



## MENINJAU KEMBALI DEFENISI MIKROBIOLOGI DAN PERKEMBANGAN TAKSONOMI MIKROBIA

Dr. Idramsa, M.Si

### Mikrobiologi

Pada awal pertemuan perkuliahan, sebagai seorang dosen yang mengampu mata kuliah mikrobiologi, saya selalu memberikan pertanyaan kepada mahasiswa. “Apakah mikrobiologi itu?” Jawaban yang hampir selalu diberikan adalah “Mikrobiologi merupakan ilmu yang mempelajari organisme yang sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat dengan mata telanjang”. Organisme yang disebutkan dengan julukan “yang sangat kecil” tadi adalah objek kajian mikrobiologi yang dikenal dengan mikrobia. Berdasarkan ruang lingkupnya, dunia mikrobia sangat beraneka ragam karena empat diantara enam dunia makhluk hidup yaitu Archaea, Bakteria, Protista dan Fungi adalah mikrobia seluler (Solomon *et al.*, 2011). Virus tidak termasuk kedalam kelompok di atas, karena virus tidak dapat dianggap sebagai makhluk hidup.

Perlu di ketahui bahwa, mikrobiologi tidak lagi terbatas sebagai ilmu yang mengkaji organisme-organisme jasad renik. Hal ini ditegaskan bahwa Fishelson *et al.* (1985) telah menemukan bakteri *Epulopiscium fishelsoni*, yaitu organisme yang bersimbiosis dengan intestinum ikan surgeon dari laut merah dengan ukuran panjang sel mencapai 600  $\mu\text{m}$  sehingga awalnya dianggap protozoa. Namun, hasil studi berdasarkan morfologi dan dikukuhkan dengan molekular filogenetik merupakan bakteri gram positif raksasa (*giant bacteria*). Temuan bakteri raksasa berikutnya oleh (Schulz, *et al.* 1999) yang diberi nama *Thiomargarita namibiensis* dengan ukuran selnya 850  $\mu\text{m}$  yang melebihi *E. fishelsoni* sehingga disebut sebagai bakteri super raksasa (*supergiant bacteria*) dan dapat jelas dilihat dengan mata telanjang.

Berdasarkan temuan para penelitian diatas tadi, maka dapat disimpulkan bahwa mikrobiologi merupakan ilmu yang mempelajari organisme yang disebut mikrobia. Mikrobia mencakup beranekaragam dunia organisme selular yaitu arkhaea, bakteria, khamir, kapang, cendawan algae, protozoa, *slim molds*, *water molds*, bahkan virus. Maka dengan demikian, mikrobiologi tidak lagi terkait dengan dengan ukuran, meskipun semula memang demikian. *Untuk selanjutnya,*



apa yang menyatukan dari organisme-organisme tersebut dalam mikrobiologi jika bukan ukuran menjadi hal yang penting? Studi mikrobiologi disatukan oleh metode yang digunakan dalam studi mikrobia yaitu metode kultur murni (*pure culture*) (Sembiring, 2013). Pada studi mikrobia, metode ini bersifat unik karena tidak lazim digunakan dalam mempelajari dunia tumbuhan maupun dunia hewan.

### **Mengapa Mikrobia Perlu Dipelajari Secara Ilmiah**

Mikrobia adalah bagian penting dari ekosistem dan merupakan organisme yang paling beragam di planet ini. Keberlangsungan kehidupan dipermukaan planet bumi ini, juga bergantung pada mikrobia tersebut. Oleh karena itu, sesungguhnya mikrobia perlu dipelajari secara ilmiah dikarenakan dua alasan yang mendasar. Alasan pertama yaitu untuk mengetahui potensi mikrobia sehingga dapat dikendalikan agar tidak merugikan manusia. Untuk alasan kedua adalah agar potensi mikrobia menghasilkan barang dan jasa dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan manusia (Sembiring, 2013). Maka dari alasan inilah perlu disadari betapa pentingnya mikrobia yang beranekaragam tersebut bagi kehidupan kita.

Agar mikrobia dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan barang dan jasa atau supaya kelompok mikrobia berbahaya dapat dikendalikan sehingga tidak merugikan. Maka diperlukan studi ilmiah dalam mempelajari mikrobia yang mencakup seluruh aspek-aspek biologinya yaitu (i) keanekaragaman (ii) struktur organisasi dan fungsi sel (iii) nutrisi dan pertumbuhan (iv) metabolisme (v) biologi molekular (vi) genetika dan (vii) ekologi mikrobia.

