

**PERAN BIOREFINERY ATAU KILANG BIOMASSA
DALAM TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
MENUNJANG PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN
(SDGs GOALS 12)**

**DR. EFRI MARDAWATI
FTIP UNPAD**

Outline Presentasi

- SDGs GOALS 12
- Konsep Biorefinery
- Pemicu Biorefinery
- Studi Kasus Penerapan konsep Biorefinery
- Kesimpulan dan Saran

SDGs TUJUAN 12 : Memastikan pola konsumsi dan Produksi yang berkelanjutan

TARGET

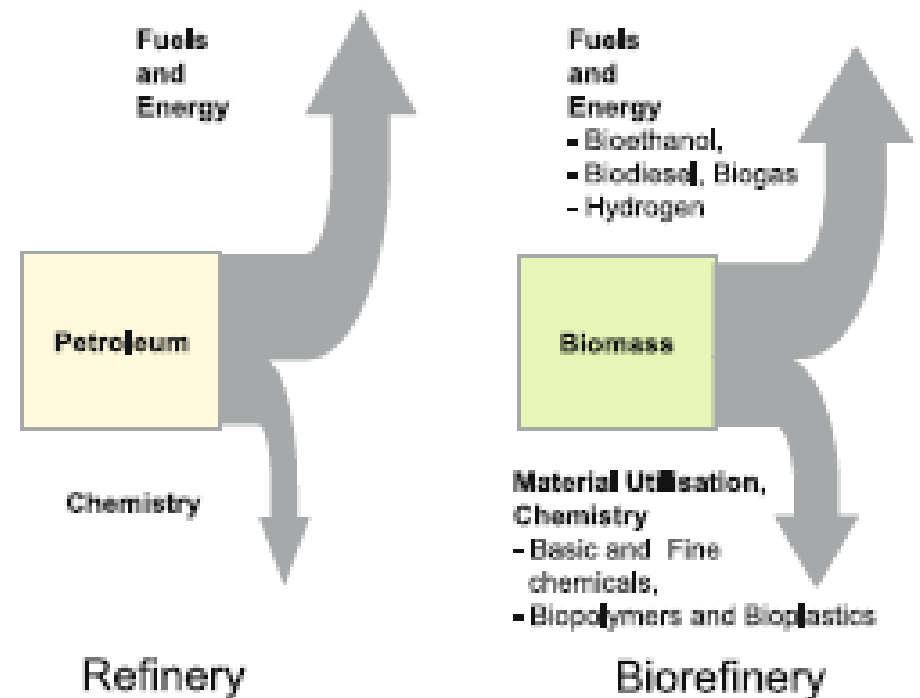
- Mengimplementasikan Kerangka Kerja 10 tahun dari program konsumsi dan produksi yang berkelanjutan, dimana seluruh negara melakukan aksi, dengan dipelopori negara-negara maju, dengan melihat pembangunan dan kemampuan dari negara-negara berkembang
- Pada tahun 2030, mencapai manajemen berkelanjutan dan penggunaan yang efisien dari sumber daya alam
- Pada tahun 2030, mengurangi separuh jumlah dari sampah pangan global perkapita pada tingkat retail dan konsumen dan mengurangi kerugian makanan sepanjang produksi dan rantai penawaran, termasuk kerugian paska panen
- Pada tahun 2020, meraih manajemen ramah lingkungan dari bahan kimia dan limbah lainnya sepanjang siklus hidupnya, sesuai dengan kerangka kerja internasional yang telah disepakati, dan secara signifikan mengurangi pelepasan bahan-bahan tersebut ke udara, air dan tanah dalam rangka meminimalisir dampak buruk bahan tersebut terhadap kesehatan manusia dan lingkungan
- Pada tahun 2030, secara substansial mengurangi produksi limbah melalui tindakan pencegahan, pengurangan, daur ulang dan penggunaan kembali

