

---

## Bioinformatika: Komputer + Statistika + Matematika + Biologi

Edi

Department of Information System  
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) TIME  
Jalan Merbabu No. 32 AA-BB, Medan, North Sumatra 20212, Indonesia  
E-mail : edi\_foe@yahoo.com

---

### Abstract

*Bioinformatics is an interdisciplinary field of computer science, mathematics, statistics in solving biology-related problems. The invented DNA makes this field grow faster as scientists created database and tools to analyze it. In this article, author introduces definition of bioinformatics along with its applications as well as the development of bioinformatics in Indonesia. Literature survey is used as a research method.*

**Keywords :** *Bioinformatics, Computational Biology*

---

### 1. Pendahuluan

Bioinformatika merupakan penggabungan beberapa disiplin ilmu, seperti (tidak terbatas terhadap) matematika, statistika, komputer, biokimia, genetika, dan biologi molekuler [1][2]. Istilah bioinformatika dan komputasi biologi sering digunakan bergantian, tetapi dua bidang ini memiliki fokus berbeda. Bioinformatika lebih berhubungan dengan pengembangan *software*, koleksi dan penyimpanan informasi biologi (*database*), dan metode visualisasi, sedangkan komputasi biologi lebih condong kepada pengembangan algoritma, model matematika dan statistika dalam menganalisa data-data biologi melalui bantuan komputer [2][3].

Bioinformatika berkembang pesat pada pertengahan tahun 1990, sebagian besar disebabkan oleh Proyek Genom Manusia (*Human Genome Project*) dan berkembangnya teknologi sekuen DNA [1]. Proyek Genom Manusia dimulai pada tahun 1990 dan berakhir tahun 2003, dengan berhasil dipetakannya 3,3 milyar nukleotida pada manusia [4]. Dengan adanya sekuen DNA manusia ini, maka kita bisa menganalisis dan mengidentifikasi varian genetik yang dapat meningkatkan resiko penyakit seperti kanker, diabetes, dan lainnya dengan alat bantu bioinformatika [4].

Ada tiga tujuan utama bioinformatika: 1) mengorganisasi data yang mengizinkan peneliti untuk mengakses informasi biologi yang ada ataupun memasukkan data baru [2], seperti pembuatan *database/bank* data untuk menyimpan sekuen DNA/protein; 2) mengembangkan perangkat (*tools*) dan sumber daya (*resources*) dalam menganalisa data biologi [2], seperti BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) yang merupakan *tool* dalam mencari sekuen *homolog* pada protein atau DNA; 3) menggunakan *tools* tersebut dalam menganalisa data dan menginterpretasikan hasilnya untuk mendapatkan informasi/pengetahuan baru [2], seperti penggunaan *tool* ClustalW untuk *multiple sequence alignment* (menentukan apakah beberapa sekuen DNA/protein memiliki hubungan).

Basis data memegang peranan penting dalam bioinformatika. Beberapa bank-bank data yang tersedia seperti GenBank dan DDBJ (bank data DNA), PDB (koleksi struktur makromolekuler 3D untuk protein dan asam nukleat [5]), SWISS-PROT (bank data protein), MIPS Funcat (basis data anotasi fungsi protein), UniGene (koleksi urutan gen yang berisi data lokasi gen pada kromosom [7][8]), Ensembl (basis data keterangan otomatis pada genom [7]), SGD (basis data sekuen DNA ragi), MGI (basis data informasi genetika pada penelitian tikus [6]), dan basis data lainnya.

### 2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah survey pustaka. Pada bagian ini penulis membahas tentang aplikasi bioinformatika beserta perkembangannya di Indonesia.

#### Aplikasi Bioinformatika

Bioinformatika memiliki banyak manfaat, salah satunya membantu dalam penemuan obat dan vaksin. Vaksin yang dikembangkan di negara lain belum tentu memiliki efektivitas 100% ketika diterapkan di Indonesia dikarenakan variasi genetik virus tersebut, seperti vaksin hepatitis B [9]. Oleh sebab itu, diperlukan analisa mendalam terhadap varian genetik virus yang berkembang di Indonesia dengan bantuan *tool* bioinformatika.

