



www.esaunggul.ac.id

BIOTEKNOLOGI DASAR

Program studi Bloteknologi

By Seprianto S.Pi, M.Si



Pertemuan 8

**Bioinformatics in
Biotechnology**

Definition of Bioinformatics



Definition of Bioinformatics

Adopted from Luscombe *et al.* (2001):

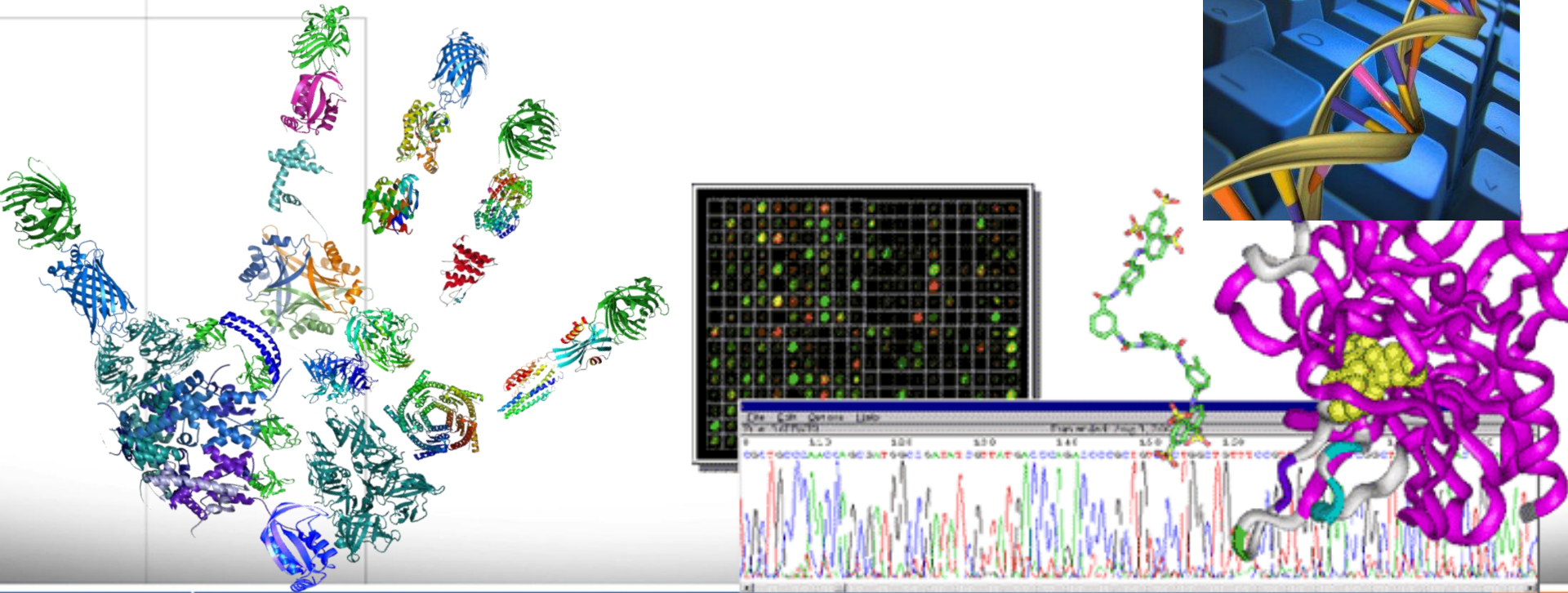
- The use of **computer technology** for storage, retrieval, manipulation, and distribution of information related to biological **macromolecules** such as DNA, RNA, and proteins.

Other Definitions

- **Bioinformatika** (*bioinformatics*) adalah ilmu yang mempelajari penerapan teknik komputasional untuk, menyimpan, mengelola dan menganalisis informasi biologis.
- Bidang ini mencakup penerapan metode-metode matematika, statistika, informatika, fisika, biologi, dan ilmu kedokteran untuk memecahkan masalah-masalah biologis, terutama dengan menggunakan sekuens DNA dan asam amino serta informasi yang berkaitan dengannya.

