

**IKATAN PROGRAM STUDI
BIOTEKNOLOGI INDONESIA (IPSBI)**

**RUMUSAN
NASKAH
AKADEMIK
STANDAR
NASIONAL
BERBASIS KKNI**

2017

SARJANA BIOTEKNOLOGI

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahwa pendidikan tinggi sebagai bagian dari sistem pendidikan nasional memiliki peran strategis dalam mencerdaskan kehidupan bangsa menghasilkan intelektual, ilmuwan, dan/atau profesional yang berbudaya dan kreatif, toleran, demokratis, berkarakter tangguh, berani membela kebenaran demi kepentingan bangsa. Untuk menghasilkan sumberdaya manusia (SDM) unggul demikian dapat dicerminkan dari kurikulum pendidikan tingginya. Sebagaimana diatur dalam UU no 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi pasal 35 bahwa kurikulum pendidikan tinggi harus mengacu Standar Nasional Pendidikan Tinggi yang untuk setiap program studi mencakup pengembangan kecerdasan intelektual, akhlak mulia, dan ketrampilan. Standar kurikulum yang disusun dalam suatu institusi pendidikan didasarkan pada pemenuhan target Capaian Pembelajaran/CP (*Learning Outcome/LO*) yang dapat dipenuhi melalui isi dan proses pembelajaran. Capaian Pembelajaran (CP) yang dicanangkan dalam lingkup pendidikan nasional mengacu pada perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan budaya global yang tidak terlepas dari perkembangan kapasitas dan potensi sumber daya manusianya. Penyesuaian diri dalam menghadapi pasar tenaga kerja global (mis.: MEA, AFTA) dengan tetap berpijak pada pengembangan jati diri bangsa mendorong Pemerintah RI mencanangkan sistem Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI), yaitu kerangka penjenjangan kualifikasi di Indonesia yang dapat menyandingkan, menyetarakan, dan mengintegrasikan luaran pendidikan formal, nonformal, informal, dan/atau pengalaman kerja dalam rangka pengakuan kompetensi kerja sesuai dengan struktur pekerjaan di berbagai sektor, sesuai jenis dan jenjang pendidikan tinggi. KKNI disusun dengan tujuan menjamin akuntabilitas penyelenggara pendidikan dalam kesetaraan kualifikasi/kompetensi lulusannya sesuai dengan jenjang pendidikannya. Tujuan lainnya adalah untuk menjamin ketercapaian mutu pendidikan di Indonesia berada dalam taraf yang sama dengan mutu pendidikan di negara-negara lain.

Ikatan Program Studi Bioteknologi Indonesia (IPSBI) adalah asosiasi yang beranggotakan ketua/kepala suatu institusi pendidikan penyelenggara Program Studi Bioteknologi di seluruh Indonesia. IPSBI mensinergikan kurikulum

Bioteknologi sesuai dengan kualifikasi KKNI, melalui pertemuan-pertemuan untuk menyusun Kurikulum Standar Minimum untuk semua jenis dan jenjang program studi, yang dimulai dengan fokus terlebih dahulu pada Program Studi Sarjana S1 Bioteknologi. Kurikulum minimum Program Studi Sarjana S1 Bioteknologi wajib menjadi acuan bagi semua Perguruan Tinggi di Indonesia yang menyelenggarakan Program Sarjana Bioteknologi. Sesuai dengan istilah minimum, maka kurikulum-kurikulum yang disusun oleh suatu Perguruan Tinggi semestinya memiliki isi lebih dalam dan/atau lebih luas daripada kurikulum minimum atau setidaknya sama dengan kurikulum minimum. Dengan kata lain, penyelenggara memiliki kewenangan untuk memasukkan jati diri atau warna institusi di mana program studi bioteknologi itu diselenggarakan.

1.2. Landasan Hukum

Pembuatan standar kurikulum merujuk pada undang-undang dan peraturan pemerintah yang berlaku yaitu:

1. Undang-undang RI Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Undang-undang RI No. 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi.
3. Peraturan Pemerintah RI Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan yang telah diubah dengan PP no 32 tahun 2013.
4. Peraturan Presiden no 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI).
5. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan no 73 Tahun 2013 tentang Penerapan KKNI Bidang Pendidikan Tinggi.
6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 49 Tahun 2014 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi.
7. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 15 Tahun 2017 tentang Penamaan Program Studi pada Pendidikan Tinggi.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penyusunan Standar Kurikulum Bioteknologi untuk Program Sarjana Bioteknologi ini adalah untuk menjadikan dokumen ini sebagai acuan minimal dalam pengembangan kurikulum di Perguruan Tinggi khususnya yang menyelenggarakan Pendidikan Sarjana Bioteknologi.