SDGs TUJUAN 12 : Memastikan pola konsumsi dan Produksi yang berkelanjutan

- Mendorong perusahaan, terutama perusahaan skala besar dan transnasional untuk mengadopsi praktik-praktek yang berkelanjutan dan untuk memasukkan informasi yang berkelanjutan di dalam siklus laporan mereka
- Mendukung praktik-praktek pengadaan barang publik yang berkelanjutan, sesuai dengan kebijakan dan prioritas nasional
- Pada tahun 2030, memastikan bahwa setiap orang dimanapun mendapatkan informasi yang relevan dan kesadaran untuk pembangunan dan gaya hidup yang berkelanjutan secara harmonis dengan alam
- Mendukung negara-negara berkembang untuk menguatkan kapasitas ilmiah dan teknologi agar dapat bergerak menuju pola-pola konsumsi dan produksi yang berkelanjutan
- Mengembangkan dan mengimplementasikan alat untuk memonitor dampak pembangunan berkelanjutan untuk pariwisata yang berkelanjutan yang dapat menciptakan lapangan kerja dan mendukung budaya dan produk lokal
- Merasionalisasikan subsidi bahan bakar fosil yang tidak efisien yang justru mendorong konsumsi berlebih dengan cara menghilangkan penyimpangan pasar, sesuai dengan situasi nasional, termasuk dengan merestrukturisasi pajak dan secara bertahap mengurangi subsidi yang berbahaya, dimana adanya, untuk merefleksikan dampaknya terhadap lingkungan, dengan melihat pada kebutuhan spesifik dan kondisi dari negara-negara berkembang dan meminimalisir dampak buruk terhadap pembangunan negara-negara tersebut dengan cara yang melindungi kaum miskin dan masyarakat terkena dampak

PENDAHULUAN

- Kilang biomassa merupakan fasilitas yang menggabungkan berbagai perlengkapan dan proses untuk mengubah biomassa menjadi bahan bakar, energi, pangan dan bahan kimia dengan nilai tambah (*value-added chemicals*). (*biorefinery*)



PEMICU LAHIRNYA KONSEP KILANG BIOMASSA

- makin menipisnya cadangan minyak bumi dunia. Minyak bumi dunia, yang melalui kilang minyak diolah menjadi bahan bakar dan berbagai produk kimia, pada mulanya mampudipasok pada jumlah yang besar dari berbagai negara, khususnya yang termasuk ke dalam OPEC (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*).
- Dalam beberapa dekade ini, negara-negara OPEC dan pemilik cadangan minyak lainnya mulai kewalahan mencari cadangan minyak bumi dan berusaha menjaga harga minyak bumi dunia agar stabil, mengingat sumur-sumur minyak bumi memiliki keadaan yang disebut *peak oil*, yaitu titik di mana produksi minyak bumi sumur tersebut mencapai maksimum dan secara bertahap menurun (Campbell, 2004).
- Dalam dua dekade ini, dilaporkan bahwa cadangan minyak bumi terprediksi dari negara-negara OPEC tidak bertambah terlalu signifikan, dan harga minyak bumi, khususnya mulai tahun 2004, meningkat secara bertahap. Keadaan ini menyebabkan negara-negara, khususnya negara-negara di Amerika dan Eropa, mulai berusaha mencari bahan-bahan lain, khususnya yang terbarukan, sebagai sumber bahan bakar dan bahan baku industri kimia.

