



**MODUL MATA KULIAH BIOTEKNOLOGI KEDOKTERAN
(IBT 422)**

Topik :
Pendahuluan dan Sejarah Bioteknologi

DISUSUN OLEH :
Dr. TITTA NOVIANTI, S.Si., M.Biomed.

Universitas
Esa Unggul

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2020

PENGANTAR

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Menguraikan visi dan misi Universitas Esa Unggul
2. Merinci topik-topik perkuliahan Ilmu Dasar Keperawatan
3. Mengidentifikasi buku referensi serta komponen dan proporsi penilaian mata kuliah Ilmu Dasar Keperawatan

B. Uraian dan Contoh

1. Visi dan Misi

Universitas Esa Unggul mempunyai visi menjadi perguruan tinggi kelas dunia berbasis intelektualitas, kreatifitas dan kewirausahaan, yang unggul dalam mutu pengelolaan dan hasil pelaksanaan Tridarma Perguruan Tinggi.

Untuk mewujudkan visi tersebut, maka Universitas Esa Unggul menetapkan misi-misi sebagai berikut :

- a. Menyelenggarakan pendidikan tinggi yang bermutu dan relevan
- b. Menciptakan suasana akademik yang kondusif
- c. Memberikan pelayanan prima kepada seluruh pemangku kepentingan

2. Topik Perkuliahan

Mata kuliah Bioteknologi Kedokteran merupakan mata kuliah wajib di Program Studi Bioteknologi, dengan berlandaskan pada ilmu Bioteknologi dan ilmu Kedokteran. Mahasiswa Program Studi Bioteknologi wajib mempelajari segala hal yang berkaitan dengan Kesehatan, tubuh manusia, penyakit dan mikroba, serta berbagai kemajuan teknologi di bidang diagnosis, terapi dan preventif terhadap penyakit.

Pada Mata Kuliah Bioteknologi Kedokteran ini, akan dibahas dari mulai sejarah perkembangan bioteknologi kedokteran, Berbagai permasalahan di bidang Kesehatan dan tantangan Bioteknologi, Kemajuan Bioteknologi Kedokteran di Indonesia, Perkembangan

Teknologi Diagnosis di bidang Bioteknologi Kedokteran (1): teknologi elisa, PCR, ekspresi protein, Teknologi Diagnosis, Preventif dan Terapi dengan cara stem cell, rekayasa genetika dan rekayasa jaringan, serta kemajuan Bioteknologi Kedokteran di bidang fertilisasi.

Topik mata kuliah Bioteknologi Kedokteran ini terbagi menjadi 2 bagian, yakni bagian ke-1 terdiri dari topik-topik tentang sejarah bioteknologi, kemajuan bioteknologi di Indonesia, upaya preventif melalui teknik diagnosis yang diselesaikan sebelum ujian tengah semester (UTS), sedangkan topik-topik tentang upaya preventif dan terapi diselenggarakan setelah UTS atau sebelum ujian akhir semester (UAS).

Adapun topik-topik perkuliahan sebelum UTS adalah :

Topik 1 – Pendahuluan dan sejarah bioteknologi kedokteran

Topik 2 - Berbagai permasalahan di bidang Kesehatan dan tantangan Bioteknologi

Topik 3 - Kemajuan Bioteknologi Kedokteran di Indonesia

Topik 4 - Perkembangan Teknologi Diagnosis di bidang Bioteknologi Kedokteran (1): teknologi elisa, PCR, ekspresi protein

Topik 5 – Teknologi Diagnosis di bidang Bioteknologi Kedokteran (2): teknologi antibody monoklonal

Topik 6 - Teknologi Preventif di bidang Bioteknologi Kedokteran : vaksin (1)

Topik 7 - Teknologi Preventif di bidang Bioteknologi Kedokteran; vaksin (2)

Untuk topik-topik perkuliahan sebelum UAS adalah :

Topik 8 - Pemanfaatan Gene Editing (CRISPR-Cas 9) pada Teknologi Terapi gen

Topik 9 – Terapi di Bidang Bioteknologi Kedokteran: Teknologi Stem cell

Topik 10 – Terapi di Bidang Bioteknologi Kedokteran : enzim sintesis pada teknologi Terapi protein

Topik 11 – Studi Kasus : Penyakit Kanker

Topik 12 – Studi Kasus: Penyakit degeneratif

Topik 13 – Studi kasus : Penyakit infeksius (HIV, TB)

Topik 14 - Teknologi Fertilisasi kedokteran

3. Buku Referensi dan Komponen Penilaian

Mata kuliah Bioteknologi Kedokteran memiliki tujuan perkuliahan yang harus diwujudkan dalam satu semester perkuliahan. Adapun tujuan perkuliahan yang dimaksud adalah :

