UNESA	**UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA** **FAKULTAS KETAHANAN PANGAN** **PROGRAM STUDI S1 BIOTEKNOLOGI**	**Kode Dokumen**

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

Otorisasi & Properti Matakuliah

Nama MK	Kode MK	Rumpun MK	SKS	Alokasi SEMESTER	Tanggal Penyusunan
Bioteknologi Flavour dan Additive Pangan		KBK Bioteknologi Pangan dan Inovasi Produk	**Teori:** 2 sks **Praktek:** 0 sks	Genap (MK Pilihan)	27 Oktober 2026

AUTHORIZATION	Nama Pengembang RPS	Nama Koordinator RMK	Nama Koordinator Program Studi
	(.....)	(.....)	Dr. Ratih Dewi Saputri, S.Si., M.Si.

Deskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah ini membahas produksi senyawa flavour alami (vanillin, diasetil, ester buah, lakton, alkohol, dan flavour gurih) dan aditif pangan (asam organik, pigmen, pengawet alami, pemanis, dan pengental) melalui pendekatan bioteknologi: fermentasi, biokonversi, dan proses enzimatik. Fokus pembelajaran adalah penggantian flavour dan aditif sintetis dengan alternatif "natural" berbasis bioproses sesuai tuntutan clean label. Mahasiswa mempelajari mikroba penghasil, jalur biosintesis, optimasi produksi dan recovery, serta aspek keamanan, stabilitas, regulasi, kehalalan, dan keberlanjutan. Mata kuliah prasyarat: Mikrobiologi Pangan dan Biokimia.

Model Pembelajaran

Blended learning dengan pendekatan Student Centered Learning, menggunakan metode Case Based Learning (CBL), Small Group Discussion, Problem Based Learning, dan Project Based Learning (rancangan bioproses).

Sumber Belajar Mata Kuliah

Utama:

1. Berger, R. G. (Ed.). (2007). Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability. Berlin: Springer.
2. Longo, M. A., & Sanromán, M. A. (2006). Production of food aroma compounds: Microbial and enzymatic methodologies. Food Technology and Biotechnology, 44(3), 335–353.
3. Vandamme, E. J., & Revuelta, J. L. (Eds.). (2016). Industrial Biotechnology of Vitamins, Biopigments, and Antioxidants. Weinheim: Wiley-VCH.
4. Naufalin, R., Latifasari, N., & Rizki, N. M. (2024). Bioteknologi Pangan. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman Press.

Pendukung:

1. Priefert, H., Rabenhorst, J., & Steinbüchel, A. (2001). Biotechnological production of vanillin. Applied Microbiology and Biotechnology, 56, 296–314.
2. Dufossé, L. (2006). Microbial production of food grade pigments. Food Technology and Biotechnology, 44(3), 313–321.

3. Gupta, C., Prakash, D., & Gupta, S. (2015). A biotechnological approach to microbial based perfumes and flavours. Journal of Microbiology & Experimentation, 2(1), 00034.
4. Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2019). Peraturan BPOM Nomor 11 Tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan. Jakarta: BPOM.

Keterangan kode pustaka pada tabel mingguan: U = Pustaka Utama, P = Pustaka Pendukung, diikuti nomor urut.

CPL Prodi yang dibebankan pada MK

CPL-6: Menguasai konsep, prinsip, dan aplikasi pengetahuan bioteknologi pada berbagai bidang.
CPL-8: Memiliki pengetahuan tentang aspek sosial, etika, keselamatan, dan lingkungan di bidang bioteknologi.
CPL-10: Mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis terhadap informasi dan data.

