu bab dalam buku atau bagian artikel yang serahkan ke mereka). Pada kondisi tersebut, seseorang dapat menyitasi kedua pengarang menggunakan kata sambung 'in'. Contohnya, *Verrucaria aethiobola* Wahlenb. in Acharius, *Methodus*, Suppl.: 17. 1803. ICN menganggap bahwa bagian setelah Wahlenb. sebagai bibliografi dan bukan bagian dari nama takson.

Pada situasi lain, seseorang mungkin mempublikasikan secara sah (*valid*) suatu nama takson, namun menganggap kepengarangan berada pada orang lain, contohnya ketika seseorang lain itu menyarankan nama (pada label herbarium atau mungkin secara verbal) namun belum berhasil mempublikasikannya. Pada kasus tersebut, nama orang kedua ini disebut namun diikuti kata 'ex' dan nama pengarang yang mempublikasikan nama itu secara sah, contohnya *Acalypha racemosa* Wall. ex Baill. Di sini, Baillon mempublikasikan nama *Acalypha racemosa* yang dibuat untuk spesies tersebut oleh Wallich. Itu pun juga diterima untuk menghilangkan nama pengarang pertama dan secara singkat menyitasi spesies sebagai *Acalypha racemosa* Baill.

Keadaan atau fakta bahwa seorang pengarang bermaksud mempublikasikan nama takson baru ditunjukkan dengan penambahan singkatan **spec. nov.** atau **genus nov.** atau **subsp. nov.**, dan lain sebagainya, diletakkan di belakang nama takson.

Saat pengarang memindahkan spesies dari suatu genus ke genus yang berbeda, epitet dipindahkan ke genus lain tersebut sementara pengarang asli ditempatkan diantara tanda kurung buka dan tutup setelah epitet, diikuti nama pengarang yang memindahkan ke genus lain, contohnya *Cenchrus purpureus* (Schumacher) Morrone. Spesies ini awalnya diberi nama *Pennisetum purpureum* oleh Schumacher (1827) dan dipindahkan ke genus *Cenchrus* oleh Morrone (2010). Perhatikan bahwa jender epitet diubah menyesuaikan tata bahasa Latin. Nama *Cenchrus purpureus* (Schumacher) Morrone disebut sebagai suatu **kombinasi baru** (sering disingkat sebagai **comb. nov.**) karena nama itu menggabungkan epitet asli (protolog) dengan nama dari genus lainnya. Nama takson yang menyediakan epitet untuk kombinasi baru itu disebut sebagai **basionim**; dalam kasus ini *Pennisetum purpureum* Schumacher.

Hal yang serupa terjadi saat pengarang menurunkan atau menaikkan sebuah nama ke dalam tingkatan takson yang berbeda. Sebagai contoh, pada *Cenchrus purpureus* (L.) Morrone subsp. *atrichus* (Stapf & C.E.Hubb) Morrone, nama *Pennisetum atrichum* Stapf & C.E. Hubb, sebagai basionim, telah dipindahkan ke subspesies dari *Cenchrus polystachios* oleh Morrone. Nama *Cenchrus polystachios* (L.) Morrone subsp. *atrichus* (Stapf & C.E.Hubb) Morrone tidak hanya merupa-



△ Gambar 17. Neotipe (ikonotipe) dari *Dracaena sanderiana* Sander ex Mast. in *Gard. Chron.*, ser. 3, 13: 445 (1893), f. 65.



kan suatu kombinasi baru (comb. nov., sejak basionim telah dipindah ke genus berbeda) tetapi juga menyebabkan takson tersebut suatu status atau **tingkatan taksonomi baru**, sering ditunjukkan dengan penambahan **stat. nov.** setelah nama baru tersebut.

### 3.7 Nama diterima dan sinonimnya: aturan prioritas

Ilmu taksonomi bersifat dinamis di mana perubahan-perubahan sering terjadi karena perbaikan dari klasifikasi alamiah. Ini artinya publikasi dapat memberikan data baru pendukung suatu pandangan baru pada variasi suatu spesies, atau batasan genus, famili dan sebagainya. Penting dipahami bahwa pandangan semacam itu mewakili sebuah dugaan baru, pendapat baru, didukung pendapat-pendapat yang masuk akal. Melalui proses ini, klasifikasi, atau kerangka taksonomi, secara ideal mengalami perbaikan dan perlahan berubah ke arah kesimpulan yang stabil. Akan tetapi, beberapa mungkin menitikberatkan data pendukung untuk dugaan alternatif yang mengarah ke klasifikasi berbeda. Ini kemudian menjadi sulit untuk dikatakan mana yang 'tepat' sejak kita tidak akan pernah mungkin merekonstruksi jalur evolusi secara penuh.

Ketika mempelajari suatu kelompok taksa, seorang pengarang mungkin mempertimbangkan bahwa dua atau lebih nama mewakili satu unit taksonomi yang sama. Sebagaimana konsep tipe, pengarang pada dasarnya berpendapat bahwa spesimen-spesimen tipe untuk kedua nama tersebut termasuk ke dalam takson yang sama. Contohnya, Clayton & Renvoize (1982) menganggap bahwa nama-nama spesies berikut, secara alfabetis, mewakili satu spesies rumput yang bervariasi:

*Pennisetum angolense* Rendle (Rendle 1899: 189).

*Pennisetum giganteum* A.Rich. (Richard 1850: 392).

*Pennisetum macrourum* Trin. (Trinius 1826: 64).

*Pennisetum scottae* Robyns (Robyns 1934: 3).

*Pennisetum stenorrhachis* Stapf & C.E.Hubb. (Stapf & Hubbard 1933: 270).

Ini menunjukkan bahwa kelima nama tersebut merupakan **sinonim-sinonim**, namun aturan tatanama menetapkan hanya satu nama yang **diterima**; sehingga, mana yang akan kita pilih? Di sini kita harus menerapkan **aturan prioritas** (Asas (*Principle*) III pada Kode), yang memberitahu kita bahwa sinonim paling tua memiliki prioritas dari yang lainnya. Dalam kasus ini, nama yang tepat dan diterima untuk spesies ini yaitu *Pennisetum macrourum* Trin. karena dipublikasi pada tahun 1826.

Aturan prioritas berlaku untuk semua tingkatan taksonomi. Sebagai contoh, tahun 2010, Morrone mempublikasikan tulisan di mana dia menggabungkan genus *Pennisetum* Rich. (Richard in Persoon 1805: 72) dengan *Cenchrus* L. (Linnaeus 1753: 1049). Aturan prioritas menunjukkan bahwa genus kedua memiliki prioritas dibanding yang pertama, sehingga genus tersebut pada batasan barunya harus disebut *Cenchrus*.

Ketika kita mengikuti pendapat Morrone (2010), nama yang diterima untuk untuk spesies *Pennisetum macrourum* Trin. menjadi *Cenchrus macrourus* (Trin.) Morrone. Perhatikan, ketika seorang pengarang tidak setuju dengan hipotesis ini dan menganjurkan untuk mempertahankan genus *Pennisetum*, terdapat dua nama diterima untuk spesies yang sama, tergantung pada pandangan ilmiahnya.

Lebih lanjut, penting diketahui bahwa aturan prioritas hanya berlaku pada tingkatan takson yang sama! Pada contoh sebelumnya, jika nama *Pennisetum polystachion* (L.) Schult. var. *africana* Thunb. (Thunberg 1794: 101) menjadi salah satu sinonim dari kelima nama *Pennisetum* yang disebutkan di atas, maka nama itu akan menjadi yang tertua. Akan tetapi, karena itu merupakan nama untuk tingkat varietas, nama itu tidak memiliki prioritas terhadap nama-nama pada tingkat spesies. Ketika pengarang Xxx akan menaikkan varietas itu ke dalam tingkatan spesies (sebagai *Pennisetum africanum* (Thunb.) Xxx) maka tanggal publikasi untuk nama terakhir ini adalah tanggal dipublikasikannya kombinasi baru tersebut. Secara masuk akal, ketika takson *Ixora aneimenodesma* K.Schum. subsp. *kizuensis* De Block tidak memiliki sinonim dan pengarang Xxx ingin menaikkan ke tingkat spesies, pengarang memiliki dua pilihan: 1) untuk mempublikasi nama *Ixora kizuensis* (De Block) Xxx, atau 2) mempublikasikan spesies baru (contohnya *Ixora congoensis* Xxx), dengan nama subspecies menjadi sinonim. Pilihan kedua dianggap 'sopan' karena menghilangkan identitas pengarang asli nama tersebut. Akan tetapi, nama *Ixora kuziensis* mungkin telah ada untuk nama spesies lain. Dalam situasi ini, kombinasi baru yang diperlukan telah 'dicaplok' dan seseorang harus memilih nama baru, seperti *Ixora deblockiae* Xxx untuk memberi penghargaan ke pengarang aslinya. Perlunya untuk membuat **nama baru** untuk takson yang diuraikan tersebut sering ditunjukkan dengan penambahan **nom. nov.**

Terdapat dua pengecualian aturan prioritas. Pertama, terdapat nama delapan famili dan satu subfamili yang mana seseorang diizinkan untuk memilih satu dari dua alternatif tersedia (ICN Pasal 18.5, 19.8). Nama-nama itu disebut sebagai **nomina alternativa** (atau **nom. alt.**). Di bawah ini merupakan daftar nama-nama famili dan subfamili yang berada di dalam aturan tersebut. Dalam satu publikasi, disarankan untuk menggunakan nama-nama yang berasal dari satu kolom.

Apiaceae	Umbelliferae
Arecaceae	Palmae
Asteraceae	Compositae
Brassicaceae	Cruciferae
Clusiaceae	Guttiferae
Fabaceae termasuk subfam. Faboideae	Leguminosae termasuk subfam. Papilionoideae
Lamiaceae	Labiatae
Poaceae	Gramineae

Kedua, penerapan yang ketat terkait aturan-aturan dalam ICN mungkin menyebabkan perubahan 'tak diinginkan' dan ketidakstabilan tatanama dalam skala besar dalam kelompok taksonomi tertentu. Dalam kasus seperti ini, seseorang dapat mengajukan proposal untuk mempertahankan atau menolak nama tertentu. Dalam kasus keambiguan terkait tipe spesimen yang tepat, proposal serupa untuk mempertahankan suatu tipe tertentu juga dapat disusun. Proposal-proposal semacam itu perlu dipublikasikan di dalam jurnal *Taxon* dan kemudian dimasukkan dalam perhitungan suara pada Kongres Internasional Botani. Nama atau tipe yang dipertahankan biasanya diikuti oleh penunjukan berupa '**nom. cons.**', '**nom. rej.**' atau '**type cons.**'.

### 3.8 Hibrida-hibrida

Dalam Kode, nama taksa hibrida dibahas pada bab terpisah. Mereka dapat dikenali dengan penggunaan tanda silang  $\times$  atau dengan penambahan awalan "notho-" pada istilah yang menunjukkan tingkatan takson. Suatu nama nothospesies terdiri dari nama genus (atau nama **nothogenus**, lihat di bawah) dan sebuah epitet, menandakan sebagai suatu hibrida antara dua individu berbeda spesies. Suatu nama **nothogenus**, berupa kata tunggal, digunakan saat hibrida dibentuk dari individu-individu yang genusnya berbeda. Nama itu biasanya disusun oleh bagian-bagian dari nama kedua genus yang terlibat.