### **Klasifikasi Mikroorganisme**

Sebelum keberadaan mikrobia diketahui, sistem klasifikasi organisme yang dikembangkan oleh Linnaeus pada tahun 1753 masih menggunakan sistem klasifikasi pada masa Aristoteles pada tahun 400 SM. Pada zaman itu membagi organisme atas 2 dunia kehidupan yaitu dunia *Animalia* dan dunia *Plantae*. Seiring waktu berjalan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi maka terjadilah perubahan-perubahan dalam mengklasifikasikan organisme. Dengan ditemukannya mikroskop sederhana oleh Antonie van Leeuwenhook pada tahun



1673 dan mikroskop cahaya oleh Robert Hook pada tahun 1665 memungkinkan para peneliti mengamati mikroorganisme yang relatif lebih kecil seperti protozoa, alga, khamir, dan bakteri. Ketika organisme mikroskopis dengan karakteristik hewan dan tumbuhan ditemukan pada akhir abad ketujuh belas, maka diperlukan sistem klasifikasi baru untuk dapat memasukkan organisme tersebut didalam kelompok yang dapat menampung mereka. Namun, para ahli biologi tidak dapat menyetujui kriteria untuk mengklasifikasikan organisme baru yang mereka lihat hingga akhir 1970-an. Pada tahun 1978, Carl Woese merancang suatu sistem klasifikasi berdasarkan organisasi seluler organisme. Usulan Carl Woese ini tidak lepas dari penemuan struktur *double-helix* molekul DNA yang memicu perkembangan biologi molekular. Berdasarkan perbedaan yang mendasar secara molekular maka pakar sistematika masa kini, khususnya sistematika mikrobial menggunakan satu hierarki takson di atas *dunia* yaitu *domain*. Maka dengan demikian semua organisme diklasifikasikan dalam 3 domain yaitu; *Archaea*, *Bakteria* dan *Eukarya*.

1. Domain Bakteri. Bakteri terbungkus dalam dinding sel yang sebagian besar terdiri dari kompleks karbohidrat dan protein yang disebut peptidoglikan. Bakteri umumnya berkembang biak dengan membagi menjadi dua sel yang sama; proses ini disebut membelah diri (*fusi biner*). Untuk nutrisi, sebagian besar bakteri menggunakan bahan kimia organik, yang sifatnya dapat berasal dari organisme mati atau hidup, beberapa bakteri dapat membuat makanan mereka sendiri dengan fotosintesis, dan yang lainnya dapat memperoleh nutrisi dari zat anorganik.

2. Domain Archaea. Seperti bakteri, archaea terdiri dari sel prokariotik, mereka memiliki dinding sel yang tidak tersusun atas peptidoglikan. Archaea, sering ditemukan di lingkungan yang ekstrim, dibagi menjadi tiga kelompok utama berdasarkan lingkungan habitatnya. Metanogen merupakan lingkungan yang banyak menghasilkan produk limbah gas dari respirasi. Hidup ekstrim di lingkungan halofil yang sangat asin seperti *Great Salt Lake* dan Laut Mati (*dead sea*). Termofil, ekstrim hidup di air panas belerang, seperti mata air panas di Taman Nasional Yellowstone.

3. Domain Eukarya: Eukarya adalah salah satu dari tiga domain organisme yang sel-selnya mengandung struktur kompleks tertutup dalam membran yang disebut



endomembran. Organisme ini bersel tunggal atau bersel banyak. Struktur terikat membran yang membedakan antara sel eukariotik dari sel prokariotik adalah inti sel, di mana materi genetik dan banyak badan sel lainnya terkandung. Sebagian besar sel eukariotik juga mengandung organel terikat membran lainnya seperti mitokondria, kloroplas, dan aparatus Golgi. Semua spesies organisme yang kompleks merupakan anggota eukarya, termasuk hewan, tumbuhan dan jamur, meskipun sebagian besar spesies eukarya adalah mikroorganisme protista. Domain eukarya ini meliputi yaitu; protista (jamur lendir, protozoa, dan alga), jamur (ragi uniseluler, jamur multiseluler, dan jamur), tumbuhan (termasuk lumut, pakis, tumbuhan konifer, dan tumbuhan berbunga) dan hewan (termasuk spons, cacing, serangga, dan vertebrata)

### **Taksonomi Mikrobia: Defenisi dan Karakteristik**

Taksonomi adalah ilmu yang berhubungan dengan klasifikasi organisme. Dalam biologi atau bidang lain, klasifikasi sistematis diperlukan untuk menempatkan organisme berdasarkan sifat-sifat alami. Sehingga jenis yang berbeda dalam kumpulan yang heterogen dapat diatur ke dalam kelompok yang memiliki sifat umum. Dalam biologi, taksonomi bertujuan untuk mengelompokkan organisme berdasarkan kesamaan ke dalam unit-unit yang disebut taksa (tunggal takson). Setiap tingkatan atau taksa memiliki sebutan yang berbeda dan membentuk suatu susunan yang berjenjang. Misalnya, organisme yang memiliki kesamaan tertinggi ditempatkan dalam satu unit taksonomi, yang disebut spesies. Kelompok yang terdiri dari beberapa spesies kemudian dirakit menjadi unit yang lebih tinggi berikutnya, yang disebut genus (jamak. genera). Sekelompok genera kemudian dikumpulkan untuk membentuk takson yang lebih tinggi berikutnya, yang disebut keluarga (famili). Demikian pula, sekelompok keluarga membentuk ordo, beberapa kelas, dan sebuah kerajaan.

