

Pengembangan pemahaman holistic sistem kehidupan melalui pendekatan Complexity Science dan Nanobiologi

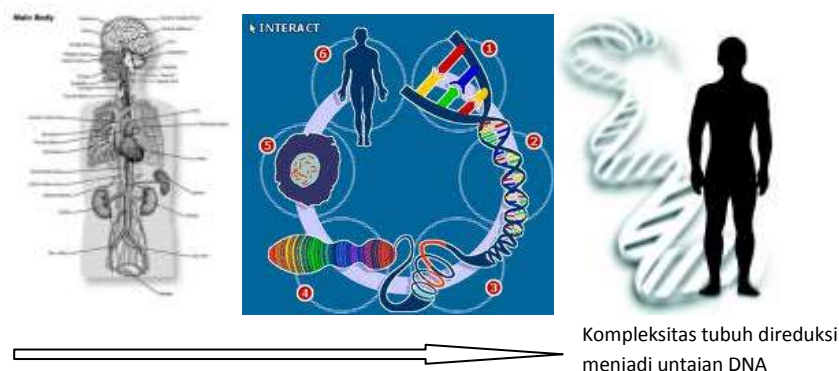
Sutiman B. Sumitro

Guru Besar Biologi Sel dan Molekuler

Dosen Program Doktor Biologi dan Biomedik, Universitas Brawijaya

Abstrak

Sistem kehidupan adalah obyek kajian yang sangat rumit, dengan demikian Biologi menjadi bidang ilmu dengan obyek penelitian paling sulit dibandingkan Kimia, Fisika dan bahkan Matematika. Akibat dari rumitnya obyek, maka kajian di bidang Biologi dan *life sciences* pada umumnya, cenderung dilakukan dengan pendekatan analitik yang bertujuan mengurai kerumitan sehingga memudahkan pembicaraan dalam pengembangan konsep dan simpulan (gambar 1). Namun demikian, tetap saja kita dihadapkan pada kenyataan rumitnya sistem serta banyaknya data sehingga cenderung untuk memilih maupun memilah yang pada akhirnya melakukan penyederhanaan dan pembatasan pada hal-hal yang dianggap penting atau utama sesuai dengan kapasitas kemampuan manusiawi yang kita miliki.

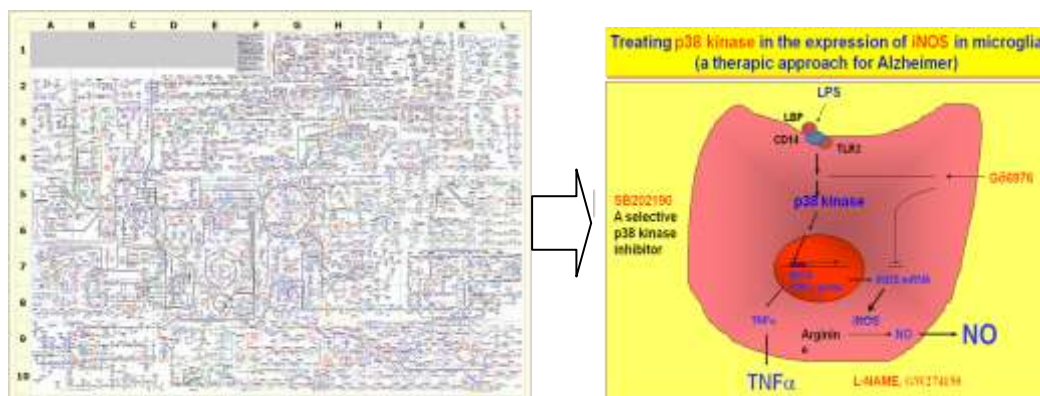


Kompleksitas tubuh direduksi menjadi untaian DNA

Gambar 1: Tubuh manusia diasumsikan sebagai sebuah organisasi, tujuannya agar dapat dikembangkan konsep atas dasar bagian-bagian dari sebuah sistem kehidupan. Dari pandangan sebagai sebuah sistem organisasi, muncul kemudian konsep Biologi Sel sampai dengan Biologi Molekuler. Saat ini Individu manusia seringkali cukup dipandang sebagai set genom yang merupakan set untaian basa purine dan pyrimidine