BAB II STANDAR KURIKULUM SARJANA BIOTEKNOLOGI

2.1. Capaian Pembelajaran Program Sarjana Bioteknologi

Penyusunan standar minimum kurikulum diawali dengan mempertimbangkan naskah rumusan Capaian Pembelajaran/CP (*learning outcome/LO*) untuk program sarjana biologi nasional sebagai program studi paling terkait yang telah ada sebelumnya di Indonesia, yang kemudian disesuaikan untuk mengakomodasi profil lulusan Program Studi Bioteknologi di Indonesia (Tabel 1). Capaian pembelajaran tersebut juga mengacu pada Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) serta teori/konsep bioteknologi dan aplikasinya. Capaian pembelajaran tersebut mencakup empat aspek yaitu Sikap/Tata-nilai, Penguasaan Pengetahuan, Kemampuan Kerja (Ketrampilan Khusus), dan Kemampuan Manajerial (Ketrampilan Umum). Aspek yang disepakati dalam beberapa kali forum pertemuan IPSBI/KOBI berkenaan dengan kekhususan PS Bioteknologi adalah **Penguasaan Pengetahuan** dan **Kemampuan Kerja (Ketrampilan Khusus)** bagi jenjang pendidikan **Sarjana Bioteknologi (S-1, Level 6 KKNI)** (Tabel 2).

Tabel 1. Rumusan Capaian Pembelajaran (LO): Sikap, pengetahuan dan ketrampilan Lulusan Program Studi Bioteknologi Nasional

PROGRAM STUDI S1 BIOTEKNOLOGI
SIKAP
<ul style="list-style-type: none"> a. bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius; b. menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika; c. menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik; d. berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta tanggungjawab pada negara dan bangsa; e. menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinal orang lain; f. berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan pancasila; g. bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan; h. taat hukum dan disiplin dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara; i. menginternalisasi semangat kemandirian, kejuangan, dan kewirausahaan; j. menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri.
PENGUASAAN PENGETAHUAN
<ul style="list-style-type: none"> a. menguasai konsep teoritis biologi dasar, kimia dan biokimia, biologi sel dan biologi molekuler, mikrobiologi, fisiologi, genetika, rekayasa genetika, teknologi bioproses, bioinformatika, enzimologi & teknologi enzim, serta bioetika;

<ul style="list-style-type: none"> b. menguasai konsep, prinsip dan aplikasi pengetahuan bioteknologi pada berbagai bidang; c. menguasai konsep, prinsip dan aplikasi bioteknologi yang relevan termasuk rekayasa organisme untuk perbaikan proses dan produk/jasa yang dihasilkan; d. menguasai prinsip dasar piranti lunak untuk analisis dan sintesis sumberdaya hayati dalam lingkup spesifik; e. menguasai prinsip dan konsep pengukuran berbasis bioteknologi, instrumen, serta metode standar analisis sumberdaya hayati.
KETERAMPILAN KHUSUS
<ul style="list-style-type: none"> a. mampu mengaplikasikan keilmuan bioteknologi agar bermanfaat bagi dirinya sendiri dan masyarakat umum dalam kehidupan sehari-hari; b. mampu menyiapkan, menangani, dan mengelola sumber daya hayati dalam lingkup spesifik; c. mampu mengidentifikasi masalah iptek di bidang pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya hayati melalui prinsip-prinsip bioteknologi; d. mampu menyajikan alternatif solusi bioteknologi terhadap masalah bidang pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya hayati dalam lingkup spesifik, yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan secara tepat.
KETERAMPILAN UMUM
<ul style="list-style-type: none"> a. menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan/atau teknologi sesuai dengan bidang keahliannya; b. mengkaji implikasi pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan, teknologi, atau seni sesuai dengan keahliannya berdasarkan kaidah, tata cara dan etika ilmiah untuk menghasilkan solusi, gagasan, desain atau kritik seni serta menyusun deskripsi saintifik hasil kajiannya dalam bentuk skripsi atau laporan tugas akhir c. mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahlian bioteknologi, berdasarkan hasil analisis terhadap informasi dan data; d. mengelola pembelajaran secara mandiri; e. mengembangkan dan memelihara jaringan kerja dengan pembimbing, kolega, sejawat, baik di dalam maupun di luar lembaganya.

Gagasan dalam naskah Capaian Pembelajaran (LO) Program Studi Bioteknologi Nasional sebagaimana Tabel 1 didiskusikan dalam forum pimpinan Program Studi/Jurusan/Fakultas penyelenggara Pendidikan Bioteknologi, kemudian hasilnya dirumuskan dalam tiga hal Penguasaan Pengetahuan, masing-masing mengandung pemahaman yaitu: **(1) penguasaan pengetahuan tentang prinsip-prinsip bioteknologi** (biologi yang diperkaya dengan sudut pandang multidisiplin: biokimia, biofisika, informatika, dll), **(2) penguasaan pengetahuan tentang konsep aplikasi bidang bioteknologi** (misal: konsep mengaplikasikan metode biologi molekuler untuk konservasi dan peningkatan kualitas sumber daya hayati), **(3) penguasaan pengetahuan tentang prinsip dasar aplikasi perangkat untuk keperluan analisis dan sintesis di bidang Bioteknologi** (misal: prinsip dasar aplikasi bioinformatika). Hasil rumusan kompetensi untuk aspek Kemampuan Kerja (Keterampilan Khusus) dijabarkan dalam tiga hal kemampuan, yaitu: **(1) kemampuan lulusan dalam memecahkan masalah sederhana di bidang Bioteknologi** berkaitan dengan kontribusinya dalam suatu tim/organisasi untuk pengambilan keputusan yang tepat, **(2) kemampuan memanfaatkan keilmuan Bioteknologi** dalam kehidupan sehari-

hari baik bagi dirinya sendiri maupun masyarakatnya, **(3) kemampuan** untuk melaksanakan ide kreatif dalam **mengelola sumber daya hayati** di lingkungan tertentu (lingkup spesifik).