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

CPMK Ke-1

- ✔ Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip produksi flavour dan aditif pangan melalui fermentasi, biokonversi, dan proses enzimatik, meliputi mikroba penghasil dan jalur biosintesisnya.
- ✔ CPMK tersebut mendukung CPL-6

CPMK Ke-2

- ✔ Mahasiswa mampu menganalisis aspek keamanan, regulasi (BTP, label natural/clean label, halal), etika, dan lingkungan dari flavour dan aditif pangan hasil bioteknologi.
- ✔ CPMK tersebut mendukung CPL-8

CPMK Ke-3

- ✔ Mahasiswa mampu mengambil keputusan dalam memilih strategi produksi, optimasi, recovery, dan stabilisasi flavour atau aditif pangan berdasarkan analisis data dan informasi ilmiah.
- ✔ CPMK tersebut mendukung CPL-10

Matrik CPL-CPMK

CPMK	CPL-6	CPL-8	CPL-10
CPMK-1	✔		
CPMK-2		✔	
CPMK-3			✔

Rekap persentase tiap CPL terhadap semua CPMK

CPL-6 : 67,1% (CPMK-1)
CPL-8 : 16,4% (CPMK-2)
CPL-10 : 16,4% (CPMK-3)
Bobot penilaian tiap CPMK: CPMK-1 = 67,1%; CPMK-2 = 16,4%; CPMK-3 = 16,4%

Matrik CPMK pada Kemampuan Akhir Tiap Tahapan Belajar (Sub-CPMK) per Minggu

CPMK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

CPMK-1	✔	✔	✔	✔	✔	✔		✔	✔	✔	✔	✔				✔
CPMK-2													✔	✔		✔
CPMK-3							✔	✔							✔	✔

Minggu ke	**CPMK**	**Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)**	**Penilaian**		**Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]**		**Materi Pembelajaran [Pustaka]**	**Bobot (%)**
			Indikator	**Kriteria & Bentuk Penilaian**	**Offline**	**Online**		
1	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan klasifikasi flavour dan aditif pangan serta tren produksi berbasis bioteknologi.	1. Ketepatan mengklasifikasi flavour (alami, identik alami, sintetis) dan aditif pangan. 2. Ketepatan menjelaskan tren natural dan clean label. 3. Kemampuan menjelaskan peran bioteknologi dalam produksi flavour dan aditif.	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Kejelasan argumentasi **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: peta konsep • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Ceramah interaktif dan diskusi kelas [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menyusun peta konsep flavour dan aditif pangan [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Analisis label produk pangan [BM: 60’] **Tugas:** Kuis daring pengantar [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Klasifikasi flavour dan BTP 2. Tren natural dan clean label 3. Pasar flavour dan aditif [Pustaka: U1, U4, P4]	4

Minggu ke	CPMK	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian	Offline	Online		
2	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan kimia senyawa flavour dan prinsip persepsi serta analisisnya.	1. Ketepatan mengidentifikasi golongan senyawa aroma (ester, aldehida, keton, lakton, pirazin). 2. Ketepatan menjelaskan persepsi aroma dan rasa serta nilai ambang. 3. Ketepatan menjelaskan prinsip analisis flavour (GC-MS, GC-olfaktometri).	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Ketepatan identifikasi **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: tabel senyawa flavour • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Ceramah interaktif dan Discovery Learning [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menyusun tabel senyawa flavour, sumber, dan deskriptornya [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Video prinsip GC-MS dan olfaktometri [BM: 60’] **Tugas:** Mengunggah tabel [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Kimia senyawa flavour 2. Persepsi aroma dan nilai ambang 3. Analisis flavour instrumental [Pustaka: U1, U2]	5

Minggu ke	CPMK	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian	Offline	Online		
3	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan mikroba dan enzim penghasil flavour serta jalur metabolismenya.	1. Ketepatan mengidentifikasi mikroba penghasil flavour (khamir, kapang, BAL, Aspergillus, Corynebacterium). 2. Ketepatan menjelaskan jalur Ehrlich dan metabolisme sitrat pada BAL. 3. Ketepatan menjelaskan peran enzim (lipase, protease, glikosidase) dalam pembentukan flavour.	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Kelogisan jalur metabolisme **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: diagram jalur metabolisme • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Small Group Discussion [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menggambar jalur biosintesis satu senyawa flavour [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Analisis artikel Longo & Sanromán (2006) [BM: 60’] **Tugas:** Mengunggah diagram [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Mikroba penghasil flavour 2. Jalur Ehrlich dan metabolisme BAL 3. Enzim dalam pembentukan flavour [Pustaka: U2, P3]	5

