

KELOMPOK BIDANG KEAHLIAN

BIOPROSES DAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN

FLAGSHIP: Microbial Biorefinery Berbasis Biomassa Lokal untuk Pangan, Ingredient, dan Biomaterial

VISI

Menjadi pusat unggulan (*center of excellence*) di bidang bioproses dan teknologi ramah lingkungan yang menghasilkan inovasi berbasis microbial biorefinery untuk mendukung pengembangan pangan, ingredient, dan biomaterial bernilai tinggi berbasis sumber daya lokal secara berkelanjutan.

To become a center of excellence in bioprocessing and environmentally friendly technologies, generating microbial biorefinery-based innovations to support the sustainable development of high-value food, industrial ingredients, and biomaterials from local resources.

MISI

- 1. Mengembangkan ilmu dan teknologi bioproses berbasis mikroorganisme untuk konversi biomassa lokal menjadi produk bernilai tinggi.**

To advance scientific knowledge and technological innovation in microbial bioprocessing for the efficient conversion of local biomass into high-value products.

- 2. Menghasilkan inovasi produk berupa pangan fermentasi fungsional, ingredient industri, dan biomaterial ramah lingkungan.**

To develop innovative products, including functional fermented foods, industrial ingredients (organic acids, amino acids, enzymes), and environmentally friendly biomaterials.

- 3. Mendorong integrasi riset menuju sistem microbial biorefinery yang efisien, zero-waste, dan berkelanjutan.**

To establish integrated microbial biorefinery systems based on cascade utilization and zero-waste principles for sustainable resource management.

4. **Memperkuat hilirisasi dan kolaborasi industry** untuk mempercepat komersialisasi hasil riset.

To strengthen research–industry collaboration in order to accelerate technology transfer, commercialization, and real-world implementation.

5. **Menghasilkan publikasi bereputasi dan kekayaan intelektual** sebagai kontribusi terhadap pengembangan bioekonomi nasional.

To produce high-impact scientific publications and intellectual property contributing to the advancement of bioeconomy and sustainable development.

RINGKASAN EKSEKUTIF

Kelompok Bidang Keahlian **Bioproses dan Teknologi Ramah Lingkungan** mengusung visi menjadi pusat unggulan (*center of excellence*) di bidang bioproses dan teknologi ramah lingkungan yang menghasilkan inovasi berbasis bahan lokal dan *microbial biorefinery* untuk mendukung pengembangan pangan, ingredient, dan biomaterial bernilai tinggi berbasis sumber daya lokal secara berkelanjutan. Dalam menjawab tantangan ketahanan pangan, kebutuhan bahan baku industri, serta isu lingkungan, kelompok bidang keahlian ini mengembangkan pendekatan **microbial biorefinery berbasis biomassa lokal** sebagai arah utama penelitian, sekaligus berkontribusi pada pencapaian **SDGs**, khususnya **SDG 2 (Zero Hunger)**, **SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure)**, **SDG 12 (Responsible Consumption and Production)**, dan **SDG 13 (Climate Action)**.

Flagship riset ini, yaitu **Microbial Biorefinery Berbasis Biomassa Lokal untuk Pangan, Ingredient, dan Biomaterial**, berfokus pada pemanfaatan biomassa lokal—seperti produk fermentasi lokal, limbah pertanian, umbi-umbian, nira, dan sumber hayati lainnya—untuk dikonversi melalui proses fermentasi menjadi produk bernilai tinggi, meliputi: (1) pangan fermentasi fungsional, (2) ingredient industri seperti asam organik, asam amino, dan enzim, serta (3) biomaterial dan biopolimer ramah lingkungan. Pendekatan yang digunakan menekankan pada **integrasi proses (*cascade utilization*)** dan **konsep zero-waste**, sehingga seluruh fraksi biomassa dapat dimanfaatkan secara optimal.

Roadmap riset dirancang dalam horizon 10 tahun, dengan 5 tahun pertama sebagai fase akselerasi untuk membangun fondasi ilmiah dan menghasilkan output awal. Tahap awal difokuskan pada eksplorasi biomassa dan mikroba lokal, dilanjutkan dengan optimasi proses dan pengembangan prototipe. Pada tahap berikutnya, riset diarahkan pada integrasi sistem microbial biorefinery, termasuk analisis kelayakan ekonomi dan lingkungan. Fase lanjutan mencakup scale-up, validasi produk, serta implementasi di tingkat industri, hingga pada akhirnya mencapai komersialisasi dan dampak nyata.

Pengembangan roadmap ini didukung oleh strategi bertahap dalam penyediaan infrastruktur dan kolaborasi dengan mitra industri. Pada fase awal, penelitian berbasis laboratorium internal, kemudian berkembang menuju kolaborasi intensif dengan industri pada tahap integrasi dan scale-up, hingga akhirnya industri menjadi aktor utama dalam proses hilirisasi dan komersialisasi.

Dalam jangka 5 tahun, ditargetkan tercapai publikasi bereputasi, paten, dan prototipe produk sebagai dasar pengembangan teknologi lebih lanjut. Dalam jangka 10 tahun, diharapkan

terbentuk produk unggulan, paket teknologi siap lisensi, serta kontribusi nyata terhadap pengembangan bioekonomi berbasis sumber daya lokal yang berkelanjutan.

Dengan pendekatan ini, kelompok studi tidak hanya berperan sebagai penghasil ilmu pengetahuan, tetapi juga sebagai penggerak inovasi yang menjembatani riset dan industri, serta mendukung pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan sumber daya lokal secara optimal dan ramah lingkungan.