Tabel 2. Capaian Pembelajaran (Kompetensi) Umum terkait kemampuan kerja bagi pendidikan tingkat sarjana (S-1; Level 6)

S1 (LEVEL 6)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu melaksanakan tugas akhir di bidang keahlian/keilmuannya berdasarkan kaidah keilmuan yang hasilnya disusun dalam bentuk skripsi atau karya desain/seni/model beserta deskripsinya berdasarkan metoda atau kaidah rancangan baku. 2. Mampu bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri dan dapat diberi tanggung jawab atas pencapaian hasil kerja institusi atau organisasi dengan mengutamakan keselamatan dan keamanan kerja. 3. Mampu mengambil keputusan yang tepat berdasarkan analisis dan evaluasi terhadap pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya. 4. Mampu mengelola pembelajaran diri sendiri. 5. Mampu megkomunikasikan informasi dan ide melalui berbagai bentuk media kepada masyarakat sesuai dengan bidang keahliannya. 6. Mampu mengelola (mendokumentasikan, menyimpan, mengaudit, dan mengamankan) data riset untuk keperluan otentikasi, orisinalitas, dan studi pengulangan (<i>reproducibility</i>). 7. Mampu mengembangkan dan memelihara jaringan kerja dengan pembimbing, kolega, sejawat di dalam maupun luar institusi.
-------------------------	---

2.2. Alokasi Takaran dan Standard Isi Minimum Kelompok Pembelajaran

Agar setiap perguruan tinggi di Indonesia yang menyelenggarakan pendidikan Sarjana Bioteknologi memiliki keseragaman takaran pembelajaran minimal yang wajib dipenuhi, maka perlu disusun pembagian kelompok kajian yang berpijak pada kompetensi yang dicanangkan. Kelompok Bahan Kajian dalam kurikulum Program Studi Bioteknologi terdiri dari empat kelompok yang disebutkan dalam Kode A yaitu Mata Kuliah (MK) Pengembang Kepribadian, Kode B yaitu Bidang Kajian Inti Bioteknologi Nasional, Kode C yaitu Muatan Pengayaan Wajib Bioteknologi Indonesia dan Kode D yaitu Muatan Khusus Institusi (Tabel 4).

Tabel 4. Takaran minimum per-kelompok bahan kajian

Kode	Kelompok Bahan Kajian	Materi Kajian	Takaran SKS
A	MK Pengembangan Kepribadian	Agama, Pancasila, Kewarganegaraan, Bhs Indonesia dll.	8-12 (5,5-8,3%)
B	BK Inti Bioteknologi Nasional	B1 Biologi Dasar	2 (1,4%)
		B2 Pengantar dan Etika Bioteknologi	2 (1,4%)
		B3 Bonggol Keilmuan Bioteknologi	46 (31,9%)
		B4 <i>Bioenterpreunership</i>	2 (1,4%)
C	Muatan Pengayaan Wajib Bioteknologi Indonesia	Megabiodiversitas	6 (4%)
D	Muatan Khusus Institusi	Wajib Institusi (D1)	74-78
		Wajib Prodi (D2)	(51,4-54,2%)
		Pilihan prodi	
		Pilihan Umum	
	Jumlah		144 (100%)

A. Mata Kuliah Pengembangan Kepribadian

Mata Kuliah (MK) Pengembangan Kepribadian merupakan Mata Kuliah yang telah ditetapkan oleh pemerintah baik nama maupun bobot sks-nya, yaitu Agama, Pancasila, Kewarganegaraan, Bahasa Indonesia dan MK lain yang mungkin akan ditetapkan oleh pemerintah di kemudian hari. Bobot sks dari kelompok A ini berkisar antara 8-12 sks. Kompetensi dan muatan dari MK dalam kelompok ini ditetapkan oleh Pemerintah sehingga tidak dibahas oleh IPSBI.

B. Bidang Kajian Inti Bioteknologi Nasional

Kelompok Bahan Kajian B adalah muatan materi inti bioteknologi sebagai kompetensi dasar seorang sarjana bioteknologi di tingkat nasional dan internasional. Kompetensi dasar yang wajib dimiliki seluruh sarjana bioteknologi dalam menguasai konsep dan prinsip bioteknologi serta aplikasinya bagi penanganan permasalahan di bidang pangan, kesehatan, lingkungan (hayati), dan sumber daya hayati. Kelompok B dibagi menjadi empat, yang pertama (B1) adalah pembelajaran tentang tujuh prinsip dasar Biologi; yang kedua (B2) adalah pengantar/wawasan tentang aplikasi bioteknologi di berbagai bidang; yang ketiga

(B3) adalah Bonggol atau Cabang Bioteknologi; yang keempat (B4) adalah wawasan *entrepreneurship* dalam bidang bioteknologi.