Minggu ke	CPMK	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian	Offline	Online		
4	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan rute bioteknologi produksi vanillin.	1. Ketepatan menjelaskan biokonversi eugenol dan asam ferulat menjadi vanillin. 2. Ketepatan menjelaskan produksi vanillin de novo dari glukosa oleh mikroba rekombinan. 3. Ketajaman membandingkan rute produksi dari sisi yield dan status label.	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Ketajaman perbandingan **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: matriks rute produksi • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Case Based Learning [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menyusun matriks perbandingan rute produksi vanillin [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Analisis artikel Priefert dkk. (2001) [BM: 60’] **Tugas:** Mengunggah matriks [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Vanillin alami dan sintetis 2. Biokonversi eugenol dan asam ferulat 3. Produksi de novo oleh mikroba rekombinan [Pustaka: U1, P1]	5
5	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan produksi diasetil, asetoin, ester buah, lakton, dan alkohol aromatik secara bioteknologi.	1. Ketepatan menjelaskan produksi diasetil dan asetoin oleh BAL. 2. Ketepatan menjelaskan produksi ester buah oleh khamir. 3. Ketepatan menjelaskan biotransformasi γ-dekalakton dan produksi 2-feniletanol.	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Ketepatan jalur biosintesis **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: presentasi kelompok • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Small Group Discussion dan presentasi [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Mengkaji proses produksi satu senyawa aroma [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Forum diskusi daring [BM: 60’] **Tugas:** Kuis daring [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Diasetil dan asetoin 2. Ester buah 3. Lakton dan 2-feniletanol [Pustaka: U1, U2, P3]	5

Minggu ke	CPMK	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian	Offline	Online		
6	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan produksi flavour gurih (umami) melalui fermentasi dan hidrolisis enzimatik.	1. Ketepatan menjelaskan produksi glutamat oleh Corynebacterium glutamicum. 2. Ketepatan menjelaskan produksi nukleotida (IMP, GMP) dan ekstrak khamir. 3. Ketepatan menjelaskan hidrolisat protein dan reaction flavour.	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Ketajaman analisis **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: diagram alir proses • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Case Based Learning [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menyusun diagram alir produksi MSG [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Video produksi MSG dan ekstrak khamir [BM: 60’] **Tugas:** Kuis daring [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Produksi glutamat (MSG) 2. Nukleotida dan ekstrak khamir 3. Hidrolisat protein dan reaksi Maillard [Pustaka: U1, U4]	6
7	CPMK-3	Mahasiswa mampu memilih strategi optimasi produksi, recovery, dan stabilisasi flavour berdasarkan data.	1. Ketepatan mengidentifikasi masalah toksisitas produk dan volatilitas. 2. Ketepatan memilih teknik in situ product recovery (ISPR). 3. Ketepatan memilih teknik enkapsulasi untuk stabilitas flavour.	**Kriteria:** • Ketepatan keputusan berbasis data • Kelogisan argumentasi **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: studi kasus berbasis data • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Problem Based Learning [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menganalisis data produksi dan menentukan strategi recovery [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Analisis dataset optimasi produksi flavour [BM: 60’] **Tugas:** Mengunggah analisis [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Optimasi produksi flavour 2. In situ product recovery 3. Enkapsulasi dan stabilitas flavour [Pustaka: U1, U2]	5

