

DARI BIOKIMIA KE BIOKIMIA ANORGANIK DAN KIMIA BIOANORGANIK

Sri Juari Santosa

Jurusan Kimia, FMIPA UGM

I. Sejarah Pembentukan

Pada awal abad kesembilan belas, dikenal adanya pembagian ilmu kimia ke dalam kimia organik yang hanya meliputi senyawa-senyawa yang diisolasi dari jasad hidup dan kimia anorganik. Akan tetapi pembagian ilmu kimia ini menjadi hilang maknanya setelah diketemukannya sintesis senyawa organik urea dari senyawa anorganik amonium sianida oleh Wohler pada tahun 1928. Oleh karenanya, kimia organik saat ini didefinisikan sebagai kimia senyawa-senyawa karbon, khususnya hidrokarbon dan turunannya, yang di dalamnya mungkin terkandung pula unsur-unsur lain seperti N, O atau S, dengan tanpa memperhatikan asal-usul senyawa-senyawa tersebut.

Dengan semakin meningkatnya pengetahuan akan proses kimia yang terjadi dalam jasad hidup, menyebabkan timbulnya bidang baru yaitu biokimia dalam ilmu kimia. Untuk jangka waktu yang lama, biokimia hanya menekankan diri pada senyawa-senyawa organik dalam pembahasannya.

I.1 Dari biokimia ke biokimia anorganik

Di pertengahan abad kesembilan belas, penelitian Liebig pada metabolisme nutrisi anorganik, khususnya garam-garam nitrogen, belerang dan kalium, terbukti berhasil meningkatkan produksi berbagai hasil pertanian sehingga bidang ini mendapatkan perhatian besar dalam praktek kehidupan sehari-hari. Akan tetapi, latarbelakang teoritis dan metoda analisis pada saat itu masih belum mampu digunakan untuk mendapatkan keterangan mendalam terhadap mekanisme pengaruh garam-garam tersebut, yang sering ada dalam konsentrasi kelumit. Pada tahap berikutnya, dalam bidang kimia bahan alam, beberapa senyawa yang sangat menarik perhatian yang di dalamnya mengandung unsur-unsur anorganik seperti hemoglobin dengan pusat aktif besi; klorofil, zat warna kehidupan, yang mengandung magnesium; serta protein, adenosine trifosfat (ATP), dan asam deoksiribonukleat (DNA) yang ada dalam bentuk asosiasi dengan ion-ion logam tertentu dapat dianalisis dan dikarakterisasi. Hal ini menunjukkan bahwa unsur-unsur anorganik merupakan komponen penting yang tidak dapat diabaikan dalam sistem kehidupan. Untuk itulah perkembangan biokimia tidak bisa lagi mengabaikan peran unsur dan senyawa anorganik dalam hampir

setiap bahasanya dan karenanya perkembangan biokimia modern sangat erat kaitannya dengan apa yang dinamakan dengan biokimia anorganik.

I.2 Dari biokimia anorganik ke kimia bioanorganik

Dengan semakin meningkatnya kemampuan metoda analisis kimia unsur kelumit, semakin disadari pula bahwa senyawa-senyawa anorganik tertentu sangat penting peranannya baik secara langsung maupun tidak langsung baik dalam proses biokimia di dalam organism hidup maupun di lingkungan di luar organism tersebut. Dengan demikian, tidak berlebihan apabila dikatakan bahwa unsur dan senyawa anorganik merupakan komponen penting dalam sistem kehidupan, tidak lagi sebatas pada organisme hidup itu sendiri. Beberapa contoh terkenal yang menunjukkan bahwa senyawa anorganik berperan langsung dalam organisme hidup dapat dilihat di antaranya dengan berhasilnya ekstraksi kalium karbonat (K_2CO_3) dari tumbuh-tumbuhan dan garam kompleks yang mengandung besi $K_{3,4}[Fe(CN)_6]$ dari darah hewan pada abad kedelapan belas, atau penemuan unsur belerang (sebagai P_4) dari hasil destilasi air seni pada tahun 1669 dan unsur yodium dari abu alga laut pada tahun 1812. Sedangkan peran tidak langsung adanya senyawa anorganik dalam sistem kehidupan dicontohkan oleh senyawa metil kobalamin yang merupakan senyawa khelat kobal (Co) dengan cincin purin sebagai agen pemetil utama berbagai logam di lingkungan sehingga sifat fisiko kimia logam tersebut berubah. Contoh-contoh di atas menunjukkan bahwa peranan kimia anorganik dalam sistem kehidupan sangatlah jelas dan dari waktu ke waktu peran tersebut dirasa semakin penting, dan akhirnya pada akhir tahun 1960, suatu multidisiplin baru yang bernama kimia bioanorganik berdiri sendiri. Bahkan sebagian besar enzim, protein yang berfungsi sebagai katalis, yang semula dipercaya sebagai senyawa organik murni atau dinamakan dengan apoenzim ternyata di dalamnya terkandung pula apa yang dinamakan dengan koenzim atau inti prostetik atau kofaktor yang kebanyakan mengandung ion logam sehingga tidak lagi termasuk golongan apoenzim tetapi berubah masuk ke golongan holoenzim.