B1. Biologi Dasar

Tujuh prinsip biologi yaitu Universalitas, Struktur, Homeostasis, Diversitas, Interaksi, Kontinuitas dan Evolusi. Ketujuh prinsip ini tidak harus disampaikan dalam matakuliah khusus, namun perlu ditanamkan pemahamannya di awal pembelajaran. Dalam setiap subjek dan objek biologi, ketujuh prinsip tersebut tidak terpisah satu sama lain melainkan saling mendukung dan selalu bekerja, baik di tingkat subseluler maupun di tingkat ekosistem. Misalnya prinsip universalitas dapat meliputi struktur, homeostasis, diversitas dan sebagainya. Secara praktis selama ini, ketujuh prinsip ini dapat disampaikan saat awal perkuliahan sebagai mata kuliah Biologi Dasar atau Biologi Umum dengan bobot minimal 2 sks. Penjelasan masing-masing prinsip adalah sebagai berikut:

1. Universalitas

Prinsip ini menjelaskan bahwa semua makhluk hidup pada dasarnya memiliki suatu kesamaan. Kesamaan ini meliputi kesamaan dalam struktur, kecenderungan untuk mempertahankan kondisi yang tunak (*steady state*), memiliki keanekaragaman, melakukan interaksi, tidak bersifat deskrit (berarti kontinyu) dan melakukan evolusi. Pada dasarnya semua yang ada di alam ini memiliki suatu karakter yang bersifat universal, tidak terkecuali pada makhluk hidup juga memiliki karakter yang bersifat universal.

2. Struktur dan Anatomi

Setiap unit kehidupan memiliki struktur. Struktur ini ada yang bersifat umum dan khusus. Dalam konsep biologi disebutkan bahwa setiap organisme tersusun dari sel. Sel-sel membentuk jaringan, kemudian jaringan-jaringan membentuk organ dan seterusnya. Di sini juga dipelajari organisasi tingkat individu dan perubahan ontogenik organisasi tersebut.

3. Homeostasis

Setiap organisme memiliki naluri untuk mempertahankan hidup, baik secara individual maupun komunitas. Untuk itu diperlukan suatu kondisi internal sedemikian yang disebut kondisi tunak (*steady state*) atau

homeostasis. Kondisi ini harus dipertahankan bagi keberlangsungan proses kehidupan.

4. Diversitas

Walaupun memiliki sifat yang universal, namun tidak akan pernah ada dua unit kehidupan yang sama 100% karena adanya variasi antar unit kehidupan, baik di tingkat sel, individu maupun komunitas. Adanya variasi ini merupakan prinsip dasar untuk membedakan suatu unit kehidupan dengan unit kehidupan lain yang setara.

5. Interaksi

Semua benda di alam ini selalu berinteraksi dengan benda lainnya, demikian juga halnya pada makhluk hidup. Hanya saja interaksi yang terjadi pada makhluk hidup sangat penting karena dapat mempengaruhi keberadaannya dan keberlangsungan hidupnya. Interaksi yang terjadi sifatnya dapat aktif. Di sini dipelajari organisasi interaksi individu dari tingkat populasi, komunitas, ekosistem sampai dengan biosfer.

6. Kontinuitas

Keberadaan makhluk hidup sifatnya kontinyu. Kontinuitas ini terjadi pada tingkat spesies maupun individu. Kelangsungan di tingkat spesies berakibat pada kelestarian suatu takson, sedangkan kontinuitas di tingkat individu tampak pada mekanisme pertumbuhan, mulai dari gamet sampai individu dewasa melakukan reproduksi (yang bertujuan untuk kontinuitas keberadaan suatu takson).

7. Evolusi

Kontinuitas yang berlangsung secara langgeng dapat menimbulkan adanya perubahan yang apabila terjadi dalam waktu yang lama serta terakumulasi akan menyebabkan terjadinya evolusi. Di sini juga dipelajari keanekaragaman makhluk hidup dan sejarah filogeninya.

B2. Pengantar dan Etika Bioteknologi

Capaian Pembelajaran (CP) untuk Kajian Pengantar Bioteknologi:

1. mahasiswa mengetahui sejarah Bioteknologi serta arah perkembangannya di masa yang akan datang.

2. mengenal wawasan aplikasi berbagai teknik bioteknologi konvensional maupun modern (biologi molekuler dan rekayasa molekuler) pada mikroorganisme, hewan dan tanaman.
3. Mengetahui dan mampu menerapkan batasan etika dan aturan dalam penerapan keilmuan Bioteknologi

Bahan Kajian minimum:

1. Sejarah Bioteknologi
2. Ekonomi Bioteknologi
3. Modifikasi Genetik dan produk Transgenik
4. Teknologi Fermentasi
5. Teknologi Antibodi
6. DNA based Diagnostik
7. Genomics
8. Protein Engineering
9. Terapi Gen
10. Etika penelitian menggunakan makhluk hidup
11. Etika rekayasa organisme
12. Dampak produk bioteknologi pada lingkungan dan organisme
13. Regulasi dan aspek sosial budaya masing-masing negara