Contohnya, hibrida antara *Oenantha biennis* L. dan *Oenantha villosa* Thunb. dapat ditunjukkan dengan **rumus hibrida** (*hybrid formula*) *Oenantha biennis* L.  $\times$  *Oenantha villosa* Thunb., atau dengan nothospesies *Oenantha  $\times$ drawertii* Renner ex Rostański.

Nothogenus  $\times$  *Festulolium* Asch. & Graebn. mengelompokkan individu-individu berasal dari hibridisasi antara spesies-spesies dari genus *Festuca* L. dan *Lolium* L. Nothospesies  $\times$  *Festulolium loliaceum* (Huds.) P.Fourn. menunjukkan hibrida antara *Festuca pratensis* Huds. dan *Lolium perenne* L., yang dapat juga dituliskan dengan rumus hibrida *Festuca pratensis* L.  $\times$  *Lolium perenne* L.

### 3.9 Tanaman-tanaman budidaya

Nama tanaman budidaya tidak diatur dalam ICN, namun oleh Kode Internasional Tatanama Tanaman Budidaya (*International Code of Nomenclature for Cultivated Plants* atau disingkat ICNCP).

Bentuk-bentuk budidaya dapat dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu **Kultivar** (*Cultivar*), **Kelompok** (*Group*), dan **grex**. Kategori terakhir hanya berlaku pada budidaya angrek dan menunjukkan keturunan hibrida gabungan dari silangan antara dua entitas yang sama (taksa atau kultivar-kultivar). Suatu kultivar, disingkat cv., merupakan suatu bentuk sangat spesifik diturunkan dari suatu proses seleksi dan mungkin diambil langsung dari alam liar. Itu merupakan nama non-Latin yang ditambahkan setelah nama takson asal dia diturunkan, contohnya *Solanum tuberosum* L. cv. Gogu Valley, juga dituliskan sebagai *Solanum*

*tuberosum* 'Gogu valley'. Saat suatu kultivar tidak jelas posisinya berada pada spesies mana, nama kultivar tersebut dapat diletakkan tepat setelah nama genus, seperti *Rosa* cv. Penelope. Suatu nama kultivar baru dapat didaftarkan oleh Otoritas Internasional Pendaftaran Kultivar (*International Cultivar Registration Authority*) yang perlu disetujui oleh Komisi untuk Tatanama dan Pendaftaran Kultivar dari ISHS (*ISHS Commission for Nomenclature and Cultivar Registration*). Setiap Otoritas ditugaskan pada suatu kelompok taksonomi khusus. Setelah Otoritas secara resmi menyetujui pendaftaran nama kultivar baru, orang yang menyediakan informasi 'memiliki' hak atas nama tersebut. Orang itu kemudian dapat memasarkan nama dan tumbuhan, serupa hak paten. Suatu kelompok terdiri dari beberapa kultivar yang memiliki suatu ciri khusus. Seseorang dapat, contohnya, membuat Kelompok untuk seluruh mawar kuning. Ini jelas bahwa nama-nama tanaman budidaya bukan bagian dari klasifikasi alamiah, karena nama-nama itu tidak menunjukkan atau menggambarkan nenek moyang bersama. Di pustaka tanaman budidaya, seseorang mungkin sering kali menemukan 'varietas' atau 'forma'. Perlu dicatat bahwa kedua kata tersebut pada dasarnya tidak diperkenankan untuk dipakai pada tanaman budidaya, karena mereka secara kurang tepat merujuk pada ICN yang tidak mengurus tanaman-tanaman budidaya. Sebisa mungkin, penggunaan 'varietas' atau 'forma' harus diberlakukan sebagai deskripsi informal dari variasi yang teramat tanpa adanya niat untuk membuat suatu takson baru di bawah ICN.

### **Kode Internasional Tatanama untuk alga, jamur, dan tumbuhan**

- <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php?>

### **Nama-nama ilmiah dan tipe-tipe**

- International Plant Name Index: <https://www.ipni.org>
- Tropicos: <http://www.tropicos.org>
- World Flora Online: <http://www.worldfloraonline.org>
- African Plant Database: <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/index.php>
- Linnaean Typification Project: <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/linnaean-typification>
- Global Plants: <https://plants.jstor.org>



## Pasal-pasal identifikasi

Pada bab-bab sebelumnya, telah disebutkan bahwa ilmu taksonomi bertujuan untuk mengorganisasi keragaman yang sangat besar makhluk hidup di bumi ke dalam unit-unit yang saling berlainan. Karena itu, ia menjadi alat yang sangat penting untuk komunikasi ilmiah dalam bentuk nama dan klasifikasi. Untuk dapat mengerjakan suatu penelitian biologi, melindungi alam, penggunaan tumbuhan untuk keperluan obat-obatan, dan lain sebagainya, penting sekali untuk mendapatkan akses ke luar biasa kayanya informasi yang terakumulasi selama beberapa abad. Sumber-sumber daring sedang bertumbuh secara eksponensial. Akan tetapi, sebelum seseorang dapat mengetuk informasi yang tersedia untuk suatu spesies atau genus, misalnya, seseorang harus mengetahui nama dari takson yang menjadi inti pembahasan. Sejak ahli yang dapat mengidentifikasi makhluk hidup dengan sepenuh hati jarang adanya, khususnya tropis tempat dengan keragaman yang tinggi, taksonom-taksonom telah mengembangkan alat untuk mengidentifikasi material mereka secara handal.

#### 4.1 Kunci identifikasi

Suatu kunci identifikasi merupakan alat praktis yang digunakan baik oleh ahli maupun non-ahli untuk mengidentifikasi tumbuhan, jamur atau hewan, hingga ke tingkat famili, tribus, genus, spesies atau yang lainnya. Kunci identifikasi seringkali menjadi bagian yang paling sering digunakan dari publikasi taksonomi dan layak mendapatkan perhatian penuh dari peneliti yang menyiapkannya!

Untuk dapat menggunakan kunci identifikasi, seseorang biasanya harus memiliki setidaknya kemampuan dasar mengenai morfologi dan terminologi tumbuhan atau jamur. Memiliki sebuah glosari yang bagus akan sangat berguna. Berbagai glosari botani yang bagus dan dengan cakupan luas tersedia (lihat kotak informasi pada bagian akhir dari bab ini).

##### *Bagaimana menggunakan kunci?*

Suatu kunci identifikasi biasanya serupa 'kuis' pertanyaan dan jawaban yang mana penggunaannya diminta (secara hati-hati!) mengamati ciri-ciri tertentu dan melaporkan sifatnya. Suatu kunci identifikasi dapat, contohnya, menggunakan ciri 'warna bunga', dan pengguna dapat memilih antara sifat "kuning" atau "putih". Ketika kuning, berlanjut ke pertanyaan nomor 2, ketika putih bergerak ke pertanyaan nomor 10. Bagian pertama dari kunci identifikasi akan terlihat seperti berikut:

1. - Bunga kuning ..... 2
- Bunga putih ..... 10
2. - ....
- ....

Pada contoh di atas, setiap pertanyaan dinamakan sebagai **bait** (*couplet*) kunci yang memiliki dua **larik** (*leads*). Ini jelas menunjukkan bahwa kedua pilihan harus saling meniadakan satu dengan yang lainnya atau tidak saling tumpang

tindih. Setelah selesai menjawab dengan benar sejumlah pertanyaan, pengguna terhenti dengan nama tumbuhan (atau jamur, atau hewan) di tangan.

Pada umumnya, pengguna persilahkan memilih di antara dua pilihan. Pada kondisi semacam itu, kunci disebut **dikotom**. Beberapa kunci mengijinkan pemilihan antara tiga atau bahkan lebih pilihan (dalam contoh di atas, seseorang dapat menambahkan 'bunga biru', 'bunga merah'), misalnya untuk sampai ke empat larik. Ini dinamakan dengan kunci **politomi**. Pada umumnya, struktur semacam ini dianggap kurang praktis dan lebih rentan akan kesalahan identifikasi. Seseorang dapat dengan mudah menghindari pilihan semacam itu dengan menggabungkan beberapa ciri ke dalam satu larik, misalnya:

- 1. - Bunga kuning, biru, atau merah ..... 2
- Bunga putih ..... 10
- 2. - Bunga kuning ..... 3
- Bunga merah atau biru ..... 6
- 3. - Ranting berduri ..... *Rosa banksiae*
- Ranting tanpa duri ..... 4
- ...
- 6(2) - Benang sari ...
- ...
- ...
- 10(1) - Daun ...
- ...

Catat bahwa pertanyaan #3 menyediakan nama tumbuhan dan pertanyaan ke 6 serta 10 menunjukkan pertanyaan sebelumnya yang mengarah ke nomor tersebut. Hal yang lebih akhir itu hanyalah sebagai petunjuk bagi pengguna untuk melacak mereka bergerak dari mana dan umumnya hanya ditambahkan jika seseorang telah sampai selepas 'lompatan' yang cukup jauh di dalam kunci.

Pada dasarnya, terdapat dua bentuk kunci dikotom. Bentuk yang ditunjukkan di atas, saat kedua penunjuk langsung mengikuti satu sama lain dinamakan dengan **kunci berkurung** (*bracketed key*). Bentuk kedua dinamakan dengan **kunci bertakik** (*indented key*) dan memisahkan dua penunjuk secara lebar. Berikut merupakan contoh satu kunci bertakik (d disesuaikan dari kunci spesies *Solanum* di Afrika, Vorontsova & Knapp 2016):

- 1. Bunga dengan benang sari berbeda-beda panjangnya.
- 2. Daun bundar hingga bentuk ginjal, panjang 1,2–2,5 cm, ukuran lebar lebih besar daripada panjang; tangkai lebih panjang dari helaian daun. Jarang di timur laut Somalia ..... *S. cymbalariifolium*
- 2. Daun bundar telur hingga jorong atau lanset, panjang 2–14 cm, ukuran panjang lebih besar daripada lebar; tangkai lebih pendek dari helaian daun. Kawasan gersang timur dan timur laut Afrika.
- 3. Duri batang rapat, seperti jarum, lebar di pangkal kurang dari 0,5 mm, kuning pucat; buah ditutupi penuh oleh kelopak yang membesar .....  
..... *S. coagulans*

3. Duri di batang tidak ada atau jarang, jika ada pangkalnya lebih lebar dari 1 mm, kuning hingga jingga atau coklat; buah setidaknya sedikit terbuka .....  
 ..... *S. melastomoides*

1. Bunga dengan semua benang sari sama panjang. Sebaran geografis luas.
2. Bunga satu pada tiap perbungaan, tangkai dan rakis tidak ada; mahkota segi lima, bertoreh hingga 1/4–1/3 panjang ke arah pangkal, diameter 0,9–1,3 cm; Afrika Selatan ..... *S. supinum*
2. Bunga biasanya lebih dari satu tiap perbungaan, tangkai dan/atau rakis muncul setidaknya pada beberapa perbungaan; mahkota biasanya bentuk bintang, bertoreh lebih dari 1/3 panjang ke arah pangkal, atau jika bertoreh 1/4–1/3 panjang ke arah pangkal maka mahkota bunga berputik panjang lebih lebar dari 1,3 cm; tersebar luas ..... *S. tuberosum*

Ketika larik pertama bait I sesuai dengan tumbuhan yang diidentifikasi, seseorang harus melanjutkan ke pertanyaan selanjutnya, tepat di larik berikutnya (nomor 2). Akan tetapi, saat larik kedua bait I benar, maka seseorang melanjutkan ke pertanyaan selanjutnya, yaitu nomor 4. Sebagaimana terlihat, tidak ada angka di kanan kunci yang mengarah ke pertanyaan selanjutnya. Keuntungan kunci bertakik yaitu pengguna mudah memperoleh nama spesies yang dikelompokkan dari struktur kunci itu. Salah satu kekurangannya yaitu seseorang harus mencari larik kedua dari pertanyaan/baitnya. Larik kedua itu bisa saja terletak sangat jauh pada kelompok-kelompok berukuran besar, dan untuk kunci yang panjang, terdapat ruang tak terpakai di sisi kiri halaman, menyebabkan kunci yang membutuhkan halaman cetak lebih banyak.