Belakangan ini, khususnya dalam taksonomi bakteri, peringkat di atas tingkat kingdom telah dibuat, yang disebut domain. Unit taksonomi dasar organisme biologis adalah spesies. Dalam kasus bakteri, spesies didefinisikan sebagai kumpulan galur yang mirip satu sama lain dalam banyak karakteristik dan berbeda secara signifikan dari kumpulan galur lainnya. Strain didefinisikan



sebagai keturunan dari satu koloni tunggal dari kultur murni. Koloni idealnya terbentuk dari sel tunggal atau spora yang tumbuh pada media agar. Jadi, spesies bakteri, menurut definisi di atas, terdiri dari sejumlah strain yang sangat mirip, berbeda dalam satu atau beberapa karakteristik. Suatu spesies mewakili sekelompok organisme yang dapat diidentifikasi secara jelas yang diisolasi secara seksual dari anggota spesies lain. Dengan demikian, konsep spesies bakteri berbeda dari konsep spesies yang berlaku untuk organisme yang lebih tinggi, seperti tumbuhan dan hewan. Bakteri umumnya tidak memiliki mekanisme seksual seperti yang ditemukan pada organisme yang lebih tinggi dan, oleh karena itu, definisi spesies bakteri tidak begitu kaku, melainkan meninggalkan banyak kebebasan bagi ahli taksonomi untuk menciptakan spesies "baru" hanya berdasarkan satu atau beberapa perbedaan karakteristik.

#### **Memenuhi Tiga Tujuan Utama Taksonomi:**

Tujuan pertama, taksonomi untuk mengelompokkan organisme ke dalam taksa berdasarkan kesamaan sifat fenotipik (fenetik) yaitu ciri-ciri yang diekspresikan dalam suatu organisme dan dapat diperiksa secara visual. Karena setiap karakteristik fenotipik dikendalikan oleh satu atau sekelompok gen, dua individu yang memiliki karakteristik fenotipik yang sama harus memiliki gen yang sama. Oleh karena itu, sejumlah besar karakteristik fenotipik yang serupa mengungkapkan kedekatan genetik antara organisme. Kedekatan genetik juga sering dikaitkan dengan keterkaitan filogenetik, karena organisme yang memiliki banyak gen yang sama di antara mereka pasti berasal dari nenek moyang yang sama selama evolusi.

Tujuan kedua taksonomi adalah untuk menetapkan setiap takson nama. Penamaan takson ini disebut dengan nomenklatur. Pemberian nama pada suatu organisme diperlukan untuk mengidentifikasinya tanpa kebingungan di seluruh dunia ilmiah. Oleh karena itu, nomenklatur perlu dibuat mengikuti aturan tertentu yang diterima secara internasional. Penamaan ilmiah bakteri diatur oleh kode internasional nomenklatur bakteri. Seperti organisme lain, nama bakteri memiliki dua bagian, nama genus dan nama spesies. Kedua nama harus dalam bentuk Latin. Jenis penamaan organisme biologis yang disebut, nomenklatur binomial, pertama kali



diperkenalkan oleh Carl Linnaeus pada tahun 1753. Nama generiknya adalah kata benda Latin yang dimulai dengan huruf kapital dan julukan khusus umumnya adalah kata sifat Latin yang memenuhi syarat nama genus. Nama spesies ditulis dengan huruf kecil. Sebagai konvensi internasional, nama spesifik generik dicetak miring. Untuk menghindari kebingungan, nama ilmiah suatu organisme juga memerlukan kutipan nama penulis yang pertama kali mengusulkan nama tersebut. Dalam menetapkan nama untuk bakteri yang baru ditemukan, penulis harus secara ketat mematuhi aturan yang ditetapkan oleh Kode Internasional. Jenis baru ditunjukkan dengan singkatan sp. nov. dan genus baru dengan gen. nov. Penulis yang menjelaskan bakteri baru juga diharuskan untuk menyimpan kultur organisme dalam koleksi kultur resmi (*culture collection*) di mana kultur tersebut dipertahankan sebagai kultur tipe (*tipe culture*) organisme tertentu untuk referensi di masa mendatang. Selain nama ilmiah, bakteri sering dikenal dengan nama non-ilmiah atau informal. Beberapa nama non-ilmiah sering digunakan secara luas. Misalnya, basil Koch adalah nama umum dari *Mycobacterium tuberculosis*, pneumococci dari *Streptococcus pneumoniae*, meningococci dari *Neisseria meningitidis* dan lain-lain.

