

## PERAN ILMU DASAR BIOSISTEMATIKA PADA ERA BIOTEKNOLOGI

**Hari Sutrisno**

Division of Zoology, Research Center for Biology-LIPI,  
Email: sutrisnohari@yahoo.com,

### PENDAHULUAN

**TAKSONOMI VS SISTEMATIKA**  
Saat ini masih banyak yang belum paham mengenai arti Taksonomi dan sistematika dan bahkan menganggap keduanya sama, sehingga tentunya tidak paham arti pentingnya kedua ilmu ini.

Istilah kedua tersebut telah diterangkan oleh beberapa penulis (Quicke 1993; Kitching *et. al.* 1998). Mereka mendefinisikan bahwa taksonomi adalah sederetan pekerjaan ilmu biologi yang berkaitan dengan deskripsi dan pemberian nama taksa baru (nomenclature), menata organisem (taxon) menjadi system klasifikasi yang jelas dan membuat kunci identifikasi organism kelompok tertentu agar bisa dikomunikasikan kepada ahli biologi lainnya atau ilmu yang berkaitan dengan biologi. Sedangkan sistematika memiliki arti yang luas dalam tidak hanya klasifikasi tetapi juga mengkaji mengenai alasan mengapa dan kenapa klasifikasi itu dibuat. Disamping itu sistematika juga mempelajari tentang hubungan kekerabatan satu organism dengan organism lainnya serta dengan lingkungannya.

### PERKEMBANGAN TAKSONOMI DAN SISTEMATIKA

Taksonomi adalah salah satu bidang ilmu biologi yang paling tua. Ilmu ini berawal dari pemikiran-pemikiran tentang asal muasal kehidupan di bumi ini. Seiring dengan berkembangnya pengetahuan tentang asal usul kehidupan maka ilmu taksonomi juga berkembang terus sampai saat ini. Untuk lebih memahami tentang perkembangan ilmu ini maka dibawah ini disajikan sekilas tentang

perkembangan mulai dari Yunani Kuno sampai dengan era modern.

#### 1. Yunani Kuno

Pemikiran tentang kehidupan telah dimulai pada zaman Yunani kuno oleh para filosof seperti Thales (625-545 sM), Anaximander (611-545 sM) dan Anaximenes (550-475 sM). Mereka mengemukakan bahwa asal mula kehidupan berasal dari air. Kemudian pada tahun berikutnya Empedocles (495-435 sM) menyatakan bahwa kehidupan berasal dari 4 unsur yaitu air, udara, tanah dan api. Perkembangan yang paling menonjol adalah pemikiran Plato (427-347 sM) dan Aristoteles (384-322 sM). Pada zaman ini telah mulai muncul konsep kepastiannya adanya species dan adanya kekerabatan serta perkembangan gradasi.

#### 2. Zaman pertengahan dan abad-18

Pada zaman ini pemikiran tentang awal kehidupan sudah mulai maju. Pada saat itu mulai bermunculan karya-karya intelektual seperti Albertus magnus (1193-1280) yang meletakkan dasar pengembangan proto-biologi. Protobiologi ini merupakan dampak kerja para dokter di Kroatia yang juga memberikan perhatian kepada perkembangan ilmu botani.

Kelahiran Carolus Linnaeus (1707-1778) dengan *systema naturae*-nya perkembangan ilmu klasifikasi berkembang dengan pesat dengan didescribnya sekitar 18.000 species. Era ini merupakan titik awal taksonomi modern.

### a. Abad ke-19 sampai abad ke-20

Linnaeus menghadapi kesulitan dalam membedakan species sejati yang tidak berubah sejak diciptakannya, dengan varietas yang bervariasi karena mutasi seperti yang dikenal oleh para pemulia tanaman. Dia percaya bahwa species tidak berubah sejak diciptakannya. Doktrin ini terpatahkan oleh Lamarck dan beberapa tokoh lainnya yang mengemukakan adanya perkembangan makluk. Pemikiran ide juga ditunjang oleh para ilmuwan berikutnya seperti Erasmus Darwin (1731-1802), Alfred Russel Wallace (1823-1913) dan Charles Robert Darwin (1809-1882). Pada masa ini lahirlah teori tentang asal usul species dan adanya evolusi.

