

CPL, CPMK dan sub CPMK



- CPL-1: Mampu mengidentifikasi, memformulasi, menganalisis, dan memecahkan masalah agroindustri dengan menerapkan ilmu matematika, pengetahuan alam dan bahan, serta teknologi informasi untuk mendapatkan pemahaman komprehensif yang mencakup rekayasa sistem, rekayasa proses, dan rekayasa manajemen
- CPMK-1: Mampu mengidentifikasi masalah agroindustry dengan menerapkan pengetahuan bahan dan rekayasa proses
- Sub CPMK: Mampu menjelaskan konsep dasar bioproses yang berkelanjutan, sejarah perkembangan bioproses dan biorefineri

3

Materi sebelum UTS



- 1. Pendahuluan
- 2. Pengembangan Bioproses (Desain, Tipe dan Tools Bioproses)
- 3. Bioreaksi (Stoichiometry, Thermodynamic dan Kinetik)
- 4. Bioreaksi (Stoichiometry, Thermodynamic dan Kinetik)
- 5. Microbial Bioprocess (Primary and secondary metabolism)
- 6. Proses produksi metabolit primer
- 7. Proses produksi metabolt sekunder

Materi setelah UTS

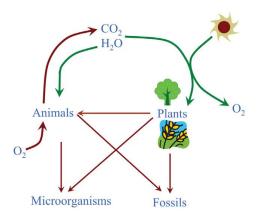


- 8. Elemen-elemen pada bioproses (unit operasi dan unit prosedur) Upstream processing
- 9. Elemen-elemen pada bioproses (unit operasi dan unit prosedur) Bioreaktor
- 10. Elemen-elemen pada bioproses (unit operasi dan unit prosedur) Downstream processing
- 11. Elemen-elemen pada bioproses (unit operasi dan unit prosedur) Waste treatment, reduction and recycling
- 12. Sustainability assessment (economic and environmental)
- 13. Pengembangan Bioproses (studi kasus) Produksi asam sitrat (introduction, model fermentasi, model proses, economic dan environmental assessment)
- 14. Pengembangan Bioproses (studi kasus) Produksi Penicillin ((introduction, model fermentasi, model proses, economic dan environmental assessment)

5

1. Biological cycle





- Tanaman dengan energi sinar matahari akan mengubah CO2 dan air menjadi KH dan O2
- KH akan dikonsumsi animal maupun mikrorganisme dan memanfaatn O2 atau menjadi fosil
- MO dan animal akan membebaskan CO2 kembali

Pendahuluan



 Rekayasa bioproses adalah memanipulasi dan memanfaatkan siklus ini dengan merancang proses untuk membuat produk yang diinginkan, baik dengan memanfaatkan/memanipulasi mikroorganisme, tanaman, dan hewan, atau melalui konversi kimia langsung.

7

BIOPROSES



- Bioproses adalah proses untuk menghasilkan suatu produk dengan menggunakan konsep-konsep utama berupa bioteknologi, biologi, dan teknik rekayasa proses.
- **Teknologi bioproses** adalah teknologi yang berkaitan dengan segala operasi dan proses yang memanfaatkan organisme baik dalam fase hidup, maupun produk enzimnya untuk menghasilkan suatu produk.
- **Bioteknologi** merupakan teknologi yang berkaitan dengan teknik komersial untuk memproduksi, atau memodifikasi suatu produk, dengan menggunakan organisme hidup, atau substrat dari organisme, termasuk di dalamnya dapat berupa peningkatan karakteristik organisme.

BIOPROSES

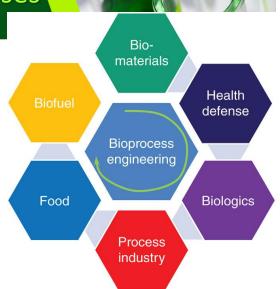


- Bioteknologi (biotechnological processes) sangat penting untuk kelangsungan hidup dan memenuhi berbagai kebutuhan manusia.
- Sejarah perkembangan bioteknologi dimulai dengan penggunaan mikroorganisme (fungi, bakteri dan yeast) untuk menghasilkan produk tertentu. Selanjutnya, pada industri, bioproses diperluas dengan penerapan enzim dan sel mamalia.

9

Aplikasi Rekayasa Bioproses

- Semua kegiatan manusia berpusat pada manusia.
- Dalam hal kebutuhan manusia, rekayasa bioproses berurusan dengan produksi dan penerapan biomaterial, kesehatan, pengembangan biologic termasuk terapi gen, proses industri, hingga produksi makanan dan bahan bakar.