PEMICU LAHIRNYA KONSEP KILANG BIOMASSA

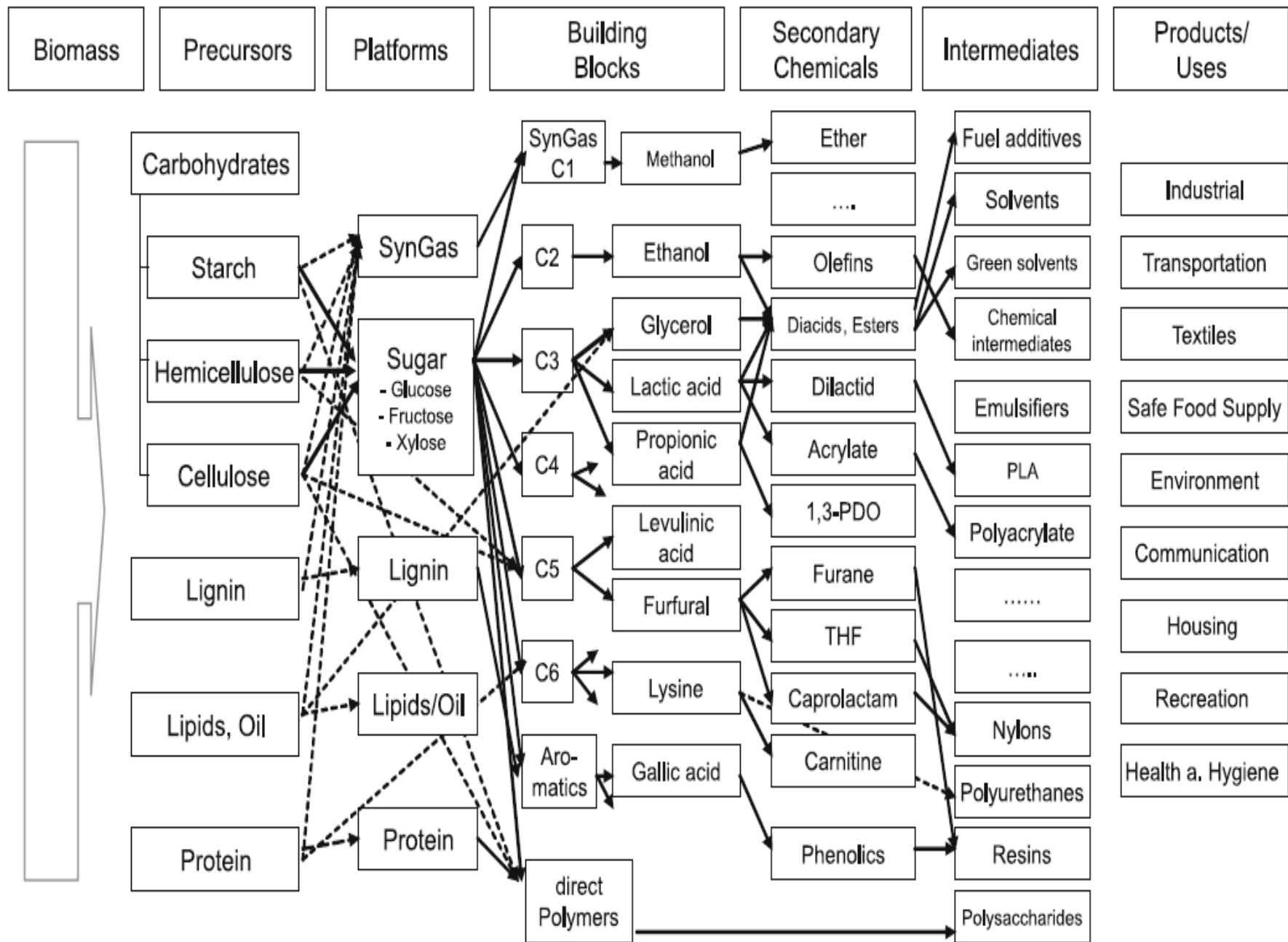
- Meningkatnya penumpukan limbah biomassa tanaman dari industri-industri pertanian, perkebunan, dan perhutanan, seperti industri CPO di Indonesia dan Malaysia, industri kertas hampir di seluruh dunia, dan industri
- Limbah biomassa pada awalnya memang merupakan beban bagi industri dan lingkungan, namun dengan sudut pandang lain dan penerapan teknologi lain, limbah biomassa dapat berpotensi sebagai bahan baku industri. Mengingat bahwa biomassa yang menjadi bahan baku kilang biomassa merupakan gabungan dari berbagai senyawa organik kompleks, potensi pemanfaatannya menjadi sangat beragam sehingga produk yang dapat diperoleh sangat bervariasi, tergantung proses yang dipilih dan produk yang diprioritaskan (Kamm dan Kamm, 2007).

KONDISI KONSUMSI DI INDONESIA

Walaupun memiliki keanekaragaman hayati terbesar di dunia, sebuah studi menunjukkan bahwa hampir semua kebutuhan bahan kimia untuk industri makanan harus diimpor dari luar negeri (Indochemical, 2005). Dalam studi ini dikaji bahan kimia aditif yang banyak digunakan dalam industri makanan kemasan seperti natrium bikarbonat, ammonium bikarbonat, ragi, lecitin, calcium propionate, benzoate dan tartazin. Dari tujuh jenis bahan yang dikaji hanya terdapat satu jenis bahan yang diproduksi di dalam negeri, yaitu ragi. Mengingat potensi pasar makanan kemasan di Indonesia, pengembangan industri-industri bahan kimia aditif pangan merupakan hal yang sangat potensial