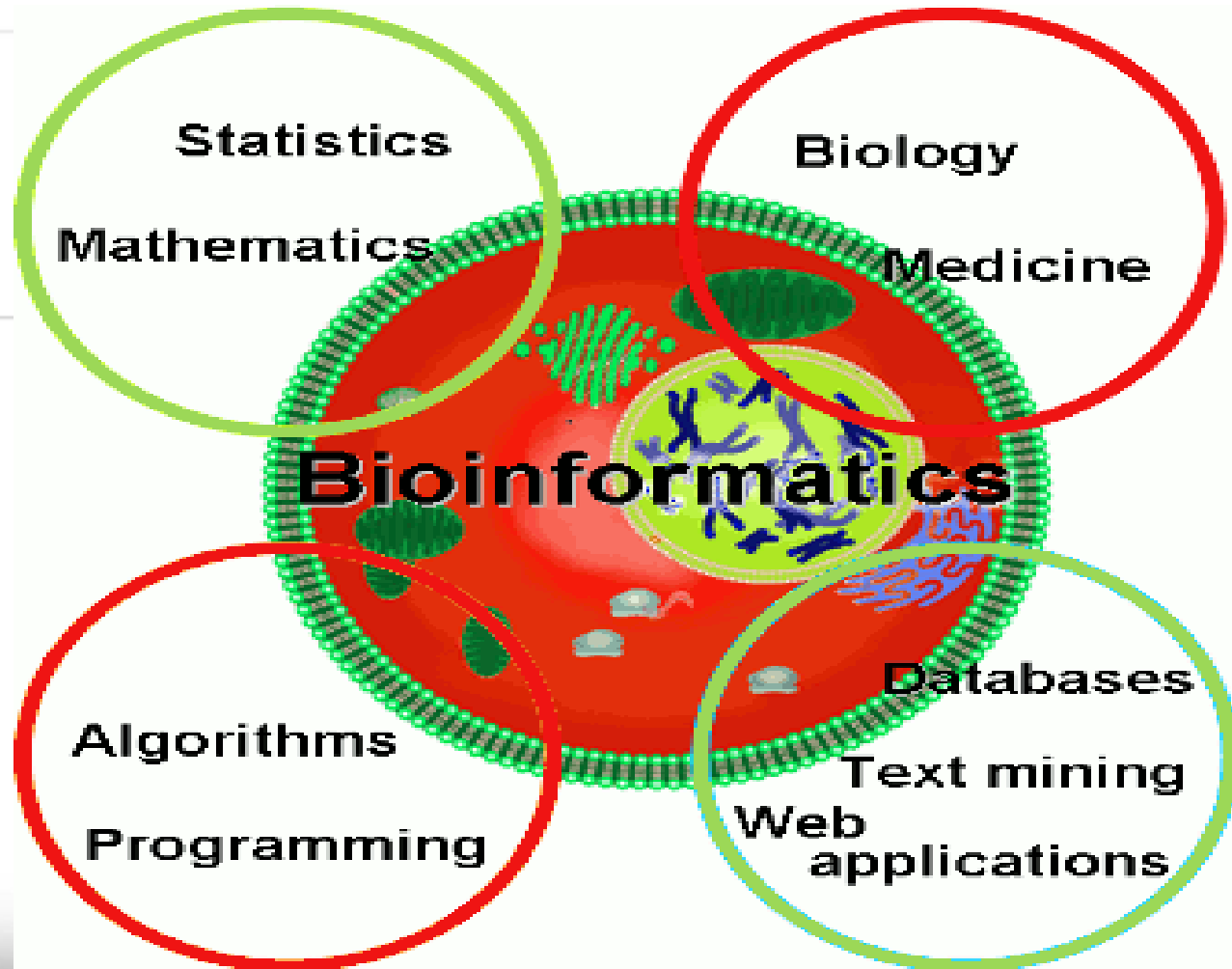
Other Definitions

Bioinformatics is a field at the interface between biology, mathematics, computer science, and is rapidly becoming central discipline in medicine, life sciences, drug discovery, proteomics and systems-biology .



Bioinformatics

Pillar overspanning



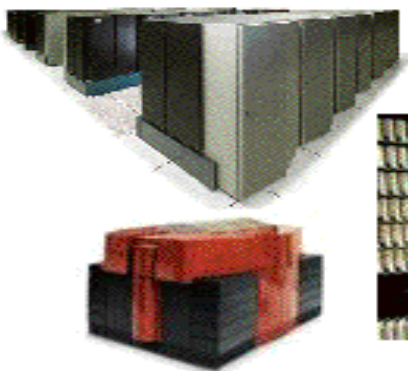
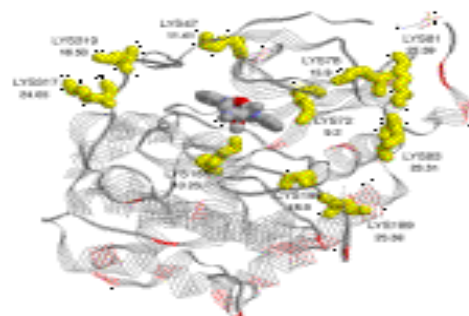
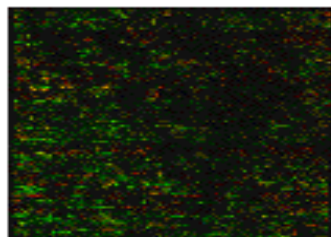
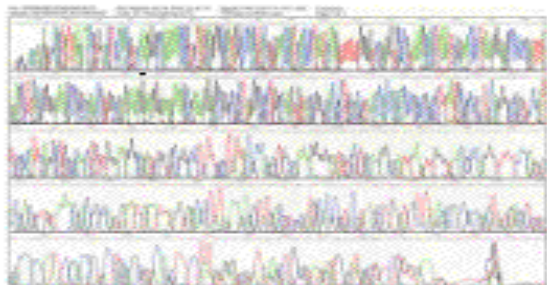
Singkatnya.....

