

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

**MATA KULIAH :
METABOLISME**

**Dosen :
LA ODE SUMARLIN
SANDRA HERMANTO**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA
TAHUN 2023**

LEMBAR VALIDASI

Yang bertandatangan di bawah ini adalah Tim Pengembang Kurikulum Program Studi dan/atau

Ketua Program Studi, menyatakan bahwa Rencana Pembelajaran Semester (RPS) :

Nama Mata Kuliah : Metabolisme

Dosen Pengampu MK : Dr. La Ode Sumarlin, M. Si

Dr. Sandra Hermanto, M. Si

Diperiksa Oleh:

Dibuat oleh:

Dosen Pengampu Mata Kuliah

Disetujui:

Ketua Prodi,


Dr. La Ode Sumarlin, M . Si

NIDN : 2018097502

Dr. La Ode Sumarlin, M. Si

NIP : 197509182008011007

A. MATRIKS PEMBELAJARAN

	UIN SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI PROGRAM STUDI KIMIA				Kode Dokumen 001	
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER						
MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)	SEMESTE R	Tanggal Penyusunan	
Metabolisme	FST 60961133	Rumpun Ilmu Alam	3 SKS	Semester 4	31 Januari 2023	
Capaian Pembelajaran	CPL-PRODI yang dibebankan pada MK					
	CPL-1	Menguasai konsep teoritis IPTEKS dalam bidang keahliannya dan menerapkannya pada bidang kimia yang terkait dengan proses identifikasi, isolasi, transformasi dan sintesis kimia.				
	CPL-2	Kemampuan memecahkan permasalahan kimia dan beradaptasi dalam situasi yang dihadapi melalui pendekatan kimia yang dilandasi dengan nilai-nilai keislaman serta melandasi prinsip belajar seumur hidup				
	CPL-3	Kemampuan menguasai konsep dan prinsip umum yang mendalam di salah satu bidang kimia anorganik (Komposit, Katalis, dan nanomaterial), kimia organik (Kimia Bahan Alam & Organik Sintesis), kimia fisik (Polimer & Energi), kimia analitik dan lingkungan, kimia pangan dan biokimia.				
	CPL-4	Kemampuan memilih putusan strategis dan memberikan alternatif solusi berdasarkan riset kimia yang sederhana yang ditunjang oleh kemampuan analisis data dan teknologi informasi serta kemampuan memanfaatkan <i>Big Data, Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI)</i> .				
	CPL-5	Kemampuan bertanggungjawab pada pekerjaan bidang kimia secara mandiri dan dapat diberi tanggungjawab atas pencapaian hasil kerja institusi atau organisasi dengan mengutamakan keselamatan dan keamanan kerja serta dilandasi dengan nilai-nilai keislaman dan ke-Indonesiaan.				
	CPL-6	Kemampuan memahami pengetahuan operasional tentang fungsi, cara mengoperasikan instrument kimia, serta analisis data dan informasi dan instrument tersebut.				
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)					
	CPMK 1	Mahasiswa mampu memberikan argumentasi dan menjelaskan konsep teoritis metabolisme biomolekul				
	CPMK 2	Mahasiswa mampu memerinci keterkaitan antar metabolisme umum pada berbagai organ-organ penting secara terintegrasi serta keterkaitan antar proses metabolisme biomolekul terhadap kemungkinan munculnya gangguan penyakit				
CPMK 3	Mahasiswa mampu memilih putusan strategis dan memberikan alternatif solusi berdasarkan riset bidang biokimia					