Aktivitas penyederhanaan (reduksionistik) di atas merupakan jalan mencari pengetahuan yang selama kurun waktu puluhan sampai ratusan tahun belakangan ini dianggap sebagai jalan untuk dapat berfikir yang dapat diandalkan untuk pengembangan ilmu-ilmu hayati. Melalui pendekatan reduksionistik seperti tersebut ini sudah banyak pengetahuan dan rahasia sistem kehidupan diperoleh dan menjadi pengetahuan ummat berupa khasanah keilmuan. Namun demikian di sisi lain, masih sangat banyak pula hal yang menjadi misteri dan terasa tidak akan pernah dapat dipahami bila dikaji dengan cara pendekatan yang selama ini dilakukan. Dominasi jalan berfikir analitik dan reduksionistik ini menjadikan khasanah ilmu hayati bersifat

parsial dan bahkan terasa hanya menjadi tumpukan pengetahuan-pengetahuan yang sulit dirajut menjadi pengetahuan untuk memahami hakekat yang memerlukan pendekatan yang lebih komprehensif. Kecenderungan penyerderhanaan obyek kajian umumnya disertai dengan memilih bagian yang dianggap strategis dan penting. Sebagai konsekuensinya banyak sekali asumsi dan sekaligus juga pengabaian fakta, Akibat dari jalan berfikir selama ini terlihat nyata pada Ilmu Kedokteran ketika melakukan upaya-upaya mengatasi permasalahan penyakit-penyakit yang memiliki ketidak-jelasan antara sebab dan akibat. Upaya pengembangan teknologi pengobatan di bidang Kedokteran yang sering memiliki efek samping yang tidak dikehendaki memerlukan bahasan dengan sudut pandang baru untuk mengatasinya.

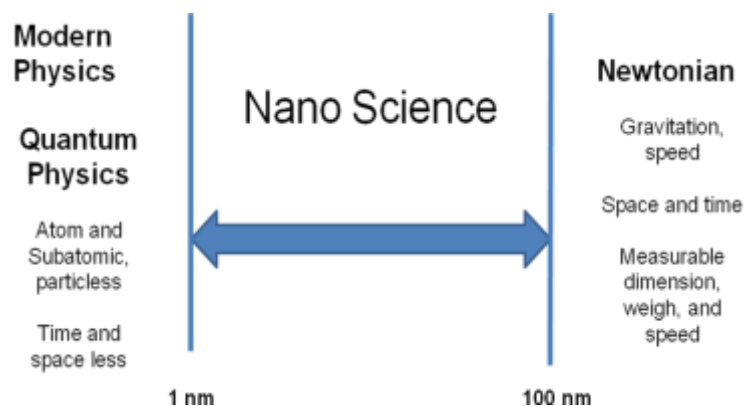


Gambar 2: Kecenderungan penyerderhanaan obyek kajian umumnya disertai dengan memilih bagian yang dianggap strategis dan penting. Gambar di atas adalah contoh penyederhanaan konsep metabolisme dengan mengasumsikan adanya jalur utama dalam sistesis NO dan TNF α dalam sel glia

Untuk memberikan kajian yang lebih komprehensif terhadap konsep-konsep dalam Biologi yang cenderung bersifat linearistik hasil pendekatan analitik-reduksionistik, maka dalam kajian Ilmu-ilmu Hayati termasuk Kedokteran perlu memanfaatkan konsep-konsep Fisika Modern. Hal ini berarti Biologi harus menyentuh aspek diskusi sampai pada sistem kerja atomik maupun partikel. Dengan demikian sebuah makro molekul tidak cukup hanya didiskusikan strukturnya ataupun dibahas hanya dengan bahasa Kimia, namun juga harus ada bahasan tentang karakter makro molekul tersebut di aspek medan gaya energi serta fenomena-fenomena gerakan sangat cepat yang tidak berjalan atas asas ruang dan waktu. Selama ini, menurut kaidah Fisika, pendekatan Biologi diklasifikasikan sebagai cara berfikir Newtonian. Maksudnya, seluruh fakta Biologi hanya dikembangkan dari fenomena yang dapat diamati melalui indera dan atau dengan instrumentasi yang membantu keterbatasan indera. Basis berfikir Newtonian ini menuntut seluruh proses hidup perlu digambarkan dan divisualisasikan baik tentang struktur, bentuk, posisi (spatial) maupun pola dan mengamati kecepatan gerakannya.