- Bioinformatika adalah sistem manajemen informasi biologi molekuler dan memiliki kegunaan praktis



Components of Bioinformatics

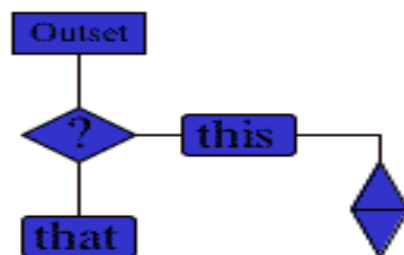
Biological Data



Computers

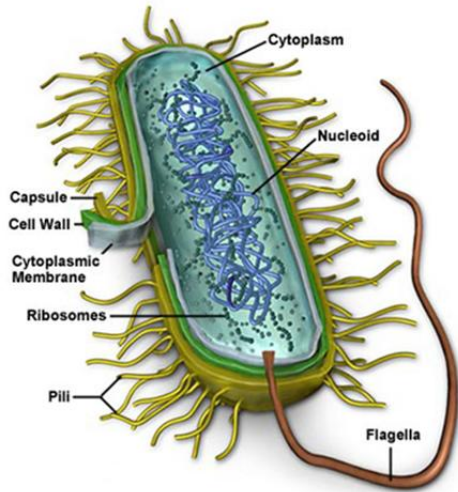


Algorithms

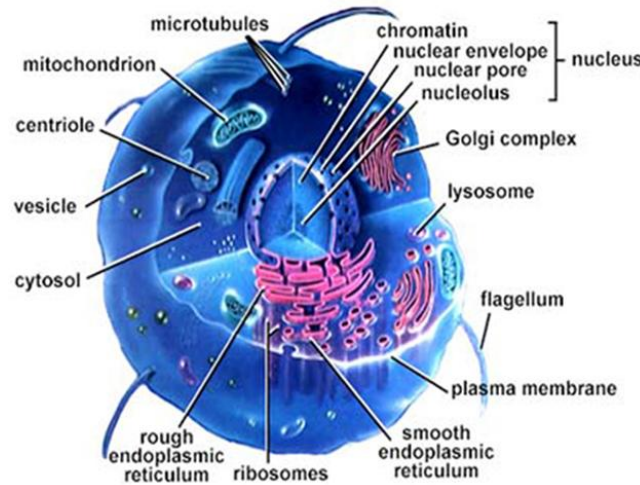


Goals

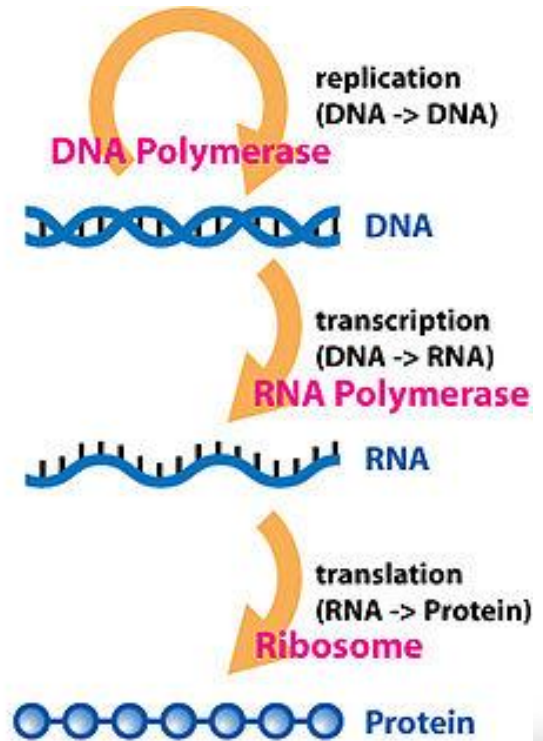
- The ultimate goal of bioinformatics is to better understand a living cell and how it functions at the **molecular level**.