Setelah selesai pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu :

- a. Menganalisis pendahuluan dan sejarah
- b. Menganalisis berbagai permasalahan kesehatan, tantangan bioteknologi dan kemajuan bioteknologi kedokteran di Indonesia
- c. Menganalisis diagnosis teknologi PCR, elektroforesis, elisa, antibody monoklonal

- d. Menganalisis teknologi preventif dengan teknologi vaksin
- e. Menganalisis Pemanfaatan Gene Editing (CISPR-Cas 9) pada Teknologi Terapi gen
- f. Menganalisis terapi teknologi stem cell, enzim sintetis pada teknologi terapi protein
- g. Menganalisis berbagai studi kasus dengan menerapkan bioteknologi kedokteran; Penyakit Kanker, Penyakit degeneratif, Penyakit infeksius (HIV, TB)
- h. Menganalisis teknologi Fertilisasi kedokteran

Untuk mencapai tujuan tersebut, mata kuliah Bioteknologi Kedokteran ini menggunakan berbagai buku referensi, artikel journal penelitian yang berkaitan dengan keilmuan di bidang Bioteknologi Kedokteran. Untuk penilaian akhir, komponen nilai yang digunakan terdiri dari kehadiran, UTS, UAS dan penugasan. Dalam kuliah *online* komponen penugasan ditambah dengan kuis, sedangkan komponen kehadiran tidak diperhitungkan karena ditekankan pada aspek aktivitas di *website*. Adapun proporsi penilaiannya sebagai berikut :

- a. UTS = 20 %
- b. UAS = 30 %
- c. Kuis = 20 %
- d. Tugas = 20 %
- e. Kehadiran = 10 %

PENDAHULUAN DAN SEJARAH BIOTEKNOLOGI KEDOKTERAN

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Mahasiswa mampu menjelaskan pengertian Bioteknologi Kedokteran dan sejarah perkembangan bioteknologi kedokteran
2. Mahasiswa mampu menganalisa dan menjelaskan manfaat ilmu Bioteknologi Kedokteran bagi mahasiswa Bioteknologi
3. Mahasiswa mampu menerapkan kajian Bioteknologi Kedokteran bagi kehidupan manusia terutama di bidang kesehatan

B. Uraian

1. Pendahuluan

Bioteknologi merupakan bidang ilmu yang akan memanfaatkan organisme hidup atau komponennya seperti sel, enzim, dengan prinsip kereakayaan sehingga menghasilkan produk yang bermanfaat untuk manusia di bidang pangan, Kesehatan, dan lingkungan. Bioteknologi Kedokteran kini banyak dikembangkan untuk mencari solusi di bidang kesehatan. Semakin banyak timbulnya berbagai penyakit infeksius dan penyakit non infeksius seperti penyakit degenerative (karena factor usia), penyakit keturunan (genetika), serta penyakit yang tidak diketahui penyebabnya, maka semakin banyak penelitian yang dilakukan para ilmuwan untuk mencari solusi atas segala permasalahan tersebut. Kesehatan manusia adalah factor utama untuk mempertahankan kehidupan manusia.



Gambar 1. Berbagai penelitian di bidang Bioteknologi Kedokteran terus dikembangkan

Berbagai teknologi dalam dunia kedokteran terus dikembangkan dalam upaya mendiagnosa, mencegah, dan terapi berbagai penyakit yang timbul. Kebutuhan akan

diagnose yang tepat, akurat, cepat dan murah terus dikembangkan agar penyakit yang timbul cepat terdeteksi dan cepat ditangani. Demikian pula upaya preventif dan terapi terhadap berbagai penyakit terus dikembangkan dengan berbagai teknologi yang aman, tidak ada efek samping, efisien dan murah.



Gambar 2. Salah satu contoh tes diagnosis penyakit covid-19 dengan metode rapid test berdasarkan reaksi antibody IgM dan IgG pada darah manusia

Berdasarkan penyebabnya penyakit dibagi menjadi dua yaitu, penyakit infeksius dan penyakit non infeksius. Penyakit infeksius adalah penyakit akibat infeksi bakteri, virus, dan mikroba lainnya, sehingga timbul penyakit yang mengganggu system tubuh, bahkan beberapa dapat menyebabkan kematian karena menyerang organ pernafasan. Sedangkan penyakit non infeksius terdiri dari penyakit degenerative akibat berkurangnya fungsi tubuh akibat factor usia, penyakit kelainan genetika akibat kelainan genetika yang diturunkan dari orang tua kepada anak-anaknya, serta penyakit yang penyebabnya belum diketahui dengan pasti (seperti penyakit lupus). Kecelakaan dapat juga menyebabkan kelainan pada anggota tubuh yang dapat menyebabkan kelainan pada system tubuh dan memerlukan penanganan dan terapi khusus sehingga organ atau jaringan dapat berfungsi kembali.