	yang sederhana yang ditunjang oleh kemampuan analisis data dan teknologi informasi
	Sub CPMK
	Sub-CPMK 1 Mahasiswa mampu memerinci dan membandingkan proses katabolisme dan anabolisme yang mencakup produksi energi pada proses glikolisis, siklus asam sitrat, fosforilasi oksidatif, glukoneogenesis, glikogenesis & glikogenolisis, fotosintesis, metabolisme lemak dan asam nukleat (purin dan pirimidin).
	Sub-CPMK 2 Mahasiswa mampu memerinci proses pengaturan lintas metabolik, peran & karakteristik enzim dalam metabolisme.
	Sub-CPMK 3 Mahasiswa dapat menganalisis keterkaitan dan kebutuhan energi (ATP) pada proses metabolisme karbohidrat, protein/asam amino, lipid dan asam nukleat.
	Sub-CPMK 4 Mahasiswa mampu menggunakan pengetahuan tentang metabolisme dalam menelaah dan memberikan argumentasi terhadap artikel yang relevan.
Deskripsi Singkat MK	Mata kuliah metabolisme merupakan salah satu mata kuliah wajib bagi mahasiswa S1 Program Studi Kimia yang menitikberatkan pada proses biokimiawi dalam makhluk hidup sebagai lintas metabolisme utama bagi semua makhluk hidup. Uraian topik mata kuliah mencakup katabolisme dan anabolisme biomolekul (karbohidrat, protein, lipid dan asam nukleat) serta keterlibatan enzim/koenzim dan hormon dalam proses pengaturannya. Pendekatan konseptual ditunjang dengan pemahaman studi kasus dan simulasi dilakukan untuk menuju capaian pembelajaran mata kuliah ini.
Integrasi Keilmuan	Mahasiswa mendapatkan informasi tentang hubungan antara syari'at puasa dalam Islam dengan metabolisme dan efeknya terhadap Kesehatan manusia.
Integrasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat	Integrasi Penelitian Mahasiswa membahas materi yang berhubungan dengan metabolisme glukosa pada penyakit diabetes mellitus. Artikel dapat ditemukan pada link: http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/valensi/article/view/7345/pdf .
Bahan Kajian / Materi Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aspek Umum Metabolisme (Lintas Metabolisme dan Regulasi Metabolisme) 2. Metabolisme karbohidrat meliputi Glikolisis, Siklus Asam Sitrat dan Fosforilasi Oksidatif, Glukoneogenesis, Glikogenesis & Glikogenolisis, dan Fotosintesis. 3. Metabolisme lipid (Oksidasi asam lemak dan biosintesis asam lemak, lemak dan kolesterol) 4. Metabolisme Asam Amino (transaminasi, deaminasi oksidatif, siklus urea dan biosintesis asam amino) 5. Biosintesis Protein (Transkripsi, Translasi dan Modifikasi Pasca Translasi) 6. Metabolisme Nukleotida (Oksidasi dan biosintesis purin & pirimidin) 7. Biosintesis Asam Nukleat (ATP, GTP dan CTP) 8. Integrasi Metabolisme (Pengaturan metabolisme di dalam organ vital)
Pustaka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumarlin, L. 2020. Biokimia: Dasar-Dasar Biomolekul dan Konsep metabolisme, Rajagrafindo, Jakarta 2. Lehninger, L. Albert, 1982, <u>Principles of Biochemistry</u>, Worth Publisher, Inc., USA. 3. Mathew C.K. & van Holde K.E., 1996, <u>Biochemistry</u>, 2nd edition, Benjamin/Cummings Publishing Company, USA. 4. Devlin M. Thomas, 1997, <u>Textbook of Biochemistry</u>, 4th edition, John Wiley & Sons, Inc., USA. 5. Stryer, L. 1995. <u>Biochemistry</u>, 4th Edn. W.H. Freeman. New York.

	6. Voet, D, and Voet, J.G. 1995. <i>Biochemistry</i> , 2nd Edn. John Wiley and Sons. New York 7. Anna Poedjiadi, 1994, <u>Dasar-dasar Biokimia</u> , UI-Press, Jakarta.
Dosen Pengampu	Dr. La Ode Sumarlin, M.Si Dr. Sandra Hermanto, M. Si
Matakuliah syarat	Biologi Dasar dan Kimia Dasar

Sesi Ke-	Kemampuan akhir yg direncanakan	Bahan kajian	Sub Bahan Kajian	Bentuk dan Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Pengalaman Belajar mahasiswa	Kriteria Penilaian/Indikator	Bobot Penilaian (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	Mahasiswa memiliki pemahaman deskripsi, tujuan mata kuliah dan sistim evaluasi	Kontrak Perkuliahan	Kontrak Perkuliahan 1. Deskripsi mata kuliah 2. Tujuan mata kuliah 3. Buku sumber yang digunakan 4. Sistim evaluasi	• Ceramah • Diskusi	1x 45 menit	Dosen mempersiapkan RPS yang akan dijelaskan di dalam ruang kelas yang mencakup: • Deskripsi mata kuliah • Tujuan perkuliahan • Buku sumber yang digunakan • Sistim evaluasi	Indikator Penilaian: Dapat memahami tata tertib perkuliahan, deskripsi matakuliah, proses perkuliahan dan evaluasi perkuliahan	
1	Mahasiswa mampu mendefinisikan & mencirikan pengertian anabolisme & katabolisme, pengaturan umum lintas metabolik dan kaitannya dengan kedudukan enzim dalam metabolisme. Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-2, Sub-CPMK-4	• Overview Metabolisme secara umum • Metabolisme karbohidrat	• Pengertian metabolisme • Fungsi metabolisme. • Jenis-jenis metabolisme. • Golongan organisme dalam memperoleh sumber energi • Lintas katabolik dan anabolik. • Jalur-jalur regulasi metabolisme secara umum.	• Ceramah • Diskusi	1 x 105 menit	• Dosen menjelaskan secara umum • Mahasiswa menjawab Quis yang diberikan setelah perkuliahan dengan jawaban yang terdapat pada PPT • Mahasiswa mengerjakan tugas yang terdapat pada PPT (Interpretasi grafik data riset) sebagai tahap identifikasi awal pemahaman metabolisme	Indikator Penilaian : Mahasiswa mampu: 1. Membedakan dan memberikan contoh anabolisme dan katabolisme. 2. Membedakan macam-macam pengaturan lintas metabolik 3. Memberikan contoh reaksi yang melibatkan enzim pengatur 4. Menginterpretasikan data penelitian sederhana tentang metabolisme	5
2	Mahasiswa dapat menguraikan pengertian bioenergetika, dan peranan ATP sebagai rantai kimia	Siklus dan Bioenergetika sel	a. Menjelaskan pengertian Bioenergetika sel b. Menjelaskan hubungan antara hukum pertama dan kedua	• Ceramah • Diskusi	75" x 3 SKS	• Dosen menjelaskan perbedaan energi bebas dan energi panas • Dosen menjelaskan hubungan hukum	Indikator Penilaian : 1. Dapat menjelaskan pengertian Bioenergetika sel 2. Dapat menganalisis hubungan antara hukum	6