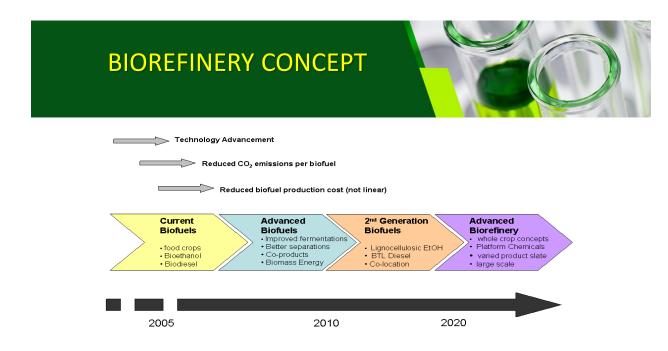


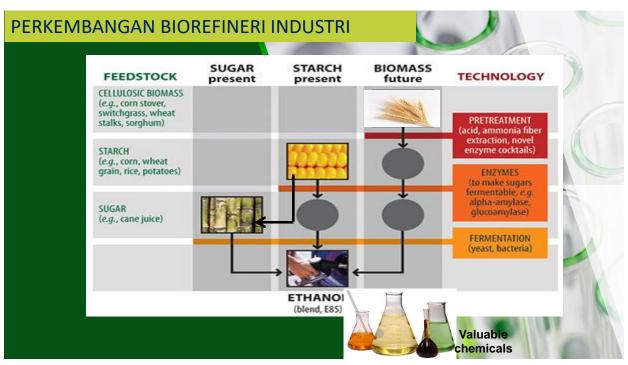
BIOPROSES PADA INDUSTRI

- Konversi raw material menjadi produk bernilai tambah (value-added), termasuk bahan bakar, platform bahan kimia, polimer, material, dan farmasi merupakan inti dari industri kimia.
- Pada era sebelumnya, fosil merupakan sumber bahan bakar utama dalam perakitan proses kimia dan transformasi.
- Dengan semakin menurunnya jumlah fossil fuel dan bersifat unrenewable, maka berkembanglah konsep "pengembangan industri secara berkelanjutan" dan konsep "biorefinery industri" yang menjawab konsep keberlanjutan tersebut.



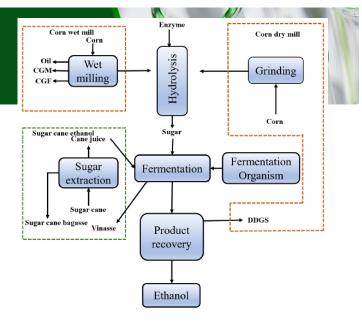
- Konsep biorefinery diartikan sebagai proses produksi bahan kimia, bahan bakar, dan energi oleh fasilitas yang menggabungkan proses transformasi biomassa.
- Keunggulan biorefinery adalah variasi komponen biomassa dan intermediet yang pada akhirnya dapat memaksimalkan nilai yang diperoleh dari bahan baku biomassa.





Generasi Pertama

- Menggunakan tanaman energi, seperti tebu, jagung, atau kedelai untuk menghasilkan produk untuk aplikasi pakan dan makanan serta bahan bakar.
- Hampir semua biofuel (etanol, butanol, dan biodiesel) dan bahan kimia bio-based (asam laktat, asam itakonat, dll.) diproduksi dalam jenis biorefinery ini.
- Kelemahannya adalah bersaing dengan pemenuhan kebutuhan pangan, karena biomassa yang digunakan adalah bahan pangan.

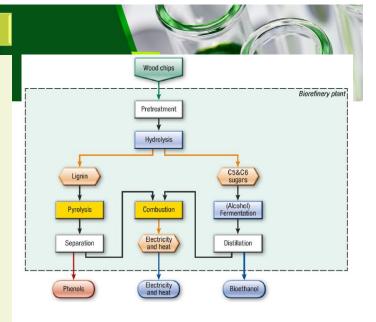


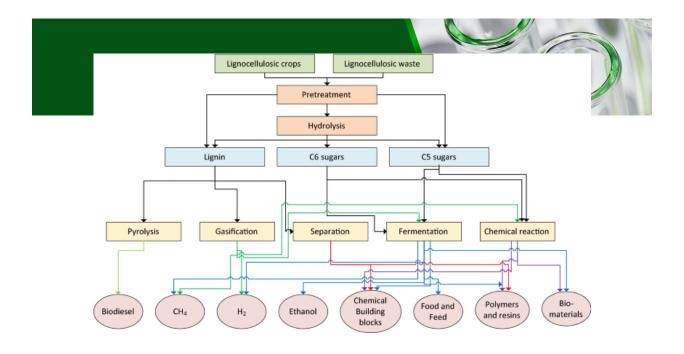
Produksi bioetanol secara umum (missal jagung dan tebu)