Gambar 3. Penderita jantung coroner sering mengalami serangan jantung

Berbagai penyakit infeksius baru dan mematikan bermunculan, bahkan dapat menyebar ke seluruh penjuru dunia. Penyakit infeksius mematikan seperti cacar, TBC, pneumonia, HIV, malaria, fever dengue, Flu burung (H5N1), SARS dan baru-baru tahun 2019 muncul penyakit covid-19 yang mematikan dan menyebar ke seluruh dunia. Dari beberapa penyakit tersebut banyak yang belum ditemukan obat atau vaksinya, namun telah bermunculan penyakit baru. Setain penyakit infeksius yang dapat menyebabkan kematian, penyakit degenerative seperti tekanan darah tinggi, gagal ginjal, penyakit jantung coroner, diabetes, asam urat, gula darah, kolesterol termasuk penyakit yang jika dibiarkan dapat menyebabkan kematian atau stroke. Penyakit non infeksius yang belum ditemukan penyebabnya secara pasti seperti lupus dan kanker, merupakan penyakit yang ditakuti oleh masyarakat karena dapat menyerang siapa saja dan resiko kematiannya tinggi.



Gambar 5. Jenis virus yang akan menginfeksi saluran nafas

Jika teknologi diagnosis dapat dilakukan dengan akurat dan tepat mampu mendeteksi lebih awal penyakit tentunya akan dapat mencegah penyebarannya antar manusia, atau dapat diatasi sedini mungkin sehingga memperkecil angka resiko kematian. Demikian pula teknologi dalam upaya preventif dapat dilakukan sehingga kita dapat terhindar dari timbulnya penyakit tersebut. Berbagai teknologi kekinian terus dikembangkan dalam upaya terapi, preventif, dan diagnosis penyakit yang tepat sehingga kesehatan manusia menjadi lebih baik.

2. Sejarah Bioteknologi Kedokteran

Sejarah Teknologi di bidang Kedokteran dengan menggunakan material dari makhluk hidup telah dikembangkan dimulai dengan teknologi vaksin abad ke 18 sampai teknologi rekayasa genetika dan bioinformatika saat ini.

a. Vaksin

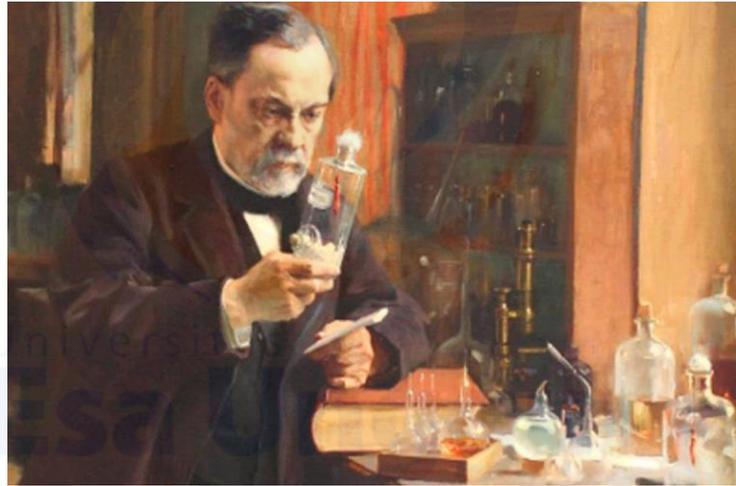
Bioteknologi kedokteran telah dimulai pada tahun 1796 (abad ke 18), saat Edward Jenner menemukan vaksin untuk mengobati pasien cacar. Edward Jenner, seorang dokter

dari Inggris, melihat kenyataan bahwa seorang yang telah terinfeksi cacar sapi (cowpox) tidak akan terinfeksi cacar (smallpox). Maka dia mencoba meneliti mengambil beberapa cairan dari luka penderita cacar sapi dan menggoreskan di permukaan lengan anak berusia 8 tahun, dan ternyata anak tersebut tidak menderita cacar smallpox, anak tetap sehat. Jenner menamakan cairan tersebut “vaksin” (dalam bahasa latin artinya Sapi).