### b. Era biologi modern

Sejak ditemukannya bahan DNA sebagai agen transformasi genetik oleh Oswald T. Avery, Colin M. MacLeod dan Maclyn J. McCarty dan ditemukannya struktur double helix oleh Watson dan Crick tahun 1953 maka pemahan tentang evolusi yang disebabkan oleh adanya mutasi semakin berkembang. Batasan mengenai sepecies didasarkan oleh ciri molecular semakin menguat. Sehingga mulailah muncul teknik identifikasi dengan menggunakan molecular. Cara ini mempunyai kelebihan bila dibandingkan cara konvensional. Teknik ini dikenal dengan **DNA Barcoding**

## APA ITU “DNA BARCODING”?

DNA barcoding merupakan sebuah teknik yang dikembangkan dalam rangka untuk mempercepat dan mempermudah proses identifikasi organisme dengan menggunakan potongan gen tertentu yang telah teruji kemampuannya untuk membedakan pada tingkat species. Berbeda dengan teknik identifikasi secara konvensional yang hanya dapat dilakukan dengan menggunakan specimen yang utuh dan dewasa, teknik barcoding dapat digunakan untuk mengidentifikasi semua bentuk tingkatan kehidupan mulai dari telur, larva, pupa sampai dewasa bahkan mampu digunakan

juga untuk fragmen tubuh yang tidak diketahui asalnya. Teknik ini akan mampu menjembatani keadaan saat ini dimana ahli taksonomi semakin langka. Di sisi lain laju kerusakan habitat sangat tinggi yang menyebabkan hilangnya banyak species yang belum kita ketahui jenisnya. Namun demikian teknik barcoding ini relatif mahal untuk negara yang sedang berkembang seperti Indonesia. Sehingga diperlukan skala prioritas terutama untuk tujuan yang langsung bermanfaat buat masyarakat kita.

## SEJARAH DNA BARCODING

Penggunaan *DNA barcoding* untuk mengidentifikasi sebuah spesies dipublikasikan pertama kali oleh Dr. Paul Herbert dan kawan-kawan (Herbert *et al.* 2003). Publikasi ini berisi tentang teknik untuk membedakan spesies dan mengidentifikasikan specimen (baik yang berupa serpihan atau potongan organ maupun pradewasa suatu organisme) dengan menggunakan sekuen DNA yang pendek dari suatu gen. Publikasi ini menggelitik para ahli taksonomi, genetik dan ahli biologi - evolusi pada saat itu.

Pada tanggal 9-12 Maret 2003, workshop dengan tema “*Taxonomy and DNA*” diadakan di Cold Spring Harbor Laboratory dengan disponsori oleh Alfred P. Sloan Foundation yang menekankan penerapan beberapa teknik untuk taksonomi dan manfaatnya terhadap masyarakat. *DNA barcoding* terbukti dapat digunakan oleh berbagai kelompok taksa dengan cepat dan relatif murah untuk mengidentifikasi spesies yang sulit dilakukan secara morfologi. Enam bulan berikutnya ditempat yang sama dilakukan pertemuan yang kedua. Salah satu hasilnya adalah disepakatinya gen *COI* sebagai gen yang akan digunakan dalam *DNA barcoding*.

Pada bulan Mei 2004 Sloan Foundation mengucurkan dana untuk mendukung berdirinya “*Consortium for the Barcode of Life (CBOL)*” yang dipimpin oleh Dr. Scott Miller dari Smithsonian Institution’s National Museum of Natural History, Amerika Serikat. Misi utamanya adalah memajukan eksplorasi dan

pengembangan *DNA barcoding* sebagai standar global untuk identifikasi spesies. Dalam rangka mencapai tujuannya maka organisasi ini mulai:

1. Mengumpulkan dengan cepat data *DNA barcoding* yang berkualitas tinggi pada perpustakaan umum sekuen DNA
2. Mengembangkan instrument baru dan proses yang dapat meminimalkan biaya *DNA barcoding*, lebih cepat, dan dapat dilakukan dimana saja.
3. Mengikut sertakan ahli taksonomi dan lembaga penelitian diseluruh dunia
4. Menggunakan *DNA barcoding* yang bermanfaat untuk ilmu pengetahuan dan teknologi di masyarakat.