	utama metabolisme Sub-CPMK-1. Sub-CPMK-3		<p>termodinamika dalam metabolisme hayati</p> <p>c. Membedakan antara energi bebas dan energi panas</p> <p>d. Menjelaskan siklus ATP</p> <p>e. Menjelaskan ATP sebagai rantai kimia utama metabolisme</p> <p>f. Menjelaskan fungsi ATP</p> <p>g. Menjelaskan ATP sebagai energi terhidrolisis baku yang relatif tinggi</p> <p>h. Menjelaskan sumber-sumber fosfat dalam tubuh</p> <p>i. Menjelaskan pengertian dan proses eksergonik dan endergonik.</p>			<p>pertama dan kedua termodinamika dalam metabolisme hayati</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dosen menjelaskan siklus dan peranan ATP dalam makhluk hidup • Mahasiswa menuliskan kembali struktur, siklus, fungsi ATP dan sumber-sumber fosfat. • Mahasiswa membuat gambaran dan menjelaskan kembali proses eksergonik dan endergonik 	<p>pertama dan kedua termodinamika dalam metabolisme hayati</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Dapat memerinci energi bebas dan energi panas 4. Dapat menuliskan dan menjelaskan dengan tepat siklus ATP dan fungsi ATP 5. Dapat menjelaskan sumber-sumber fosfat dalam tubuh 6. Dapat menjelaskan dan membedakan proses eksergonik dan endergonik. 	
2	Mengingat dan menjelaskan kembali tentang aliran rantai respirasi dan fosforilasi secara umum Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-3	Rantai Respirasi dan Fosforilasi Oksidatif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemahaman metabolisme secara umum 2. Aliran elektron dari proses metabolisme 3. Tahapan rantai respirasi 4. Peranan membran mitokondria dalam proses fosforilasi oksidatif 	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • Diskusi 	75" x 3 SKS	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen menjelaskan secara singkat alur umum metabolisme • Dosen menjelaskan peranan mitokondria dalam produksi energi makhluk hidup • Dosen menjelaskan tahapan umum fosforilasi oksidatif dan rantai respirasi. • Setiap mahasiswa mencari sumber literatur tentang rantai respirasi, aliran elektron, fungsi mitokondria dalam proses fosforilasi oksidatif • Mahasiswa merangkum informasi tersebut secara bersama-sama dalam suatu kegiatan diskusi kelompok di dalam kelas • Quiz 	<p>Indikator Penilaian :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat menjelaskan aliran elektron melalui fosforilasi oksidatif 2. Dapat menjelaskan fungsi oksigen dalam rantai respirasi 3. Dapat menjelaskan tahapan rantai respirasi 4. Dapat menjelaskan peranan membran mitokondria dalam fosforilasi oksidatif 5. Dapat menjelaskan faktor yang membatasi laju respirasi. 	6