Selain itu juga, perlu dicatat bahwa informasi geografis dapat digunakan dalam kunci. Meskipun bukan merupakan ciri morfologi, informasi itu dianggap cukup membantu. Serupa dengan itu, informasi ekologi atau fenologi (musim bunga atau buah) juga dapat ditambahkan. Akan tetapi, ciri-ciri semacam itu digunakan hanya sebagai pendukung data morfologi.

▽ Gambar 18. Contoh matriks spesies/data (dengan taksa fiktif *Aus a*, *Bus x*, dan lain lain).

	bentuk hidup			lebar daun			bunga		bentuk mahkota			warna buah	
	pohon	merambat	herba	1-5 mm	5-10 mm	10-30 mm	soliter	dalam berkas	bintang	mangkuk	terompet	kuning	merah
<i>Aus a</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
<i>Aus b</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
<i>Aus c</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>Bus x</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
<i>Bus y</i>	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
<i>Bus z</i>	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
<i>Cus m</i>	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Cus n</i>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Cus o</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1



*Bagaimana caranya membuat kunci?*

Mulailah dengan memilih kunci yang akan dibuat (lihat di atas). Kemudian, pikirkan mengenai beberapa sub kelompok yang dapat terpisah dari kelompok yang sedang dibahas. Selanjutnya, pilih dari kelompok tersebut yang dapat dibatasi oleh sifat-sifat ciri yang jelas berbeda dan dapat diamati dengan mata langsung atau saat menggunakan lensa perbesaran 10 kali. Seandainya pertanyaan pertama kunci tentang serbuk sari, misalnya, sejumlah pengguna dengan cepat terhenti dan tidak bisa melanjutkan. Penting juga bahwa suatu ciri dalam satu larik pada bait harus muncul juga di larik lainnya! Bait seperti berikut tidak disarankan:

- 1. - Bunga kuning; daun lebih panjang dari 10 cm ..... 2
- Bunga putih ..... 10

Seorang pengguna dengan tumbuhan berbunga putih tetapi memiliki daun lebih panjang dari 10 cm akan bingung larik mana yang akan dipilih. Hal ini membawa kita ke hal praktis lainnya. Saat membuat kunci, seseorang harus selalu mencoba membayangkan apa yang mungkin pengguna miliki di tangannya! Biasanya itu berupa satu individu tumbuhan, sehingga kunci perlu menyediakan informasi yang tepat. Jika satu bait menyatakan "bunga besar" berbanding "bunga kecil", itu merupakan suatu konsep yang sifatnya relatif dan pengguna mungkin tidak dapat menentukan apakah bunga berdiameter 1 cm dapat dianggap sebagai 'besar' atau 'kecil'.

Satu takson dapat muncul lebih dari satu kali. Kondisi itu terjadi saat takson itu bervariasi untuk suatu ciri tertentu. Contohnya, suatu spesies dapat memiliki bunga putih dan juga terkadang kuning, sedangkan spesies-spesies lain memiliki kestabilan sifat ciri tersebut.

Membuat kunci untuk satu kelompok besar spesies (atau taksa lain) sering terbantu oleh pembuatan suatu matriks data takson/ciri (lihat juga gambar 18). Matriks itu sering berguna untuk mendapatkan suatu gambaran distribusi ciri-ciri dan korelasinya. (Lihat juga paragraf selanjutnya).

Terakhir, beberapa saran dalam penyusunan kunci:

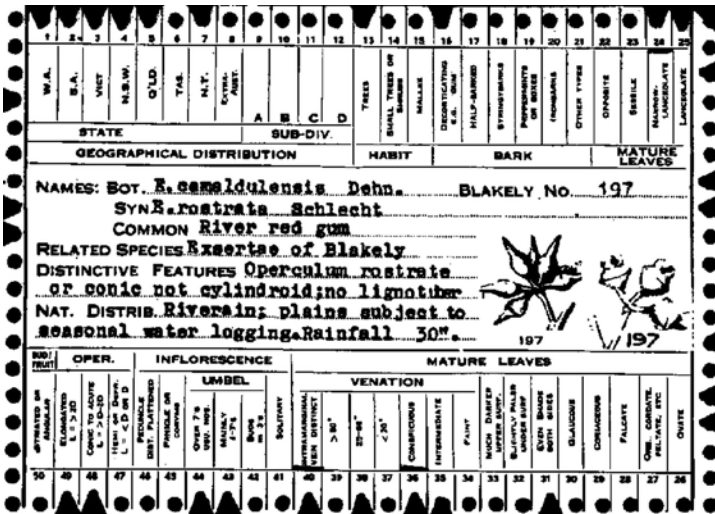
- 1. Praktis! Gunakan bahasa yang 100% jelas. Hindari penggunaan ciri-ciri yang memerlukan penjelasan panjang atau susah dipahami atau bahkan susah diamati.
- 2. Pada kunci dikotom penuh, saat semua taksa muncul hanya sekali, jumlah bait akan selalu sama dengan jumlah taksa dikurangi 1. Dengan demikian, seseorang tidak dapat memengaruhi jumlah bait-baitnya. Akan tetapi, seseorang dapat mempengaruhi jumlah pertanyaan yang perlu dijawab sebelum suatu spesies berhasil diidentifikasi melalui kunci. Strategi terbaik adalah mengupayakan pertanyaan/bait yang membagi sisa kelompok taksa secara sama besar.
- 3. Jika suatu spesies dalam suatu kelompok biasanya tidak memiliki bunga dan buah secara bersamaan, maka adalah suatu kebijaksanaan untuk menyediakan dua kunci berbeda, satu untuk material dengan bunga dan satu untuk buah.

4.2 Kunci multi-akses

Kunci-kunci yang dibahas di atas, meskipun telah disiapkan secara sangat hati-hati, memiliki kelemahan yang serius. Pengguna tidak dapat memilih urutan ciri-ciri yang diamati. Bisa saja, buah merah sudah dapat mengurangi jumlah spesies berpotensi, namun pada faktanya buah ditanyakan pada urutan kelima. Dengan kata lain, seharusnya terdapat cara lebih mudah untuk mengidentifikasi tumbuhan!

Saat menggunakan matriks data takson/ciri untuk suatu kelompok spesies (lihat gambar 18 sebagai contoh), seseorang bisa memilih secara acak suatu ciri dari daftar dan mengisi sifat ciri yang teramati di spesimen untuk diidentifikasi. Selanjutnya, proses ini dapat diulang hingga suatu kombinasi sifat-sifat ciri sesuai dengan satu spesies.

Sebelum era komputer, taksonom mencoba berbagai kunci multi akses berdasarkan sistem matriks yang sama. Seseorang bekerja dengan sejumlah besar kartu bernomor, tiap kartu mewakili satu sifat ciri atau takson. Bagi yang tertarik dengan kunci kartu berlubang dapat menyimpannya pada gambar 19.



△ Gambar 19. Contoh kartu berlubang menunjukkan ciri-ciri (lubang terbuka sepanjang pinggir kartu) untuk suatu spesies dari Eucalyptus.

Sekarang ini, suatu matriks takson/ciri beserta kunci multi akses yang dapat dihasilkan dapat diolah dengan beberapa perangkat lunak seperti Xper3 (<http://www.xper3.fr/>), DELTA-IntKey (<http://www.delta-intkey.com>) dan Linnaeus NG (<http://linnaeus.naturalis.nl/>). Program Xper3 dan DELTA-IntKey bahkan membolehkan anda untuk membuat sebuah kunci dikotom dari matriks data dan dapat digunakan dalam publikasi. Beberapa memiliki perangkat statistik yang akan menyarankan anda terkait ciri terbaik yang akan digunakan selanjutnya supaya dapat memberikan proses identifikasi yang paling efisien.

Suatu tipe berbeda kunci multi akses disebut sebagai **kunci diagnostik** (atau kunci sinoptik). Kunci ini terdiri dari suatu daftar ciri diagnostik atau ciri-ciri penanda (spot characters; khas, patut diperhatikan) pada suatu kelompok taksa. Setiap ciri selanjutnya diikuti oleh daftar semua taksa dalam kelompok yang memiliki ciri itu. Di bawah ini adalah contoh kunci diagnostik taksa Rubiaceae di Afrika Tengah. Perlu dicatat bahwa taksa yang ditunjukkan kebanyakan berupa genus, tetapi juga tribus atau bahkan jenis.