B3. Bonggol Keilmuan Bioteknologi

Dalam bidang kajian bioteknologi, cabang ilmu pengetahuan alam yang kemudian berkembang menjadi multidisiplin ini mempelajari tentang eksplorasi makhluk hidup yang mencakup kajian struktur, proses, keanekaragaman dan kelangsungan sistem serta modifikasi/rekayasannya untuk tujuan aplikasi yang lebih optimal. Kerena itu kajian bioteknologi selanjutnya didalami pada:

- (1) **Biologi Sel dan Molekuler** yang mempelajari organisasi benda hidup tingkat sel dan sub-seluler, termasuk konsep dan aplikasi metode analisa instrumentasi molekuler.
- (2) **Fisiologi** mempelajari proses-proses yang terjadi dalam sistem benda hidup,
- (3) **Genetika dan Rekayasa Genetika** yang mempelajari substansi gen dan proses-proses pewarisannya untuk menjamin kelangsungan sistem benda

- hidup, serta konsep dan teknik-teknik dasar melakukan manipulasi terhadap materi genetik makhluk hidup guna mendapatkan sifat yang lebih baik.
- (4) **Kimia, Biokimia dan Enzimologi** yang mempelajari substansi molekul kimia atau biokimia yang utamanya menjadi dasar bagi pemahaman fenomena biologi dan bioteknologi, serta karakter dasar, aplikasi dan potensi enzim dalam proses bioteknologi..
 - (5) **Mikrobiologi** yang mempelajari identifikasi, karakterisasi dan pemanfaatan mikroorganisme.
 - (6) **Teknologi Bioproses** termasuk fermentasi yang mempelajari teknologi untuk pemanfaatan makhluk hidup (mikroorganisme, sel lain atau molekul enzim) dalam suatu proses produksi bahan tertentu (bahan pangan, bahan bakar dll) hingga proses hilirnya (*downstream processing*).
 - (7) **Bioinformatika** yang mempelajari aplikasi dari alat komputasi dan analisa untuk menangkap dan menginterpretasikan data-data biologi.

Masing-masing bonggol ilmu tersebut memuat isi/materi dasar sebagai muatan minimum yang wajib dipenuhi oleh setiap penyelenggara pendidikan sarjana bioteknologi. Uraian standar isi minimum per-bonggol ilmu telah dirumuskan pada pertemuan IPSBI pada tanggal 28-29 Juli 2017.

Untuk memberikan keleluasaan kepada institusi penyelenggara pendidikan Bioteknologi dalam menyusun kurikulum, maka nama mata kuliah wajib berikut bobot sks-nya tidak ditentukan oleh IPSBI, namun hanya disebutkan Capaian Pembelajaran Utama dari setiap bonggol, muatan isi atau topik kajian minimum yang wajib dimasukkan untuk mengisi aspek penguasaan pengetahuan dan kemampuan kerja pada kurikulum program studi.

(1) Biologi Sel dan Molekuler

Capaian Pembelajaran:

1. memahami dan mampu membedakan struktur, fungsi dan organisasi kehidupan di tingkat seluler, yang meliputi membran, organel sel, sitoskeleton, vesikel transport, matriks ekstraseluler.
2. memahami dan mampu menganalisis koordinasi kehidupan, regulasi pertumbuhan dan perkembangan, dan sistem komunikasi sel.

3. mampu menjelaskan serta menganalisis konsep dasar biologi molekuler; sintesis ekspresi gen dan regulasinya; fungsi, struktur dan modifikasi protein, DNA dan RNA.

Bahan kajian minimal meliputi:

1. Teori dan sejarah penemuan sel.
2. Struktur dan fungsi organel.
3. Struktur dan fungsi membran sel.
4. Siklus sel, pembelahan sel dan apoptosis.
5. Komunikasi antar sel.
6. Transportasi intraseluler dan interaksi dengan lingkungan.
7. Sejarah perkembangan biologi molekuler (mis. Kajian yg mendasari bahwa aspek molekuler mengendalikan proses fisiologi sel)
8. Struktur molekul DNA-RNA, tRNA, rRNA, snRNA.
9. Regulasi gen: transkripsi, post-transkripsi, translasi, post-translasi.
10. Protein: struktur, fungsi, maturasi.
11. Rekayasa genetika: DNA rekombinan, kloning.
12. Teknik mempelajari sel (teori dan praktek): mampu membedakan sel hewan dan sel tumbuhan, fraksinasi dan analisis komponen seluler, permeabilitas lipid membran.
13. Teknik analisis biologi molekuler (DNA dan protein): isolasi DNA dan protein.

(2) Fisiologi

Capaian Pembelajaran:

1. mampu menjelaskan konsep yang terkait dengan proses-proses fisiologi yang terjadi pada organisme (mikroorganisme, tumbuhan dan hewan) secara komprehensif.
2. mampu melakukan analisis dan sintesis sederhana terhadap performa organisme berdasarkan kondisi fisiologisnya.

Bahan kajian minimal meliputi:

1. Fisiologi Tumbuhan: Air, Zat Hara, Fotosintesis, Respirasi, Metabolisme Sekunder, Zat Pengatur Tumbuh, Gerak, Dormansi dan Perkecambahan, Respon terhadap lingkungan.