Berdirinya kimia bioanorganik ditandai dengan terbentuknya sekelompok ilmuwan

dan pertemuan internasional dalam bidang tersebut, serta memasukkan topik-topik biokimia anorganik sebagai salah satu bab yang terpisah dengan nama bioanorganik dalam buku-buku kimia anorganik. Perubahan nama dari anorganik biokimia ke kimia bioanorganik atau kimia anorganik biologi merupakan salah satu tanda adanya perubahan penekanan yang mendalam.

II. Perkembangan Kimia Bioanorganik

Perkembangan kimia bioanorganik tidak dapat dilepaskan dari usaha sekelompok ilmuwan yang awalnya secara gigih memasukkan topik-topik bahasan kimia bioanorganik dalam buku kimia anorganik. Bahkan simposium internasional pertama kimia bioanorganik bisa terselenggara di Universitas Negeri dan Institute Politeknik Virginia, Amerika, pada tanggal 22 hingga 25 Juni 1970 berkat sponsor dari Divisi Kimia Anorganik pada Himpunan Kimia Amerika dan Institut Kimia Kanada (<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ba-1971-0100.fw001>). Kumpulan makalah simposium ini akhirnya diterbitkan sebagai buku dengan judul Kimia Bioanorganik pada tanggal 1 Juni 1971 (<http://pubs.acs.org/isbn/9780841201385>).

Meskipun sejak simposium pertamanya pada tahun 1971, pertemuan ilmiah internasional dengan tema pokok kimia bioanorganik dapat terselenggara secara rutin paling tidak dua tahun sekali, namun asosiasi kimia bioanorganik baru dapat berdiri pada tahun 1995 berkat hasil diskusi pada panitia pengarah Lembaga Pengembang Ilmu Pengetahuan Eropa bagian Kimia Logam dalam Sistem Biologi. Setahun kemudian, asosiasi yang bernama "Society of Biological Inorganic Chemistry" yang disingkat SBIC meluncurkan jurnal ilmiahnya yang bernama "Journal of Biological Inorganic Chemistry" (JBIC). Asosiasi ini secara rutin menyelenggarakan pertemuan ilmiah internasional

dengan pertemuan ilmiah terakhir diselenggarakan pada tanggal 31 Januari hingga 5 Februari 2010 di California, Amerika Serikat. Pertemuan ilmiah yang terakhir ini merupakan pertemuan ilmiah yang keempat belas dan tahun depan, yaitu pada tanggal 7 hingga 12 Agustus 2011 akan disusul dengan pertemuan ilmiah yang kelima belas yang akan diselenggarakan di Vancouver, Canada. Tidak hanya JBIC, saat ini tercatat cukup banyak jurnal ilmiah lainnya yang ikut membantu penyebaran dan pemahaman tentang kimia bioanorganik seperti *Journal of Inorganic Biochemistry*, *Metal-Based Drugs*, *Metallomics*, *BioMetals*, *Bioinorganic Chemistry and Applications*, dan *Dalton Transactions*.

Sejalan dengan semakin intensifnya diskusi dan pemahaman kimia bioanorganik lewat jalur pertemuan ilmiah dan publikasi hasil penelitian di jurnal ilmiah, berhasil pula diterbitkan berbagai buku kimia bioanorganik. Meskipun buku kimia bioanorganik yang pertama, yaitu yang terbit di tahun 1971, merupakan kumpulan makalah seminar, buku-buku berikutnya merupakan buku-buku yang benar-benar menarik berbagai hasil penelitian kimia bioanorganik yang ada. Di akhir abad kedua puluh dan di awal abad kedua puluh satu, buku kimia bioanorganik yang ada di antaranya adalah *Inorganic Biochemistry: An Introduction* oleh J. A. Cowan, Wiley-VCH, New York, 1997 (2nd ed.); *Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life* oleh W. Kaim and B. Schwederski, John Wiley & Sons, Chichester, 1994; *Biocoordination Chemistry* oleh D.E. Fenton, Oxford Science Publication, Oxford, 1995; *Inorganic Chemistry in Biology* oleh P.C. Wilkins and R.G. Wilkins, Oxford Science Publication, Oxford, 1997; dan *Bioinorganic Chemistry: A Short Course* oleh R.M. Roat-Malone, Wiley Interscience, New Jersey, 2007 (2nd ed.).