Aplikasi lain bioinformatika adalah dalam identifikasi agen penyakit baru [7]. Penyakit SARS yang telah menelan 774 jiwa di 37 negara [10][11] pertama kali diduga disebabkan virus influenza dikarenakan gejala yang mirip flu. Hasil analisis sekuen genom virus ini menunjukkan penyakit ini disebabkan virus *Corona* yang telah bermutasi [7]. Spesies baru virus *Corona* ini dinamai *SARS coronavirus (SARS-CoV)* [12].

Di bidang pertanian [13], genom *Oryza sativa* (tanaman padi) telah berhasil dipetakan, menghasilkan 430 juta nukleotida. Genom ini dijadikan model dalam mempelajari tumbuhan monokotil lainnya. Berbekal genom ini juga, ilmuwan telah menghasilkan berbagai varietas padi yang bisa meningkatkan hasil panen, tahan terhadap penyakit dan kondisi lingkungan.

Bioinformatika telah membantu dalam mengidentifikasi bakteri dan mikroba yang berguna dalam pembersihan limbah [13]. Bakteri *Deinococcus radiodurans* tercatat di *Guinness Book of World Records* sebagai “bakteri terkeras di dunia” [13][14]. Bakteri ini mempunyai kemampuan memperbaiki DNA yang rusak dan fragmen kecil dari kromosom dengan mengisolasi bagian-bagian yang rusak tersebut dalam ruangan yang berbentuk seperti cincin [13] [14]. Gen dari bakteri lain dimasukkan ke *D. radiodurans* untuk membersihkan lingkungan dari kimia organik maupun logam-logam berat yang berasal dari limbah radioaktif.

Salah satu penyebab efek rumah kaca adalah meningkatnya karbondioksida di atmosfer. Dengan mempelajari genom mikroorganisme, ilmuwan dapat memahami mikroba pada tahapan dasar dan mengisolasi gen yang memberikan mikroba kemampuan beradaptasi di bawah kondisi ekstrim, seperti Bakteri *Rhodospseudomonas palustris* yang merupakan bakteri yang umum ditemukan di tanah dan air [13]. Bakteri ini merubah cahaya matahari menjadi energi bagi sel dengan menyerap karbondioksida dan merubahnya menjadi biomassa [13]. Genom bakteri ini selesai dipetakan pada tahun 2004 [15].

Sentuhan lain bioinformatika di bidang energi alternatif, bioteknologi, terapi gen, pengobatan personal (*personalized medicine*), dan bidang lainnya [13].

### Perkembangan Bioinformatika di Indonesia

Dibandingkan negara tetangga seperti Singapura, Malaysia dan Thailand, kita masih tertinggal dalam bidang ini. Singapura telah memulai aktivitas terbatas pada bidang ini pada awal tahun 1992 [16]. Riset ini terus berkembang sampai sekarang dengan adanya pusat penelitian bioinformatika di dua kampus (NUS dan NTU) dan tiga institusi penelitian (BII, GIS, I<sup>2</sup>R) [17]. Tiga negara ASEAN (Singapura, Malaysia, Thailand) bersamaan dengan Amerika, Australia, Jepang, China, Korea, dan Taiwan bergabung dalam *Bio-Mirror Project* pada tahun 1998 [18]. Proyek tersebut bertujuan untuk distribusi *database* bioinformatika antarnegara. Sampai saat ini tersedia 24 bank data di *Bio-Mirror* (<http://www.bio-mirror.net/>) [19].

Kapan bioinformatika dimulai di Indonesia tidak diketahui secara pasti. Ilmu ini telah diajarkan di beberapa perguruan tinggi, seperti Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB, Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya, Fakultas MIPA Universitas Indonesia, program S3 bioteknologi Universitas Gadjah Mada, dan kampus-kampus lainnya [20]. Bahkan kampus Indonesia International Institute for Life Sciences (kolaborasi antara Indonesia dengan Karolinska Institute dan Swedish University of Agriculture Sciences) menawarkan program studi bioinformatika (S1) pertama di ASEAN di tahun 2014 [21].