2. Fisiologi Hewan: Homeostasis, Koordinasi syaraf dan hormon, gerak, Pencernaan, Respirasi, Sirkulasi, Ekskresi, Imunitas, Reproduksi (di dalamnya gametogenesis), Hibernasi dan Estivasi.
3. Fisiologi Mikroba: Nutrisi, Respirasi, Fermentasi, Pertumbuhan, Metabolisme sekunder, Respon terhadap lingkungan.

(3) Genetika dan Rekayasa Genetika

Capaian Pembelajaran:

1. mampu menjelaskan struktur dan fungsi gen,
2. mampu menjelaskan dan menganalisis mekanisme pola pewarisan sifat, perubahan materi pewarisan sifat dan pengaruhnya serta pewarisan sifat dan keseimbangan genetik dalam populasi.
3. mampu menjelaskan prinsip dasar rekayasa genetika
4. mampu menjelaskan host dan vektor umum yang digunakan pada rekayasa genetika
5. mengenal dan mampu melakukan teknik-teknik dasar kloning dan analisa gen
6. mengenal contoh-contoh aplikasi rekayasa genetika pada berbagai bidang

Bahan kajian minimal meliputi:

1. Materi Genetik: Struktur, genotip dan fenotip, dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Pewarisan Sifat: Hukum Mendel, Prinsip analisis silsilah (*Pedigree*), Modifikasi prinsip Mendel, Penentuan jenis kelamin, tautan gen.
3. Genetika Populasi: Perubahan frekuensi gen akibat seleksi, migrasi, mutasi.
4. Perkembangan awal teknologi DNA rekombinan
5. Metode-metode yang lazim dipakai untuk kloning dan analisis gen
6. Teknologi DNA rekombinan pada sel hewan, mikroorganisme, dan tumbuhan

(4) Kimia, Biokimia dan Enzimologi

Capaian pembelajaran

1. memahami dan mampu melakukan perhitungan stoikiometri, preparasi larutan dengan berbagai parameter kimia yang diperlukan (konsentrasi, pH, kapasitas buffer, dll).
2. mampu melakukan metode-metode analisa kimia pada berbagai sampel.

3. mampu menjelaskan struktur, klasifikasi dan sifat-sifat zat kimia dan biokimia (karbohidrat, lipid, protein, enzim, asam nukleat, vitamin, koenzim)
4. memahami tentang metabolisme energi, karbohidrat, lipid, protein dan asam nukleat, serta memahami peran hormon dalam mengatur metabolisme.
5. mampu menjelaskan mekanisme dan kinetika enzim sebagai biokatalis serta menghitung kinetika reaksinya
6. mampu memberi contoh peran dan aplikasi berbagai enzim di industri/non-industri yang melibatkan enzim
7. mampu menerapkan prinsip teknologi enzim secara sederhana dalam penyelesaian kasus-kasus nyata

Bahan kajian minimal meliputi:

1. Stoikiometri
2. Larutan
3. Analisa kimia
4. Struktur dan penggolongan molekul
5. Molekul organik dan biomolekul (asam amino/protein, enzim, karbohidrat, lemak, asam nukleat, vitamin, koenzim)
6. Metabolisme dan Energi
7. Bioenergetika dan ATP
8. Klasifikasi dan dasar-dasar enzim sebagai biokatalis
9. Immobilisasi enzim dan kompleks enzim (sel)
10. Aplikasi teknologi enzim

(5) Mikrobiologi

Capaian Pembelajaran:

1. Mampu menjelaskan, membedakan, mengkarakterisasi, dan mengidentifikasi jenis-jenis mikroorganisme.
2. Mampu membuat media untuk pertumbuhan, menghitung jumlah dan laju pertumbuhan mikroorganisme.
3. Mampu menjelaskan dan melakukan uji aktivitas fisiologis, metabolisme, dan genetika mikroorganisme.
4. Menjelaskan mengenai peran mikroorganisme dalam berbagai bidang industri

Bahan kajian minimal meliputi:

1. Struktur dan fungsi sel, metabolisme/fisiologi, genetika, dan klasifikasi mikroorganisme
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba.
3. Berbagai aplikasi mikrobiologi dalam industri

(6) Teknologi Bioproses

Capaian pembelajaran:

1. mampu menjelaskan prinsip kerja berbagai jenis bioreaktor
2. mampu melakukan perhitungan stoikiometri dan kinetika reaksi biologis
3. mampu menjelaskan hal-hal teknis penanganan bioreaktor seperti sterilisasi dan utilitas

Bahan kajian minimal meliputi:

1. Tahapan bioproses di dalam bioindustri
2. Elemen-elemen dasar dan prinsip kerja berbagai jenis bioreaktor, kontrol bioreaktor
3. Kinetika pertumbuhan sel, pembentukan produk dan konsumsi substrat pada reaksi biologi pada bioreaktor batch dan kontinyu, yield dan degree of conversion
4. Penanganan bioreaktor (sterilisasi dan utilitas)
5. Proses hilir

(7) Bioinformatika

Capaian pembelajaran:

1. mampu menjelaskan pengertian dan sejarah perkembangan Bioinformatika
2. mampu menjelaskan aplikasi Bioinformatika dalam berbagai bidang
3. mengetahui beberapa database nukleotida, protein dan biological databases lainnya yang dapat diakses bebas di internet
4. mampu melakukan penelusuran databases untuk menemukan data-data yang berkaitan dengan nukleotida, protein dan keperluan biologi lainnya
5. membaca dan menginterpretasikan informasi-informasi yang diperoleh dari database