EXECUTIVE SUMMARY

The Bioprocess and Environmentally Friendly Technology Research Group aims to become a center of excellence in sustainable and globally competitive microbial bioprocess development. In response to challenges related to food security, industrial raw materials, and environmental sustainability, the group adopts a **microbial biorefinery approach based on local biomass** as its primary research direction, while contributing to the achievement of key **Sustainable Development Goals (SDGs)**, particularly **SDG 2 (Zero Hunger)**, **SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure)**, **SDG 12 (Responsible Consumption and Production)**, and **SDG 13 (Climate Action)**.

This flagship research, which is to become a center of excellence in bioprocessing and environmentally friendly technologies, generating microbial biorefinery-based innovations to support the sustainable development of high-value food, industrial ingredients, and biomaterials from local resources, focuses on utilizing locally available biomass—such as agricultural residues, tubers, sap, and other biological resources—and converting them through microbial fermentation into high-value products, including: (1) functional fermented foods, (2) industrial ingredients such as organic acids, amino acids, and enzymes, and (3) environmentally friendly biomaterials and biopolymers. The approach emphasizes **process integration (cascade utilization)** and a **zero-waste concept**, ensuring optimal utilization of all biomass fractions.

The research roadmap is structured over a 10-year horizon, with the first 5 years serving as an acceleration phase to establish a strong scientific foundation and generate early outputs. The initial phase focuses on the exploration of local biomass and microbial resources, followed by process optimization and prototype development. The subsequent phase integrates these processes into a comprehensive microbial biorefinery system, including techno-economic and environmental assessments. Further stages involve scale-up, product validation, and industrial implementation, ultimately leading to commercialization and real-world impact.

This roadmap is supported by a phased strategy in infrastructure development and industry collaboration. Early research is conducted within laboratory facilities, progressing toward intensive industry collaboration during the integration and scale-up phases, and culminating in industry-led commercialization.

Within the first 5 years, the program targets high-quality publications, patents, and product prototypes as a foundation for further development. Over the 10-year period, the expected outcomes include flagship products, licensable technology packages, and significant contributions to the development of a sustainable bioeconomy based on local biomass.

Through this approach, the research group is positioned not only as a generator of scientific knowledge but also as a driver of innovation, bridging research and industry, and contributing to sustainable development through the optimal and environmentally responsible utilization of local resources.

**Tabel Road Map Riset
(2026 – 2035)**

| Fase | Tahun | Fokus Utama | Aktivitas Kunci | Output Akademik | Output Hilirisasi | Kebutuhan Pendukung |
|--------------------------|----------------------|------------------------------|---|-----------------------------|---|--|
| Fase 1 | 1–2 (2026 – 2027) | Discovery & Resource Mapping | Screening biomassa & mikroba, karakterisasi awal | 2–4 publikasi, review paper | Database biomassa & strain | Lab Mikrobiologi Dasar/Bioindustri, Peralatan analisis dasar, Fasilitas isolasi dan kultur mikroba, freezer (-20°C / -80°C) untuk koleksi strain |
| Fase 2 | 3–4 (2028 – 2029) | Optimization & Prototyping | Optimasi fermentasi, produksi awal food–ingredient–biopolymer | 3–5 publikasi | 3 prototipe (food, ingredient, biomaterial) | Bioreaktor skala lab (1–5 L), Shaker incubator, HPLC / GC (analisis metabolit: asam organik, alkohol), Texture analyzer / basic material testing (awal biomaterial), Lab Analisis Pangan |
| Fase 3 | 5–6 (2030 – 2031) | Integrated Biorefinery | Cascade process, integrasi sistem, TEA & LCA awal | 2–3 publikasi Q1 | Model biorefinery + paten proses | Bioreaktor lebih advance (5–10 L, kontrol DO/pH otomatis), Sistem downstream processing, Peralatan karakterisasi lanjutan: FTIR, SEM (biomaterial), software: simulasi proses (Aspen / SuperPro Designer), Setup awal untuk TEA (Techno-Economic Analysis) dan LCA (Life Cycle Assessment) |
| Milestone 5 Tahun | ≤5 | Acceleration Output | Integrasi awal + validasi awal | 8–12 publikasi | 3–4 paten + 1 paket teknologi | |
| Fase 4 | 7–8 (2032 – 2033) | Scale-Up & Validation | Scale-up 10–100 L, uji aplikasi & regulasi | 3–5 publikasi Q1 | Produk siap uji pasar | Pilot bioreactor (10–100 L), Unit pemrosesan semi-industri: spray dryer / freeze dryer, lab uji mutu: food safety (mikrobiologi), Fasilitas uji biomaterial: tensile strength, barrier properties |

| Fase | Tahun | Fokus Utama | Aktivitas Kunci | Output Akademik | Output Hilirisasi | Kebutuhan Pendukung |
|--------|-----------------------|-------------------|--|---------------------------|----------------------------|---|
| Fase 5 | 9–10 (2034 – 2035) | Commercialization | Produksi pilot, sertifikasi, kerja sama industry | 4–6 publikasi high-impact | Produk komersial + lisensi | Pilot plant / mini plant Fasilitas produksi GMP (Good Manufacturing Practice) Sistem quality control lengkap Dukungan regulasi & sertifikasi |

DIAGRAM VISUAL ROAD MAP RISET KBK BIOPROSES DAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN

FLAGSHIP: Microbial Biorefinery Berbasis Biomassa Lokal untuk Pangan, Ingredient, dan Biomaterial