PELUANG PRODUKSI

- Secara umum, hampir semua biomassa dapat digunakan menjadi bahan baku untuk kilang biomassa. Walaupun demikian, umumnya biomassa yang potensial untuk dijadikan basis kilang biomassa adalah yang memiliki kadar gula tinggi, baik monomerik (glukosa, fruktosa, galaktosa), dimerik (gula tebu, malt, dll.) dan polimerik (pati, selulosa, hemiselulosa) (Kamm dan Kamm, 2007).
- Khususnya lignoselulosa (kayu), lebih menarik untuk kilang biomassa dibandingkan gula lainnya karena tidak bersaing dengan bahan pangan secara langsung.
- Dengan demikian, secara umum, negara-negara yang menghasilkan limbah biomassa tumbuhan dalam jumlah banyak, seperti Brazil yang mengolah tebu untuk bioetanol, Amerika Serikat yang mengolah jagung untuk sirup fruktosa dan bioetanol, dan negara-negara Asia Tenggara yang memiliki limbah pertanian dan perkebunan dalam jumlah besar, dapat menjadi lahan yang baik untuk membangun kilang biomassa



- Salah satu limbah pertanian yang paling dominan di Indonesia adalah limbah-limbah kelapa sawit yang diperoleh dari industri minyak sawit mentah (CPO). Dengan Indonesia sebagai negara penghasil CPO terbesar di dunia, limbah yang dihasilkan dari industri CPO di Indonesia mencapai 28,6 juta ton tandan kosong, 15,6 juta ton serat, 6,5 juta ton cangkang, dan 325-487 juta ton POME (*palm oil mill effluent*) pada 2012, dengan memanfaatkan data dari Heriansyah (n.d.) dan Rupani dkk. (2010).

-

STUDI KASUS BIOREFINERY YANG SUDAH DILAKUKAN

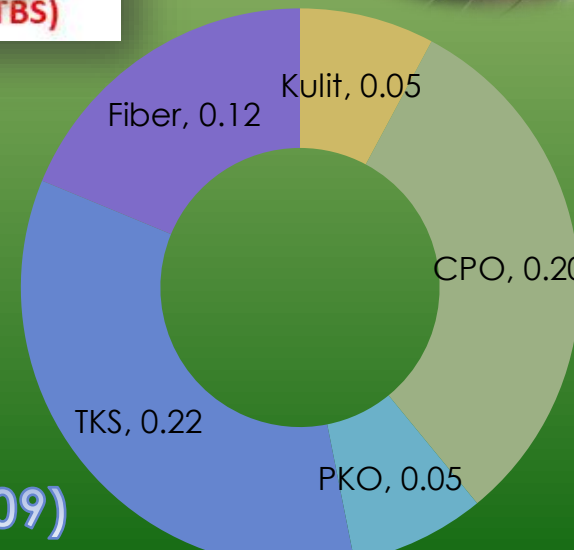
- PRODUKSI BIOETANOL DAN XILITOL DARI TANDAN KOSONG SAWIT
- PRODUKSI PATI, SIRUP GLUKOSA DARI PATI JAGUNG DAN PRODUKSI XILITOL, ENZIM DAN BIOETANOL DARI TONGKOL JAGUNG
- PRODUKSI BIODIESEL DARI CPO DAN ARABITOL DARI LIMBAH GLISEROLA YANG DIHASILKAN DARI PRODUKSI BIODIESEL

Peta Sebaran Kelapa Sawit

(Sumber: <http://regionalinvestment.bkpm.go.id>)



Kelapa Sawit dan TKS



(Visvanathan dkk., 2009)



