

**PORTOFOLIO PEMBELAJARAN**  
**MATA KULIAH: METABOLISME BIOMOLEKUL**



**Oleh Tim Pengampu**

**JURUSAN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS SAM RATULANGI**  
**MANADO**  
**2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama Mata Kuliah	:	Metabolisme Biomolekul
Kode	:	KIM 3441
Sks	:	2
Nama Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Nama Jurusan	:	Kimia
Nama Program Studi	:	Kimia

Koordinator KBI,

Koordinator Mata Kuliah,

Dr. Lidya Irma Momuat, S.Si., M.Si.  
NIP. 197108131997032001

Dr. Lidya Irma Momuat, S.Si., M.Si.  
NIP. 197108131997032001

Ketua Jurusan Kimia,

Prof. Dr. Henry F. Aritonang, S.S.i, M.Si.  
NIP. 197112072000031001

## IDENTITAS MATA KULIAH

Nama Mata Kuliah	: Metabolisme Biomolekul
Kode Mata Kuliah	: KIM 3441
Sks	: 2
Semester	: 5
Deskripsi Mata Kuliah	: Mata kuliah Metabolisme Biomolekul merupakan mata kuliah wajib di Program Studi (PS) S1 Kimia FMIPA Unsrat yang memfasilitasi capaian pembelajaran terkait dengan perkembangan ilmu dan teknologi di bidang biokimia terutama mengenai bioenergetika dan metabolisme biomolekul karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat, sebagai molekul penyusun organisme hidup, serta integrasi metabolisme dan hormon. Tujuan mata kuliah ini diadakan ialah untuk mengembangkan inovasi dan kreativitas mahasiswa dalam memandang metabolisme biomolekul sebagai peluang di masa depan, serta menjadi dasar untuk memahami mata kuliah PS Kimia yang berhubungan dengan Biokimia pada semester berikut. Model pembelajaran yang dikembangkan ialah student centered learning (SCL) dengan flipped classroom, yakni mahasiswa sudah mempelajari materi perkuliahan secara mandiri sesuai tugas yang diberikan sebelum pelaksanaan pembelajaran kelas atau laboratorium.
Status Mata Kuliah	: Wajib
Dosen Pengampu	: Dr. Lidya Irma Momuat, S.Si., M.Si Vanda Selvana Kamu, S.Pd., M.Si. Maureen Kumaunang, S.Si., M.Si.

## A. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) PROGRAM STUDI

**Tabel 1. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Program Studi**

CPL	P1	Menguasai konsep teoretis struktur, sifat, dan perubahannya baik pada energi maupun kinetiknya, identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya.
-----	----	---

## B. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) YANG DIBEBANKAN KEPADA MATA KULIAH

**Tabel 2. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Program Studi**

CPL 1	P1	Menguasai konsep teoretis struktur, sifat, dan perubahannya baik pada energi maupun kinetiknya, identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya.
-------	----	---

## C. CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH (CPMK) DAN SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH (SUB-CPMK)

**Tabel 3. Rumusan CPMK dan Sub-CPMK**

CPMK	:	Menguasai konsep teoretis struktur, sifat, fungsi dan perubahan biomolekul yang meliputi struktur, sifat, dan perubahannya baik pada energi maupun kinetiknya, identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya.
Sub-CPMK 1	:	Menjelaskan prinsip dasar metabolisme biomolekul dan bioenergetika
Sub-CPMK 2	:	Menjelaskan metabolisme karbohidrat
Sub-CPMK 3	:	Menjelaskan metabolisme lipida
Sub-CPMK 4	:	Menjelaskan metabolisme asam amino dan nukleotida
Sub-CPMK 5	:	Menjelaskan metabolisme protein
Sub-CPMK 6	:	Menjelaskan integrasi metabolisme
Sub-CPMK 7	:	Menjelaskan mekanisme kerja hormon

## D. KETERKAITAN ANTARA CPL DAN SUB-CPMK

**Tabel 4. Korelasi CPL terhadap Sub-CPMK (%):**

Sub-CPMK	CPL 1
1. Menjelaskan prinsip dasar metabolisme biomolekul dan bioenergetika	10
2. Menjelaskan metabolisme karbohidrat	10
3. Menjelaskan metabolisme lipida	30
4. Menjelaskan metabolisme asam amino dan nukleotida	10
5. Menjelaskan metabolisme protein	10

6. Menjelaskan integrasi metabolisme	10
7. Menjelaskan mekanisme kerja hormon	20
Jumlah	100

### E. BENTUK PEMBELAJARAN

Bentuk-bentuk pembelajaran yang dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

**Tabel 5. Bentuk Pembelajaran**

Kuliah	:	Ceramah
Praktikum	:	-
Proyek	:	Studi Kasus

### F. METODE PEMBELAJARAN

Metode pembelajaran yang dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

**Tabel 6. Bentuk Pembelajaran**

Diskusi kelompok	:	Presentasi Kelompok dan Tanya Jawab
Studi kasus	:	Gangguan Metabolisme Lipid – Hiperlipidemia dan Aterosklerosi
Pembelajaran berbasis proyek	:	Menelusuri Gangguan Metabolisme: Dari Biokimia ke Solusi Nyata

### G. TEKNIK ASESMEN

Teknik asesmen dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

**Tabel 7. Teknik Asesmen**

Jenis Pengukuran	Metode Pengukuran	Alat Ukur
Tes	UTS	Tes tertulis dan jawaban
	UAS	Tes tertulis dan jawaban
Non-Tes	Tugas	Rubrik
	Aktivitas (Studi Kasus, Proyek)	Rubrik