Minggu ke	CPMK	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian	Offline	Online		
8	CPMK-1 CPMK-3	Mahasiswa mampu menunjukkan penguasaan kimia flavour, mikroba penghasil, dan rute produksi flavour (materi minggu 1–7).	1. Ketepatan menjelaskan jalur biosintesis flavour. 2. Ketepatan memilih strategi produksi berdasarkan data.	**Kriteria:** • Ketepatan dan kelengkapan jawaban • Kedalaman analisis dan argumentasi ilmiah • Kemampuan mengaitkan konsep dengan kasus/data **Bentuk/Model Penilaian:** • Tes tertulis (esai dan analisis kasus)	**Bentuk Pembelajaran:** Evaluasi: Ujian Tengah Semester (UTS) **Metode:** Tes tertulis terjadwal [TM: 2 x 50’] **Tugas:** -	**Bentuk Pembelajaran:** Belajar mandiri (persiapan ujian) **Metode:** Self-Directed Learning: latihan soal dan rangkuman materi pada LMS SIDIA [BM: 60’] **Tugas:** -	**Materi pembelajaran:** 1. Materi minggu 1–7 [Pustaka: U1, U2, U4, P1, P3]	15
9	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan produksi asam organik pangan secara fermentasi.	1. Ketepatan menjelaskan produksi asam sitrat oleh Aspergillus niger. 2. Ketepatan menjelaskan produksi asam laktat, malat, dan itakonat. 3. Ketepatan menjelaskan fungsi asam organik sebagai BTP.	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Ketepatan diagram alir **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: diagram alir proses • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Case Based Learning [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menyusun diagram alir produksi asam sitrat [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Video proses industri asam sitrat [BM: 60’] **Tugas:** Kuis daring [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Asam sitrat 2. Asam laktat, malat, dan itakonat 3. Fungsi asam organik dalam pangan [Pustaka: U4, P3]	5

Minggu ke	CPMK	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian	Offline	Online		
10	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan produksi pigmen alami mikrobial dan nabati.	1. Ketepatan menjelaskan produksi karotenoid dan astaxanthin mikrobial. 2. Ketepatan menjelaskan pigmen Monascus, riboflavin, dan fikosianin. 3. Ketepatan menjelaskan stabilitas dan isu keamanan pigmen (citrinin).	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Ketajaman analisis **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: presentasi kelompok • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Small Group Discussion dan presentasi [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Mengkaji satu pigmen alami mikrobial [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Analisis artikel Dufossé (2006) [BM: 60’] **Tugas:** Mengunggah ringkasan kritis [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Karotenoid mikrobial 2. Pigmen Monascus dan riboflavin 3. Fikosianin dan antosianin [Pustaka: U3, P2]	5
11	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan produksi pemanis alami dan rendah kalori berbasis bioteknologi.	1. Ketepatan menjelaskan biokonversi steviol glikosida (Reb M). 2. Ketepatan menjelaskan produksi tagatosa dan eritritol. 3. Ketepatan menjelaskan produksi protein manis (thaumatin, brazzein) melalui fermentasi presisi.	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Ketajaman analisis **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: matriks pemanis • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Case Based Learning [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menyusun matriks perbandingan pemanis bioteknologi [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Video fermentasi presisi [BM: 60’] **Tugas:** Mengunggah matriks [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Steviol glikosida 2. Poliol dan gula langka 3. Protein manis [Pustaka: U4, U1]	5