#### **CONTOH SATU (ATAU BAGIAN DARI) KUNCI DIAGNOSTIK:**

##### **- DAUN**

helaian linier: *Amphiasma*, *Anthospermum usambarense*, *Cordylostigma*,  
*Galium*, *Knoxia*, *Kohautia*, *Manostachya*, *Oldenlandia*, *Spermacoce*

helaian bentuk jantung atau bentuk ginjal: *Geophila*, *Hymenocoleus*,  
*Pentansia renifolia*, *Rubia*

##### **- BUNGA**

unisexual: *Anthospermum*

heterostili: *Colletocema*, *Craterispermum*, *Gaertnera*, *Knoxieae*,  
*Lasianthus*, *Morinda*, *Mussaendeae*, *Pauridiantha*, *Psychotrieae*,  
*Sabicea*, *Schizocolea*, *Spermacoaceae*, *Tricalysia*

berkelipatan 4: *Anthospermum*, *Corynanthe*, *Eumachia*, *Galium*, *Heinsia*,  
*Ixora*, *Keetia*, *Knoxia*, *Lasianthus*, *Nauclea*, *Otiophora*, *Paraknoxia*,  
*Pavetta*, *Polysphaeria*, *Pouchetia*, *Psychotria*, *Rutidea*, *Spermacoaceae*,  
*Tricalysia*

pleiomer (dengan elemen lebih dari biasanya): *Coffeeae*, *Gardenia*,  
*Rothmannia octomera*, *Schumanniphyton*

tabung kelopak panjang (> 1 cm): *Adenorandia*, *Gardenia*, *Rothmannia*,  
*Schumanniphyton hirsutum*

tabung kelopak dengan celah lateral: *Calycosiphonia*, *Gardenia*,  
*Polysphaeria*, *Rothmannia*, *Sericanthe*, *Tricalysia*

kelopak asimetris, dengan cuping berukuran timpang, atau hanya 1  
cuping samping: *Knoxieae*

### 4.3 DNA barcode

Cara identifikasi paling modern ialah penggunaan profil DNA unik tiap takson. Idenya yaitu saat urutan atau sekuen DNA unik ini, atau lebih dikenal sebagai 'DNA barcode', diketahui pada semua spesies dan kita memiliki suatu sekuen, kita dapat mencocokkan ke data kita untuk menentukan nama suatu spesies. Secara teori mudah; jauh lebih kompleks pada praktiknya! Pertama-tama, kita harus memiliki bank data semua  $\pm 400.000$  spesies tumbuhan,  $\pm 10.000.000$  spesies hewan,  $\pm 5.000.000$  spesies jamur, dan sebagainya, yang masih jauh dari nyata. Terlebih, saat proses penyusunan data sekuen (mendapatkan urutan pasangan basa) seluruh isi DNA suatu organisme masih butuh waktu sangat banyak dan mahal, kita perlu menemukan suatu bagian dari genom, satu bagian tertentu DNA, yang menyediakan variasi memadai pada tingkatan yang diinginkan (seringkali spesies). Pada kebanyakan kelompok hewan, sitokrom C oksidase I (COI atau COXI) dengan susunan  $\pm 1.500$  pasang basa telah digunakan. Pada tumbuhan, ini adalah suatu hal yang jauh lebih sulit. Kombinasi dari dua gen kloroplas, *rbcL* dan *matK*, telah diusulkan sebagai kandidat yang tepat. Penambahan DNA inti daerah bukan kode (*non-coding*) *internal transcribed spacer 2* (ITS2) telah diusulkan untuk memperbaiki 'keputusan'. Untuk jamur, daerah *spacer 1* (ITS1) lebih sesuai. Lainnya, mungkin lebih baik, saran-saran sampai saat ini masih diperdebatkan. Lebih lanjut, tampaknya bukan suatu yang jarang bahwa penanda baku barcode memperlihatkan variasi dalam satu spesies. Ini menunjukkan bahwa satu sampel tidak cukup mewakili satu spesies dalam bank data DNA barcode, karena variasi dalam satu spesies perlu dipetakan terlebih dahulu sebelum identifikasi terpercayanya dapat dibuat. Seseorang tidak bisa, contohnya, dengan sederhana menyatakan: "Karena sampel saya berbeda pada dua posisi urutan basa dari yang lain, itu suatu spesies berbeda", sebelum variasi dalam data sekuen telah dipetakan pada kedua spesies. Akibatnya, beberapa sampel (minimal 10, lebih banyak lebih bagus) dibutuhkan untuk membuat suatu bank data terpercayanya. Lebih lanjut, tiap spesimen yang diambil perlu diberikan spesimen buktinya (*voucher*); suatu organisme perlu diawetkan supaya identitasnya dapat diverifikasi ketika muncul keraguan. Bank data juga perlu diperbarui berkala untuk memasukkan perubahan konsep taksonomi.

Pangkalan data DNA barcode perlu didasarkan pada kerangka taksonomi genus dan spesies yang masuk akal dan stabil. Bahkan untuk kelompok tumbuhan yang sudah diketahui dengan baik sekalipun, kerangka semacam itu masih memiliki banyak titik kelemahan. Pada gilirannya, hasil dari upaya pencarian DNA barcode dapat mengarahkan ke pembuatan suatu putusan taksonomi yang lebih baik dan dengan demikian memperkuat kerangka yang sudah ada.

Terlepas dari tantangan-tantangan itu, usaha-usaha besar dilakukan untuk menciptakan bank data DNA barcode pada skala dunia. Kegiatan ini dipimpin oleh Konsorsium Internasional Barcode Kehidupan (*International Barcode of Life Consortium* atau iBOL) bersama-sama dengan pusat-pusat tingkat regional yang jumlahnya banyak. Saat ini, mendapatkan suatu sekuen DNA dari suatu organisme seringkali membutuhkan waktu beberapa hari kerja laboratorium. Seseorang wajib bersabar saat menggunakan metode ini dalam identifikasi. Proses-proses baru sedang berubah, dengan adanya perkembangan suatu

teknik nano yang lebih canggih yang menciptakan peluang untuk membuat laboratorium mini portabel yang dapat digunakan di lapangan.

#### 4.4 Identifikasi spesimen herbarium

Saat mengidentifikasi tumbuhan hidup di lapang bisa saja susah dilakukan, mencoba mengidentifikasi spesimen herbarium kering dan pipih secara tepat seringkali menantang. Tidak semua ciri-ciri yang diperlukan dapat terlihat langsung, meskipun dengan bantuan lensa perbesaran 10 $\times$  atau mikroskop stereo (lihat juga paragraf 5.B). Pertanyaan sederhana apakah bunga berwarna putih atau kuning bisa saja tidak terjawab ketika kolektor tidak mencatat informasi tersebut di lapangan. Serupa halnya, seseorang mungkin bertanya-tanya apakah ranting berbuah dengan daun yang sedikit dan bunga atau buah yang bagus ini berasal dari pohon besar, liana, semak atau bahkan mungkin herba menahun? Bentuk-bentuk 3 dimensi (khususnya bunga dan buah) dapat menjadi penting, namun tidak dapat dibentuk ulang, sebagaimana informasi umbi bawah tanah, rimpang, aroma, rasa, dan sebagainya. Informasi-informasi semacam itu harus dicatat oleh kolektor saat berada di lapangan sehingga informasi itu dapat dipindahkan ke etiket yang melengkapi spesimen. Beberapa publikasi (Fish 1999, Victor et al. 2004, Bridson & Forman 2010) menawarkan saran-saran bagus tentang pengambilan koleksi tumbuhan dan pembuatan suatu spesimen kering tumbuhan yang bernilai.

Saat suatu spesimen herbarium telah diidentifikasi, baik tingkatan famili, genus, spesies atau lainnya, nama takson dituliskan dalam kertas kecil dinamakan **slip identifikasi atau determinasi**. Slip itu juga berisi informasi nama peneliti (jika memungkinkan afliasinya) dan tanggal. Slip itu dilekatkan ke lembaran herbarium (saat tidak diresin, gunakan lem khusus yang disediakan kurator), lebih disarankan di pojok kanan bawah dan selalu di atas slip identifikasi sebelumnya. Yakinkan bahwa hanya sebagian kecil saja slip yang dilekatkan sehingga sisanya dapat dilipat untuk melihat material atau teks tertulis yang mungkin tertutupi. Beberapa lembaga herbarium hanya mengizinkan penggunaan jarum untuk menambat etiket dan slip ke dalam lembar herbarium.

Segala ketidaktentuan mengenai ketepatan identifikasi juga dapat ditambahkan. Penggunaan yang disarankan adalah **cf.** atau **aff.** Yang pertama merupakan kependekan dari "*confer*" berarti "bandingkan dengan" dan digunakan saat spesimen sangat mendekati ke suatu yang lain atau mungkin sama. Yang kedua adalah kependekan "*affinis*" berarti "mirip dengan" dan digunakan saat saat suatu spesimen mirip dengan suatu yang lain, namun mungkin berbeda.

## Glosari

- Beentje H. (2015) The Kew plant glossary. 2<sup>nd</sup> edition. Richmond, Royal Botanic Gardens, Kew. EAN: 9781842466049
- Josserand M. (1983). La description des champignons supérieurs. 2<sup>e</sup> éd. Paris, Lechevalier.
- Jouy A., Foucault B. de (2016) Dictionnaire illustré de botanique. Mèze, Biotope.
- Missouri Botanical Garden Glossary:  
<http://www.mobot.org/mobot/glossary>
- Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Glossary\\_of\\_botanical\\_terms](https://en.wikipedia.org/wiki/Glossary_of_botanical_terms) [in French: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Glossaire\\_de\\_botanique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Glossaire_de_botanique)]

## DNA barcode

- IBOL (International Barcode Of Life): <https://ibol.org>
- Hebert P.D.N., Cywinska A., Ball S.L., deWaard J.R. (2003) Biological identifications through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. 270 (1512): 313–321. doi:10.1098/rspb.2002.2218.

5.

**Pasal-pasal persiapan  
revisi taksonomi**



Di sini, kita fokus pada revisi taksonomi yang sebagian besar berdasarkan spesimen herbarium. Saat mempelajari taksonomi suatu kelompok tumbuhan atau jamur yang mana observasi lapangan tidak mudah didapatkan, contohnya spesies-spesies dari daerah tropis, atau spesies-spesies dari kawasan terpencil, seringkali spesimen herbarium merupakan satu-satunya sumber informasi yang tersedia. Menambahkan observasi lapangan ke dalam suatu revisi berdasar herbarium adalah suatu keuntungan besar, namun itu bukan suatu kewajiban.

Anggap bahwa kita telah memutuskan untuk menyiapkan suatu revisi taksonomi untuk suatu kelompok tertentu. Ini biasanya disebabkan para ahli mengindikasikan kerangka taksonomi kelompok tertentu dianggap 'lemah'. Ini bisa terjadi karena kunci identifikasi yang tersedia kualitasnya kurang bagus, tidak ada batasan jelas antar taksa/spesies, atau keraguan ketepatan nama yang digunakan. Tidak jarang juga bahwa 'kelemahan' itu disebabkan karena adanya spesies yang belum dipertelakan. Setiap tahun, lebih dari 2000 spesies tumbuhan berpembuluh dipertelakan, juga 75 hingga 100 genus baru. Tren semacam ini tidak menurun dalam kurun waktu 15 tahun terakhir (jumlahnya bahkan sedikit meningkat dalam empat tahun terakhir!), menunjukkan bahwa di luar sana masih banyak yang dapat ditemukan!

Suatu revisi taksonomi biasanya terfokus ke suatu genus, dan dalam teks serta contoh di bawah ini, kita beranggapan seperti itu. Saat suatu genus memiliki banyak spesies dan memiliki distribusi luas, studi yang dilakukan tidak jarang terbatas pada suatu negara, kawasan fitogeografi, atau benua.