3	Mampu menjelaskan tentang metabolisme karbohidrat terutama glikolisis Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-3	Glikolisis	<ul style="list-style-type: none"> a. Gambaran umum b. Piruvat c. Perubahan menjadi laktat d. Perubahan menjadi etanol e. Fosforilasi tingkat substrat f. Glikolisis melalui senyawa antara berfosfat g. Heksokinase dan glukokinase h. Energi yang dihasilkan i. Pengaturan glikolisis j. Latihan 	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • Diskusi 	150 menit x 3 SKS	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen menjelaskan gambaran umum glikolisis dan batasannya (aerobik dan anaerobik) • Menjelaskan glikolisis dengan fokus identifikasi : Fase penggunaan dan pembentukan ATP, Fosforilasi tingkat substrat dan oksidatif, Reaksi reversibel dan ireversibel, Perubahan jumlah karbon dan Enzim yang mengkatalisis • Menuliskan kembali proses glikolisis dan menjelaskan kembali melalui presentasi di depan kelas • Mahasiswa menghitung ATP yang dihasilkan pada glikolisis • Quiz 	<p>Indikator Penilaian :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Dapat menjelaskan pengertian glikolisis b. Dapat menjelaskan dan memerinci proses glikolisis c. Dapat menjelaskan dan memerinci tahapan glikolisis aerobik dan anaerobik d. Dapat membedakan fosforilasi tingkat substrat dan fosforilasi oksidatif pada glikolisis e. Dapat menghitung rincian jumlah energi atau ATP yang dihasilkan proses glikolisis f. Dapat menjelaskan dan menguraikan proses regulasi/pengaturan glikolisis 	8
4	Mampu mengemukakan pendapat dan menjelaskan dengan baik metabolisme glikogen: Glikogenolisis dan glikogenesis serta proses pengaturannya Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-2	Metabolisme Glikogen	<ul style="list-style-type: none"> a. Review struktur glikogen b. Glikogenolisis (Proses dan enzim) c. Enzim pemutus cabang d. Enzim glukosa 6 fosfatase e. Reaksi pembentukan glikogen (Glikogenesis) f. Pengaturan metabolisme glikogen (Glikogen sintase dan fosforilase) g. Penyakit simpanan glikogen h. Latihan 	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • Diskusi 	150 menit x 3 SKS	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen mereview struktur glikogen (tinjauan ulang) • Dosen menjelaskan Tinjauan umum glikogenolisis dan glikogenesis • Mahasiswa menuliskan dan menjelaskan kembali proses glikogenolisis • Mahasiswa menuliskan dan menjelaskan kembali proses glikogenesis • Mahasiswa mempresentasikan secara kelompok metabolisme glikogen (glikogenolisis dan glikogenesis) 	<p>Indikator Penilaian:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menjelaskan pengertian dan membedakan tahapan glikogenolisis dan glikogenesis 2. Mampu mengidentifikasi enzim-enzim utama dalam tahapan metabolisme glikogen 3. Mampu menjelaskan proses pengaturan metabolisme glikogen 	8

5	Mampu menjelaskan dan menuliskan kembali siklus asam sitrat, identifikasi enzim pengatur dan pengaturannya. Sub-CPMK-2	Siklus Asam Sitrat	<ul style="list-style-type: none"> a. Siklus asam sitrat bukan sistim linear b. Lokasi siklus asam sitrat c. Energi yang dihasilkan d. Regulasi siklus asam sitrat e. Siklus glioksilat merupakan modifikasi siklus asam sitrat f. Latihan 	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • <u>Diskusi</u> 	150 menit x 3 SKS	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen menjelaskan siklus asam sitrat secara umum dan review umum Fosforilasi oksidatif dan transport elektron • Dosen menjelaskan perbedaan siklus asam sitrat dan siklus glioksilat • Dosen menjelaskan dan mengidentifikasi enzim pengatur siklus asam sitrat melalui Fokus siklus asam sitrat : Perubahan gugus Asetil, Perjalanan Gugus Oksaloasetat, Perubahan jumlah Karbon, Enzim yang mengkatalisis, Pelepasan CO₂ dan H₂O, Fosforilasi oksidatif dan substrat, Jenis reaksi yang ada, Reaksi Ireversibel sebagai pengatur dan ATP yang dihasilkan (40 menit) • Mahasiswa menuliskan kembali siklus asam sitrat yang digabungkan dengan glikolisis • Mahasiswa mempresentasikan secara kelompok glikolisis dan siklus asam sitrat • Mahasiswa menghitung ATP siklus asam sitrat dan glikolisis secara berurutan • Quiz 	<p>Indikator Penilaian :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu meguraikan tahapan siklus asam sitrat dan lokasi terjadinya 2. Mampu mengidentifikasi enzim pengatur dalam siklus asam sitrat 3. Mampu menguraikan proses pengaturan siklus asam sitrat 4. Mampu mengidentifikasi proses perubahan karbon dalam siklus asam sitrat 5. Mampu menghitung rincian jumlah ATP yang dihasilkan <u>6.</u> Mampu membedakan antara siklus asam sitrat dan siklus glioksilat 	8
6	Mampu menjelaskan dan menuliskan kembali glukoneogenesis dan mengungkapkan pentingnya proses	Glukoneogenesis	<ul style="list-style-type: none"> a. Pengertian glukoneogenesis b. Tahapan glukoneogenesis c. Prinsip-prinsip biosintesis d. Transport oksaloasetat 	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • Diskusi 	150 menit x 3 SKS	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen menjelaskan pentingnya glukoneogenesis dalam penyediaan energi • Dosen menjelaskan prinsip-prinsip biosintesis 	<p>Indikator Penilaian :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menjelaskan pengertian glukoneogenesis dan lokasi terjadinya 2. Mampu menjelaskan dan menuliskan kembali 	