6. melakukan analisis komposisi DNA dengan menggunakan software yang dapat diakses bebas di internet

Bahan kajian minimal meliputi:

1. Definisi dan aplikasi bioinformatika
2. Penelusuran database
3. Penggunaan software untuk analisis sekuen asam nukleat (DNA, RNA) dan protein
4. Perancangan primer

B4. Bioenterpreunership

Capaian pembelajaran:

Bioenterpreunership membangun wawasan kreatif mahasiswa untuk berupaya melahirkan inovasi untuk menghasilkan produk barang, proses maupun jasa berdasarkan konsep dan teknik bioteknologi yang telah dipelajari.

Bahan kajian minimal meliputi:

1. Kepemimpinan dan Manajerial
2. Pengantar Manajemen bio-bisnis (SDM, Keuangan, Produksi, Pemasaran, Teknologi)
3. Kewirausahaan dan Inovasi produk bioteknologi
4. HAKI dan etika bisnis
5. Proses komersialisasi produk bioteknologi

C. Megabiodiversitas Indonesia

Muatan megabiodiversitas Indonesia diberikan ke mahasiswa untuk memberikan bekal kepada mereka dalam mengemban tugas utama sebagai ahli bioteknologi yang harus memiliki kemampuan dasar dalam memahami kekayaan dan potensi sumber daya hayati Indonesia serta terampil menganalisis untuk tujuan melestarikannya. Peran ahli bioteknologi semestinya menjadi bagian dari dari garda terdepan bagi negara Indonesia dalam menguasai pengetahuan tentang keragaman sumber daya hayati dan strategi konservasinya.

Capaian Pembelajaran:

1. Mampu memahami dan menjelaskan kekayaan hayati Indonesia
2. Mampu melestarikan dan memanfaatkan keragaman hayati menjadi produk bernilai tinggi (*biodiversity to biodiamond*) melalui bioteknologi.
3. Tumbuh kecintaan terhadap Sumber Daya Hayati (SDH) Indonesia dan mampu berperan/terlibat dalam kegiatan konservasi.

Bahan Kajian minimal meliputi:

1. Penjelasan pembentukan alam semesta, terjadinya keanekaragaman hayati, ekologi, *index biodiversity*
2. Identifikasi organisme dari berbagai sumber termasuk spesies endemik
3. Penapisan dan ekstraksi senyawa bioaktif dari berbagai sumber organisme
4. Aplikasi konsep bioteknologi dalam upaya konservasi
5. Pemanfaatan sumber daya local dalam pembuatan produk bioteknologi

Kegiatan-kegiatan dalam proses belajar mengajar dirancang sedemikian rupa sebagai upaya penyampaian pengetahuan secara efektif dan efisien. Model pembelajaran tersebut dapat berupa ceramah, tutorial, proyek (termasuk praktikum) dan/atau *Problem Based Learning (PBL)* (Tabel 6). Penentuan model dengan aktivitas pembelajaran semestinya disesuaikan untuk memenuhi target Capaian Pembelajaran yang telah ditetapkan oleh Program Studi. Sistem pembelajaran di Perguruan Tinggi menganut sistem pendidikan bagi orang dewasa (*adult education*), sehingga hal penting yang dilakukan oleh seorang dosen bukan bagaimana mengajar tetapi bagaimana memotivasi mahasiswa agar mengembangkan kemendiriannya untuk belajar, sehingga tercipta suasana akademik yang mendorong tercetaknya Sarjana Bioteknologi yang memiliki kemampuan memecahkan masalah di lingkungannya sesuai dengan Capaian Pembelajaran yang telah ditetapkan bagi lulusan dengan kualifikasi KKNI Level 6 (Tabel 7).

Tabel 6. Contoh bentuk-bentuk aktivitas pengajaran dan pembelajaran

Keadaan	Aktivitas Pengajaran	Aktivitas pembelajaran
Ceramah	Ceramah, menerangkan, mengklarifikasi	Mendengarkan, mencatat, menerima, bertanya, diskusi dengan teman, membuat karya tulis
Tutorial	Menjawab pertanyaan, memberikan umpan balik	Membaca materi, menyiapkan pertanyaan, belajar dari teman, mengkritik, menganalisis
Proyek	Membuat ringkasan, memberikan umpan balik	Mengaplikasikan, menciptakan, <i>self-monitor</i> , mengkomunikasikan, kerja sama
<i>Problem-based learning</i> (pembelajaran berbasis masalah)	mencari masalah, memberikan umpan balik	Membuat tujuan pembelajaran, mendesain, mengaplikasikan, mengakses konten dan ketrampilan yang diinginkan, mengintegrasikan, memecahkan masalah

Tabel 7. Capaian Pembelajaran (Kompetensi) Umum terkait kemampuan kerja bagi pendidikan tingkat sarjana (S-1; Level 6)