Gambar 6. Edward Jenner menemukan vaksin untuk mengobati pasien cacar dengan menyuntikkan cairan dari pasien yang terinfeksi cacar sapi ke pasien yang terinfeksi cacar smallpox

Terobosan lainnya terjadi pada akhir abad 19, Louis Pasteur seorang ahli kimia dari Perancis, mengembangkan tehnik kimia untuk mengisolasi virus dan melemahkannya. Hasil isolasi virus itu merupakan vaksin, yang ditujukan untuk mengobati penyakit rabies saat itu. Namun upaya tersebut mendapat protes keras oleh ahli jiwa dan masyarakat. Peneliti lainnya mengembangkan vaksin untuk melawan penyakit Tipus, Rabies, serta Kolera. Pada pertengahan tahun 1920-an, vaksin untuk melawan Dipteri dan Pertusis telah dikembangkan. Tahun 1954 dikembangkan vaksin Polio. Pada tahun 1960-an, vaksin digunakan secara rutin dan tidak menyebabkan kontroversi pada masyarakat dan paramedis, dan vaksin virus aktif (hidup) telah dikembangkan untuk Campak (1963), Rubella/ campak Jerman (1966) dan penyakit Gondong (1968).



A



B

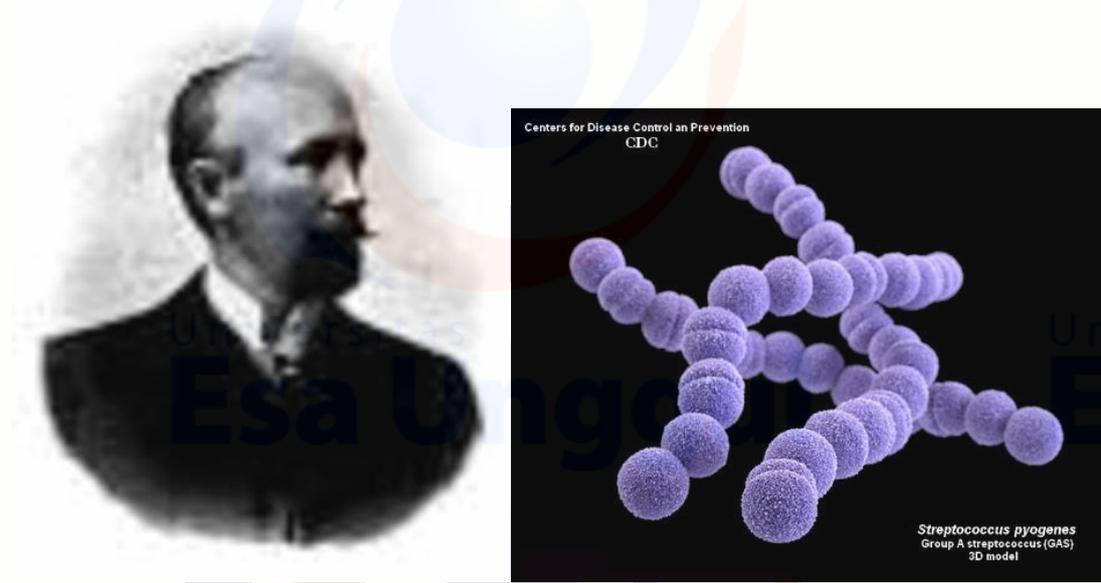


C

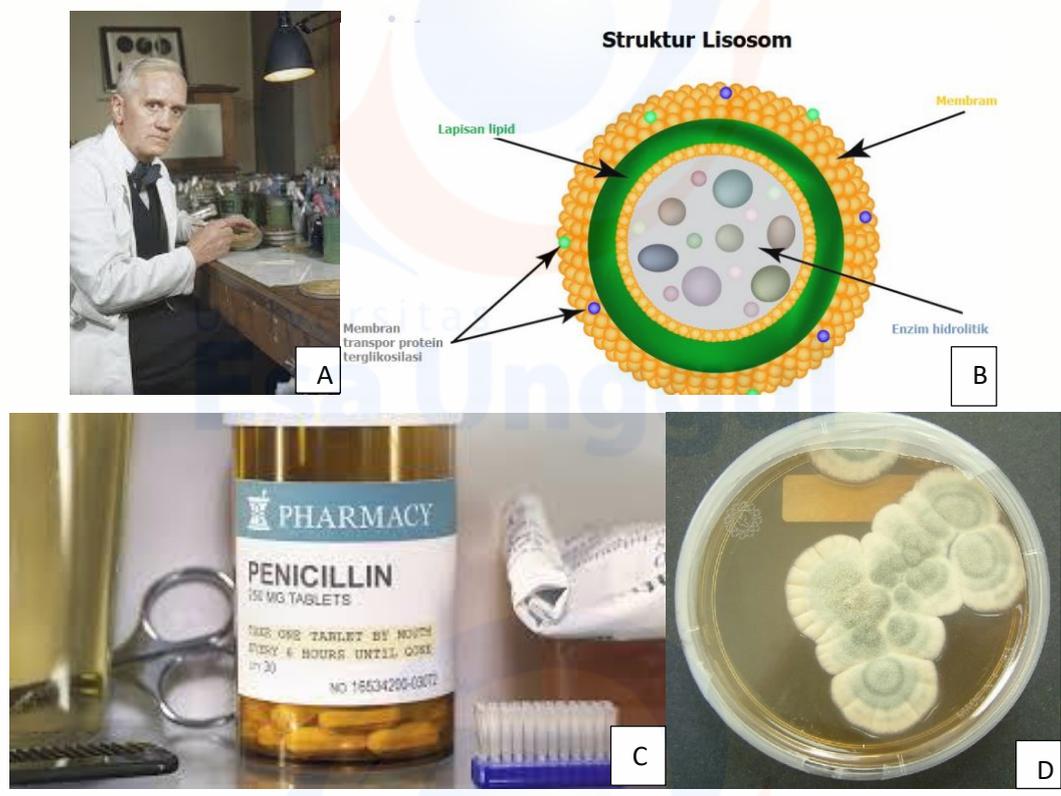
Gambar 7. A. Louis Pasteur penemu vaksin Rabies dan anthrax B. Vaksin polio
C. Vaksin Diphteri