Merujuk pada tingkat kedalaman, tingkat kemenyeluruhan dan praktik revisi, seseorang dapat mengenali empat kategori:

- *Revisi sinopsis* atau *sinopsis*: suatu pembaruan singkat pada taksonomi dari suatu kelompok (umumnya menyediakan suatu kunci identifikasi, gambaran umum seluruh nama spesies yang diterima beserta sinonimnya, terkadang beserta catatan singkat mengenai morfologi dan informasi distribusi);
- *Revisi taksonomi*: pembaruan baku terkait taksonomi suatu kelompok (dengan kunci identifikasi, seluruh sinonim, informasi tipe, deskripsi morfologi lengkap, data distribusi, sering juga menyajikan sitasi spesimen yang dipakai);
- *Monograf* atau *revisi monografi*: suatu kajian mendalam, mencakup seluruh kebaruan taksonomi suatu kelompok (serinci revisi taksonomi, namun seringkali diperluas dengan data tambahan anatomi, molekuler, ekologi atau etnobotani);
- *Laporan Flora*: secara definisi merupakan suatu tulisan regional suatu kelompok, biasanya berupa revisi mendalam atau kompilasi dari informasi yang sudah ada (terpublikasi). Di sini, masalah yang dihadapi relatif sederhana, meninggalkan hal-hal rumit untuk studi lebih mendalam di masa mendatang. Tujuan utama Flora adalah menyediakan alat (kunci identifikasi, deskripsi, ilustrasi, dan sebagainya) untuk pengguna yang ingin mengidentifikasi tumbuhan.



Untuk keempat kategori tersebut, proses ilmiah dapat dibagi menjadi tujuh tahapan (A–G, lihat bawah) yang akan dijelaskan lebih rinci di dalam paragraf-paragraf berikut. Supaya lebih mudah, 'revisi taksonomi' dalam cakupan luas digunakan di sini, meliputi keempat kategori yang disebutkan di atas.

Tujuh tahapan revisi taksonomi:

- A. Nama-nama takson dan studi pustaka
- B. Pengamatan spesimen herbarium
- C. Pangkalan data
- D. Pengamatan geografi dan ekologi
- E. Putusan taksonomi dan tatanama
- F. Penyiapan pelaporan takson, deskripsi, ilustrasi dan kunci
- G. Penyiapan naskah dan publikasi

#### A. Nama-nama takson dan studi pustaka

Seluruh studi ilmiah diawali pengumpulan informasi dan data. Untuk revisi taksonomi, pengumpulan seluruh protolog (publikasi asli) perlu dilakukan pada nama-nama terkait. Ini merupakan tahapan yang penting, khususnya pada tahapan E ketika spesimen tipe perlu diidentifikasi, dipilih dan ditetapkan. Layanan yang disediakan oleh IPNI (International Plant Name Index; <http://www.ipni.org>) untuk tumbuhan berpempuluh dan Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>) untuk jamur umumnya dapat menyediakan data untuk daftar semua nama di dalam genus terkait, meskipun pemilahan lanjutan diperlukan untuk studi tingkat regional. Catat bahwa IPNI tidak mengumpulkan data taksa infraspecies hingga tahun 1971! Saat ini beberapa mungkin sudah dimasukkan, namun secara umum nama-nama itu hanya dapat ditemukan melalui pencarian panjang (internet atau perpustakaan).

Dari informasi protolog, seseorang dapat mulai melacak berbagai publikasi yang sesuai melalui:

- memeriksa perpustakaan yang bagus, khusus;
- menggunakan layanan berbasis web yang mengungkap pustaka taksonomi tua, misalnya Botanicus (<http://www.botanicus.org>), atau Biodiversity Heritage Library (<https://www.biodiversitylibrary.org>).
- menggunakan sumber daya berbasis web yang menautkan nama ke protolognya; salah satu yang terbaik adalah Tropicos (<http://www.tropicos.org>) dari Kebun Raya Missouri, tetapi IPNI (lihat atas) juga menyediakan layanan ini untuk banyak nama. Famili-famili atau kelompok-kelompok tertentu memiliki komunitas aktif yang memelihara web khusus (contohnya <http://solanacearesource.org>, <http://www.palmweb.org> atau <http://caryophyllales.org>).

Pindai atau unduh halaman yang sesuai dan tempatkan itu semua di dalam sistem yang mudah dilacak. Juga, penting untuk mencatat data referensinya secara menyeluruh (lihat berikut)! Ini akan diperlukan saat mempublikasikan hasil studi.

Selanjutnya, kumpulkan seluruh buku-buku yang berkaitan dan artikel yang membahas mengenai sistematika genus itu. Penting juga untuk mempelajari tulisan-tulisan terkait yang membahas mengenai biogeografi, ekologi, dan sebagainya, karena itu akan memberikan pandangan lebih luas ke genus dan kerabat-kerabatnya, terutama pentingnya evolusi pada beberapa ciri. Gunakan mesin pencari internet sekaligus portal perpustakaan khusus menggunakan nama takson sebagai kunci, bersamaan kata-kata lain seperti 'taksonomi' ('*taxonomy*'), 'revisi' ('*revision*'), 'sistematika' ('*systematics*') dan sebagainya. Mulailah dari publikasi terbaru dan pelajari publikasi yang disitasi dalam daftar pustakanya. Pelajari paragraf terkait sejarah taksonomi dan sistematika genus jika tersedia. Selain itu juga, pelajari Flora yang berkaitan dengan lokasi studi.

Mempelajari pustaka yang sesuai dapat memberikan sebuah ide bagus tentang posisi genus di dalam famili, genus mana saja yang berkerabat dekat, dan ciri mana yang dianggap khusus dan informatif untuk penerapan batas spesies. Pergilah ke kunci identifikasi untuk melihat ciri-ciri mana saja yang digunakan untuk memisahkan spesies yang mungkin akan terbukti sangat berharga. Akan tetapi, penting untuk mengembangkan pandangan pribadi terkait variasi pada kelompok yang dipelajari.

Sejumlah terminologi yang tidak diketahui mungkin akan ditemukan selama membaca publikasi, terutama pada bagian deskripsi morfologi. Suatu glosari yang bagus, menjelaskan mengenai terminologi-terminologi itu, sangat penting pada tahap ini. Berbagai kamus botani yang bagus dan menyeluruh tersedia, lihat pada kotak tulisan di akhir bab sebelumnya.

Jangan lupa untuk mencatat referensi lengkap saat mengambil catatan dari publikasi-publikasi! Akan membuat sangat frustrasi dan membutuhkan banyak waktu kalau seseorang tidak dapat mengingat di mana dia membaca sesuatu.

#### 1. Artikel jurnal:

Soreng R.J., Peterson P.M., Davidse G., Zuloaga F.O., Judziewicz E.J., Filgueiras T.S., Davis J.L., Morrone O. (2015) A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). *Journal of Systematics and Evolution* 53(2): 117–137. <http://dx.doi.org/10.1111/jse.12150>

#### 2. Buku:

Patil J.V. (2016) *Millets and Sorghum: Biology and Genetic Improvement*. Chichester, John Wiley & Sons Ltd. 504 pp.

#### 3. Bab dalam buku atau seri:

Clayton W.D. (1989) Gramineae. XXIV. Paniceae. In: Launert E., Pope G.V. (eds) *Flora Zambesiaca* 10(3): 1–192. London, Flora Zambesiaca Managing Committee.

Terakhir, buat suatu sistem dokumentasi atau pangkalan data, tempat anda menunjukkan tiap nama taksonomi, tempat prototipe ditemukan dan apa tipe

spesimennya. Pengarang lain mungkin telah menunjukkan mana spesimen tipe itu, akan tetapi hal ini harus selalu diperiksa kembali. Protolog biasanya menyediakan informasi yang diperlukan terkait tipe (-tipe), namun tentunya tidak selalu demikian. Pencarian spesimen-spesimen tipe bisa menjadi kegiatan yang menghabiskan banyak waktu! Hal ini berlaku terutama pada pustaka lama, karena zaman dahulu sifatnya tidak wajib untuk menunjukkan tipe. Kebanyakan herbarium-herbarium besar telah memindai dan mendigitalisasi spesimen-spesimen tipe mereka. Gambar-gambar itu tersedia di portal JSTOR Global Plants: <https://plants.jstor.org>, dan umumnya juga melalui portal web dari masing-masing lembaga. Perlu dicatat bahwa fasilitas ini hanya menunjukkan material tipe untuk berbagai herbarium-herbarium. Sejumlah tipe masih perlu diidentifikasi oleh para taksonom. Terkait revisi, biasanya menjadi hal umum untuk menemukan tipe yang sebelumnya tidak tercatat.

## b. Pengamatan herbarium

Penting dicatat bahwa spesimen herbarium sangat bernilai dan kadang menjadi objek ilmiah tak tergantikan yang rapuh dan mudah rusak! Spesimen-spesimen itu harus diperlakukan dengan ekstra hati-hati. Selalu tanyakan kepada kurator herbarium tentang instruksi khusus penanganan spesimen.

### **Hal-hal praktis tentang pengamatan ciri-ciri morfologi dari material herbarium**

Pengamatan morfologi tumbuhan dapat dilakukan dengan lensa tangan (10×) atau mikroskop binokuler biasanya dengan perbesaran hingga 20(–50)×. Material rapuh dapat dilenturkan kembali dengan meletakkannya pada air mendidih selama beberapa saat. Tergantung dari kekuatan material, proses itu biasanya menghabiskan waktu 20 detik hingga 3 menit. Selalu bertanya kepada kurator apakah anda diperkenankan mematahkan sebagian kecil dari herbarium untuk keperluan ini. Untuk material yang sangat keras, tambahkan satu tetes cairan pencuci peralatan makan ke air untuk melunakkan jaringan. Pemanas elektrik laboratorium, sebagaimana diperlihatkan pada gambar 20, cukup aman untuk digunakan, namun, pemanas dapur elektrik dengan kualitas bagus dan panci baja kecil juga dapat dipakai. Anda akan memerlukan beberapa jarum kecil, klem dan cawan petri untuk menangani material, contohnya pembedahan di bawah mikroskop binokular. Itu akan menjadikan bagian tersembunyi dari bunga dapat dipelajari, bakal buah dibuka, dan bahkan ciri-ciri anatomi daun atau kayu diungkap.

Setelah mempelajari material dari spesimen herbarium, semua bagian, termasuk yang sudah dibedah, harus dikembalikan ke spesimen. Material yang direbus harus dikeringkan kembali (gunakan kertas penghisap untuk mengeringkannya dengan cepat). Semua bagian diletakkan

dalam kantong kecil, dapat dilem atau dijepitkan ke lembar spesimen herbarium.

Saat material, seperti serbuk benang sari atau satu potongan kecil bagian daun untuk ekstraksi DNA, tidak dikembalikan ke dalam lembaran herbarium (dinamakan pengambilan sampel destruktif), peneliti diharapkan untuk menambahkan label ke spesimen menyatakan bagian apa yang diambil, untuk apa, oleh siapa dan kapan. Lagi-lagi, mintalah izin ke kurator sebelum melakukannya!

Untuk observasi sendiri, disarankan untuk menyusun sebuah tabel tempat pencatatan seluruh pengamatan dan pengukuran untuk tiap spesimen (tabel dalam Excel cukup, lihat bawah). Lebih baik tidak diringkas untuk suatu takson, mengingat spesimen-spesimen mungkin akan berpindah di antara taksa pada tahap pekerjaan ini.

Penyiapan pada spesimen jamur untuk pengamatan di bawah mikroskop sangat khusus dan dirincikan pada Eyi et al. (2011).