	ini dalam penyediaan energi Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-3		e. Energi dalam glukoneogenesis f. Pengaturan / regulasi glukoneogenesis g. Siklus Cory h. Jalur pentosa fosfat b. Latihan			<ul style="list-style-type: none"> Dosen menjelaskan tahapan glukoneogenesis dan peranan oksaloasetat Mahasiswa mempresentasikan secara kelompok tentang tahapan glukoneogenesis Mahasiswa mempresentasikan secara kelompok hasil identifikasi enzim kunci/regulator Mahasiswa mempresentasikan skema yang dibuat secara kelompok siklus cory dan kondisi terjadinya Mahasiswa mempresentasikan skema jalur pentosa fosfat serta hubungannya dengan metabolisme lain Quiz 	tahapan glukoneogenesis 3. Mampu menjelaskan prinsip-prinsip biosintesis 4. Mampu mengidentifikasi tahapan penggunaan energi dalam glukoneogenesis 5. Mampu menjelaskan pengaturan/regulasi gluconeogenesis 6. Mampu menjelaskan tahapan dan fungsi siklus Cory	8
7	Mahasiswa menguraikan reaksi dan pengaturan metabolisme yang terkait proses fotosintesis Sub-CPMK-1	Fotosintesis	1. Pendahuluan 2. Mekanisme reaksi fotosintesis (siklus terang & gelap) 3. Perbedaan mekanisme reaksi fotosintesis pada tanaman C3 dan C4	<ul style="list-style-type: none"> Ceramah Diskusi 	150 menit x 3 SKS	<ul style="list-style-type: none"> Dosen menjelaskan secara singkat mekanisme reaksi fotosintesis (siklus terang dn gelap) Mahasiswa menyiapkan bahan presentasi secara individu yang membedakan mekanisme fotosintesis pada tanaman C3 dan C4 Presentasi materi khusus perbedaan C3 dan C4 	Indikator Penilaian: 1. Mampu menguraikan dan membedakan reaksi fotosintesis (siklus terang dan gelap) 2. Mahasiswa mampu menguraikan dan membedakan reaksi fotosintesis pada tanaman C3 dan C4.	7
8	UJIAN TENGAH SEMESTER							

9	<p>Mampu menjelaskan dan menuliskan kembali tahapan metabolisme lipid dan turunannya, perhitungan ATP dan pengaturannya Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-3</p>	Metabolisme Lipid	<p>a. Tahapan β-oksidasi dan sintesis asam lemak jenuh dan tidak jenuh b. Lokasi proses degradasi dan sintesis asam lemak c. Jumlah ATP yang dihasilkan dalam metabolisme lipid d. Pembentukan dan metabolisme keton e. Sintesis asam lemak f. Proses pengaturan metabolisme lemak g. Latihan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • Diskusi 	150 menit x 3 SKS	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen meninjau ulang reaksi pembentukan asam lemak dari triasilgliserol (oleh asam, basa dan enzim) • Dosen menjelaskan tahapan oksidasi asam lemak serta perubahan struktur asam lemak (jenuh dan tidak jenuh) yang menyertainya • Dosen menjelaskan perhitungan ATP pada oksidasi asam lemak dan memberikan simulasi untuk mahasiswa. • Mahasiswa mendiskusikan pembentukan dan metabolisme keton • Mahasiswa mendiskusikan sintesis asam lemak • Mahasiswa dan dosen mendiskusikan pengaturan metabolisme lemak • Presentasi perhitungan ATP pada Asam Lemak Jenuh dan Tidak Jenuh • Quiz 	<p>Indikator Penilaian :</p> <p>a. Mampu menjelaskan tahapan proses β-oksidasi asam lemak jenuh dan tidak jenuh b. Mampu membedakan lokasi proses degradasi dan sintesis asam lemak c. Mampu mengidentifikasi dan menghitung jumlah ATP yang dihasilkan dalam metabolisme lipid d. Mampu menganalisis hubungan antara metabolisme lipi dan proses pembentukan badan-badan keton e. Mampu menjelaskan proses pembentukan asam lemak f. Memahami proses pengaturan metabolisme lemak</p>	8
10	<p>Mampu menjelaskan dan menuliskan kembali tahapan metabolisme asam amino dan protein, hubungannya dengan proses yang lain termasuk siklus urea dan pengaturan serta enzim kuncinya Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-2</p>	Metabolisme asam amino dan protein	<p>a. Transaminasi b. Deaminasi c. Peranan alanin dalam membawa amoniak ke otot hati d. Siklus urea e. Hiperamonemia f. Enzim pengatur siklus urea g. Latihan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • Diskusi 	150 menit x 3 SKS	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen menjelaskan asam amino, protein dan pencernaan secara umum • Dosen menjelaskan bagaimana asam amino masuk ke dalam sistim metabolisme umum • Mahasiswa mendiskusikan dan membuat skema hubungan antara transaminasi dan deaminasi asam-asam amino • Mahasiswa mendiskusikan dan membuat skema 	<p>Indikator Penilaian:</p> <p>a. Mampu menjelaskan proses pencernaan protein secara umum. b. Mampu menjelaskan proses biosintesis asam amino. c. Mampu menjelaskan proses degeradasi asam amino d. Mampu menjelaskan peranan siklus urea e. Mampu menganalisis kelainan akibat kerusakan enzim dalam siklus urea</p>	8