**UNIVERSITAS SAM RATULANGI**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**JURUSAN/PROGRAM STUDI KIMIA**

**RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)**

Nama Mata Kuliah	Kode Mata Kuliah	Bobot (sks)	Semester	Tanggal Penyusunan
<b>METABOLISME BIOMOLEKUL</b>	KIM 3441	2 (2-0)	5	
Otorisasi	Nama Koordinator Pengembang RPS	Koordinator Bidang Keahlian (Jika Ada)		Korprodi
	Dr. Lidya Irma Momuat, S.Si., M.Si	Dr. Lidya Irma Momuat, S.Si., M.Si		Prof. Dr. Henry F. Aritonang, S.Si, M.Si.
<b>Capaian Pembelajaran (CP)</b>	<b>CPL-PRODI (Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi) Yang Dibebankan Pada Mata Kuliah</b>			
	S2	Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika;		
	S7	Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan;		
	S10	Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri;		
	P1	Menguasai konsep teoretis struktur, sifat, dan perubahannya baik pada energi maupun kinetiknya, identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya;		
	KK2	Mampu memecahkan masalah ipteks di bidang kimia yang umum dan dalam lingkup sederhana seperti identifikasi, analisis, isolasi, transformasi, dan sintesis mikromolekul melalui penerapan pengetahuan struktur, sifat, perubahan molekul baik energi maupun kinetiknya, metoda analisis dan sintesis pada bidang kimia spesifik, serta penerapan teknologi yang relevan		
	KU1	Menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan/atau teknologi sesuai dengan bidang keahliannya		
	KU5	Mengelola pembelajaran secara mandiri		
	<b>CPMK (Capaian Pembelajaran Mata Kuliah)</b>			
		Menguasai konsep teoretis struktur, sifat, fungsi dan perubahan biomolekul, baik pada energi maupun kinetiknya, identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia		

		makromolekul dan terapannya, sesuai dengan perkembangan ipteks di bidang Kimia dan nilai, norma, serta etika akademik.
		SUB-CPMK
	1.	Menjelaskan prinsip dasar metabolisme biomolekul dan bioenergetika
	2.	Menjelaskan metabolisme karbohidrat
	3.	Menjelaskan metabolisme lipida
	4.	Menjelaskan metabolisme asam amino dan nukleotida
	5.	Menjelaskan metabolisme protein
	6.	Menjelaskan integrasi metabolisme
	7.	Menjelaskan mekanisme kerja hormon
Deskripsi Singkat Mata Kuliah		Mata kuliah Metabolisme Biomolekul merupakan mata kuliah wajib di Program Studi (PS) S1 Kimia FMIPA Unsrat yang memfasilitasi capaian pembelajaran terkait dengan perkembangan ilmu dan teknologi di bidang biokimia terutama mengenai bioenergetika dan metabolisme biomolekul karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat, sebagai molekul penyusun organisme hidup, serta integrasi metabolisme dan hormon. Tujuan mata kuliah ini diadakan ialah untuk mengembangkan inovasi dan kreativitas mahasiswa dalam memandang metabolisme biomolekul sebagai peluang di masa depan, serta menjadi dasar untuk memahami mata kuliah PS Kimia yang berhubungan dengan Biokimia pada semester berikut. Model pembelajaran yang dikembangkan ialah <i>student centered learning (SCL)</i> dengan <i>flipped classroom</i> , yakni mahasiswa sudah mempelajari materi perkuliahan secara mandiri sesuai tugas yang diberikan sebelum pelaksanaan pembelajaran kelas atau laboratorium.
Bahan Kajian/Materi Pembelajaran	1.	Prinsip Dasar Metabolisme dan Bioenergetika
	2.	Metabolisme Karbohidrat
	3.	Metabolisme Lipida
	4.	UTS
	5.	Metabolisme Asam Amino dan Nukleotida
	6.	Metabolisme Protein
	7.	Integrasi Metabolisme
	8.	Hormon
	9.	UAS (Kamis, 24-11-22, 10:00-11:45)
Daftar Referensi		Utama

	1.	Nelson, D.L. & M.M. Cox. 2017. Lehninger: Principles of Biochemistry, 7 <sup>Th</sup> edition. W. H. Freeman and Company, New York.
	2.	Voet, D, J.G. Voet, C.W. Pratt. 2016. Fundamentals of Biochemistry: Life at molecular level, 6th Edition. John Wiley & Sons, Danvers.
	3.	Rodwell, V., D. Bender, K. Botham, P. Kennelly, P.A. Weil. 2018. Harper's Illustrated Biochemistry, 31 <sup>st</sup> edition. McGraw-Hill Education.
	Pendukung	
4.	Devlin, T.M. 2011. Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations, 7th Edition. John Wiley & Sons	
Nama Dosen Pengampu	Tim	
	Lidya Irma Momuat, S.Si., M.Si	
	Dr. Maureen Kumaunang, S.Si., M.Si.	
	Vanda Selvana Kamu, S.Pd., M.Si.	
Mata Kuliah Prasyarat (jika ada)	-	