Prokaryotes



Eukaryotes



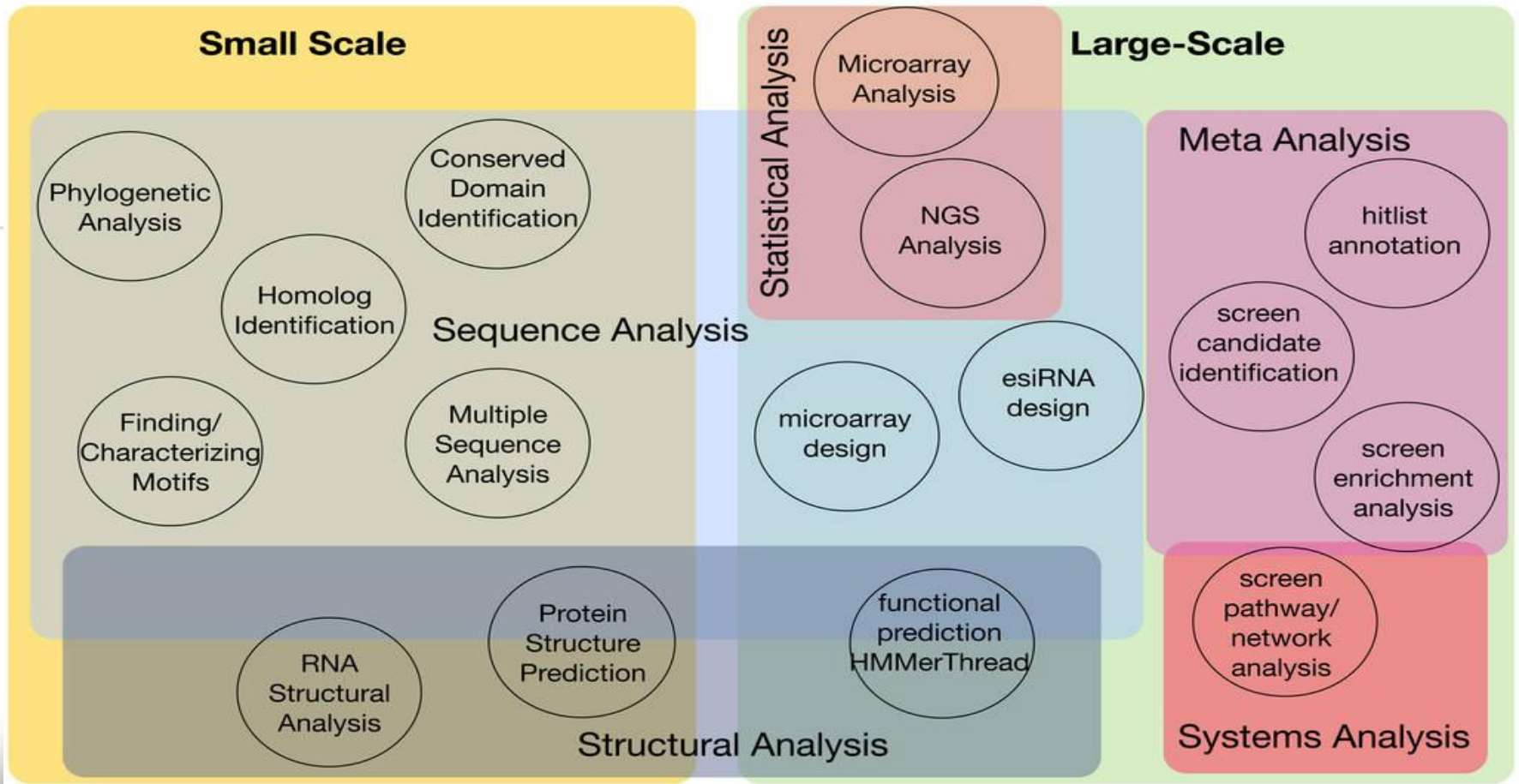
The Central Dogma

topik utama bidang ini meliputi basis data untuk

- mengelola informasi biologis,
- penyejajaran sekuens (*sequence alignment*),
- prediksi struktur untuk meramalkan bentuk struktur protein maupun struktur sekunder RNA,
- analisis filogenetik
- analisis ekspresi gen.