						<p>hubungan asam amino, siklus urea, siklus asam sitrat dan terjadinya hiperamonemia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mendiskusikan tentang enzim kunci siklus urea dan perhitungan ATPnya • Quiz 	<p>f. Mampu menjelaskan hubungan antara siklus urea dan siklus asam sitrat</p> <p>g. Mampu mengidentifikasi energi yang dibutuhkan untuk sintesis urea</p> <p>h. Mampu mengidentifikasi enzim utama dalam siklus asam urea</p>	
11	<p>Mampu menjelaskan dan menuliskan kembali metabolisme purin pirimidin, pengaturan dan penyakit yang berhubungan dengan metabolisme tersebut</p> <p>Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-2</p>	<p>Metabolisme Purin dan Pirimidin</p>	<p>a. Peranan nukleotida</p> <p>b. Pengaturan sintesis nukleotida</p> <p>c. Penyakit utama akibat kelainan metabolisme nukleotida</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • <u>Diskusi</u> 	<p>150 menit x 3 SKS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen mereview struktur asam nukleat dan peranannya • Dosen mereview jalur pentosa fosfat dan hubungannya dengan metabolisme purin dan pirimidin • Dosen menjelaskan sintesis purin-pirimidin secara de novo dan jalur penyelamatan • Mahasiswa mendiskusikan secara berkelompok proses pengaturan PRPP 	<p>Indikator Penilaian:</p> <p>a. Mampu menjelaskan peranan nukleotida</p> <p>b. Mampu menjelaskan proses pengaturan sintesis nukleotida dan hubungannya dengan metabolisme lainnya</p> <p>c. Mampu menjelaskan lintas penyelamatan basa purin dan pirimidin</p>	5
12	<p>Mampu menjelaskan dan menuliskan kembali metabolisme purin pirimidin, pengaturan dan penyakit yang berhubungan dengan metabolisme tersebut</p> <p>Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-2</p>	<p>Metabolisme Purin dan Pirimidin (Lanjutan)</p>	<p>a. Pembentukan asam urat</p> <p>b. Katabolisme pirimidin</p> <p>c. Latihan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • Diskusi 	<p>150 menit x 3 SKS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mendiskusikan secara berkelompok hubungan antara purin-pirimidin dalam bidang biomedis: mekanisme kerja obat-obat antikanker, pembentukan urat, pirai, sindrom Lesch-Nyhan • Mahasiswa menuliskan bahan presentasi (PPT dan menuliskan di buku kerja) yang memuat proses pengaturan PRPP, mekanisme kerja obat-obat antikanker, pembentukan urat, pirai, 	<p>Indikator Penilaian:</p> <p>a. Mampu menganalisis dan menjelaskan penyakit utama yang diakibatkan oleh kelainan enzim metabolisme nukleotida.</p> <p>b. Mampu menganalisis hubungan penyakit kanker dan biosintesis nukleotida</p> <p>c. Mampu mengidentifikasi hubungan antara metabolisme purin dan kadar asam urat dalam tubuh</p> <p>d. Mampu menjelaskan hasil katabolisme pirimidin</p>	5

						dan Lesch-Nyhan sindrom • Quiz		
13	Mampu menjelaskan dan menuliskan kembali metabolisme secara umum pada lintasan tertentu dan menghubungkannya dengan organ yang berbeda Sub-CPMK-3 Sub-CPMK-4	Integrasi Metabolisme	a.Strategi metabolisme/rekapitulasi metabolisme b.Jalur-jalur utama dan situs pengaturan c.Persimpanan metabolisme: Glukosa-6-fosfat, piruvat dan asetil Ko-A d.Profil metabolik di organ-organ utama	• Ceramah • Diskusi	150 menit x 3 SKS	• Dosen mereview metabolisme secara umum • Dosen menunjukkan beberapa lintas utama metabolisme • Mahasiswa menuliskan bahan presentasi (PPT dan menuliskan di buku kerja) yang memuat lintas utama metabolisme yang melibatkan beberapa organ utama (per kelompok)	Indikator Penilaian: a. Mampu menjelaskan strategi metabolisme/rekapitulasi metabolisme b. Mampu mengidentifikasi dan menjelaskan jalur-jalur utama dan situs pengaturan c. Mampu menjelaskan dan mengidentifikasi persimpanan metabolisme: Glukosa-6-fosfat, piruvat dan asetil Ko-A d. Mampu menganalisis dan menjelaskan profil metabolik di organ-organ utama	8
14	Dapat menganalisis dan mengenali beberapa permasalahan serta solusi yang diberikan di bidang Kesehatan dan Pangan. Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-2, Sub-CPMK-3, Sub-CPMK-4	Review dan Evaluasi pengetahuan	Artikel atau tulisan lepas tentang Problem dan Solusinya	• Diskusi	150 menit x 3 SKS	• Presentasi Makalah tentang <i>Problem Solving</i> Permasalahan di Bidang Kesehatan dan Pangan (Tugas kelompok) • List tabel permasalahan dan solusinya bidang kesehatan dan pangan (Tugas Mandiri)	Indikator penilaian: Dapat mengkomunikasikan secara lisan dan tertulis serta menganalisis berbagai permasalahan yang melibatkan topik metabolisme.	10
15	UJIAN AKHIR SEMESTER							
	TOTAL							100