## H. RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS) MATA KULIAH

### Pelaksanaan Perkuliahan

Minggu ke-	Sub-CPMK (kemampuan Akhir yang Direncanakan)	Bahan Kajian (Materi Pembelajaran)	Bentuk dan Metode Pembelajaran [Media & Sumber Belajar]	Estimasi Waktu	Tugas Mahasiswa	Penilaian		
						Kriteria & Bentuk	Indikator	Bobot (%)
1	Mahasiswa mampu memahami rencana dan	Pengantar perkuliahan	Bentuk: Penyampaian dan diskusi Aktivitas di kelas: Metode: Diskusi	TM: 2x50'	Mahasiswa mengikuti penyampaian dosen dan			0

	sistem pembelajaran dalam perkuliahan.		kelas; Media: proyektor LCD		mengikuti diskusi kelas			
			Aktivitas di luar kelas: mempelajari mengenai definisi metabolisme biomolekul dan memahami konsep dasar biomolekul	PT:2x50'; BM: 2x60'				
2-3	Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip dasar metabolisme biomolekul dan bioenergetika	Prinsip Dasar Metabolisme dan Bioenergetika	Bentuk: Ceramah interaktif, diskusi dan Latihan soal		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa mengerjakan kuis dan studi analisis peran enzim tertentu dalam satu jalur metabolik</li> </ul>	Luaran: <ul style="list-style-type: none"> <li>kuis dan tugas analisis</li> </ul> Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> <li>jawaban benar, argumentasi ilmiah</li> </ul> Bentuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>tes</li> </ul>	Mampu menjelaskan peran spesifik enzim dan jenis regulasinya	10
		Aktivitas di kelas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Metode: Diskusi kelas</li> <li>Media: proyektor LCD</li> </ul>	TM: 2x2x50'					
		Aktivitas di luar kelas: mengerjakan kuis dan menganalisis peran enzim dalam satu jalur metabolisme	PT:2x2x50'; BM: 2x60'					
4-5	Mahasiswa mampu menjelaskan metabolisme karbohidrat	Metabolisme Karbohidrat	Bentuk: Ceramah dan Studi kasus		Mahasiswa diminta membuat laporan dan presentasi visual (poster/infografis/ PPT interaktif) mengenai bagaimana jalur metabolisme karbohidrat (glikolisis,	Luaran: <ul style="list-style-type: none"> <li>Laporan dan presentasi visual</li> </ul> Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> <li>Pemahaman konsep, ketepatan analisis kondisi, kreativitas dan visualisasi, sistematika, kerja sama</li> </ul>	Mengaitkan jalur metabolisme karbohidrat dengan kondisi fisiologis nyata	10
		Aktivitas di kelas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Metode: Diskusi kelas</li> <li>Media: LCD proyektor</li> </ul>	TM: 2x2x50'					
		Aktivitas di luar kelas: membuat tabel perbandingan	PT:2x2x50'; BM: 2x2x60'					

			antara glikolisis dan fermentasi		glukoneogenesis, glikogenolisis, glikogenesis) berjalan dan diatur pada salah satu kondisi berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi puasa</li> <li>• Selama aktivitas fisik intens</li> <li>• Pada penderita diabetes melitus</li> </ul>	Bentuk: non-tes			
6-7	Mahasiswa mampu menjelaskan metabolisme lipida	Metabolisme Lipida	<p>Bentuk: Ceramah, Latihan soal</p> <p>Aktivitas di kelas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode: Diskusi dan Latihan soal</li> <li>• Media: LCD proyektor, <i>platform quizizz</i></li> </ul> <p>Aktivitas di luar kelas: kuis reflektif menggunakan <i>platform quizizz</i></p>	<p>TM: 2x2x50'</p> <p>PT:2x2x50'; BM: 2x2x60'</p>	Mahasiswa diminta untuk mengerjakan kuis reflektif melalui <i>platform quizizz</i> .	<p>Luaran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil kuis/jawaban kuis</li> </ul> <p>Kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketepatan konsep, sistematika, dan kemampuan analisis</li> </ul> <p>Bentuk: tes</p>	Menunjukkan pemahaman terhadap metabolisme lipid	10	
8	<b>Ujian Tengah Semester (UTS)</b>								15
9-10	Mahasiswa mampu menjelaskan metabolisme asam amino dan nukleotida	Metabolisme Asam Amino dan Nukleotida	<p>Bentuk: Diskusi dan studi kasus</p> <p>Aktivitas di kelas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode: diskusi kelas dan studi kasus</li> <li>• Media: LCD proyektor</li> </ul> <p>Aktivitas di luar kelas: Review</p>	<p>TM: 2x2x50'</p> <p>PT:2x2x50'; BM: 2x2x60'</p>	Mahasiswa membuat infografis tentang jalur metabolisme purin atau pirimidin dan penyakit yang berkaitan dengannya.	<p>Luaran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infografis</li> </ul> <p>Kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kualitas literatur</li> <li>• Kedalaman analisis</li> <li>• Kreativitas</li> <li>• Kerja sama tim</li> </ul> <p>Bentuk: non-tes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemampuan literasi ilmiah mahasiswa terhadap sintesis/degradasi purin/pirimidin</li> </ul>	10	