- Pembakaran



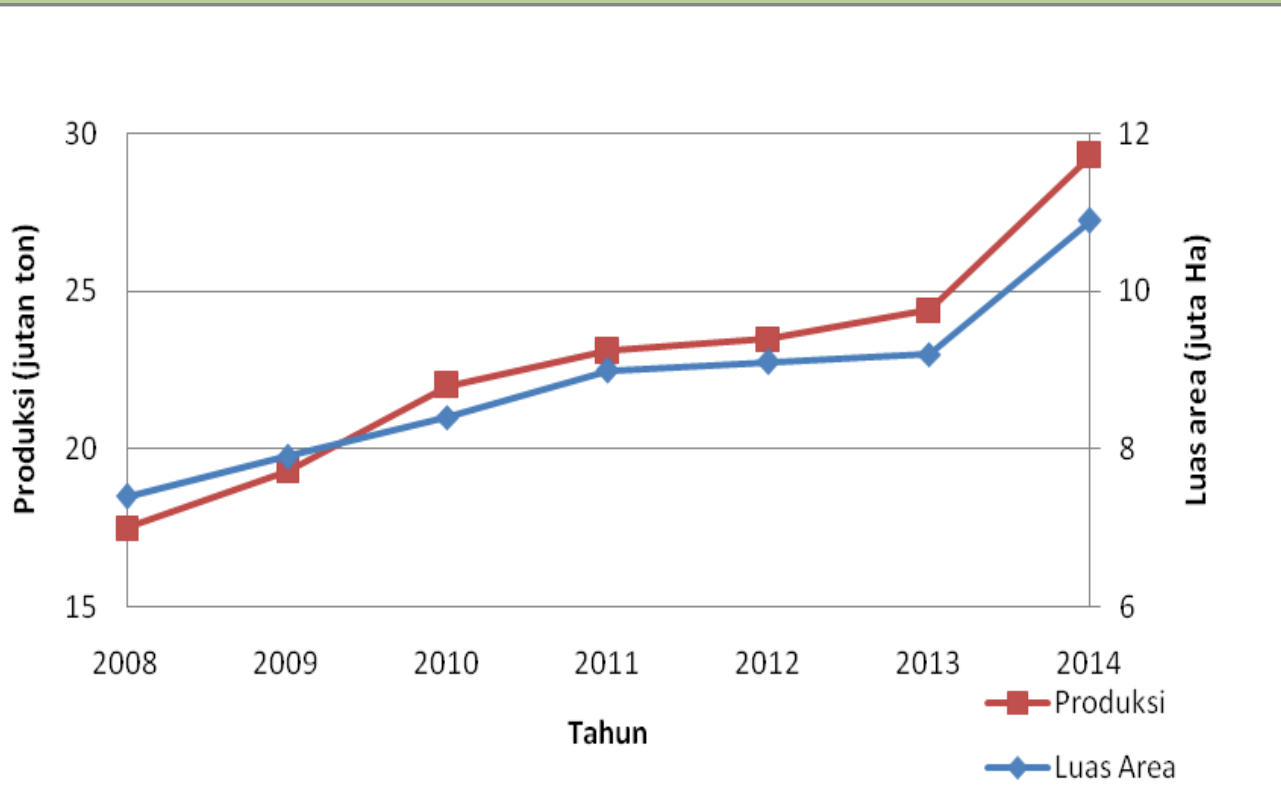
- Pembuangan



- Pupuk : nilai tambah (-)