BioInformatics

A wide field of opportunities



Applications

STUDIES

Protein-Ligand
Interactions

Molecular phylogenetic
analyses

Gene expression profile
analyses



APPLICATIONS

Knowledge-based drug
design

Molecular forensics;
Biodiversity & conservation

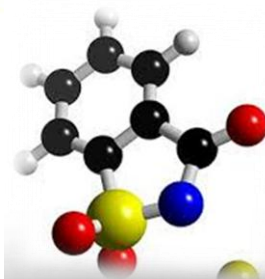
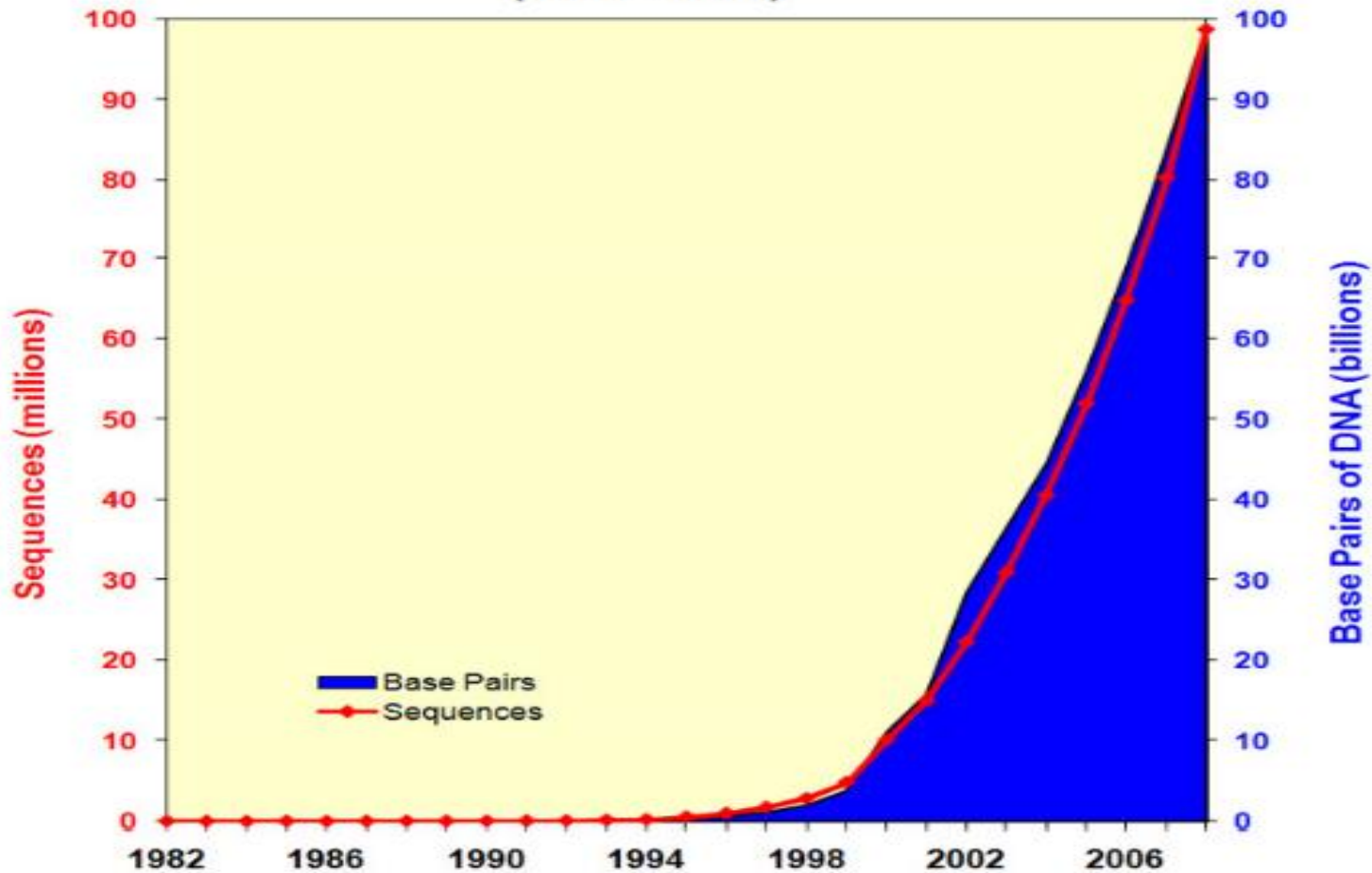
New crop varieties
development