Seseorang akan mengembangkan cara untuk memperoleh atau mempelajari sebagian besar herbarium yang tersedia di tempat lainnya. Tahap A (nama-nama taksonomi dan pustaka) telah memberikan sebuah ide yang cukup bagus mengenai distribusi dari genus, dan di mana kebanyakan spesies berada. Seseorang mungkin berkonsultasi dengan rekannya untuk mencari herbarium mana yang memiliki sebagian besar material yang sesuai. Seseorang dapat mengunjungi lembaga-lembaga itu atau materialnya dipinjamkan ke institusi tempat ia berada. Alamat herbarium dan narahubung dapat ditemukan di Index Herbariorum (<http://sweetgum.nybg.org/science/ih>). Catat bahwa peminjaman itu mungkin perlu waktu beberapa bulan hingga spesimen tiba. Herbarium biasanya tidak akan mengirimkan lebih dari beberapa ratus spesimen sebagai pinjaman, dan mungkin mereka memiliki batasan terkait negara yang sedang memohon material. Sebuah pilihan selanjutnya yaitu mengunjungi herbarium tempat material tersebut berada.



▷ Gambar 20.  
Contoh alat sederhana laboratorium untuk merebus air dalam cangkir kecil.

Saat memulai studi, anda akan memerlukan suatu jumlah yang memadai, oleh karena itu, mintalah untuk peminjaman sesegera mungkin. Dalam beberapa kasus (contohnya seseorang telah memiliki pengetahuan yang memadai tentang kelompok yang sedang dipelajari), peminjaman dapat dimulai sebelum revisi yang sesungguhnya dimulai. Herbarium yang menyimpan banyak spesimen anda perlukan akan sangat bagus jika dikunjungi secara langsung, namun ini seringkali mahal. Biasanya akan jauh lebih efisien untuk mengunjungi jika anda telah memiliki suatu pengetahuan yang baik pada spesies/taksa di dalam kelompok yang dimaksud. Karena itu, suatu perencanaan yang baik sangat diperlukan!

Beberapa herbarium telah menyediakan koleksi mereka dalam bentuk daring (lihat kotak tulisan pada akhir bab ini). Layanan-layanan ini seringkali menyediakan label data dan pindaian beresolusi tinggi material yang tersedia. Layanan-layanan daring semacam ini sangat membantu, namun pengalaman menunjukkan bahwa sejumlah lembar perlu dipinjam dalam rangka pengamatan lebih mendalam pada spesimen aslinya.

### c. Penyusunan pangkalan data

Untuk revisi taksonomi yang mengkaji beberapa ratus atau lebih spesimen, akan bermanfaat untuk menempatkan data terkait spesimen-spesimen ke suatu pangkalan data. Itu dapat berupa suatu tabel sederhana dalam lembar data (contohnya Excel) atau pangkalan data multitabel tersambung (contohnya Access), namun banyak lembaga mempunyai sistem pangkalan data mereka sendiri. Sistem-sistem ini mungkin memiliki banyak bagian yang tidak diperlukan seseorang, sehingga pertimbangkan bagian mana yang diperlukan sebelum memulainya. Set minimal adalah sebagai berikut:

- *Barcode*
- Kolektor utama (biasanya nama keluarga dan inisial pada bagian yang berbeda)
- Kolektor tambahan
- Awalan (beberapa peneliti menambahkan kode atau nomor sebelum nomor koleksi yang merujuk pada misi penelitian, tahun pengambilan atau menunjukkan suatu proyek dengan akronimnya)
- Nomor koleksi
- Akhiran (suatu kode yang diberikan setelah nomor koleksi, lihat awalan)
- Tanggal pengambilan koleksi
- Negara
- Lokasi
- Letak bujur
- Letak lintang
- Habitat
- Ketinggian tempat
- Kegunaan
- Nama lokal
- Famili

- Genus
- Spesies
- Pengarang
- Tingkatan infraspecies (subspesies, varietas, forma)
- Nama infraspecies
- Pengarang infraspecies
- Identifikasi dilakukan oleh
- Tanggal identifikasi
- Kode herbarium
- Tipe dari
- Catatan

Seringkali, lembaga herbarium yang spesimennya telah didigitasi berkenan mengirimkan data mereka dalam format digital yang dapat diunggah ke dalam database anda setelah beberapa penyesuaian.

#### D. Pengamatan data geografi dan ekologi

Kawasan sebaran suatu spesies dapat bervariasi dari sempit ke luas, ini biasanya terkait dengan sempit atau luasnya toleransi ekologis yang dimiliki oleh spesies. Suatu spesies yang terbatas di suatu wilayah geografi tertentu disebut endemik untuk wilayah itu. Suatu spesies dapat **endemik** di suatu pegunungan, taman nasional, provinsi, negara, benua, dan sebagainya (dan semua spesies merupakan endemik planet Bumi!). Karena itu, secara sederhana mengatakan bahwa suatu spesies endemik tanpa merujuk suatu kawasan adalah hal yang tidak berarti.

##### D.1 Pemetaan

Sebagaimana diperlihatkan pada Bab 2 (paragraf mengenai spesiasi), informasi mengenai distribusi geografis dan/atau preferensi ekologi dapat membantu dalam pengambilan keputusan taksonomi. Pemeriksaan distribusi taksa yang berkerabat dekat dengan menempatkan catatan-catatan lokasi pada suatu peta merupakan suatu kegiatan yang berguna.

Agar dapat menempatkan spesimen-spesimen ke dalam suatu peta, seseorang memerlukan koordinat geografis (lintang, bujur) dari lokasi pengambilannya. Jika informasi ini tidak tersedia pada label, koordinat itu perlu anda ambil dengan layanan berbasis web (lihat kotak teks pada akhir bab ini), peta topografi (biasanya bersifat historis), atau terkadang bahkan melacak laporan ekspedisi lapangan. Proses ini dinamakan sebagai **georeferensi**. Kebanyakan kolektor baru menggunakan sebuah GPS (*Global Positioning System*) di lapangan, sementara yang lain mungkin mendapatkan informasi lintang/bujur dari peta topografi. Penting untuk menambahkan presisi pada data. Sata seorang kolektor menunjukkan "15 km arah barat dari Nairobi", dan tahu bahwa kota tersebut memiliki diameter lebih kurang 10 km, seseorang mungkin bertanya-tanya jika dia harus menghitung dari pinggiran kota, atau dari pusat kota, atau seseorang harus mengukur layaknya gagak beterbangan, atau sepanjang jalan utama meninggalkan Nairobi menuju ke arah barat? Belum lagi fakta bahwa sekitar 50 tahun lalu, Nairobi menempati luasan permukaan bumi yang lebih

kecil dibandingkan saat ini. Suatu koordinat dapat akurat untuk beberapa meter hingga beberapa kilometer atau bahkan lebih.

Perhatikan bahwa di sana terdapat berbagai sistem koordinat! Hal-hal ini berkaitan dengan 'proyeksi' yang berbeda atau bagaimana caranya bumi bulat ini dialihkan ke dalam suatu peta. Terdapat juga cara-cara berbeda dalam mencatat koordinat. Format koordinat yang paling umum digunakan oleh taksonomis adalah derajat, menit dan detik (*degrees, minutes, seconds* atau DMS) tapi di beberapa kawasan sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) lebih dipilih. Perlu dicatat bahwa beberapa mungkin menggunakan format DMS normal (derajat, menit, detik), contohnya 15°12'55"LU 30°21'32"BT, sementara lainnya memilih DD (*decimal degrees* atau derajat desimal), contohnya 1.247°LU 25.873°BT, atau DM (*decimal minutes* atau desimal menit), contohnya 11°34.75'LU 25°21.30'BT. Sejumlah perangkat daring (contohnya <http://www.synnatschke.de/geo-tools/coordinate-converter.php>) memudahkan kita mengubah kordinat-koordinat dari sistem yang berbeda.

Seseorang harus selalu berhati-hati ketika mengambil koordinat langsung dari label herbarium. Biasanya koordinat-koordinat itu dicatat secara kurang baik, tanpa informasi sistem proyeksi yang dipakai dan dengan format koordinat yang tidak tepat, contohnya menit dan detik dengan angka lebih besar dari 60. Selain itu, suatu kesalahan umum yaitu terbaliknya penunjuk arah utara/selatan dan timur/barat. Angka-angka tersebut dapat diperiksa menggunakan deskripsi lokasi pengambilan koleksi.

Google Earth juga merupakan alat yang cukup berguna untuk mencari lokasi pengambilan koleksi, namun koleksi-koleksi yang lebih tua mungkin memiliki nama lokasi yang tidak lagi digunakan. Untuk beberapa kawasan, suatu indeks untuk lokasi pengambilan koleksi sudah tersedia dan beberapa situs web menyediakan peta bersejarah (lihat kotak teks pada akhir bab ini). Perpustakaan dari banyak lembaga sejarah alam sering menyediakan suatu koleksi yang bagus untuk peta-peta bersejarah, daftar pengambilan koleksi (buku catatan pengambilan sampel dari kolektor) atau *Gazetters* (buku, biasanya tiap negara, dengan semua nama tempat, termasuk sungai, pegunungan, dan sebagainya, dengan informasi lintang dan bujur). *Gazetter* daring seperti GeoNames (lihat kotak teks pada akhir bab ini), juga merupakan suatu cara untuk mencari lokasi semenjak mereka seringkali memiliki nama historis dari tempat-tempat serta juga memungkinkan untuk memilih cara pencarian secara 'kabur' ('fuzzy'). Lebih lanjut, seorang kolektor mungkin biasanya membuat beberapa koleksi pada satu lokasi yang sama dan lokasi itu telah digeoreferensikan oleh seseorang lainnya. Periksa portal web yang menyediakan data daring semacam itu, terutama dari lembaga yang anda ketahui menjadi tempat duplikat-duplikat milik kolektor itu disimpan. Beberapa pangkalan data sering menyediakan pilihan untuk membuat **perencanaan** kisaran nomor tertentu dari kolektor yang dapat mengarahkan seseorang menemukan informasi yang benar.

Penempatan data spesimen pada sebuah peta dapat dilakukan dengan Google Earth, namun saat anda ingin menyiapkan peta distribusi beresolusi tinggi untuk publikasi, software lain harus dicari (contohnya DivaGis, QGIS atau ArcView).

## d.2 Pengamatan ekologi

Spesimen-spesimen herbarium sering juga berisi informasi ekologi dan ketinggian tempat pada labelnya. Akan tetapi, data-data itu biasanya berupa deskripsi habitat yang masih kasar. Seorang yang berketerampilan dalam pemodelan relung ekologis (*Ecological Niche Modelling*) mungkin dapat menghitung cakupan relung ekologi untuk suatu spesies berdasarkan distribusinya dan bahkan menetapkan jika itu berbeda secara nyata dari habitat spesies lainnya. Analisis semacam itu dapat menyediakan tambahan dukungan untuk penarikan keputusan taksonomi, namun rumit dan seringkali memerlukan keterampilan serta kepakaran tambahan.