			jurnal/buku mengenai jalur metabolisme purin atau pirimidin					
11-12	Mahasiswa mampu menjelaskan metabolisme protein	Metabolisme Protein	<p>Bentuk: Ceramah dan Diskusi</p> <p>Aktivitas di kelas:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode: Diskusi kelas</li> </ul> Media: LCD proyektor</p> <p>Aktivitas di luar kelas: Membuat ringkasan dan refleksi kritis dari satu artikel ilmiah tentang gangguan metabolisme protein</p>	<p>TM: 2x2x50'</p> <p>PT:2x2x50'; BM: 2x2x60'</p>	Mahasiswa membuat ringkasan dan refleksi kritis dari satu artikel ilmiah tentang gangguan metabolisme protein	<p>Luaran:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringkasan</li> </ul> Kriteria:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemahaman konsep</li> <li>• Kualitas penulisan</li> </ul> Bentuk: non-tes</p>	Kemampuan Mahasiswa menjelaskan jalur metabolisme protein dan hubungannya dengan energi, mengaitkan gejala penyakit dengan gangguan metabolisme	10
13-14	Mahasiswa mampu menjelaskan integrasi metabolisme	Integrasi Metabolisme	<p>Bentuk: Ceramah dan Diskusi</p> <p>Aktivitas di kelas:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode: Diskusi kelas</li> </ul> Media: LCD proyektor</p> <p>Aktivitas di luar kelas: Membuat ringkasan dan refleksi dari diskusi kelas</p>	<p>TM: 2x2x50'</p> <p>PT:2x2x50'; BM: 2x2x60'</p>	Mahasiswa membuat ringkasan dan refleksi dari diskusi kelas	<p>Luaran:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringkasan</li> </ul> Kriteria:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemahaman konsep</li> <li>• Kualitas penulisan</li> </ul> Bentuk: non-tes</p>	Kemampuan mahasiswa dalam memahami integrasi metabolisme dan menjelaskan kembali dalam bentuk tulisan	10
15	Mahasiswa mampu menjelaskan	Hormon dan Regulasi Metabolisme	<p>Bentuk: Ceramah dan Diskusi</p> <p>Aktivitas di kelas:</p>	<p>TM: 2x50'</p>	Mahasiswa membuat ringkasan dan	<p>Luaran:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringkasan</li> </ul> Kriteria:</p>	Kemampuan mahasiswa dalam memahami	10

	mekanisme kerja hormon		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode: Diskusi kelas</li> </ul> Media: LCD proyektor Aktivitas di luar kelas: Membuat ringkasan dan refleksi dari diskusi kelas	PT:2x50'; BM: 2x60'	refleksi dari diskusi kelas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemahaman konsep</li> <li>• Kualitas penulisan</li> </ul> Bentuk: non-tes	mekanisme kerja hormon dan menjelaskan kembali dalam bentuk tulisan		
16	<b>UAS</b>								15
								100	

## I. PENJADWALAN MATA KULIAH

**Tabel 8. Jadwal Pelaksanaan Pembelajaran**

Pertemuan	Tanggal	Waktu	Ruang	Bahan Kajian	Dosen Pengampu
1	06-02-2024	13.00-14.40	RK-3	Pengantar Perkuliahan	Lidya I. Momuat, S.Si., M.Si.
2	13-02-2024	13.00-14.40	RK-3	Prinsip Dasar Metabolisme dan Bioenergetika	Lidya I. Momuat, S.Si., M.Si.
3	20-02-2024	13.00-14.40	RK-3	Prinsip Dasar Metabolisme dan Bioenergetika	Lidya I. Momuat, S.Si., M.Si.
4	27-02-2024	13.00-14.40	RK-3	Metabolisme Karbohidrat	Lidya I. Momuat, S.Si., M.Si.
5	05-03-2024	13.00-14.40	RK-3	Metabolisme Karbohidrat	Lidya I. Momuat, S.Si., M.Si.
6	12-03-2024	13.00-14.40	RK-3	Metabolisme Lipida	Maureen Kumaunang, M.Si
7	19-03-2024	13.00-14.40	RK-3	Metabolisme Lipida	Maureen Kumaunang, M.Si
8	26-03-2024	13.00-14.40	RK-3	UTS	
9	02-04-2024	13.00-14.40	RK-3	Metabolisme Asam Amino dan Nukleotida	Maureen Kumaunang, M.Si
10	09-04-2024	13.00-14.40	RK-3	Metabolisme Asam Amino dan Nukleotida	Maureen Kumaunang, M.Si
11	23-04-2024	13.00-14.40	RK-3	Metabolisme Protein	Maureen Kumaunang, M.Si
12	30-04-2024	13.00-14.40	RK-3	Metabolisme Protein	Vanda S. Kamu, S.Pd., M.Si
13	07-05-2024	13.00-14.40	RK-3	Integrasi Metabolisme	Vanda S. Kamu, S.Pd., M.Si
14	14-05-2024	13.00-14.40	RK-3	Integrasi Metabolisme	Vanda S. Kamu, S.Pd., M.Si
15	21-05-2024	13.00-14.40	RK-3	Hormon dan Regulasi Metabolisme	Vanda S. Kamu, S.Pd., M.Si
16	28-05-2024	13.00-14.40	RK-3	UAS	Vanda S. Kamu, S.Pd., M.Si

## J. PROSEDUR PENGUKURAN CPMK

### 1. Pengukuran CPMK

Prosedur pengukuran ketercapaian CPL (Capaian Pembelajaran Lulusan) melibatkan beberapa tahapan, dimulai dari penentuan CPL, identifikasi indikator, hingga evaluasi dan

analisis hasil. Tujuannya adalah memastikan lulusan telah mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan CPL yang telah ditetapkan.

#### 1. Penetapan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL):

- Program studi (prodi) menetapkan CPL yang ingin dicapai oleh lulusannya.
- CPL harus sesuai dengan standar nasional dan/atau standar yang lebih tinggi (misalnya, standar internasional).
- CPL dapat dibagi menjadi beberapa tingkat, misalnya tingkat pengetahuan, keterampilan, dan sikap.