Latar Belakang Bioinformatika

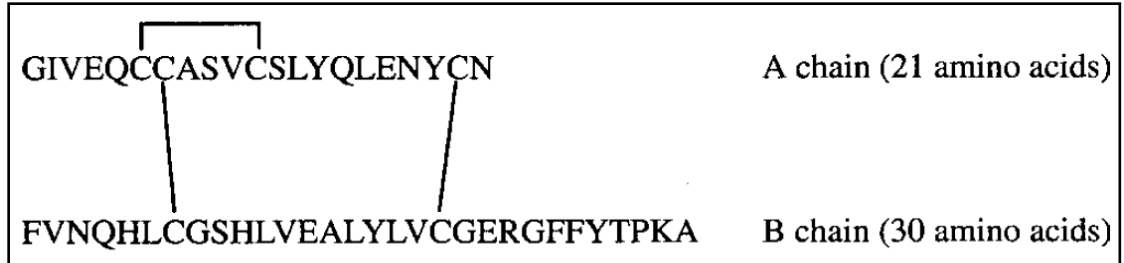
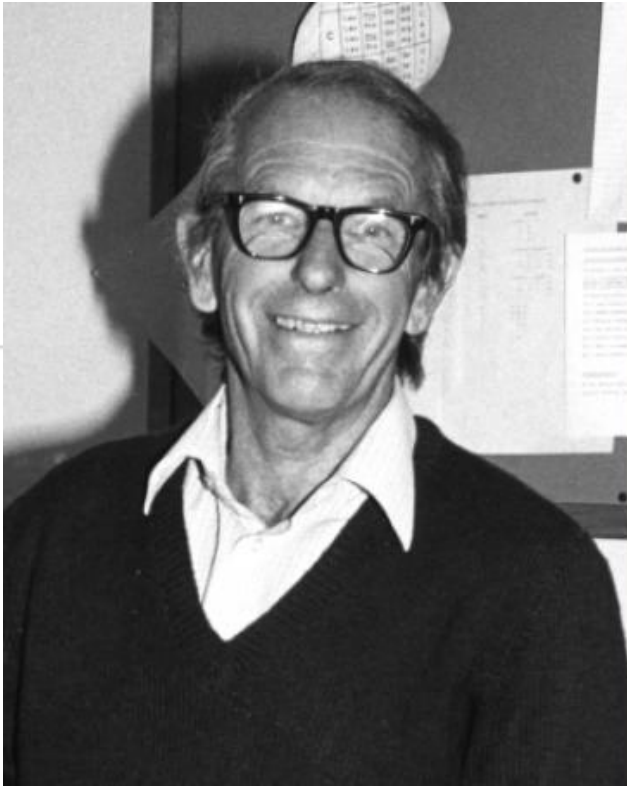
- Kemajuan bioteknologi dan teknologi informasi
- Dilatarbelakangi oleh ledakan data (*data explosion*) observasi biologi sebagai hasil yang dicapai dari kemajuan bioteknologi. Contohnya adalah pertumbuhan pesat database DNA pada GenBank. Genbank adalah database utama dalam biologi molekuler, yang dikelola oleh NCBI (*National Center for Biotechnology Information*) di AS.



Growth of GenBank (1982 - 2008)



Molecules Carry Information



The Sequence & Structure of Bovine Insulin

Frederick Sanger (1918–2013)
Nobel Prizes for:

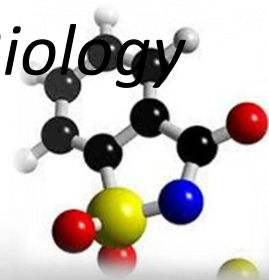
- Protein Sequencing (1958)
- DNA Sequencing (1980)

Publications of Insulin Sequence:

1. Sanger & Tuppy (1951)
2. Sanger & Thompson (1953a)
3. Sanger & Thompson (1953b)

Sejarah Bioinformatika

- [1960an](#): penerapan bidang-bidang dalam bioinformatika seperti pembuatan pangkalan data dan pengembangan [algoritma](#) untuk analisis [sekuens biologi](#).
- 1960an: Pangkalan data sekuens protein mulai dikembangkan di [Amerika Serikat](#).
- 1970an: pangkalan data sekuens DNA dikembangkan di Amerika Serikat dan [Jerman](#) pada Laboratorium Biologi Molekuler [Eropa](#) (*European Molecular Biology Laboratory*).



Sejarah Bioinformatika

- 1970an: Penemuan teknik [sekuensing](#) DNA menjadi landasan terjadinya ledakan jumlah sekuens DNA yang dapat diungkapkan pada 1980an dan [1990an](#).
- Hal ini menjadi salah satu pembuka jalan bagi proyek-proyek pengungkapan [genom](#), yang meningkatkan kebutuhan akan pengelolaan dan analisis sekuens, dan pada akhirnya menyebabkan lahirnya bioinformatika.
- [1980an](#): Bioinformatika pertamakali dikemukakan untuk mengacu kepada penerapan ilmu [komputer](#) dalam bidang biologi. Tepatnya, istilah Bioinformatika pertama kali diperkenalkan pada 1979 oleh Paulien Hogeweg.

Sejarah Bioinformatika

- Perkembangan jaringan [internet](#) juga mendukung berkembangnya bioinformatika.
- Pangkalan data bioinformatika yang terhubung melalui internet [memudahkan ilmuwan dalam mengumpulkan hasil sekuensing](#) ke dalam pangkalan data tersebut serta memperoleh sekuens biologi sebagai bahan analisis.
- Selain itu, penyebaran [program-program aplikasi](#) bioinformatika melalui internet memudahkan ilmuwan dalam mengakses program-program tersebut dan kemudian memudahkan pengembangannya.