Pemanfaatan TKS

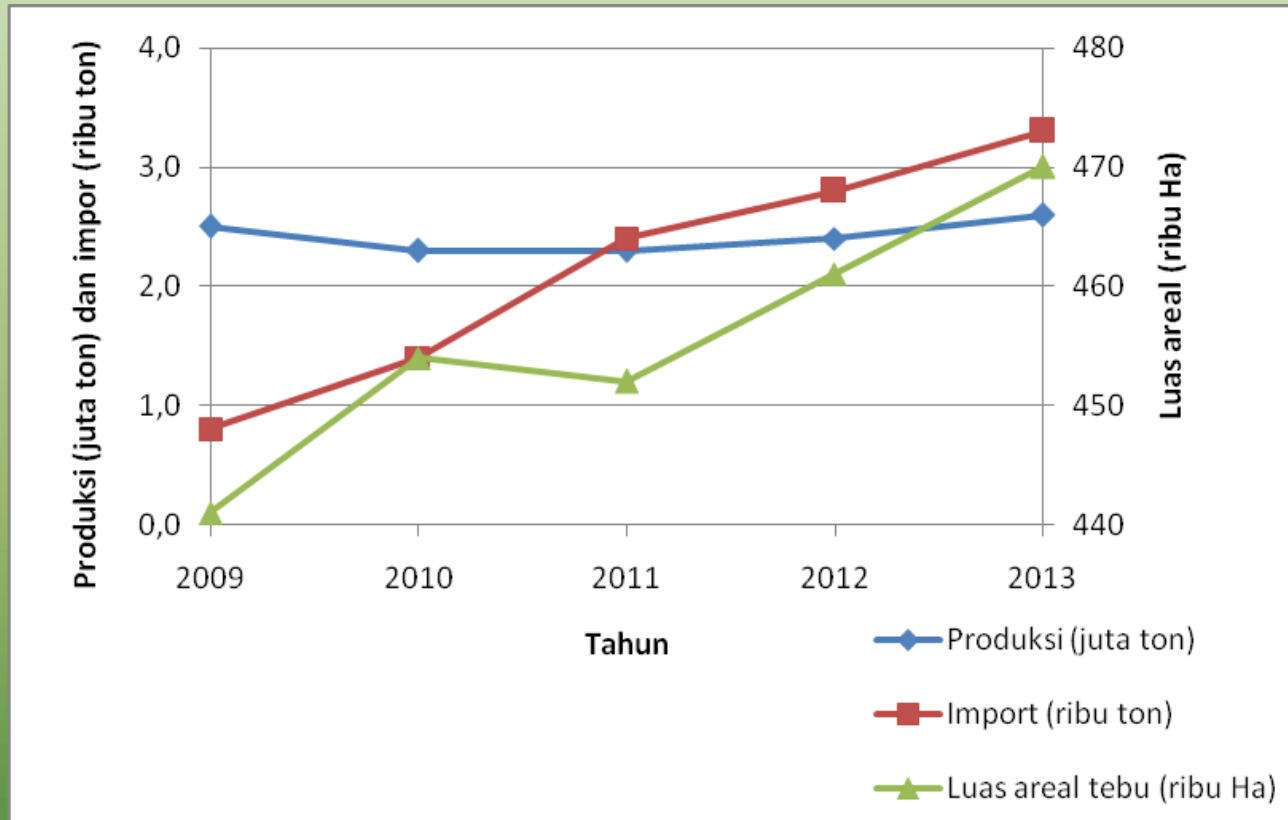
Kelapa sawit merupakan salah satu produk unggulan pertanian Indonesia, hal ini terlihat pada perannya dalam peningkatan perekonomian negara. Produksi kelapa sawit terus mengalami peningkatan, tercatat produksi tahun 2008 sebesar 17,4 juta ton meningkat menjadi 24,4 juta ton pada tahun 2013 dengan produktivitas 3,6 kg/Ha/tahun luas areal. Pada tahun 2014 luas areal kelapa sawit mencapai 10,9 juta Ha dengan total produksi CPO atau *Crude Palm Oil* sebesar 29,3 juta ton (Ditjenbun, 2014).



Kontribusi industri kelapa sawit dalam penyediaan tenaga kerja cukup besar. Tahun 2008 industri kelapa sawit telah menyediakan kesempatan kerja bagi lebih dari 3,2 juta tenaga kerja di berbagai sub sistem dan meningkat menjadi 3,7 juta tenaga kerja pada tahun 2013 (Ditjenbun, 2013)

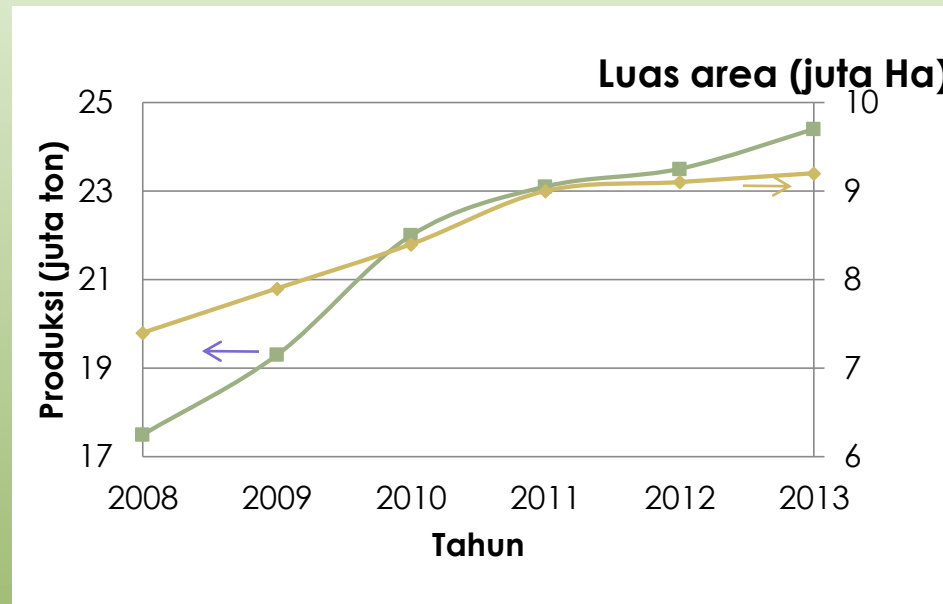
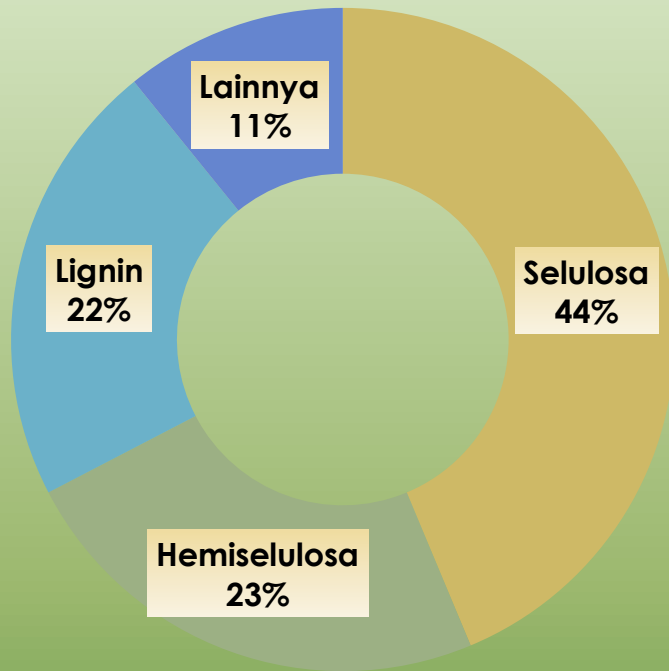
Perkembangan industri kelapa sawit indonesia (Ditjenbun, 2014)