#### 2. Identifikasi Indikator:

- Untuk setiap CPL, perlu diidentifikasi indikator-indikator yang dapat digunakan untuk mengukur ketercapaiannya.
- Indikator harus jelas, terukur, dan dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran.

#### 3. Perancangan Asesmen:

- Dosen perancangan asesmen (penilaian) yang sesuai dengan indikator dan CPL yang telah diidentifikasi.
- Asesmen dapat berupa tes (misalnya, kuis, UTS, UAS), tugas, proyek, atau observasi.
- Asesmen harus valid dan reliabel, serta dapat memberikan informasi yang akurat tentang ketercapaian CPL.

#### 4. Pelaksanaan Asesmen:

- Dosen melaksanakan asesmen kepada mahasiswa sesuai dengan rencana yang telah disusun.
- Data hasil asesmen dikumpulkan dan dianalisis untuk mengetahui ketercapaian CPL.

#### 5. Analisis dan Evaluasi:

- Data hasil asesmen dianalisis untuk menentukan tingkat ketercapaian CPL.
- Evaluasi dilakukan untuk melihat sejauh mana CPL telah dicapai oleh mahasiswa.
- Evaluasi juga dapat digunakan untuk melakukan perbaikan dalam proses pembelajaran.

#### 6. Pelaporan dan Pemetaan:

- Hasil analisis dan evaluasi dilaporkan kepada pihak terkait (misalnya, dosen, prodi, dan pengelola pendidikan).
- Pemetaan ketercapaian CPL dapat dilakukan untuk melihat bagaimana kontribusi setiap mata kuliah terhadap pencapaian CPL.



**Tabel 10. Ketercapaian CPL Mahasiswa Berdasarkan Capaian Sub-CPMK**

No.	Nama Mahasiswa	CPL 1									Capaian		Kategori	
		Sub-CPMK 1 (10%)	Sub-CPMK 2 (10%)	Sub-CPMK 3 (30%)		Sub-CPMK 4 (10%)	Sub-CPMK 5 (10%)	Sub-CPMK 6 (10%)	Sub-CPMK 7 (20%)		NA	NH		
				T	UTS				T	UAS				
1.	Christin Angely Tengor	85	80	85	80	80	83	85	88	85	83.33	A		
2.	Mitchel Veronica Walawangi	100	88	82	85	90	84	90	85	80	86.67	A		
3.	Titania Aprilia Kasala	95	84	85	86	85	87	86	85	85	86.33	A		
4.	Venesa Salsa Somalinggi	100	90	90	82	91	89	90	90	85	89.00	A		
5.	Jonathan Cavin Ezra Sinaga	100	94	94	98	90	98	94	98	85	94.33	A		
6.	Muaja Olivia Debby Angle	95	85	90	80	83	90	85	91	85	86.67	A		
7.	Nida Nisa Leha	90	80	85	80	75	88	85	91	80	83.33	A		
8.	Valentino Sumarauw	90	85	90	85	80	89	83	86	80	85.00	A		
9.	Wiwi Mumude	100	85	85	88	90	90	86	88	85	88.33	A		
10.	Geissler Venus Rumanasen	70	80	78	80	75	75	75	77	80	77.00	B+		
11.	Claudia Wandha Manuel	100	90	90	83	90	90	91	90	85	89.33	A		
12.	Evrintania Limbong	100	90	95	85	90	90	90	90	85	90.00	A		
13.	Jeyzi Tatipata	60	75	74	80	70	75	70	70	80	73.33	B		
14.	Wenni Friska Samsudin	100	90	85	81	90	90	89	85	80	87.00	A		
15.	Twinkle Keyra Lontoh	65	78	75	70	75	75	75	75	80	74.33	B		
16.	Anastasia Sherenity Dapas	95	85	85	80	85	80	90	90	80	85.00	A		
17.	Jessica Verena Bermula	70	75	75	80	80	75	75	76	80	76.67	B+		
18.	Patricia Michella Rumbewas	100	90	90	85	90	92	93	90	85	90.00	A		
19.	Regina Pairunan	100	90	90	86	90	90	90	94	85	90.33	A		
20.	Riris Ikhtarani Djaman	95	75	85	83	91	90	90	90	80	86.00	A		
21.	Felicia Abigail Salam	95	90	90	87	90	90	90	87	85	89.00	A		
	Rata-Rata Kelas	90,7	84,7	85,6	83,0	84,7	86	86	86	85,3	85,2			
	Nilai Sumbangan	ke CPL 1 = Jml skor x 100/50												

Catatan: NA = Nilai Akhir  
NH = Nilai Huruf

## **K. KESIMPULAN**

Pelaksanaan perkuliahan mata kuliah Kinetika Kimia pada semester ini telah berjalan dengan baik dan efektif. Hal ini tercermin dari hasil capaian nilai mahasiswa, di mana dari total 21 mahasiswa, sebanyak 19 mahasiswa (90%) berhasil meraih nilai A, sementara 2 mahasiswa (10%) meraih nilai B. Dengan demikian, rata-rata nilai kelas berada pada kategori A, yang menunjukkan tingkat pemahaman dan penguasaan materi yang sangat baik.