Pangkalan Data

- **Pangkalan data primer:** digunakan untuk menyimpan sekuens primer asam nukleat dan protein.
- **Pangkalan data sekunder:** digunakan untuk menyimpan motif sekuens protein,
- **Pangkalan data struktur:** digunakan untuk menyimpan data struktur protein dan asam nukleat.

Pangkalan data primer

- Pangkalan data primer untuk sekuens asam nukleat saat ini adalah
 - [GenBank](#) (Amerika Serikat),
 - [EMBL](#) (the European Molecular Biology Laboratory, Eropa), dan
 - [DDBJ](#) (DNA Data Bank of Japan, [Jepang](#)).
- Ketiga pangkalan data tersebut bekerja sama dan bertukar data secara harian untuk menjaga keluasan cakupan masing-masing pangkalan data.
- Sumber utama data sekuens asam nukleat adalah submisi (pengumpulan) langsung dari
 - **peneliti** individual,
 - proyek sekuensing [genom](#), dan
 - pendaftaran [paten](#).

Pangkalan data Sekunder

- Selain asam nukleat, beberapa contoh pangkalan data penting yang menyimpan sekuens primer protein adalah [PIR](#) (Protein Information Resource, Amerika Serikat), [Swiss-Prot](#) (Eropa), dan [TrEMBL](#) (Eropa).
- Ketiga pangkalan data tersebut telah digabungkan dalam [UniProt](#), yang didanai terutama oleh Amerika Serikat.
- Entri dalam UniProt mengandung informasi tentang sekuens protein, nama organisme sumber protein, pustaka yang berkaitan, dan komentar yang pada umumnya berisi penjelasan mengenai fungsi protein tersebut.

Pangkalan data primer: **Genbank**

- **Genbank**, dioperasikan oleh **NCBI** (*National Center for Biotechnology Information*)
- Penjelasan meliputi identifikasi suatu gen, produk gen, link informasi lain yang terkait dengan sumber database lain.
- NCBI berisi informasi dari sekuens DNA yang sama dengan sekuens DNA dalam **EMBL** (*European Molecular Biology Laboratory*) dan **DDBJ** (*DNA Data Bank of Japan*)

Pangkalan data primer: **OMIM**

- **OMIM**, (*Online Mendelian Inheritance in Man—woman*), adalah insiklopedia gen-gen manusia dan penyakit genetik, merupakan penghubung untuk *entry* gen pada GenBank dan literatur ilmiah pada PubMed, berisi informasi berbagai gen manusia komplit dan paling baru.

Pangkalan data primer: **PDB**

- **PDB** (*Protein Data Bank*) berisi semua publisitas yang ada secara eksperimen telah dideterminasi (oleh *x-ray crystallography* dan *NMR*) sebagai model structural proteins dan asam nukleat.
- Tidak berisi model homologi atau tipe model teoritis lainnya.

Pangkalan data primer: PubMed

- Diskripsi pada Wikipedia sebagai “suatu kebebasan mengakses sititasi database MEDLINE dan abstrak artikel riset biomedik.
- Subjek utama adalah riset di bidang kedokteran, dan PubMed juga mempublikasi bidang yang terkait dengan bidang kedokteran, seperti kebidanan dan disipiin kesehatan lainnya.
- Hal ini secara menyeluruh meliputi keilmuan yang berhubungan dengan ilmu seperti biokemia dan biologi sel.
- Situs ini ditawarkan oleh *the United States National Library of Medicine* di *the National Institutes of Health* sebagai bagian dari *the Entrez information retrieval system*.”

Pangkalan data primer : UniProt *Knowledgebase*

- **UniProt *Knowledgebase* (Swiss-Prot and TrEMBL)**, dioperasikan oleh **SIB** (*Swiss Institute of Bioinformatics*) dan **EBI** (*European Bioinformatics Institute*), berisi sebagian besar publikasi yang ada berupa **sekuens protein** (bukan DNA atau RNA).
- Sekuens dalam *Swiss-Prot* dijelaskan secara manual dan menyediakan atau menghubungkan pengguna dengan semua informasi publisitas yang berisi sekuens tersebut.
- Sequences pada TrEMBL dikoleksi dan dijabarkan secara otomatis dari sekuens database, dan akan membuat jalannya menuju Swiss-Prot, tetapi tidak hanya setelah mereka secara manual menjabarkan *Swiss-Prot standards*.