Tujuan ketiga taksonomi adalah sebagai alat untuk mengidentifikasi mikrobia. Organisme yang baru diisolasi dapat dikelompokkan ke sekutu terdekatnya atau dapat diidentifikasi sebagai takson baru yang sampai sekarang tidak diketahui. Hal ini menjadikan taksonomi sebagai cabang biologi yang dinamis, karena penemuan organisme baru secara konstan menuntut perubahan klasifikasi yang ada. Juga, adaptasi teknik baru untuk mengklasifikasikan organisme sering memerlukan perubahan, kadang-kadang perubahan menyeluruh dalam kerangka yang ada. Sebagai contoh, perkembangan teknik biologi molekuler, seperti hibridisasi DNA, telah memberikan dampak besar pada taksonomi bakteri. Bahkan, cabang taksonomi baru yang disebut taksonomi molekular telah muncul. Penentuan homologi RNA ribosom (rRNA) adalah perkembangan lain yang telah merevolusi taksonomi bakteri.



## Karakteristik Taksonomi

### 1. Taksonomi klasikal

Klasifikasi dari setiap kelompok organisme menggunakan karakteristik stabil yang dipilih yang bervariasi di antara taksa, ini dikenal sebagai karakteristik taksonomi. Secara klasik, bakteri telah diklasifikasikan berdasarkan kesamaan dalam karakteristik fenotipik, seperti fitur morfologis, respons terhadap pewarnaan Gram, karakteristik kultur, sifat biokimia fisiologis, patogenisitas, sensitivitas antibiotik, hubungan serologis, dan lain-lain.

### 2. Taksonomi molekular

Pendekatan taksonomi bakteri telah mengalami perubahan drastis sejak perkembangan biologi molekular pada pertengahan abad kedua puluh. Konsep bahwa makromolekul, seperti protein dan asam nukleat, dapat digunakan sebagai indikator evolusi organisme hidup pertama kali dikemukakan oleh Zuckerkandl dan Pauling 1965. Makromolekul ini disekripsikan sebagai "kronometer molekuler", karena urutan monomer di dalamnya telah berubah secara perlahan dan acak. Perbandingan urutan monomer dari makromolekul tertentu dari dua organisme harus, oleh karena itu, memberikan ukuran hubungan filogenetik mereka. Jika urutannya sangat jauh berbeda, ini menunjukkan bahwa kedua organisme tersebut secara filogenetik jauh. Pendekatan baru ini telah memunculkan taksonomi molekular. Meskipun awalnya sekuensing asam amino protein digunakan sebagai parameter untuk penentuan hubungan filogenetik, asam nukleat segera menggantikan protein. Di antara karakteristik asam nukleat, komposisi basa DNA, homologi DNA, sekuensing DNA, analisis sekuens r-RNA, dan lain-lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Garg, M. 2015. Bacterial Taxonomy: Meaning Importance and Levels. <https://www.biologydiscussion.com/bacteria/bacterial-taxonomy/bacterial-taxonomy-meaning-importance-and-levels/54679>. (Diakses; 23-10-2021; 19.35).
- Goodfellow, M. 2000. Microbial Systematics: Background and uses In *Applied Microbial Systematics* (F.G. Priest & M. Goodfellow), eds.) Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. Nederlands.



- Prakash, O., Verma, M., Sharma, P., Kumar, M., Kumari, K., Singh, A., Kumari, H., Jit, S., Gupta, S.K., Khanna, M. and Lai, R. 2007. Polyphasic approach of bacterial classification – An overview of recent advances. *Indian J. Microbiol.* 47:98-108.
- Prescott, L.M., Harley, J.P. & Klein, D.A. 2002. Microbiology. Fifth Edition. McGraw-Hill. Boston. USA. Sulfur Bacterium in Namibian Shelf Sediments. *Science* 284: 389-544.
- Schulz, H.N., Brinkhoff, T., Ferdelsen, T.G. Hernandez, M., Marine, A., Teske, A. & Jorgensen, B.B. 1999. Dense Population of a Giant
- Sembiring, 2013. Pergumulan Pemikiran Dalam Sejarah Perkembangan Konsep Keanekaragaman Mikrobial dan Peran Mikrobial Bagi Kemajuan Peradaban Manusia. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Pada Fakultas Biologi. UGM. Yogyakarta. p.1-21.
- Solomon, E.P., Berg, L. & Martin, D.W. 2011. *Biology*. Ninth Edition. Brooks/Cole Cengage Learning. Nelson Education. Canada.
- Tortora, G.J., Funke, B. R., and Case. C.L. 2010. Microbiology; An Introduction. Tenth Edition. Benjamin Cummings. San Francisco.