Keberhasilan ini mencerminkan pencapaian Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Program Studi, khususnya CPL PP1, *menguasai konsep teoretis struktur, sifat, dan perubahannya baik pada energi maupun kinetiknya, identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya.*

Pencapaian CPL tersebut juga sejalan dengan tercapainya Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) Metabolisme Molekul, yang bertujuan untuk *menguasai konsep teoretis struktur, sifat, fungsi dan perubahan biomolekul, baik pada energi maupun kinetiknya, identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia makromolekul dan terapannya, sesuai dengan perkembangan ipteks di bidang Kimia dan nilai, norma, serta etika akademik..*

Tingginya capaian nilai menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya memahami secara teoritis konsep metabolisme molekul, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam analisis peristiwa kimia yang kompleks, sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah dirancang. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kegiatan pembelajaran dalam mata kuliah ini telah berhasil mendukung pencapaian CPL dan CPMK secara optimal.

## **L. REKOMENDASI PERBAIKAN**

Meskipun capaian pembelajaran pada mata kuliah Metabolisme Molekul telah menunjukkan hasil yang sangat baik dengan mayoritas mahasiswa memperoleh nilai A, terdapat beberapa aspek yang tetap perlu diperhatikan untuk peningkatan kualitas pembelajaran di masa yang akan datang.

Pertama, perlu dilakukan penguatan pembelajaran berbasis aplikasi melalui studi kasus atau simulasi yang lebih kompleks untuk mengasah kemampuan analitis mahasiswa terhadap peristiwa metabolisme tubuh. Hal ini bertujuan untuk memperluas cakupan pemahaman mahasiswa dari sekadar penguasaan teori ke penerapan praktis dalam konteks industri, lingkungan, maupun penelitian.

Kedua, bagi mahasiswa yang memperoleh nilai B, disarankan untuk dilakukan evaluasi dan pendampingan lebih intensif, baik melalui remedial atau kegiatan tutoring, guna

mengidentifikasi kesulitan konsep atau kemampuan analisis yang belum optimal. Hal ini penting agar kesenjangan capaian antar mahasiswa dapat diminimalkan.

Ketiga, penggunaan media pembelajaran interaktif dan platform digital dapat ditingkatkan untuk memperkaya metode penyampaian materi, seperti animasi metabolisme karbohidrat, video interaktif mengenai metabolisme lipid atau diskusi berbasis proyek (project-based learning).

Terakhir, untuk mendukung keberlanjutan pencapaian CPL dan CPMK, disarankan agar dilakukan penilaian formatif secara berkala agar dosen dapat memberikan umpan balik lebih dini terhadap pemahaman mahasiswa dan menyesuaikan strategi pembelajaran secara dinamis. Dengan penerapan rekomendasi ini, diharapkan pembelajaran Metabolisme Molekul ke depan dapat semakin berkualitas, inklusif, dan berorientasi pada capaian pembelajaran yang holistik.

**LAMPIRAN:**

		<b>UNIVERSITAS SAM RATULANGI</b> <b>FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM</b> <b>JURUSAN/PROGRAM STUDI KIMIA</b>		
<b>RENCANA TUGAS MAHASISWA</b>				
<b>MATA KULIAH</b>	Metabolisme Molekul			
<b>KODE</b>	KIM 3441	SKS 2(2-2)	SEMESTER	6
<b>DOSEN PENGAMPU</b>	Dr. Lidya Irma Momuat, M.Si			
<b>BENTUK TUGAS</b>			<b>WAKTU MENGERJAKAN TUGAS</b>	
Studi Kasus			2 minggu	
<b>JUDUL TUGAS</b>				
Mahasiswa diminta membuat laporan dan presentasi visual (poster/infografis/PPT interaktif) mengenai bagaimana jalur metabolisme karbohidrat (glikolisis, glukoneogenesis, glikogenolisis, glikogenesis) berjalan dan diatur pada salah satu kondisi berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi puasa</li> <li>• Selama aktivitas fisik intens</li> <li>• Pada penderita diabetes melitus</li> </ul>				
<b>SUB CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH</b>				
Menjelaskan metabolisme karbohidrat				
<b>METODE Pengerjaan Tugas</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mencari referensi mengenai jalur metabolisme karbohidrat</li> <li>2. Mencari keadaan tubuh ketika puasa, selama aktivitas fisik, penderita diabetes melitus</li> <li>3. Menghubungkan kondisi tubuh dengan jalur metabolisme karbohidrat</li> </ol>				
<b>BENTUK DAN FORMAT LUARAN</b>				
<b>Obyek :</b> Metabolisme Karbohidrat				
<b>Bentuk luaran :</b> Infografis				
<b>INDIKATOR, KRITERIA DAN BOBOT PENILAIAN</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kualitas hasil kajian jurnal bobot 30 %</li> <li>2. Penjelasan dan penulisan jurnal 30%</li> <li>3. Isi infografis 30 %</li> <li>4. Desain infografis 10%</li> </ol>				

<b>JADWAL PELAKSANAAN</b>
13 April 2025 : waktu mulai pelaksanaan tugas
27 April 2025 : Pengumpulan PPT
27 April-4 Mei 2025 : persentasi kelas
<b>LAIN-LAIN</b>
Tugas dikerjakan dan dipresentasikan secara mandiri
<b>DAFTAR RUJUKAN</b>
1.
2.