Sampai saat ini CBOL telah tiga kali mengadakan konferensi (pertemuan) internasional (*International Barcode of Life Conference*). Pertemuan pertama diselenggarakan di Natural History Museum, London pada bulan Februari tahun 2005, ke-2 pada bulan September tahun 2007 di Academia Sinica, Taipei, Taiwan, dan pertemuan ke-3 pada bulan November tahun 2009 di Mexico City. Pertemuan ke-4 pada bulan November tahun 2011 di Adelaide, Australia. Peneliti LIPI juga berkesempatan untuk hadir dalam dua kali pertemuan internasional yang di London dan Taiwan. Dalam pertemuan yang ke-2 di Taiwan, delegasi Indonesia yang diwakili oleh peneliti Pusat Penelitian Biologi-LIPI tersebut juga menghadiri pertemuan "*Regional Meeting*" yang bertujuan untuk mengidentifikasi masalah di setiap negara untuk menjadi bahan masukan dalam pembuatan program yang akan datang.

Kegiatan CBOL yang lain bekerjasama dengan Alfred P. Sloan Foundation mendukung terselenggaranya 2 hari pertemuan pada bulan September 2005 tentang "*All Birds DNA barcoding Initiative (ABBI) of Inaugural Workshop*" di Museum Comparative Zoology, Havard University, Cambridge, Massachusetta, USA. Selanjutnya pada tanggal 8-9 Maret tahun 2007, CBOL bekerja sama dengan National University of Singapore (NUS) menyelenggarakan pertemuan "*All Birds DNA barcoding Initiative (ABBI) Indo Malayan*

*Organizational Meeting*, di Singapore. Secara detail mengenai program dan kemajuan proyek ini dapat dibuka websitenya, <http://www.cbol.si.edu> atau hubungi [CBOLinfo@si.edu](mailto:CBOLinfo@si.edu) atau <http://barcoding.si.edu>.

## **MENGAPA DNA BARCODING DIPERLUKAN**

Laju kerusakan hutan yang sangat cepat terutama di negara-negara berkembang di daerah tropis dimana daerah ini merupakan kantong keanekaragaman hayati yang tinggi. Selain itu akibat pemanasan global telah memacu kita untuk mencari jalan keluar bagaimana cara yang paling cepat dan tepat untuk mengungkapkan keanekaragaman hayati di dunia sebelum mengalami kepunahan.

Semakin menurun jumlah ahli taksonomi di seluruh dunia telah membawa implikasi terhadap semakin lambat pengungkapan keanekaragaman spesies hayati di dunia. Ditambah masalah klasik lain yaitu sangat sulitnya menciptakan ahli taksonomi dalam waktu yang cepat dan juga terbatasnya pemerintah dapat menyediakan lowongan kerja.

Keterbatasan ahli taksonomi yang hanya dapat mengidentifikasi ketika spesimen masih dalam bentuk utuh dan dalam keadaan dewasa menyebabkan persoalan semakin panjang dalam rangka mengungkapkan keanekaragaman hayati. Suatu kenyataan bahwa dalam sampling akan banyak ditemukan organism yang belum dewasa dan terkadang-rusak menjadi serpihan-serpihan yang sangat sulit dikenali bentuk aslinya. Sehingga untuk menghadapi hal diatas diperlukan sebuah cara yang lebih cepat dan akurat, yaitu metode *DNA barcoding*. Walaupun demikian teknik ini tidak mungkin mengetahui nama dan identitas spesies tanpa bantuan taksonom, maka cara ini harus terus dikembangkan.

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan di bidang molekuler terutama penemuan mesin sekuenser telah memungkinkan untuk melakukan pengujian atau konfirmasi identitas spesies organisme dalam waktu yang sangat singkat yang

dilakukan oleh bukan ahli taksonomi tidak peduli apakah spesimennya sudah terpecah-pecah rusak atau masih pradewasa dengan cara melihat salah satu sekuen gennya. Bahkan di negara maju yang sudah lengkap peralatan sequencingnya proses ini hanya dilakukan dalam waktu 8 jam. Sungguh luar biasa manfaatnya bila kita bisa memanfaatkan cara ini terutama jika kita dihadapkan pada suatu persoalan yang memerlukan jawaban sesegera mungkin dan tidak ada taksonom disekitar kita. Metode ini diperlukan karena dapat dilakukan dengan sangat sederhana dan mudah diterapkan dengan cepat (Sutrisno dkk, 2013).