15

Generasi Kedua

- Menggunakan bahan lignoselulosa, seperti residu pertanian, biomassa kayu, dan limbah padat kota.
- Lignoselulosa terdiri dari tiga komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin.
- Kandungan selulosa dan hemiselulosa yang cukup tinggi merupakan sumber gula untuk produksi etanol.
- Lignin dapat dimanfaatkan untuk produksi bahan kimia bernilai tinggi.
- Tiga tahap utama untuk konversi lignoselulosa menjadi biofuel: (1) pretreatment termokimia, (2) hidrolisis enzimatik, dan (3) fermentasi gula menjadi bahan bakar.

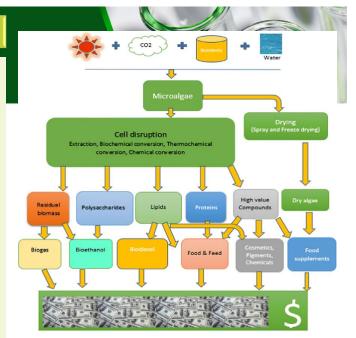




Contob	Table 1.1	Some Second-Generation Biorefinery Industries			
Contoh	Industries	Location	Raw Materials	Process	Products and Production Capacity
Biorefinery industri	Abengoa	Kansas, United States	Wheat straw and agricultural waste	Process for wheat straw and agricultural waste after harvest involves pretreatment, enzymatic hydrolysis to sugars, fermentation to ethanol, and finally, distillation	Cellulosic ethanol and power; 25 million gallons of ethanol and 18 MW of power per year
maustri	American	Michigan,	Hemicellulose of	Hemicellulose is turned into biofuel by enzymatic hydrolysis and	Cellulosic ethanol; 1 million gallons
Generasi ke-2	Process, Inc.	United States	effluent from adjacent hardboard mill	fermentation	of ethanol per year
	Beta	Crescentino,	Agricultural	Process includes pretreatment, enzymatic hydrolysis, and	Cellulosic ethanol; 12 million gallon
	Renewables	Italy	residues and energy crops	fermentation	of ethanol per year
	Dong Energy	Kalundborg, Denmark	Straw	Process includes pretreatment, enzymatic hydrolysis, and mixed C6 and C5 fermentation using DSM's advanced yeast; yield is	Cellulosic ethanol and biopellets; 1.8 million gallons of ethanol and
				about 40% more ethanol per ton of straw than traditional C6 fermentation	13,000 tons of biopellets per year
	Enerkem	Alberta, Canada	Sorted municipal solid waste	Enerkem's technology is deployed through exclusive process that converts nonrecyclable waste into pure synthesis gas or syngas which is then converted into biofuels and other widely used themicals using catalysts	Biomethanol; 10 million gallons of methanol per year
	Fiberight LLC	Iowa, United States	Sorted municipal solid waste and paper mill sludge	Process includes pretreatment, enzymatic hydrolysis, and fermentation	Cellulosic ethanol; 6 million gallons of ethanol per year
	GranBio	Alagoas, Brazil	Sugar cane straw and bagasse	Combination of technologies (pretreatment, enzymatic hydrolysis, and fermentation) permits transformation of sugarcane straw and bagasse into advanced and dean fuel	Cellulosic ethanol; 21.6 million gallons of ethanol from per year
	INEOS Bio	Florida, United States	Citrus waste and sorted municipal solid waste	Process includes pretreatment, gasification, syngas cleanup, anaerobic fermentation to ethanol, and distillation. Steam recovered from gasification and cleanup stage is passed through turbine to generate power; extracted steam from the turbine is used for process heat	Cellulosic ethanol and power; 8 million gallons of ethanol and 6 MW of power per year
	POET-DSM Advanced Biofuels	lowa, United States	Com stover	Process for com stover after harvest involves pretreatment, enzymatic hydrolysis to sugars, fermentation to ethanol, and finally, distillation. Effluent stream from cellulosic plant is sent to anaerobic digester to produce biogas that is used in both plants; solid stream of lignin is burned in solid fuel boiler to produce steam for both plants	Cellulosic ethanol: 20 million gallons of ethanol per year