## e. Pengambilan keputusan taksonomi dan tatanama

Setelah selesainya pengerjaan seluruh pengamatan morfologi, geografi, ekologi, dan mungkin yang lainnya, seseorang dapat mengelompokkan herbarium ke dalam sejumlah kelompok homogen. Tiap tumpukan mewakili satu takson yang berbeda dari tumpukan lainnya berdasarkan pengamatan anda. Sekarang, tiap tumpukan perlu ditetapkan ke dalam suatu spesies, subspecies, varietas atau forma menggunakan kriteria yang diuraikan pada Bab 2. Hasil daftar taksa adalah hipotesis anda untuk kerangka taksonomi yang tepat dari kelompok yang dipelajari. Saat hasilnya berbeda dengan hipotesis yang dipublikasikan sebelumnya, seseorang harus mendiskusikan perbedaan-perbedaan itu.

Seringkali dikatakan bahwa cara penarikan batasan takson semacam ini menerapkan konsep spesies morfologi (lihat Bab 2). Akan tetapi, saat kita memikirkan apa yang sebenarnya dilakukan oleh seorang taksonomis modern, kita dapat menyimpulkan bahwa mereka pada faktanya mencoba menginterpretasi data morfologi, geografi, dan ekologi, dalam ketentuan konsep spesies biologi berdasarkan populasi-populasi yang tidak saling kawin silang. Ketika suatu 'tumpukan' spesimen memiliki beberapa ciri morfologi yang berbeda, seseorang dapat beranggapan mereka itu berasal dari suatu dasar genetik yang berbeda pula. Ini hanya akan tetap berbeda jika di sana tidak ada kawin silang. Hal yang sama juga berlaku untuk informasi geografi dan ekologi. Seorang taksonom secara umum akan menafsirkan data-data semacam itu terkait potensi saling kawin silang. Kesimpulannya, seseorang boleh mengatakan bahwa taksonomi tumbuhan dan jamur berdasarkan herbarium (namun juga taksonomi hewan berdasarkan spesimen sejarah alam) berusaha untuk menerapkan konsep spesies biologi melalui penafsiran data morfologi dan pola-pola lain yang teramati. Penggabungan hasil studi molekuler untuk menentukan bahwa beberapa spesies terisolasi secara reproduktif dianjurkan jika tersedia, namun itu berada di luar cakupan bab ini.

Sangat umum untuk menemukan spesimen-spesimen dengan ciri intermediet atau berada di tengah-tengah taksa. Intermediet semacam itu menunjukkan adanya aliran gen antara kelompok-kelompok morfologi. Pada tumbuhan, hibrida-hibrida tidak jarang dan karena itu tidak perlu menjadi pengganggu untuk kerangka taksonomi yang diajukan. Akan tetapi, ketika intermediet semacam itu menjadi lebih sering, muncullah keraguan mengenai ketepatan dugaan taksonomi dan mungkin menyebabkan adanya evaluasi ulang. Saat



menafsirkan pola-pola variasi morfologi, seseorang harus menanamkan dalam benaknya bahwa kita hanya mengamati satu irisan kecil dari proses evolusioner yang lebih besar.

Setelah seseorang menyelesaikan kerangka taksonomi, langkah selanjutnya adalah menetapkan nama ilmiah yang tepat untuk tiap tumpukan. Inilah tahapan saat putusan tatanama harus dibuat.

Tetapkan semua spesimen tipe untuk semua nama, spesies atau taksa infraspecies, dan periksa ke tumpukan mana mereka berada (meskipun spesimen itu mungkin tidak langsung secara fisik berada di depan kita!). Spesimen-spesimen tipe untuk tiap tumpukan mewakili nama potensial untuk dipertimbangkan pada sebagian takson itu. Mengikuti panduan ICN, sebagaimana diuraikan pada Bab 3, seharusnya itu kemudian mengarah ke identifikasi nama yang diterima dan sinonim-sinonimnya. Tiap tumpukan yang tidak memiliki spesimen tipe adalah satu takson baru yang perlu dideskripsikan secara formal.

#### f. Penyiapan uraian takson, deskripsi, ilustrasi dan kunci

Dalam revisi taksonomi, uraian formal suatu takson dimulai dengan bagian tatanama. Pertama-tama, kita memiliki nama yang diterima, diikuti oleh sinonim homotipe dalam urutan kronologis dimulai dari yang tertua, basionim, dan data terkait spesimen tipe. Kedua, sinonim heterotipe mengikuti, jika ada, dengan sinonim-sinonim homotipenya, dalam urutan kronologis beserta data spesimen tipenya (lihat contoh di kotak teks).

Saat membuat suatu takson baru, seseorang harus memenuhi persyaratan di ICN supaya dapat mempublikasi nama dengan sah (lihat Bab 3).

#### **Contoh bagian tatanama dari suatu uraian takson:**

*Urochloa dictyoneura* (Fig. & De Not.) Veldkamp (Veldkamp 1996: 418). – *Panicum dictyoneurum* Fig. & De Not. (Figari & De Notaris 1854: 329). – *Brachiaria dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf (Stapf 1919: 512). – Type: Soudan, Kordofan, Fazogl, *Figari* s.n. (holo-: FI).

*Panicum goliae* Chiov. (Chiovenda 1914: 43). – Type: DRC, Catanga, Kayoyo, 20-XII-1911, *Bovone* 87 (holo-: FI).

*Panicum humidicola* Rendle (Rendle 1899: 169). – *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. (Hubbard & al. 1936: 297). – *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga (Morrone & Zuloaga 1992: 80). – *Brachiaria dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf subsp. *humidicola* (Rendle) Catasús (Catasús Guerra 2001: 16). – Type: Angola, Monino riv., *Welwitsch* 2678 (holo-: LISU, iso-: K).

Bagian tatanama umumnya diikuti oleh deskripsi morfologi. Setiap deskripsi suatu takson harus jelas, presisi, dan cukup rinci. Deskripsi itu berisi data di mana hipotesis taksonomi anda dibangun. Struktur deskripsi biasanya seragam untuk semua taksa agar memudahkan perbandingan. Itu artinya tiap ciri yang disebutkan dalam satu deskripsi takson juga harus ada di taksa lainnya. Juga, periksa bahwa semua ciri yang digunakan dalam kunci identifikasi (lihat di bawah) juga dimasukkan.

Seseorang harus menghindari terminologi yang tidak jelas atau relatif seperti “cenderung berambut rapat” atau “lumayan panjang”. Untuk bentuk dua dimensi, disarankan untuk menggunakan terminologi baku yang disediakan oleh *Systematics Association Committee for Descriptive Biological Terminology* (1962). Deskripsi mengikuti suatu format yang masuk akal dengan berbagai bagian ditelaah dalam suatu urutan spesifik: tumbuhan – akar/batang – daun – perbungaan – bunga – buah – biji. Di dalam bagian-bagian itu, urutannya dimulai dari pangkal ke ujung dan dari luar ke dalam. Untuk tiap organ, suatu urutan ciri-ciri deskriptif adalah: jumlah bagian – letak – bentuk umum – dimensi umum – pangkal/ujung/tepi – tekstur – warna dan kilauan – permukaan (halus, kasar) – indumentum dan/atau apendiks. Untuk lebih jelas, lihat kotak teks dibawah.

Untuk jamur, suatu panduan deskripsi, serupa dengan yang disajikan dalam kotak teks, baru-baru ini dipublikasikan dalam bahasa Perancis (Eyi et al. 2011) dan dapat diunduh secara cuma-cuma dari <http://www.abctaxa.be/volumes/volume-10-les-champignons-comestibles-de-l-afrique-centrale>.

Dalam suatu uraian taksonomi, deskripsi morfologi diikuti oleh beberapa paragraf yang membahas distribusi, ekologi, nama lokal, kegunaan, penyebaran, dan sebagainya. Spesimen yang relevan dapat disitasi di sini atau disajikan dalam tabel terpisah sebagai Lampiran atau Material Pendukung. Format khusus untuk daftar spesimen ini bervariasi antar pengarang dan jurnal (lihat paragraf berikutnya). Suatu peta distribusi juga dapat ditambahkan.

Kemudian, catatan mungkin ditambahkan berisi pendapat terkait pengambilan keputusan taksonomi dan/atau pilihan yang dibuat terkait tipifikasi nama, dan sebagainya.

Disarankan juga untuk menambahkan ilustrasi botani pada revisi. Ilustrasi semacam itu akan tak ternilai harganya dalam proses identifikasi dan mengarahkan pengguna untuk memahami bagian-bagian diagnostik dari taksa. Seseorang dapat membuat ilustrasi sendiri, namun lebih baik untuk meminta ke seorang ahli ilustrator botani. Menjadi seorang ahli ilustrasi botani tidak hanya membutuhkan bakat, namun juga investasi waktu yang cukup. Seseorang dapat mengikuti kursus tertentu atau mempelajari buku-buku terkait pada subjek itu. Di beberapa negara, para seniman botani telah membuat asosiasi yang memungkinkna seseorang untuk bergabung (contohnya Indonesian Society of Botanical Artists, <http://idsba.com/> untuk Indonesia, <https://www.botanicalartandartists.com> untuk Inggris, <https://www.botanischkunstenarsnederland.nl> untuk Belanda, dan Société Française d'illustration Botanique, <http://www.sfib.fr> untuk Perancis).

## **Panduan untuk deskripsi tumbuhan dengan struktur yang baik**

**Perawakan tumbuhan**, tinggi, distribusi jenis kelamin, eksudat, ciri-ciri lain yang sama-sama ada di antara bagian berbeda, indumentum; batang dan cabang: diameter; bentuk dan struktur; indumentum, kulit batang atau permukaannya; ranting dan/atau ruas: sebagaimana batang dan cabang.

**Daun penumpu**: ada/tidak, letak, bentuk, ukuran, pangkal, ujung, indumentum, warna.

**Daun**: letak, tunggal atau majemuk; upih: letak, bentuk, ukuran; anak daun penumpu: cf. daun penumpu; tangkai: bentuk, panjang, indumentum; untuk daun majemuk: rakis: panjang, persendian; anak tangkai: cf. tangkai; anak daun: jumlah, duduk atau tidak, bentuk, ukuran; helaian daun (tunggal atau majemuk): bentuk, ukuran, pangkal, ujung, tepi, indumentum, tekstur, warna, permukaan atas bawah; tipe pertulangan; tulang utama: terbenam atau timbul; tulang-tulang sekunder: jumlah; pertulangan tersier.

**Perbungaan**: letak, struktur, bentuk dan/atau ukuran; tangkai majemuk: ukuran, indumentum; sumbu: letak, indumentum; daun gantilan: letak, bentuk, ukuran, indumentum; jumlah bunga, bi- atau uniseksual.

**Bunga**: letak, simetri, aroma; saat bunga uniseksual deskripsikan bunga jantan lebih dulu, kemudian bunga betina; tangkai: ukuran, rambut; anak daun gantilan: letak, bentuk, ukuran, indumentum; kuncup bunga: bentuk, ukuran; hipantium: bentuk, ukuran; perhiasan: jumlah dari karangan jelas; kelopak: bebas atau jumlah cuping, letak, bentuk, ukuran, warna, tekstur, ujung, tepi, indumentum; mahkota/tenda: cf. kelopak; cakram: nektar atau kelenjar, letak, bentuk, ukuran, warna; organ jantan: tipe, letak; benang sari: jumlah, letak (inserti); tangkai: panjang, warna, indumentum; kepala: pelekatan, pecah tidaknya, bentuk, ukuran, warna; konektif: bentuk, ukuran; benang sari steril: cf. benang sari; organ betina: letak, jumlah, rambut; bakal buah: jumlah, letak, bentuk, ukuran, indumentum, jumlah lokul, plasentasi; bakal biji: letak, jumlah; tangkai putik: letak, jumlah, bentuk, ukuran, warna, rambut; kepala putik: letak, jumlah, bentuk, ukuran, warna.