Situs Informasi database

- NCBI: www.ncbi.nlm.nih.gov
- EMBL: www.ebi.ac.uk
- DDBJ: www.ddbj.nig.ac.jp
- SWISS-
PROT: www.expasy.ch/sprot/sprot_details.html
- ENSEMBL: www.ensembl.org
- Univeristy California Santa Cruz:
genome.cse.ucsc.edu
- MGD the Jackson Lab: www.informatics.jax.org

Bioinformatics is A Tool

Tools Bioinformatika : BLAST

- Perangkat bioinformatika yang berkaitan erat dengan penggunaan pangkalan data sekuens Biologi ialah BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*).
- Penelusuran BLAST (*BLAST search*) pada pangkalan data sekuens memungkinkan ilmuwan untuk mencari sekuens baik asam nukleat maupun protein yang mirip dengan sekuens tertentu yang dimilikinya.
- Hal ini berguna misalnya untuk menemukan gen sejenis pada beberapa organisme atau untuk memeriksa keabsahan hasil sekuensing atau untuk memeriksa fungsi gen hasil sekuensing.
- Algoritma yang mendasari kerja BLAST adalah penyejajaran sekuens.

Tools Bioinformatika : PDB

- PDB (*Protein Data Bank*, Bank Data Protein) ialah pangkalan data tunggal yang menyimpan model struktur tiga dimensi protein dan asam nukleat hasil penentuan eksperimental (dengan kristalografi sinar-X, spektroskopi NMR, dan mikroskopi elektron). PDB menyimpan data struktur sebagai koordinat tiga dimensi yang menggambarkan posisi atom-atom dalam protein atau pun asam nukleat.

Kegunaan Bioinformatika di berbagai bidang

- Aplikasi genom mikroba
- Molekuler di bidang kesehatan
- Terapi gen
- Resistensi antibiotik
- **Bioteknologi**
- Forensik
- Studi perubahan iklim

Aplikasi di bidang genom (gen) mikroba

- Perakitan gen
- Sekuensing
- Studi evolusi
- Resistensi antibiotik
- Rekayasa Genetika Mikroba

Dalam bidang sekuensing gen

- Gunanya untuk mengkarakterisasi variasi genetik pada spesies atau populasi
- Pustaka gen bakteri atau virus sudah ada di dalam perangkat lunak
- Sekuensing gen dapat untuk melihat struktur bakteri yang ada dalam suatu komunitas, fungsi gen dalam bakteri, dll

Application in Medicine

- **Gene Therapy**---Application of genome editing technologies to the study and treatment of hematological disease (eg. Leukemia)---Advances in Biological Regulation Volume 60, January 2016, Pages 122–134
- HIV treatment by modifying HIV receptor gene to produce HIV-resistant T cell population----Perez, E.E. et al., Establishment of HIV-1 resistance in CD4+ T cells by genome editing using zinc-finger nucleases. Nat Biotech 26 (7), 808-816 (2008).

Dalam bidang sekuensing gen

- Gunanya untuk mengkarakterisasi variasi genetik pada spesies atau populasi
- Pustaka gen bakteri atau virus sudah ada di dalam perangkat lunak
- Sekuensing gen dapat untuk melihat struktur bakteri yang ada dalam suatu komunitas, fungsi gen dalam bakteri, dll

Dalam studi perubahan iklim

- Peningkatan emisi karbondioksida yang berperan dalam perubahan iklim global
- Bioinformatika berperan untuk studi gen mikroba yang menggunakan karbondioksida untuk sumber karbonnya

Research and Development
Require Bioinformatics

Research and Development Activities

1. Medical Informatics

- Microbial pathogens
- Natural medicines
- Others?

2. Agriculture and Estate Crops

- Inventorying Indonesian indigenous food sources for food security purpose

3. Accelerate life sciences research in Indonesia utilizing our very rich biodiversity

Why do Indonesia Need Bioinformatics and/or Bioinformaticians?

Exploring Rich Indonesian Biodiversity

Marine biodiversity

- Indonesia is the richest country in the world in marine biodiversity (refs)

Terrestrial biodiversity

- Indonesia is the second richest country in the world (only after Brazil) in terrestrial/ land biodiversity (refs)

Microbial Diversity

- **Bacteria**
- **Fungi**
- **Parasites**
- **Viruses**

A word cloud featuring various expressions of gratitude in different languages and scripts. The most prominent words are 'THANK YOU' in large, bold, black capital letters. Other visible words include 'GRACIAS', 'ARIGATO', 'SHUKURIA', 'DANKSCHEEN', 'TASHAKKUR ATU', 'SUKSAMA', 'BIYAN', 'SHUKRIA', 'GRAZIE', 'MEHRBANI', 'PALMES', 'BOLZİN', 'MERCİ', 'JUSPAXAR', 'GODHARSHITA', 'SPHARSHITA', 'KOSAPUSPANA', 'HAARET', 'YAGHANYELBY', and 'TINGGI'.