Minggu ke	CPMK	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian	Offline	Online		
12	CPMK-1	Mahasiswa mampu menjelaskan produksi pengawet alami dan hidrokoloid mikrobial.	1. Ketepatan menjelaskan produksi dan mekanisme nisin dan natamisin. 2. Ketepatan menjelaskan bakteriosin lain dan kultur protektif. 3. Ketepatan menjelaskan produksi xanthan, gellan, dan pullulan.	**Kriteria:** • Ketepatan konsep • Ketepatan aplikasi **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: studi kasus • Tes: kuis daring	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Case Based Learning [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menganalisis aplikasi pengawet alami pada satu produk [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Analisis artikel bakteriosin [BM: 60’] **Tugas:** Kuis daring [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Nisin, natamisin, dan bakteriosin 2. Kultur protektif 3. Hidrokoloid mikrobial [Pustaka: U4, P3]	5
13	CPMK-2	Mahasiswa mampu menganalisis keamanan dan regulasi flavour dan aditif hasil bioteknologi.	1. Ketepatan menjelaskan regulasi BTP di Indonesia (Peraturan BPOM No. 11 Tahun 2019). 2. Ketepatan membandingkan definisi "natural flavouring" di Uni Eropa (Reg. 1334/2008) dan AS (21 CFR 101.22). 3. Ketajaman menganalisis isu GRAS, ADI, alergen, dan kehalalan.	**Kriteria:** • Ketajaman analisis regulasi • Ketepatan argumentasi **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: matriks regulasi • Non-tes: diskusi	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Small Group Discussion [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menyusun matriks perbandingan regulasi [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Penelusuran regulasi BTP [BM: 60’] **Tugas:** Mengunggah matriks [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Regulasi BTP Indonesia 2. Regulasi natural flavouring global 3. GRAS, ADI, alergen, dan halal [Pustaka: P4, U1]	5

Minggu ke	CPMK	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian	Offline	Online		
14	CPMK-2	Mahasiswa mampu menganalisis aspek etika, sosial, dan keberlanjutan substitusi aditif sintetis dengan produk bioproses.	1. Ketajaman menganalisis dampak lingkungan produksi (LCA). 2. Ketajaman menganalisis persepsi konsumen terhadap produk GMM. 3. Ketepatan menjelaskan peluang valorisasi limbah sebagai substrat.	**Kriteria:** • Ketajaman analisis • Keseimbangan argumentasi **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: esai • Non-tes: debat terstruktur	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Debat terstruktur [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menulis esai posisi [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Analisis survei persepsi konsumen [BM: 60’] **Tugas:** Mengunggah esai [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Keberlanjutan dan LCA 2. Etika dan persepsi konsumen GMM 3. Valorisasi limbah [Pustaka: U1, U3]	5
15	CPMK-3	Mahasiswa mampu merancang bioproses produksi satu flavour atau aditif dan menjustifikasi keputusannya.	1. Kelayakan pemilihan mikroba, substrat, dan rute produksi. 2. Ketepatan justifikasi keputusan berdasarkan data literatur. 3. Kualitas presentasi.	**Kriteria:** • Kelayakan rancangan • Kualitas justifikasi • Kualitas presentasi **Bentuk/Model Penilaian:** • Non-tes: laporan proyek • Non-tes: presentasi	**Bentuk Pembelajaran:** Kuliah **Metode:** Project Based Learning dan presentasi [TM: 2 x 50’] **Tugas:** Menyusun rancangan bioproses [PT: 2 x 60’]	**Bentuk Pembelajaran:** Pembelajaran daring asinkron melalui LMS SIDIA **Metode:** Peer review antarkelompok [BM: 60’] **Tugas:** Mengunggah laporan final [BM: 60’]	**Materi pembelajaran:** 1. Rancangan bioproses flavour/aditif 2. Justifikasi berbasis data [Pustaka: U1–U4, P1–P4]	5

Minggu ke	CPMK	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian	Offline	Online		
16	CPMK-1 CPMK-2 CPMK-3	Mahasiswa mampu mengintegrasikan produksi aditif pangan, aspek keamanan-regulasi, dan pengambilan keputusan (materi minggu 9–15).	1. Ketepatan menjelaskan produksi aditif pangan secara bioteknologi. 2. Ketajaman menganalisis keamanan, regulasi, dan keberlanjutan.	**Kriteria:** • Ketepatan dan kelengkapan jawaban • Kedalaman analisis dan argumentasi ilmiah • Kemampuan mengaitkan konsep dengan kasus/data **Bentuk/Model Penilaian:** • Tes tertulis (esai dan analisis kasus)	**Bentuk Pembelajaran:** Evaluasi: Ujian Akhir Semester (UAS) **Metode:** Tes tertulis terjadwal [TM: 2 x 50’] **Tugas:** -	**Bentuk Pembelajaran:** Belajar mandiri (persiapan ujian) **Metode:** Self-Directed Learning: latihan soal dan rangkuman materi pada LMS SIDIA [BM: 60’] **Tugas:** -	**Materi pembelajaran:** 1. Materi minggu 9–15 [Pustaka: U1–U4, P1–P4]	15
							Total Bobot Penilaian	**100**