### RUBRIK PENILAIAN

#### KRITERIA 1: Keaktifan dalam diskusi (50%)

DIMENSI	A (≥80)	B+ (75-79)	B (70-74)	C+ (60-74)	C-F (<60)	SKOR
Keaktifan mencari literatur	Sangat aktif	Aktif+	Aktif	Cukup Aktif	Kurang aktif-Tidak aktif	
Keaktifan berdiskusi	Sangat aktif	Aktif+	Aktif	Cukup Aktif	Kurang aktif-Tidak aktif	
Kualitas rangkuman	Sangat baik	Baik+	Baik	Cukup baik	Kurang Baik-Tidak Baik	
TOTAL						

#### KRITERIA 2: Kualitas ringkasan strategi konservasi suatu spesies secara perorangan (50%)

DIMENSI	A (≥80)	B+ (75-79)	B (70-74)	C+ (60-74)	C-F (<60)	SKOR
<b>Kelengkapan konsep</b>	Sangat lengkap (mampu mengembangkan)	Lengkap (melebihi konsep minimal pada modul)	Cukup lengkap (sesuai konsep minimal pada modul)	Kurang lengkap (dibawah konsep minimal pada modul)	Tidak lengkap (konsep tidak sesuai)	

	konsep secara optimal)					
<b>Ketepatan konsep</b>	Sangat tepat (sesuai dengan logika ilmiah)	Tepat	Cukup tepat	Kurang tepat	Tidak tepat	
<b>Ide baru dan kreativitas</b>	Sangat baik (memunculkan beberapa ide baru)	Baik (memunculkan ide baru)	Cukup baik (ide seperti pada modul)	Kurang baik (ide di bawah tuntutan modul)	Tidak baik (miskin ide)	
<b>Total</b>						

## Contoh Materi Pembelajaran

### I. Pendahuluan

Lipida merupakan senyawa biologis yang bersifat hidrofobik atau amfipatik, artinya sebagian besar tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik. Lipida memiliki peran penting dalam tubuh sebagai sumber energi jangka panjang, penyusun membran sel, pelindung organ dalam, serta prekursor dari berbagai hormon, seperti hormon steroid. Selain itu, lipida juga berfungsi sebagai pelarut vitamin-vitamin yang larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E, dan K.

### Klasifikasi Lipida

Lipida dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama:

1. **Lipida sederhana** – Contohnya trigliserida, yang merupakan bentuk utama simpanan energi dalam jaringan adiposa.
2. **Lipida majemuk** – Seperti fosfolipid dan glikolipid, yang menjadi komponen utama membran sel.
3. **Lipida turunan** – Termasuk steroid (misalnya kolesterol), asam lemak bebas, dan prostaglandin.

---

### Metabolisme Lipida

Metabolisme lipida mencakup semua proses biokimia yang terlibat dalam pencernaan, absorpsi, transportasi, katabolisme (penguraian), dan anabolisme (sintesis) lipida.

#### 1. Pencernaan dan Absorpsi Lipida

Proses pencernaan lipida dimulai di usus halus, di mana trigliserida yang berasal dari makanan dipecah oleh **lipase pankreas** menjadi asam lemak bebas dan monogliserida. Asam lemak kemudian membentuk misel bersama dengan garam empedu dan diserap oleh enterosit (sel usus halus). Di dalam enterosit, asam lemak dan monogliserida kembali disintesis menjadi trigliserida dan dikemas dalam bentuk **kilomikron** untuk kemudian dilepaskan ke sistem limfatik dan selanjutnya ke peredaran darah.

---

#### 2. Transportasi Lipida dalam Darah

Karena sifat lipida yang tidak larut dalam air, tubuh memerlukan sistem pengangkutan khusus dalam bentuk **lipoprotein**, yaitu partikel yang memiliki inti hidrofobik (mengandung trigliserida dan kolesterol ester) dan permukaan hidrofilik (terdiri dari fosfolipid, kolesterol bebas, dan protein). Jenis-jenis lipoprotein:

- **Kilomikron**: mengangkut trigliserida dari usus ke jaringan
- **VLDL (Very Low-Density Lipoprotein)**: mengangkut trigliserida dari hati ke jaringan
- **LDL (Low-Density Lipoprotein)**: mengangkut kolesterol ke jaringan, disebut juga "kolesterol jahat"
- **HDL (High-Density Lipoprotein)**: mengangkut kolesterol dari jaringan kembali ke hati, disebut "kolesterol baik"

---

#### 3. Katabolisme Lipida

#### a. Lipolisis

Lipolisis adalah proses pemecahan trigliserida yang tersimpan dalam jaringan adiposa menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Proses ini dikatalisis oleh enzim **Hormon-Sensitive Lipase (HSL)** yang diaktifkan oleh hormon **glukagon** dan **adrenalin**, terutama saat tubuh dalam kondisi puasa atau kekurangan glukosa. Insulin, sebaliknya, akan menghambat lipolisis.

#### b. $\beta$ -Oksidasi Asam Lemak

$\beta$ -Oksidasi merupakan jalur utama degradasi asam lemak. Proses ini terjadi di **mitokondria**, dan menghasilkan energi dalam bentuk NADH, FADH<sub>2</sub>, dan Acetyl-CoA. Tahapan  $\beta$ -oksidasi melibatkan empat reaksi berulang:

1. Oksidasi oleh **acyl-CoA dehidrogenase**
2. Hidrasi oleh **enoyl-CoA hidratase**
3. Oksidasi kedua oleh **L-hidroksiacyl-CoA dehidrogenase**
4. Tiolisis oleh **thiolase** menghasilkan Acetyl-CoA

Sebagai contoh, satu molekul asam palmitat (C16) melalui  $\beta$ -oksidasi akan menghasilkan:

- 8 Acetyl-CoA
- 7 NADH
- 7 FADH<sub>2</sub>

Acetyl-CoA selanjutnya masuk ke siklus Krebs untuk menghasilkan ATP, sedangkan NADH dan FADH<sub>2</sub> masuk ke rantai transpor elektron.