Di lain pihak, saat ini Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan gula nasional, dimana kebutuhan gula pasir rumah tangga saja pada tahun 2013 adalah 1,7 juta ton. Kebutuhan gula untuk

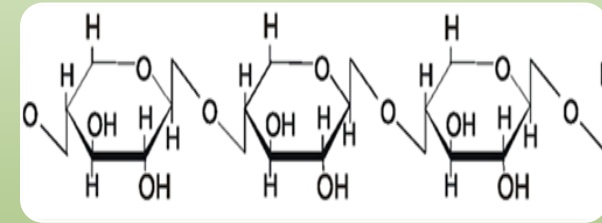


Perkembangan produksi, ekspor, dan impor gula indonesia (Ditjenbun, 2013)

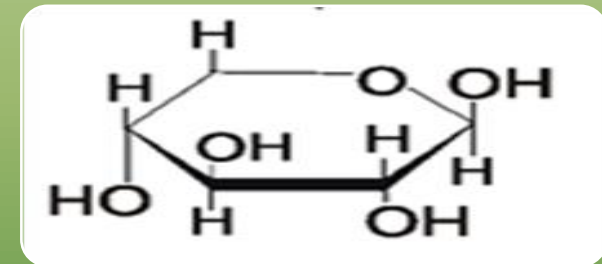
Komposisi TKS



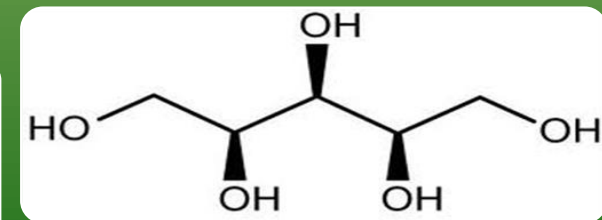
FOKUS PENELITIAN



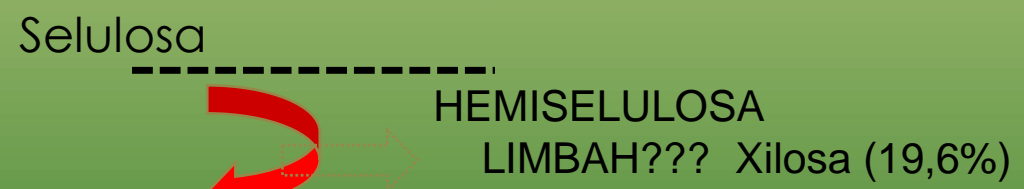
Hidrolisis Enzimatis



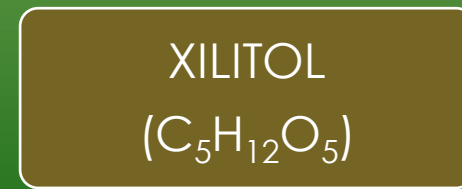
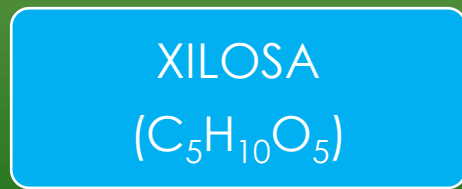
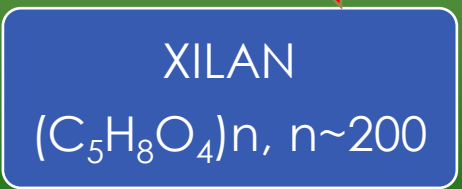
Fermentasi