### **GEN COI SEBAGAI DNA BARCODING**

Tidak semua jenis gen dapat digunakan dalam barcoding, hanya gen yang memenuhi beberapa persyaratan tertentu. Secara umum persyaratan tersebut adalah: 1). Harus mampu membedakan antar semua spesies tapi hendaknya bersifat lebih konservatif dalam variasi spesies daripada antar spesies, 2). Harus standar sehingga dengan daerah DNA yang sama dapat digunakan sebanyak mungkin untuk taksa yang berbeda, 3). Sedapat mungkin daerah DNA target mempunyai informasi filogeni sehingga memudahkan taksa tersebut dalam pengelompokannya (marga, famili dan lain sebagainya), 4). Mempunyai tingkat amplifikasi yang tinggi, 5). Sebaiknya ukurannya pendek sehingga dapat digunakan untuk menguji DNA yang sudah terpotong-potong atau rusak.

COI telah dipilih menjadi salah satu gen yang sekuen-nya digunakan dalam barcoding. Gen ini mempunyai sifat-sifat yang memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam menentukan identitas sebuah spesies untuk hampir semua binatang tingkat tinggi. Panjang seluruh gen ini relatif pendek yaitu hanya sekitar 648 bp/base pairs (pasang basa) dan relatif stabil tidak mudah mengalami perubahan bila dibandingkan dengan gen-gen mitokhondria yang sejenis. Gen ini sangat cocok untuk menentukan identitas sebuah spesies karena mempunyai variabilitas yang rendah (1-2%), bahkan untuk kelompok yang mempunyai kekerabatan sangat

dekat hanya mempunyai perbedaan beberapa persen saja. Sifat yang menguntungkan penggunaan gen mitokhondria COI adalah mudah untuk mensekuennya dibandingkan dengan gen-gen yang berasal dari gen inti.

Meskipun *DNA barcoding* dengan menggunakan sekuen sebuah gen sangat bermanfaat dalam mengidentifikasi spesies namun demikian bukan berarti dapat menggantikan 100% peranan taksonomi, hal ini didasarkan pada pemikiran bahwa tidak mungkin sebuah gen bisa diaplikasikan untuk seluruh organisme dengan kata lain gen adalah bukan *microchip* yang dapat diproduksi massal dengan standar yang sama sehingga spesifikasinya dapat ditentukan oleh pabrik. Gen adalah sebuah misteri kehidupan yang bersifat dinamis. Meskipun sebuah organisme telah berhasil disekuen, namun konfirmasi untuk memastikan nama spesies harus tetap dikonsultasikan oleh ahli taksonomi, yaitu untuk menghindari munculnya kemungkinan spesies baru sebagai hasil analisis filogeni dari variasi gen sekuen.

### **PERAN TAKSONOMI DAN SISTEMATIKA**

Di era bioteknologi taksonomi dan sistematika mempunyai peran yang cukup tinggi karena diperlukan dalam beberapa bidang kajian. Ahli konservasi memerlukan data identitas sepecies yang benar sebelum melakukan program konservasi. Sedangkan ahli forensik memerlukan data sekuen karena material spesimen yang dihadapi sudah dalam keadaan membusuk. Sedangkan karantina memerlukan identifikasi sebuah larva lalat buah yang ada pada buah yang di impor secepatnya untuk menentukan apakah buah yang membawa larva lalat buah tersebut boleh masuk atau tidak. Sehingga di dalam strategi pengembangan *DNA barcoding* di Indonesia kita harus mempunyai strategi dan membuat skala prioritas berdasarkan manfaat langsung yang akan diperoleh oleh masyarakat kita. Beberapa prioritas yang dapat dikerjakan berdasarkan tujuannya antara lain: untuk tujuan karantina,

konservasi, pencegahan penyakit menular dan lain sebagainya (Ubaidillah & Sutrisno, 2012; Sutrisno dkk. 2013).

## DAFTAR PUSTAKA

- Kitching, IJ., Forey, PL., Humphries, CJ., William, DJ. 1998. Cladistics (Second Edition) The theory and practice of parsimony analysis. Systematics Association Publication 11. Oxford University Press, Oxford. 228 pp.
- Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, De Waard JR. 2003. Biological identification through DNA barcodes. *Philos Trans Ser B*: 270: 313-321
- Quicke, DLJ. 1993. Principles and Techniques of contemporary Taxonomy, Blackie Academic & Profesional, London.
- Ubaidillah, R & Sutrisno, H. 2012. Pengantar Bisistemika: Teori dan Praktek. LIPI Press, 198 pp.
- Sutrisno, H., Zein, MS., Sulandari, S. 2013. DNA barcode, Dalam: Zein, MS & Prawiradilaga, DM. (Eds). DNA barcode fauna Indonesia. Kencana, Prenadamedia Group. Pp. 10-21.