Sustainable Development Goals (SDGs)
- SDG 3: Kehidupan Sehat dan Sejahtera (aditif yang lebih aman)
- SDG 9: Industri, Inovasi, dan Infrastruktur
- SDG 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab

Catatan
1. **Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi (CPL-Prodi)** adalah rumusan kemampuan yang harus dimiliki oleh lulusan program studi yang mencakup sikap, penguasaan pengetahuan, keterampilan umum, dan keterampilan khusus sesuai dengan jenjang kualifikasi, yang diperoleh melalui proses pembelajaran.
2. **CPL-Prodi yang dibebankan pada Mata Kuliah** adalah bagian dari CPL-Prodi yang dipilih dan relevan untuk dikembangkan melalui suatu mata kuliah, sebagai dasar perumusan capaian pembelajaran mata kuliah.
3. **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)** adalah kemampuan yang dirumuskan secara spesifik dan diturunkan dari CPL-Prodi yang dibebankan pada mata kuliah, serta menggambarkan kompetensi yang harus dicapai mahasiswa setelah menyelesaikan mata kuliah.
4. **Sub-CPMK** adalah kemampuan akhir yang direncanakan pada setiap tahap pembelajaran, sebagai penjabaran lebih rinci dari CPMK, bersifat terukur dan dapat diamati sesuai dengan materi pembelajaran.

5. **Indikator Penilaian** adalah pernyataan spesifik dan terukur yang digunakan untuk menilai ketercapaian Sub-CPMK, baik dari proses maupun hasil belajar mahasiswa, yang didukung dengan bukti penilaian.
6. **Kriteria Penilaian** adalah tolok ukur yang digunakan untuk menentukan tingkat ketercapaian hasil belajar mahasiswa berdasarkan indikator penilaian, guna menjamin penilaian yang objektif, konsisten, dan adil. Kriteria penilaian dapat bersifat kuantitatif dan/atau kualitatif.
7. **Bentuk Penilaian** meliputi penilaian tes dan non-tes sesuai dengan karakteristik capaian pembelajaran.
8. **Bentuk Pembelajaran** meliputi kuliah, responsi, tutorial, seminar atau bentuk lain yang setara, praktikum, praktik studio, praktik bengkel, praktik lapangan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.
9. **Metode Pembelajaran** merupakan cara penyampaian pembelajaran yang digunakan untuk mencapai capaian pembelajaran, antara lain Small Group Discussion, Project Based Learning, Case Based Learning, Collaborative Learning, Discovery Learning, Self-Directed Learning, serta metode lain yang relevan.
10. **Materi Pembelajaran** adalah bahan kajian yang disusun secara sistematis dalam bentuk pokok dan sub-pokok bahasan untuk mendukung pencapaian Sub-CPMK.
11. **Bobot Penilaian** adalah persentase kontribusi setiap komponen penilaian terhadap nilai akhir mata kuliah, yang ditetapkan secara proporsional sesuai tingkat kompleksitas dan ketercapaian Sub-CPMK, dengan total keseluruhan sebesar 100%.
12. **TM = Tatap Muka, PT = Penugasan Terstruktur, BM = Belajar Mandiri, P = Praktikum**; 1 sks teori = 50’ TM + 60’ PT + 60’ BM per minggu; 1 sks praktikum = 170’ per minggu.