Generasi Ketiga

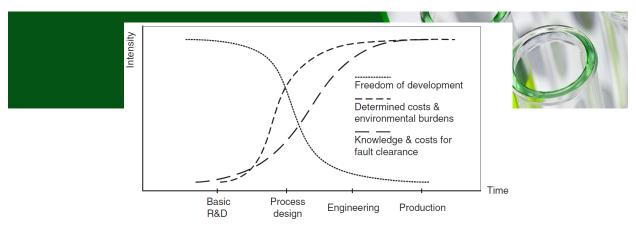
- Bahan baku yang digunakan adalah mikroalga.
- Mikroalga merupakan sumber bahan baku non-pangan yang paling menjanjikan.
- Kelebihannya, seperti struktur sel sederhana, tingkat pertumbuhan jauh lebih tinggi, peluang optimalisasi proses, dan fotosintesis yang efisien.
- Memiliki kandungan lemak tinggi (70%) dapat digunakan untuk produksi biodiesel.
- Beberapa spesies memiliki kandungan karbohidrat tinggi (50-60%), dapat digunakan untuk produksi biofuel dan bahan kimia.
- CO₂ di atmosfer adalah sumber karbon yang digunakan untuk pertumbuhan mikroalga.
- Biofuel mikroalga tidak mengandung sulfur, tidak beracun, dan biodegradable tinggi.



19

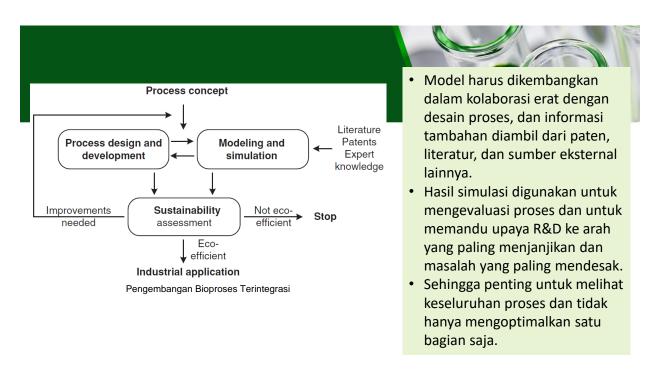
Modeling and Assessment in Process Development (Pemodelan dan Penilaian dalam Pengembangan Proses)

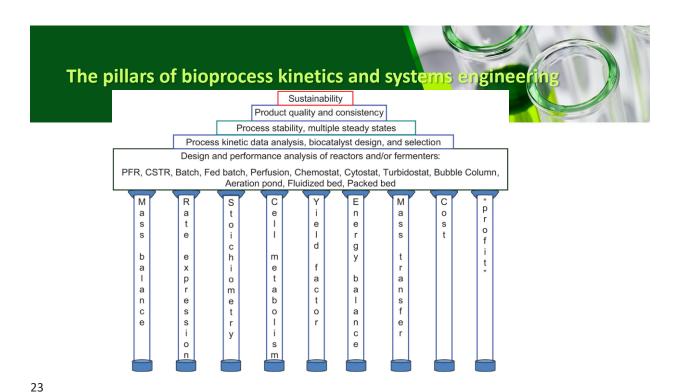
- Pemodelan proses yang sedang dikembangkan dan penilaian menyeluruh membantu meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang proses produksi masa depan.
- Keputusan harus dibuat berdasarkan perkiraan biaya dan potensi proses.
- 'Hot spot' dalam jadwal proses harus diidentifikasi.
- Penilaian harus mencakup evaluasi ekonomi dan lingkungan; dikenal sebagai pembangunan terintegrasi (integrated development).



Pemahaman Proses dan Kebebasan Mengambil Keputusan dalam Pengembangan Proses

- Semakin maju desain proses, semakin ditentukan pula oleh proses produksi akhir beserta struktur biaya dan beban lingkungannya.
- Biaya tambahan untuk mendesain ulang untuk memecahkan masalah yang sebelumnya terabaikan meningkat dengan tahap pengembangan.





Referensi:



- Heinzle, E., Biwer, A.P., and Cooney, C.L. 2006. Development of Sustainable Bioprocesses: Modeling and Assessment. John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, England
- Hossain, G.S., Liu, L., and G.C. Du. 2017. Industrial Bioprocesses and the Biorefinery Concept. In Larroche, C., Sanromán, M.Á., Du, G., and Pandey, A. (ed.), Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Bioprocesses, Bioreactors and Controls. Elsevier
- Hadiyanto dan Azim, M. 2016. Dasar-Dasar Bioproses. EF Press Digimedia. Semarang
- Bhatia, L., Bachheti, R.K., Garlapati, V.K., and Chandel, A.K. 2020. Third-generation biorefineries: a sustainable platform for food, clean energy, and nutraceuticals production. *Biomass Conversion and Biorefinery*. https://doi.org/10.1007/s13399-020-00843-6
- Ahorsu, R., Medina, F., and Constantí, M. 2018. Significance and Challenges of Biomass as a Suitable Feedstock for Bioenergy and Biochemical Production: A Review. *Energies*, 11: 3366