Catatan sesuai dengan SN Dikti Permendikbud No 3/2020:

1. Capaian Pembelajaran Lulusan PRODI (CPL-PRODI) adalah kemampuan yang dimiliki oleh setiap lulusan PRODI yang merupakan internalisasi dari sikap (S), penguasaan pengetahuan (P) dan ketrampilan (KU) sesuai dengan jenjang studinya yang diperoleh melalui proses pembelajaran.
2. CPL yang dibebankan pada mata kuliah adalah beberapa capaian pembelajaran lulusan program studi (CPL-PRODI) yang digunakan untuk pembentukan/pengembangan sebuah mata kuliah yang terdiri dari aspek sikap, ketrampilan umum, ketrampilan khusus dan pengetahuan.

3. CP Mata kuliah (CPMK) adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPL yang dibebankan pada mata kuliah, dan bersifat spesifik terhadap bahan kajian atau materi pembelajaran mata kuliah tersebut.
4. Sub-CP Mata kuliah (Sub-CPMK) adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPMK yang dapat diukur atau diamati dan merupakan kemampuan akhir yang direncanakan pada tiap tahap pembelajaran, dan bersifat spesifik terhadap materi pembelajaran mata kuliah tersebut.
5. Indikator penilaian kemampuan dalam proses maupun hasil belajar mahasiswa adalah pernyataan spesifik dan terukur yang mengidentifikasi kemampuan atau kinerja hasil belajar mahasiswa yang disertai bukti-bukti.
6. Kriteria Penilaian adalah patokan yang digunakan sebagai ukuran atau tolok ukur ketercapaian pembelajaran dalam penilaian berdasarkan indikator-indikator yang telah ditetapkan. Kreteria penilaian merupakan pedoman bagi penilai agar penilaian konsisten dan tidak bias. Kreteria dapat berupa kuantitatif ataupun kualitatif.
7. Teknik penilaian: tes dan non-tes.
8. Bentuk pembelajaran: Kuliah, Responsi, Tutorial, Seminar atau yang setara, Praktikum, Praktik Studio, Praktik Bengkel, Praktik Lapangan, Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat dan/atau bentuk pembelajaran lain yang setara.
9. Metode Pembelajaran: *Small Group Discussion, Role-Play & Simulation, Discovery Learning, Self-Directed Learning, Cooperative Learning, Collaborative Learning, Contextual Learning, Project Based Learning*, dan metode lainnya yg setara.
10. Materi Pembelajaran adalah rincian atau uraian dari bahan kajian yg dapat disajikan dalam bentuk beberapa pokok dan sub-pokok bahasan.
11. Bobot penilaian adalah prosentasi penilaian terhadap setiap pencapaian sub-CPMK yang besarnya proposional dengan tingkat kesulitan pencapaian sub-CPMK tsb., dan totalnya 100%.
12. **TM**=Tatap Muka, **BT**=Belajar Terstruktur, **BM**=Belajar Mandiri.

RANCANGAN TUGAS DAN LATIHAN

Minggu Ke/ Topik	Nama Tugas	Sub-CPMK	Penugasan	Ruang Lingkup	Cara Pengerjaan	Batas Waktu	Luaran Tugas yang Dihasilkan
1	Interpretasi Data Penelitian Sederhana tentang metabolisme	Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-2, Sub-CPMK-4	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen memberikan data penelitian sederhana tentang metabolisme • Mahasiswa secara berkelompok menginterpretasikannya 	Metabolisme Karbohidrat dan Lemak dan	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mengumpulkan hasil analisis yang telah dinuat secara berkelompok • Hasilnya 	Pada Minggu Pertama perkuliahan	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil interpretasi data dari mahasiswa dan analisis sederhana