Institusi penelitian seperti Lembaga Biologi Molekul Eijkman juga melakukan riset di bidang ini. Beberapa hasil penelitiannya antara lain mengembangkan klinik genetik untuk mendeteksi secara dini kelainan janin, seperti talasemia dan *down syndrom* (bekerja sama dengan Fakultas Kedokteran UI) [22], pengembangan vaksin hepatitis B rekombinan (vaksin yang dibuat melalui rekayasa genetika) [22], dan lain sebagainya.

Pada tahun 2013, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) mendirikan laboratorium baru yang diperuntukkan untuk bioinformatika di Cibinong Science Center (CSC) Cibinong [23]. Laboratorium ini melakukan serangkaian riset di antaranya pemodelan visual dan perhitungan *ab-initio* terhadap interaksi molekuler, perancangan obat baru dan antivirus, pencarian pola homolog terhadap sekuen genom, prediksi aktivitas molekuler untuk kehidupan biologi dan dunia medis, dan lain sebagainya [24].

Universitas Indonesia juga melakukan pembangunan dan pengembangan database mikroorganisme asli Indonesia yang diberi nama *UI Bioinfo* [25]. Fasilitas *database* ini menyediakan pelayanan pencarian katalog koleksi biakan *UICC* (*University of Indonesia Culture Collection*) secara *online* dan pelayanan pencarian sekuen *homolog* terhadap data koleksi melalui program BLAST [25].

Pada tanggal 10 Mei 2016, beberapa akademisi Indonesia memelopori terbentuknya ISBB (Indonesian Society for Bioinformatics and Biodiversity). Misi dari komunitas ini adalah mempromosikan bioinformatika di Indonesia dan meningkatkan pemahaman saintifik terhadap biodiversitas lokal melalui serangkaian kegiatan seperti kolaborasi riset bersama maupun melalui *workshop* dan konferensi [26].

### 3. Hasil

Penelitian bioinformatika di Indonesia bisa dibilang masih terbatas. Penulis mencoba mencari hasil penelitian yang berasal dari Indonesia di salah satu jurnal bioinformatika internasional terkenal bernama *Bioinformatics* (*Impact Factor*: 5.766) (<https://academic.oup.com/bioinformatics>) dengan melakukan searching menggunakan *keyword* “Indonesia”. Hasil search berupa 3 artikel namun setelah diamati tidak terdapat *author* dari Indonesia [27]. Hal yang sama juga dilakukan dengan memasukkan *keyword* “Malaysia”. Hasilnya berupa 8 artikel namun cuma 3 artikel saja yang tervalidasi (terdapat *author* dari Malaysia) [28]. Hasil search dengan *keyword* “Thailand” berupa 20 artikel dengan 5 artikel tervalidasi [29]. Begitulah pula dengan *keyword* “Singapore” berupa 202 artikel dengan lebih dari 10 artikel tervalidasi [30].

Peluang penelitian bioinformatika di Indonesia sangat besar walaupun telah banyak penelitian yang telah dilakukan di negara maju namun belum tentu hasilnya bisa diimplementasikan di Indonesia [31]. Kurangnya pakar bioinformatika [9] membuat bidang ini sulit berkembang di negara kita, sehingga sangat diharapkan kepada pemerintah dalam mendukung kemajuan bidang ini yang akhirnya dapat membawa Indonesia ke era “*Bioeconomy*”.