**Perbuahan**: cf. perbungaan.

**Buah**: tipe, tipe pecah, bentuk, ukuran, warna, permukaan, indumentum, jumlah biji; perikarp, eksokarp, endokarp: struktur, ukuran, warna.

**Biji**: bentuk, ukuran, warna, permukaan; salut/kulit: struktur, ukuran, warna, endosperma, kotiledon, embrio, bakal akar.

Ciri-ciri yang telah disajikan dalam deskripsi genus atau famili tidak harus diulang di dalam deskripsi spesies.

Terakhir, kita perlu menyiapkan kunci identifikasi untuk taksa yang dipelajari. Kunci harus praktis dan mengarahkan pengguna dalam proses identifikasi. Disarankan untuk menggunakan ciri-ciri yang mudah diamati. Untuk saran-saran lainnya dapat dilihat pada Bab 4.

#### g. Pembuatan naskah dan publikasi revisi

Saat bagian taksonomis dari studi (pelaporan genus, kunci untuk spesies, pelaporan spesies, peta, ilustrasi, dan sebagainya) telah selesai, seseorang perlu menyiapkan naskah untuk publikasi. Saat revisi dimaksudkan sebagai bagian dari Flora, bagian taksonomi adalah bagian yang seringkali diperlukan. Namun demikian, saat seseorang ingin mempublikasi hasil ke dalam jurnal ilmiah, beberapa paragraf yang bervariasi perlu ditambahkan. Sementara beberapa hal bersifat umum, contohnya pendahuluan, bahan dan metode, beberapa lain sangat khas untuk revisi taksonomi, contohnya sejarah genus, menyediakan gambaran historis dari studi-studi sebelumnya dan kontribusinya dalam kerangka taksonomi genus.

Faktor-faktor penting untuk pertimbangan saat memilih jurnal yang cocok untuk pengiriman naskah adalah: faktor dampak (impact factor), dampak regional, apakah itu tersedia akses terbuka (open access) atau tidak, dan biaya publikasi. Untuk revisi taksonomi, penting untuk memeriksa apakah jurnal menerima sitasi spesimen (dan jika ya, seperti apa formatnya). Karena revisi taksonomi dapat sangat panjang, pembatasan halaman mungkin diterapkan.

Akhirnya, suatu hal biasa untuk menyebutkan seluruh herbarium (dan kuratornya) yang telah menyediakan akses ke koleksi mereka atau telah mengirimkan pinjaman spesimen. Mereka biasanya akan sangat mengapresiasi untuk menerima satu duplikat dari versi terpublikasi.

## **Pengambilan koleksi tumbuhan**

- Fish L. (2004) La préparation des échantillons d'herbier. Scripta Botanica Belgica 31: 92 p. ISBN 9072619633
- Bridson D., Forman L. (2000) The herbarium handbook, 3<sup>rd</sup> edition. Richmond, Royal Botanic Gardens, Kew. EAN: 9781900347433

## **Literatur historis (paling berguna untuk mengambil protolog)**

- Biodiversity Heritage Library: <https://www.biodiversitylibrary.org>
- Botanicus: <http://www.botanicus.org>
- Taxonomic Literature: <http://www.sil.si.edu/DigitalCollections/tl-2>
- B-P-H: Botanico-Periodicum-Huntianum (Journal titles and their standard abbreviations): [http://fmhibd.library.cmu.edu/fmi/iwp/cgi?-db=BPH\\_2015&-loadframes](http://fmhibd.library.cmu.edu/fmi/iwp/cgi?-db=BPH_2015&-loadframes)

## **Index Herbariorum**

- <http://sweetgum.nybg.org/science/ih>

## **Informasi kegunaan tumbuhan**

- Plant Resources of Tropical Africa: <https://www.prota4u.org/database>
- Plant Resources of South-East Asia:  
<http://proseanet.org/prosea/e-prosea.php>
- PlantUse: <https://uses.plantnet-project.org/fr/Accueil>

## **Herbarium digital dan informasi spesimen**

- Global Biodiversity Information Facility (GBIF): <https://www.gbif.org>
- Meise Botanic Garden, Belgium (BR):  
<http://www.botanicalcollections.be>
- MNHN Paris herbarium (P):  
<https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/p/item/search>
- Naturalis herbarium, The Netherlands (L, U, WAG, AMS):  
<https://bioportal.naturalis.nl>
- Tropicos, Missouri Botanical Garden, St. Louis (MO):  
<http://www.tropicos.org>

## Georeferensi

- AFRITERRA (historical maps of Africa): <http://catalog.afriterra.org>
- Cartesius (historical maps of Belgium and Central Africa): <http://www.cartesius.be/CartesiusPortal>
- GEOLocate (A platform for georeferencing natural history collections data): <https://www.geo-locate.org>
- GeoNames (finding place names, also historical ones): <https://www.geonames.org>
- Google Earth (free software to view the globe): <http://www.google.co.uk/earth/download/gep/agree.html>



## Referensi





- Angiosperm Phylogeny Group (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1–20.
- Bridson D., Forman L. (eds) (2010) *The herbarium handbook*, 3<sup>rd</sup> ed. Richmond, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Brummitt R.K. (2002) How to chop up a tree. *Taxon* 51: 31–41.
- Brummitt R.K., Powell C.E. (eds) (1992) *Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard form of their names including abbreviations*. London, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Darwin C. (1859) *On the origin of species*. London, J. Murray.
- Eyi Ndong H., Degreef J., De Kesel A. (2011) Champignons comestibles des forêts denses d'Afrique centrale, Taxonomie et identification. In: Degreef J. (éd.) *Abc Taxa*, volume 10. Brussels, Belgian National Focal Point to the Global Taxonomy Initiative.
- Fish L. (1999) Preparing herbarium specimens. *Strelitzia* 7: 4–44.
- Fish L. (2004) La préparation des échantillons d'herbier. *Scripta Botanica Belgica* 31. Meise, Jardin botanique national de Belgique.
- Ghorbani A., Wieringa J.J., Boer H.J. de, Porck H., Kardinaal A., Anel T. van (2018) Botanical and floristic composition of the historical herbarium of Leonhard Rauwolf collected in the Near East (1573–1575). *Taxon* 67(3): 565–580.
- Grant V. (1981) *Plant speciation*, 2<sup>nd</sup> ed. New York, Columbia University Press.
- Holmes S. (2003) Bootstrapping phylogenetic trees: Theory and methods. *Statistical Science* 18(2): 241–255.
- Hörandl E. (2006) Paraphyletic versus monophyletic taxa—evolutionary versus cladistic classifications. *Taxon* 55: 564–570.
- Magnin-Gonze J. (2009) *Histoire de la botanique*. Paris, Delachaux & Niestlé.
- Meier R. (2008) DNA sequences in taxonomy: Opportunities and challenges. In: Wheeler Q.D. (ed.) *The new taxonomy*: 95–127. Boca Raton, CRC Press.
- Michener C.D., Corliss J.O., Cowan R.S., Raven P.H., Sabrosky C.W., Squires D.S., Wharton G.W. (1970). *Systematics in support of biological research*. Washington D.C., National Research Council, Division of Biology and Agriculture.
- Pavord A. (2005) *The naming of names: the search for order in the world of plants*. New York, Bloomsbury.
- Podani J. (2010) Monophyly and paraphyly: A discourse without end? *Taxon* 59(4): 1011–1015.
- Pometti C.L., Cialdella A.M., Vilardi J.C., Saidman B.O. (2007) Morphometric analysis of varieties of *Acacia caven*: (Leguminosae, Mimosoideae): Taxonomic inferences in the context of other Argentinean species. *Plant Systematics and Evolution* 264: 239–249.

- Queiroz K. de (2006) The PhyloCode and the distinction between taxonomy and nomenclature. *Systematic Biology* 55(1): 160–162.
- Raven P. (2004) Taxonomy: where are we now? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, Biological Sciences* 359: 729–730.
- Rouhan G., Gaudeul M. (2014) Plant taxonomy: A historical perspective, current challenges, and perspectives. In: Besse P. (ed.) *Molecular plant taxonomy: Methods and protocols*, vol. 1115: 1–37. New York, Springer Science & Business Media.
- Sokal R.R., Sneath P.H.A. (1963) *Principles of numerical taxonomy*. New York, W.H. Freeman & Co.
- Soltis P.S., Soltis D.E. (2009) The role of hybridization in plant speciation. *Annual Review of Plant Biology* 60(1): 561–588.
- Sosef M.S.M. (1997) Hierarchical models, reticulate evolution and the inevitability of paraphyletic taxa. *Taxon* 46: 75–85.
- Stace C.A., Preston C.D., Pearman D.A. (2015) *Hybrid flora of the British Isles*. Durham, Botanical Society of Britain & Ireland.
- Stuessy T. (2009) *Plant taxonomy, the systematic evaluation of comparative data*. New York, Columbia University Press.
- Systematic Association Committee for Descriptive Biological Terminology (1962) II. Terminology of simple symmetrical plane shapes, Chart 1. *Taxon* 11: 145–156.
- Thiers B. (continuously updated). *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., Marhold K., May T.W., McNeill J., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F. (eds) (2018) *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. *Regnum Vegetabile* 159. Glashütten, Koeltz Botanical Books.
- Victor J., Koekemoer M., Fish L., Smithies S., Mössmer M. (2004) *Herbarium essentials: the southern African herbarium user manual*. SABONET Report No. 25. Pretoria, SABONET.
- Vorontsova S.M., Knapp S. (2016) A revision of the spiny solanums, *Solanum* subgenus *Leptostemonum* (Solanaceae), in Africa and Madagascar. *Systematic Botany Monographs* 99. London, The Natural History Museum.
- Wiley E.O. (1978) The evolutionary species concept reconsidered. *Systematic Biology* 27(1): 17–26.
- World Conservation Monitoring Centre (1992) *Global biodiversity: Status of the earth's living resources*. London, Chapman & Hall.





**Kredit foto:**

**Gambar 1.** Patung Theophrastus di kebun botani Palermo, Italia (foto oleh tato grasso - karya pribadi (karya pribadi), CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3170845>).

**Gambar 2.** Plinius the Elder (dari <https://www.britannica.com/biography/Pliny-the-Elder/images-videos/media/1/464822/234312>, diakses 16 Agustus 2019).

**Gambar 3.** Dioscorides (dari: De Desconocido - <http://huntbot.andrew.cmu.edu>, Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3607187>).

**Gambar 10.** Charles Darwin (dari <http://www.charlesdarwin.net/biography.jsp>; diakses 16 Agustus 2019).



9 789492 663245 >