				keterkaitan dengan penyakit atau kelainan tertentu Misalnya Diabetes mellitus	dipresentasikan di depan kelas dengan presenter yang ditunjuk secara random		
2	Presentasi	Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-3	<ul style="list-style-type: none"> Presentasi ulang tentang topik yang telah dibahas Bioenergetik dan Rantai Respirasi 	Bioenergetika dan proses rantai respirasi	<ul style="list-style-type: none"> Setiap mahasiswa mencari sumber literatur tentang rantai respirasi, aliran elektron, fungsi mitokondria dalam proses fosforilasi oksidatif Mahasiswa merangkum informasi tersebut secara bersama-sama dalam suatu kegiatan diskusi kelompok di dalam kelas 	Pada minggu kedua	<ul style="list-style-type: none"> Bahan Presentasi untuk 1 problem pilihan Laporan List problem dan solusi bidang Kesehatan dan Pangan
3	Presentasi	Sub-CPMK-1	Presentasi topik khusus fotosintesis tanaman C3 dan C4	Perbedaan mekanisme fotosintesis tanaman C3 dan C4	<ul style="list-style-type: none"> Mahasiswa menyiapkan bahan presentasi secara individu yang membedakan mekanisme fotosintesis pada tanaman C3 dan C4 	Pada minggu ketujuh	<ul style="list-style-type: none"> Bahan Presentasi setiap mahasiswa Laporan singkat tentang bahan presentasi tersebut

					<ul style="list-style-type: none"> • Presentasi materi khusus perbedaan C3 dan C4 		
13	Presentasi	Sub-CPMK-3 Sub-CPMK-4	Presentasi integrasi metabolisme	Mengidentifikasi jalur khusus dan persimpangan keseluruhan proses metabolisme	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa membuat bahan presentasi yang memuat jalur khusus dan persimpangan keseluruhan metabolisme serta keterkaitannya pada organ vital • Secara random mempresentasikan di dalam kelas • Setiap mahasiswa WAJIB mempresentasikan secara mandiri melalui video dan dikumpulkan 	Pada Minggu ke-tigabelas	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan Presentasi setiap mahasiswa • Video presentasi setiap mahasiswa
14	Presentasi	Sub-CPMK-1, Sub-CPMK-2, Sub-CPMK-3, Sub-CPMK-4	Problem Solving bidang yang lebih luas namun penyelesaian yang melibatkan peran pengetahuan metabolisme	Permasalahan dan solusi bidang kesehatan, pangan dan lingkungan yang memiliki keterkaitan dengan aspek metabolisme	<ul style="list-style-type: none"> • Presentasi Makalah tentang Problem Solving Permasalahan di Bidang Kesehatan dan Pangan (Tugas kelompok) • List tabel permasalahan dan solusinya bidang kesehatan dan pangan (Tugas Mandiri) 	Pada minggu ke-empatbelas	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan Presentasi untuk 1 problem pilihan • Laporan List problem dan solusi bidang Kesehatan dan Pangan

Kriteria Penilaian (Evaluasi Hasil Pembelajaran)

Bentuk Evaluasi	Sub-CPMK	Instrumen Penilaian		Tagihan (Bukti)	Bobot Penilaian (%)
		Formatif	Sumatif		
Post Test (MCQ) Quiz	Sub-CPMK 1, Sub-CPMK 2, Sub-CPMK 3, Sub-CPMK 4	Lembar Quiz 6 x)		Lembar Jawaban	20

Laporan	Sub-CPMK 1, Sub-CPMK 2, Sub-CPMK 3, Sub-CPMK 4	Laporan (2 x)		Laporan	10
Presentasi	Sub-CPMK 1, Sub-CPMK 2, Sub-CPMK 3, Sub-CPMK 4	Rubrik Penilaian presentasi (4 x)		Slide PPT	10
UTS	Sub-CPMK 1, Sub-CPMK 2, Sub-CPMK 3		Soal Ujian	Hasil Ujian	30
UAS	Sub-CPMK 1, Sub-CPMK 2, Sub-CPMK 3		Soal Ujian	Hasil Ujian	30

Rubrik Penilaian

a. Laporan

Grade	Skor	Kriteria
Sangat baik	>81	Laporan disajikan lengkap dan sistematis, pemaparan dan pembahasan tujuan lengkap
Baik	61-80	Laporan disajikan lengkap dan sistematis, pemaparan dan pembahasan tujuan kurang
Cukup	41-60	Laporan disajikan kurang lengkap dan sistematis, pemaparan dan pembahasan tujuan kurang
Kurang	21-40	Laporan disajikan tidak lengkap dan sistematis, pemaparan dan pembahasan tujuan kurang
Sangat kurang	<20	Laporan disajikan tidak lengkap dan sistematis, tidak memaparkan dan membahas tujuan

b. Rubrik Penilaian Presentasi

Aspek	Skala penilaian				
	Sangat kurang	Kurang	Cukup	Baik	Sangat baik
	Skor < 20	21-40	41-60	61-80	>81
Isi	Isi tidak akurat atau terlalu umum. Pendengar tidak belajar apapun	Isinya kurang akurat karena tidak ada data factual, tidak menambah pemahaman pendengar	Isi secara umum akurat, tetapi tidak lengkap. Para pendengar bisa mempelajari beberapa fakta yang tersirat, tetapi mereka tidak menambah wawasan baru tentang topik tersebut	Isi akurat dan lengkap. Para pendengar menambah wawasan baru mengenai topik tersebut	Isi mampu menggugah pendengar untuk mengembangkan pikiran