b. Antibiotik

Sejarah penemuan antibiotik dimulai pada akhir tahun 1800-an ketika timbul penyakit yang disebabkan oleh infeksi mikroorganisme, yaitu penyakit kolera yang merupakan penyakit infeksi intestinal. Tahun 1887, hasil penelitian Rudolf Emmerich dengan menggunakan hewan uji menunjukkan bahwa penyakit kolera dapat dicegah oleh bakteri streptococcus. Pada awal tahun 1920, Alexander Fleming dari Inggris meneliti adanya enzim lisozim pada air mata manusia, yang dapat melisis sel bakteri. Enzim pyocyanase merupakan enzim lisozim yang terbukti dapat membunuh sel bakteri. Alexander Flemming juga menemukan antibiotic Penisilin. Saat ini produksi antibiotik dilakukan dalam skala besar dengan tangki fermentasi dengan ukuran besar untuk menumbuhkan bakteri *penicillium chrysogenum* dalam 100.000 liter fermentor sehingga didapatkan antibiotic penisilin dalam skala industry.



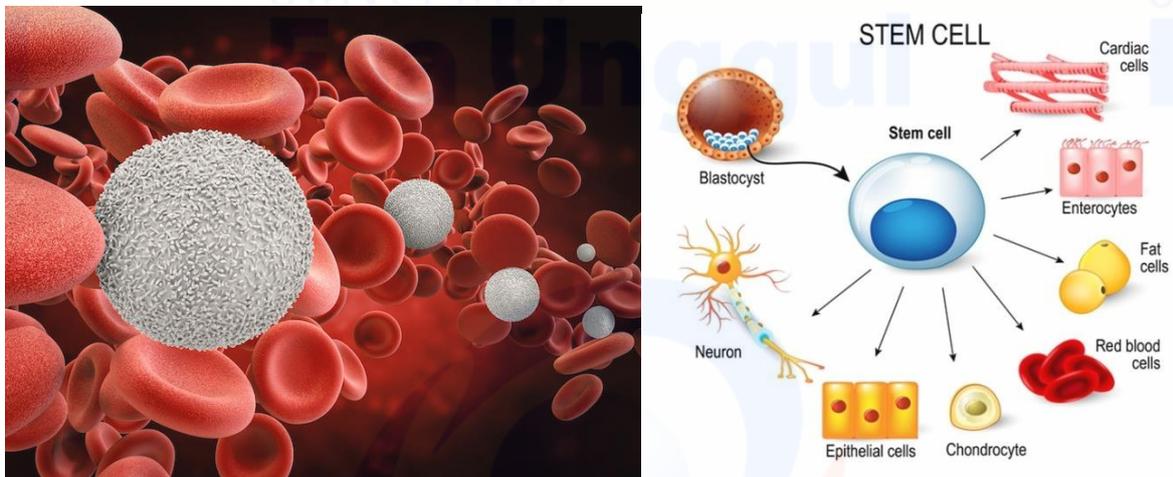
Gambar 8. Rudolf Emmerich dengan menggunakan hewan uji menunjukkan bahwa penyakit kolera dapat dicegah oleh bakteri streptococcus A. Rudolf Emmerich
 B. Steptococcus