#### 4. Daftar Pustaka

- [1] Bioinformatics, <https://en.wikipedia.org/wiki/Bioinformatics>.
- [2] Rana, J. M. S. & Vaisla, K. S., *Introduction to Bioinformatics*, Bioinformatics Tools & Applications, Uttarakhand State Biotechnology Department & BT Kumaon Institute of Technology, 2012.
- [3] *Computational Biology*, Department of Biological Statistics and Computational Biology, Cornell University, <https://bscb.cornell.edu/about/computational-biology>.
- [4] Human Genome Project, [https://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_Genome\\_Project](https://en.wikipedia.org/wiki/Human_Genome_Project)
- [5] Protein Data Bank, [https://en.wikipedia.org/wiki/Protein\\_Data\\_Bank](https://en.wikipedia.org/wiki/Protein_Data_Bank)
- [6] Mouse Genome Informatics, <http://www.informatics.jax.org/>
- [7] Wargasetia, T. L., “Peran Bioinformatika dalam Bidang Kedokteran”, *Jurnal Kedokteran Maranatha*, vol. 5, no. 2, pp. 59 – 71, 2006.
- [8] UniGene, <https://en.wikipedia.org/wiki/UniGene>
- [9] Workshop Bioinformatika BioComBio 2015, Program Pascasarjana Multidisiplin Universitas Indonesia, <http://pps.ui.ac.id/2015/04/15/workshop-bioinformatika-biocombio-2015/>
- [10] Severe acute respiratory syndrome, [https://en.wikipedia.org/wiki/Severe\\_acute\\_respiratory\\_syndrome](https://en.wikipedia.org/wiki/Severe_acute_respiratory_syndrome)
- [11] SARS Basics Fact Sheet, <https://www.cdc.gov/sars/about/fs-sars.html>
- [12] SARS coronavirus, [https://en.wikipedia.org/wiki/SARS\\_coronavirus](https://en.wikipedia.org/wiki/SARS_coronavirus)
- [13] Priyadarshi, M. B., *Applications of Bioinformatics*, <http://www.biotecharticles.com/Bioinformatics-Article/Applications-of-Bioinformatics-3270.html>
- [14] *Deinococcus radiodurans*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Deinococcus\\_radiodurans](https://en.wikipedia.org/wiki/Deinococcus_radiodurans)
- [15] *Rhodopseudomonas palustris*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Rhodopseudomonas\\_palustris](https://en.wikipedia.org/wiki/Rhodopseudomonas_palustris)
- [16] Wong, L., *Bioinformatics in Singapore*, Institute for Infocomm Research, Singapore, 2003.
- [17] Eisenhaber, F. et al. , “Brief Overview of Bioinformatics Activities in Singapore”, *PloS Computational Biology*, vol. 5, no. 9, 2009.
- [18] Gilbert, D. et al., “Bio-Mirror project for public bio-data distribution”, *Bioinformatics*, vol. 20, no. 17, pp. 3238 – 3240.
- [19] Bio-mirror, <http://www.bio-mirror.net/>
- [20] Bioinformatika, <https://id.wikipedia.org/wiki/Bioinformatika>
- [21] Indonesia International Institute for Life Sciences, <http://www.i3l.ac.id/program/7/bioinformatics/en>
- [22] Bioinformatika: Perkembangan, disiplin ilmu dan penerapannya di Indonesia, <ftp://ftp.gunadarma.ac.id/pub/linux/docs/v06/Kuliah/SistemOperasi/2003/50/Bioinformatika.pdf>
- [23] LIPI kembangkan laboratorium bioinformatika dan infrastruktur komputasi kinerja tinggi, <http://lipi.go.id/lipimedia/single/lipi-kembangkan-laboratorium-bioinformatika-dan-infrastruktur-komputasi-kinerja-tinggi/8048>
- [24] Bioinformatika & Computational Science, [http://www.informatika.lipi.go.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=245:bioinformatika-computational-science&catid=25](http://www.informatika.lipi.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=245:bioinformatika-computational-science&catid=25)
- [25] Sjamsuridzal, W. et al., “Pengembangan database mikroorganisme Indigenos Indonesia”, *MAKARA, SAINS*, vol. 10, no.1, pp. 1 – 5, 2006.
- [26] Establishment of the Indonesian Society for Bioinformatics and Biodiversity (ISBB), <https://www.apbionet.org/establishment-of-the-indonesian-society-for-bioinformatics-and-biodiversity-isbb/>
- [27] <https://academic.oup.com/bioinformatics/search-results?page=1&q=indonesia&SearchSourceType=1>
- [28] <https://academic.oup.com/bioinformatics/search-results?page=1&q=malaysia&SearchSourceType=1>
- [29] <https://academic.oup.com/bioinformatics/search-results?page=1&q=thailand&SearchSourceType=1>
- [30] <https://academic.oup.com/bioinformatics/search-results?page=1&q=singapore&SearchSourceType=1>
- [31] Sangat Besar, Peluang Penelitian Bioinformatika, <http://prasetya.ub.ac.id/berita/Sangat-Besar-Peluang-Penelitian-Bioinformatika-12818-id.htm>