---

### 4. Anabolisme Lipida

#### a. Sintesis Asam Lemak

Proses ini terjadi terutama di **sitosol** sel hati dan jaringan adiposa, ketika asupan glukosa berlebih. Bahan baku utamanya adalah **Acetyl-CoA** dan **NADPH**.

Langkah-langkah:

1. **Acetyl-CoA** dari mitokondria diangkut ke sitosol dalam bentuk **sitrat**.
2. Sitrat dipecah menjadi Acetyl-CoA dan Oksaloasetat.
3. Acetyl-CoA dikarboksilasi menjadi **Malonyl-CoA** oleh enzim **Acetyl-CoA Carboxylase (ACC)**, yang merupakan langkah regulasi utama.
4. **Fatty Acid Synthase (FAS)** memperpanjang rantai karbon menjadi asam palmitat (C16).

Regulasi:

- Diaktifkan oleh **insulin**
- Diinhibisi oleh **glukagon** dan **palmitoyl-CoA**

#### b. Sintesis Trigliserida

Trigliserida terbentuk dari penggabungan tiga asam lemak dengan satu gliserol-3-fosfat. Proses ini terjadi di hati dan jaringan adiposa, terutama saat energi berlebih.

#### c. Sintesis Kolesterol

Kolesterol disintesis dari Acetyl-CoA melalui jalur kompleks yang dikendalikan oleh enzim **HMG-CoA Reduktase**, target utama obat **statin**. Produk akhir digunakan sebagai prekursor hormon steroid dan komponen membran sel.

---

## 5. Ketogenesis dan Ketolisis

Saat tubuh kekurangan glukosa (puasa panjang, diabetes melitus), hati akan mengubah kelebihan Acetyl-CoA menjadi **badan keton: asetoasetat,  $\beta$ -hidroksibutirat, dan aseton**. Proses ini disebut **ketogenesis** dan terjadi di mitokondria hati.

Badan keton kemudian digunakan oleh jaringan otot dan otak sebagai sumber energi alternatif dalam proses **ketolisis**, terutama saat tubuh dalam kondisi kelaparan atau kekurangan karbohidrat.

---

### Regulasi Metabolisme Lipida

Metabolisme lipida dikendalikan oleh sejumlah hormon:

- **Insulin**: meningkatkan sintesis lipida, menghambat lipolisis dan  $\beta$ -oksidasi
- **Glukagon dan Adrenalin**: mengaktifkan lipolisis dan  $\beta$ -oksidasi, serta menghambat sintesis asam lemak

Selain itu, enzim-enzim kunci seperti HSL, ACC, dan HMG-CoA Reduktase diatur secara alosterik dan melalui modifikasi pasca-translasi (fosforilasi/defosforilasi).

---

### Gangguan Metabolisme Lipida

Gangguan metabolisme lipida dapat menyebabkan berbagai penyakit, antara lain:

- **Aterosklerosis**: penumpukan LDL kolesterol di pembuluh darah
  - **Ketoasidosis diabetik**: produksi badan keton berlebihan akibat kekurangan insulin
  - **Hiperkolesterolemia familial**: kelainan genetik yang menyebabkan tingginya kadar kolesterol darah
  - **Penyakit penyimpanan lipid**: seperti Tay-Sachs, Niemann-Pick, dan Gaucher
- 

## Latihan Soal dan Pembahasan

### Soal Pilihan Ganda

1. Enzim utama dalam reaksi pertama  $\beta$ -oksidasi adalah...
  - A. Lipase
  - B. Acyl-CoA dehidrogenase
  - C. Thiolase
  - D. HMG-CoA Reduktase
2. Sintesis asam lemak terjadi di...
  - A. Mitokondria
  - B. Sitosol
  - C. Inti sel
  - D. Retikulum endoplasma kasar
3. Hormon yang merangsang lipolisis adalah...
  - A. Insulin
  - B. Glukagon
  - C. Leptin
  - D. Kortisol
4. Produk akhir ketogenesis adalah...
  - A. Kolesterol
  - B. Trigliserida

- C. Badan keton
  - D. Malonyl-CoA
5. Jalur utama degradasi asam lemak adalah...
- A. Glikolisis
  - B.  $\beta$ -oksidasi
  - C. Transaminasi
  - D. Respirasi anaerob

Contoh Tugas Infografis:

# METABOLISME KARBOHIDRAT

**KETIKA PUASA, AKTIVITAS FISIK INTENS, DAN PENDERITA DIABETES**

## Ketika Puasa

Glikolisis menurun, glikogenolisis & glukoneogenesis meningkat, glikogenesis berhenti; diatur glukagon  $\uparrow$  dan insulin  $\downarrow$ .

## Ketika Aktivitas Intens

Glikolisis & glikogenolisis meningkat untuk suplai energi, glikogenesis menurun, glukoneogenesis rendah; diatur epinefrin, kortisol, insulin  $\downarrow$ .

## Penderita diabetes

Glikolisis tidak efisien, glukoneogenesis & glikogenolisis berlebih, glikogenesis terhambat; diatur insulin rendah/tidak efektif dan glukagon tinggi  $\rightarrow$  hiperglikemia.

Nama kelompok: Christin Angely Tengor, Mitchel Veronica Walawangi, Titania Aprilia Kasala, Venesa Salsa Somalinggi