Gambar 9. A. Alexander Fleming peneliti dari Inggris penemu enzyme lisosom yang mampu mematikan bakteri dan penemu antibiotic penisilin B. organel sel lisosom C. antibiotic penisilin D. Penicillium chrysogenum

c. Stem cell

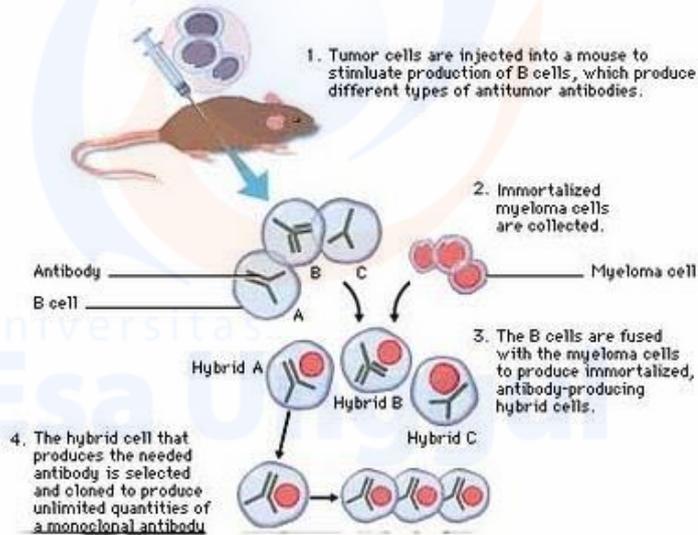
Alexander Maximov pada tahun 1908 mengajukan istilah stem cell pada acara kongres haematologi di Berlin, dia meneliti stem cell yang diambil dari sel haematopoetik darah. Penelitian stem sel (sel punca) berawal pada tahun 1981 dengan menggunakan embrio tikus, dan pada tahun 1995 penelitian sel punca dengan menggunakan sel embrio primate. Sampai akhirnya pada tahun 2010 pertama kali penelitian sel punca menggunakan embrio manusia.



Gambar 10. Stem cell A. Haematopoetik stem cell B. Embrional stem cell

d. Antibodi monoklonal

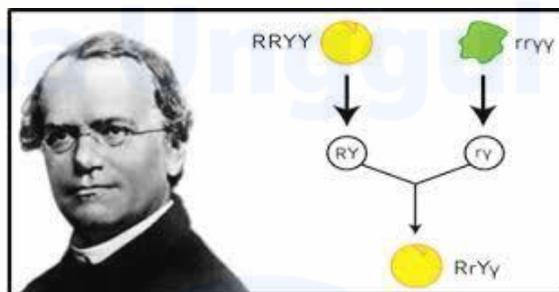
Teknologi antibodi monoklonal ditemukan pada tahun 1972 oleh César Milstein dan Georges Köhler ilmuwan dari Jerman di Basel Institute Roche Immunologi, yang akhirnya meraih Hadiah Nobel. Antibodi Monoklonal (Mabs) adalah antibodi yang dibuat oleh sel-sel kekebalan tubuh yang identik, yang merupakan hasil kloning dari sel induk tunggal. Antibodi monoklonal merevolusi perkembangan bioteknologi kedokteran karena menggunakan antibodi sebagai terapi penyakit. Terapi antibodi monoklonal menggunakan prinsip mengenal antigen untuk dihancurkan oleh system imun. Pembahasan mengenai prinsip kerja antibodimonoklonal akan dibahas dalam bab tersendiri.



Gambar 11. Pembuatan antibody monoclonal dari tubuh mencit dan dikultur (perbanyakkan antibody monoclonal) untuk terapi penyakit dengan mengikat antigen pada pasien

e. Rekayasa genetika

Sejarah rekayasa genetika dimulai sejak Gregor Mendel pada abad ke 19 tahun 1800-an menemukan adanya faktor yang diturunkan dari induk kepada keturunnya. Mendel menunjukkan adanya pola pewarisan sifat dari tanaman kacang ercis yang dia teliti. Pola pewarisan sifat ini disebut sebagai Hukum Mendel. Karya penemuan Mendel ini akhirnya memprakarsai ilmu genetika modern.



Gambar 12. Gregor Mendel dan hukum penurunan sifat

Molekul DNA pertama kali diamati oleh seorang ahli biokimia asal Jerman pada tahun 1869, yaitu Frederich Miescher. Tetapi, kala itu, para peneliti belum menyadari betapa pentingnya molekul-molekul ini. Pada tahun 1944 Oswald Avery menemukan fakta bahwa DNA membawa materi genetik, sehingga makin banyak penelitian yang dilakukan tentang DNA. Pada tahun 1953, James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins, dan Rosalind Franklin, menemukan struktur DNA berupa *double helix* yang membawa informasi biologis bagi setiap