Ceramah kali ini berbicara tentang pemanfaatan pandangan *Nano Biology* dalam bidang Ilmu-ilmu Hayati dengan ilustrasi kajian-kajian yang menyentuh aspek molekul dan unit penyelenggara kehidupan yang berukuran antara 1 sampai 100 nm dengan memakai konsep fisika modern (gambar 3). Unit-unit berukuran nano tersebut selama ini hanya didekati melalui perspektif hukum kimia dan Biologi dalam kajian-kajian Biokimia dan Biologi Sel. Unit-unit ini umumnya berupa makro molekul

bersifat susunan kompleks tersusun dari beberapa komponen monomer, mereka bekerja sangat spesifik bahkan dianggap memiliki kecerdasan. Mereka tahu kapan, bagaimana, dimana dan dengan siapa mereka harus bekerja. Namun demikian bagaimana mekanismenya, medan gaya apa yang bekerja, dan mengapa dapat tetap bekerja dengan respon sangat cepat (dalam ukuran mikro sampai piko detik) sampai saat ini tidak dibahas. Selain itu sistem kehidupan mustinya juga dipandang sebagai aliran kontinu energi dan materi yang sedang menyelenggarakan keteraturan tubuh yang dinamis. Dengan diasumsikan bahwa rancangan atau konsep hidup sudah ada pada molekul-molekul makro ukuran nanomener ini, maka pendekatan Fisika Modern diharapkan dapat lebih membuka tabir rahasia atom-atom atau molekul-molekul ketika mereka menyelenggarakan sifat hidup. Pemikiran baru ini didukung oleh perkembangan Ilmu Komputer dan Sistem Informasi, yang memungkinkan penerapan *Complexity Science* dan sedapat mungkin menghindari pengabaian karena semua keberadaan dianggap memiliki peranan.



Gambar 3: Komponen penyelenggara kehidupan dalam sel berukuran antara 10 sampai 100nm, tidak lagi sepenuhnya mengikuti kaidah Newton. Mekanisme kerja enzim, DNA, lipid komponen membran yang melibatkan medan gaya energi, magnetik maupun listrik serta partikel atomik mengharuskan bahasan mengindahkan kaidah Fisika Modern dan Fisika Kuantum

Dalam sistem biologis setiap nano partikel baik berupa enzim, DNA, dan komponen-komponen penyelenggara hidup lainnya bekerja menyelenggarakan sistem aliran energi dan materi membangun keteraturan normal, mereka melaksanakan mekanisme transfer energi dalam skala milliVolt dengan tingkat efisiensi yang sangat tinggi. Dengan pemanfaatan *Complexity Science* dan nanobiologi, pembahasan rahasia kehidupan tidak lagi berhenti di tahapan analitik dan reduksionistik. Semua akumulasi hasil pengetahuan selama ini dapat dilanjutkan untuk memahami sistem kehidupan secara lebih komprehensif dengan mempertimbangkan mekanisme kerja komponen-komponen baik berupa atom maupun molekul dalam bentuk konfigurasi cara kerja alamiah mereka. Kita juga dapat memanfaatkan konsep-konsep Fisika Modern, Fisika Quantum maupun hukum-hukum kekekalan energi agar kesimpulan ilmiah dapat lebih menggambarkan mekanisme kerja alamiah secara utuh dan dapat menghindari pengabaian.