S1 (LEVEL 6)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu melaksanakan tugas akhir di bidang keahlian/keilmuannya berdasarkan kaidah keilmuan yang hasilnya disusun dalam bentuk skripsi atau karya desain/seni/model beserta deskripsinya berdasarkan metoda atau kaidah rancangan baku. 2. Mampu mempublikasikan hasil tugas akhir atau karya desain/seni/model yang dapat diakses oleh masyarakat akademik. Mampu bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri dan dapat diberi tanggung jawab atas pencapaian hasil kerja institusi atau organisasi dengan mengutamakan keselamatan dan keamanan kerja. 3. Mampu mengambil keputusan yang tepat berdasarkan analisis dan evaluasi terhadap pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya. 4. Mampu mengelola pembelajaran diri sendiri. 5. Mampu mengkomunikasikan informasi dan ide melalui berbagai bentuk media kepada masyarakat sesuai dengan bidang keahliannya. 6. Mampu mengelola (mendokumentasikan, menyimpan, mengaudit, dan mengamankan) data riset untuk keperluan otentikasi, orisinalitas, dan studi pengulangan (<i>reproducibility</i>). 7. Mampu mengembangkan dan memelihara jaringan kerja dengan pembimbing, kolega, sejawat di dalam maupun luar institusi.
-------------------------	--

Dalam suatu konstruksi kurikulum, setelah menetapkan capaian pembelajaran lulusan, bahan kajian, dan mekanisme pembelajaran, maka hal penting setelahnya adalah penilaian atau evaluasi yang digunakan untuk menentukan tingkat ketercapaian tujuan pembelajaran. Metode penilaian (*assessment method*) dirancang dengan memperhatikan pengembangan (1)

instrumen yang memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengungkapkan/mengekspresikan CP/LO apa yang telah mereka peroleh setelah menempuh pembelajaran, (2) metode atau jenis pertanyaan/penugasan (*assessment*) yang tepat untuk mengukur tingkat ketercapaian CP/LO (Tabel 8), dan (3) kemampuan dosen untuk melakukan penilaian capaian CP/LO dan penentuan kelulusan mahasiswa.

Tabel 8. Capaian pembelajaran dan cara penilaian

Capaian kemampuan yang ditargetkan	Cara penilaian
Menggambarkan	Tugas, ujian tulis atau lisan
Menjelaskan	Tugas, ujian tulis atau lisan
Mengintegrasikan	Proyek, tugas
Menganalisis	Studi kasus, tugas
Mengaplikasikan	Proyek, studi kasus, penelitian
Memecahkan masalah	Studi kasus, proyek, penelitian
Mendesain, menciptakan	Proyek, penelitian, poster
Merefleksikan	Catatan refleksi, portofolio, penilaian diri
Mengomunikasikan	Berbagai macam pengucapan, penulisan dan pendengaran

2.3. Struktur Kompetensi dalam Jenjang Masa Studi

<i>Enterpreunership character, nasionalisme, Bahasa Indonesia/Bahasa Inggris</i>				Keahlian aplikasi metode penelitian Bioteknologi & penulisan ilmiah	Keahlian bekerja sebagai praktisi bioteknologi				
PENDALAMAN PEMAHAMAN & PRAKTEK KERJA BIOTEKNOLOGI DENGAN PENDEKATAN MULTIDISIPLINER							Keahlian aplikasi metode penelitian Bioteknologi & penulisan ilmiah	Keahlian bekerja sebagai praktisi bioteknologi	Sem 7-8
Praktek magang kerja sebagai praktisi industri, peneliti, wirausahawan & konsultan bioteknologi	Integrasi kompetensi untuk pemecahan masalah aktual terkait Bioteknologi								
REKAYASA DAN APLIKASI ORGANISME ATAU BAGIANNYA PADA BERBAGAI BIDANG							Keahlian aplikasi metode penelitian Bioteknologi & penulisan ilmiah	Keahlian bekerja sebagai praktisi bioteknologi	Sem 5-6
Rekayasa Genetika	Konsep Teknologi Bioproses	Teknik analisis masalah dan pemecahannya dalam <i>biosystem</i>	Pengenalan perangkat lunak penunjang bioteknologi						
STRUKTUR & FUNGSI, DAN ORGANISASI KEHIDUPAN							Keahlian aplikasi metode penelitian Bioteknologi & penulisan ilmiah	Keahlian bekerja sebagai praktisi bioteknologi	Sem 3-4
Keragaman kehidupan dari <i>border life</i> hingga makroorganisme	Struktur molekuler, seluler, jaringan, organ hingga biosfer	Interaksi struktur & fungsi mikro-makroorganisme							
ILMU DASAR PENDUKUNG PEMAHAMAN BIOTEKNOLOGI DAN SUCCESS LIFE SKILLS							Keahlian aplikasi metode penelitian Bioteknologi & penulisan ilmiah	Keahlian bekerja sebagai praktisi bioteknologi	Sem 1-2
Ilmu-ilmu dasar pendukung pemahaman peran dan kontribusi Bioteknologi di masa depan	<i>Success skills guidance</i> (berprestasi sbg pembelajar sukses di PT)								

Jakarta, 28 Juli 2017



Dr. rer. nat. Maria Goretti M. Purwanto

Sekretaris IPSBI

Yogiara, Ph.D.