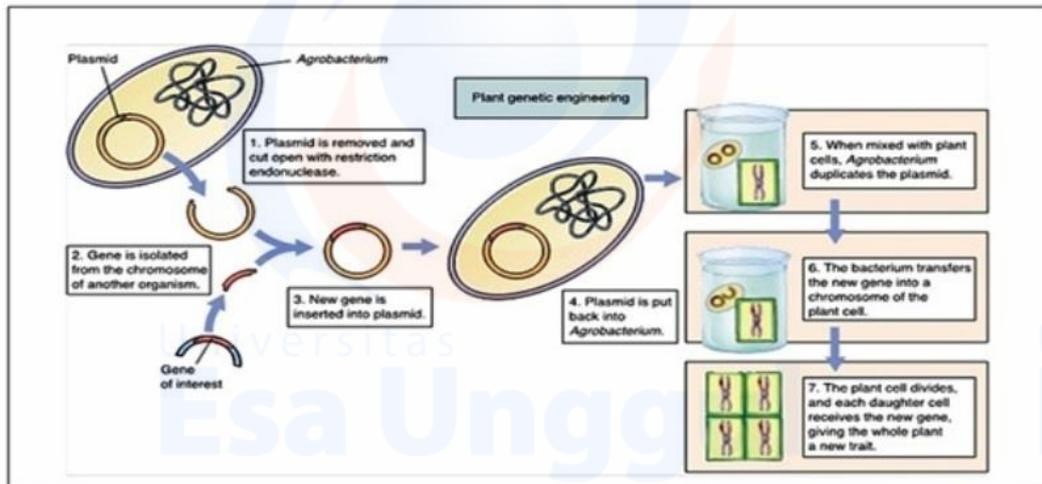
mahluk hidup. Penelitian dengan menggunakan DNA terus dikembangkan untuk kepentingan Kesehatan dan perkembangan kebutuhan pangan dengan mengembangkan Teknik rekayasa genetika.



Gambar 13. Watson dan Crick menemukan struktur double helix pada DNA

Rekayasa genetika merupakan Teknik manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara merekayasa struktur DNA menjadi DNA rekombinan melalui penyisipan gen baru. DNA rekombinan adalah DNA yang urutannya gennya telah direkombinasi agar memiliki sifat – sifat atau fungsi baru yang kita inginkan sehingga organisme inangnya dapat mengekspresikan sifat yang kita inginkan. Organisme yang dapat dilakukan sebagai obyek rekayasa genetika mencakup hampir semua golongan organisme, mulai dari bakteri, fungi, hewan tingkat rendah, hewan tingkat tinggi, hingga tumbuh – tumbuhan. Bidang kedokteran dan farmasi paling banyak berinvestasi di bidang yang relatif baru ini.

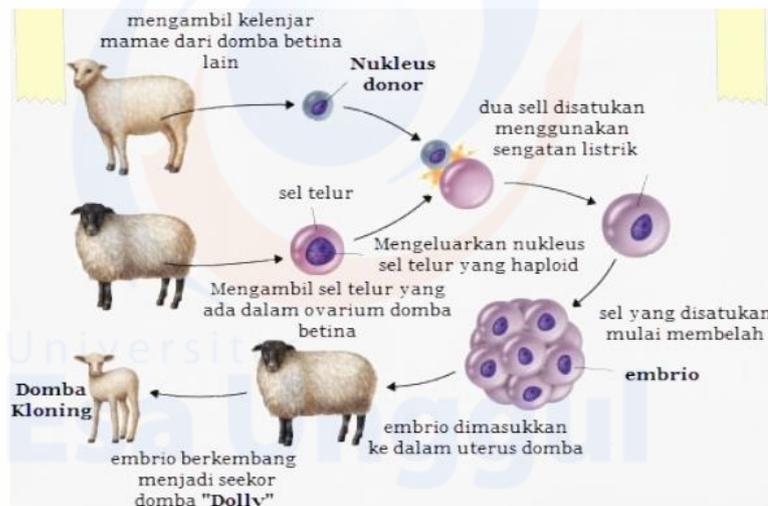
Salah satu metode dalam rekayasa genetika adalah penggunaan plasmid (lingkaran kecil DNA pada bakteri di luar kromosom). Plasmid digunakan untuk transfer (pemindahan) DNA bakteri dari suatu sel ke sel lain sehingga didapatkan sel hasil transgenik yang akan mengekspresikan protein yang diinginkan hasil transgenic.



Gambar 14. Teknik rekayasa genetika dengan menggunakan plasmid bakteri

f. Teknologi cloning

Teknologi cloning adalah merupakan salah satu teknologi dalam bioteknologi kedokteran. Teknologi cloning organisma dimulai pada tahun 1996 oleh Ian Willmut dengan mengkloning domba. Ian Willmut menggunakan sel kelenjar susu domba *finn dorset* sebagai donor inti dan sel telur domba *blackface* sebagai *resipien*. Inti sel telur domba *blackface* dihilangkan intinya dengan cara mengisap nukleusnya keluar dari sel menggunakan pipet mikro. Kemudian, inti sel dari sel kelenjar susu domba *finn dorset* difusikan dengan sel telur *blackface* yang tanpa nukleus. Hasil fusi ini inti sel dari sel kelenjar dan sel telur tersebut dikultur sehingga berkembang menjadi embrio yang disimpan dalam tabung kultur yang steril. Hasil pertumbuhan sel embrio dipindahkan ke rahim domba *blackface*. Kemudian embrio berkembang dan lahir dengan ciri – ciri sama dengan domba *finn dorset* karena embrio berasal dari inti sel tersebut. Hasil cloning sel telur ini disebut disebut nama domba Dolly. Namun dari 227 percobaan yang dilakukan oleh Willmut, hanya 29 yang berhasil menjadi embrio domba dan dapat ditransplantasikan ke rahim domba, dan hanya satu yang berhasil dilahirkan menjadi domba normal.



Gambar 15. Teknologi cloning embrio domba Dolly

g. Teknologi Bioinformatika

Istilah *bioinformatics* mulai digunakan pada pertengahan era 1980-an untuk mengacu pada penerapan komputer dalam biologi, walaupun sebetulnya pembuatan basis data dan pengembangan algoritme untuk analisis sekuens biologis sudah dilakukan sejak tahun 1960-an. Bioinformatika (*bioinformatics*) merupakan adalah ilmu yang mempelajari penerapan teknik komputasional untuk mengelola dan menganalisis informasi dari materi biologis.

Bidang bioinformatika mencakup bidang Teknik informatika, matematika, dan statistika untuk memecahkan masalah-masalah biologis dengan menggunakan perangkat lunak yang telah didesain oleh para peneliti. Teknik bioinformatika menggunakan sekuens DNA, asam amino serta informasi lainnya yang berkaitan dengan gen atau protein yang akan diteliti atau mekanisme lainnya dalam tubuh. Dalam bidang bioinformatika ini dipelajari tentang basis data untuk mengelola informasi biologis, penyejajaran sekuens (*sequence alignment*), prediksi struktur protein maupun struktur sekunder RNA, analisis filogenetik, dan analisis ekspresi gen.

Basis data sekuens protein mulai dikembangkan pada tahun 1960-an di Amerika Serikat, dan pengembangan basis data sekuens DNA dikembangkan pada akhir 1970-an di Amerika Serikat dan Jerman. Penemuan teknik sekuensing DNA pada pertengahan tahun 1970-an menjadi landasan penemuan sekuens DNA pada beberapa organisme untuk mengungkapkan jumlah sekuens DNA setiap organisme pada tahun 1980-an dan 1990-an. Sehingga pada masa itu menjadi masa awal terjadinya proyek-proyek penelitian pengungkapan genom setiap organisme. Peningkatan kebutuhan akan pengelolaan dan analisis sekuens, menyebabkan lahirnya bioinformatika.

Perkembangan Internet sangat mendukung berkembangnya bioinformatika, sebab basis data bioinformatika dapat dengan mudah diperoleh para peneliti untuk mengembangkan penelitiannya. Hasil sekuensing DNA dan protein dapat dengan mudah disimpan ke dalam

basis data sebagai bahan analisis. Berkembangnya program-program aplikasi bioinformatika yang dengan mudah dapat diperoleh melalui Internet akan memudahkan para peneliti untuk mengembangkan penelitiannya.

D. Daftar Pustaka

1. Freeman, Scott. 2011. *Biological Science*. 6th ed. Hoboken, NY: Pearson. p. 210.
2. Campbell, N.A, J.B Reece, L.A.Urry, M.L Cain, S.A. Wasserman, P.V. Minorsky, R.B. Jackson. 2008. *Biology*. 8th ed. Pearson Benjamin Cummings. San Fransisco.
3. Seeley, R R, Stephens, T.D, Tate, P. 2006. *Anatomy and Physiology*. McGraw Hill, NY.Letunic, I; Bork, P. 2006. "Interactive Tree of Life". Retrieved 23 July 2011.
4. Attwood, T.K.; Parry-Smith, D.J. 1999. *Introduction to Bioinformatics, Harlow: Pearson Education*. ISBN 0-582-32788-1.
5. Krane, D.E.; Raymer, M.L. 2003. *Fundamental Concepts of Bioinformatics*. San Francisco: Benjamin Cummings. ISBN 0-8053-4633-3.
6. Mount, D.W. 2001. *Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis*. Cold Spring Harbor: Cold Spring Harbor Laboratory Press. ISBN 0-87969-608-7.

Universitas
Esa Unggul

Universitas
Esa Unggul

Universita
Esa U

Universitas
Esa Unggul

Universita
Esa U