HIDROLISAT BAHAN BAKU XILITOL



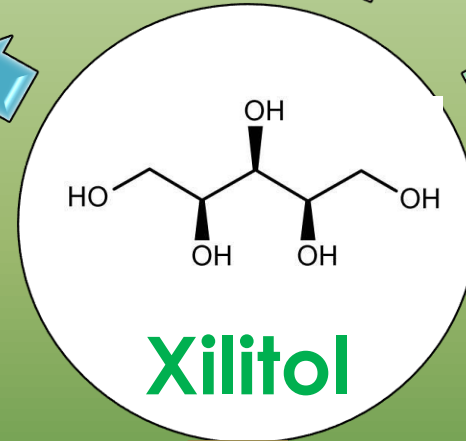
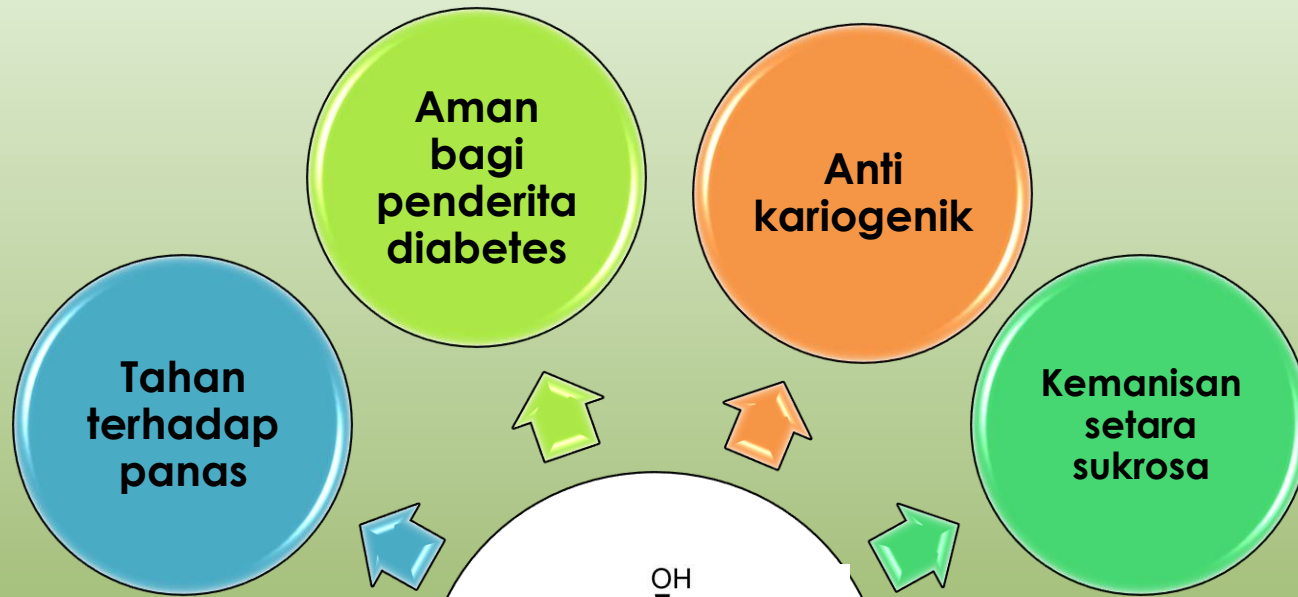
BIOETANOL



HIDROLISIS

FERMENTASI

Xilitol



Indonesia 100% impor

Harga xilitol US \$ 4-7/kg



Produksi Xilitol ?

Ekstraksi



Reduksi Katalitik:
Hidrogenasi

Baku utamanya adalah
xilosa kemurnian tinggi

Reduksi mikrobial:
Fermentasi

Hidrolisat lignoselulosa



HIDROLISIS

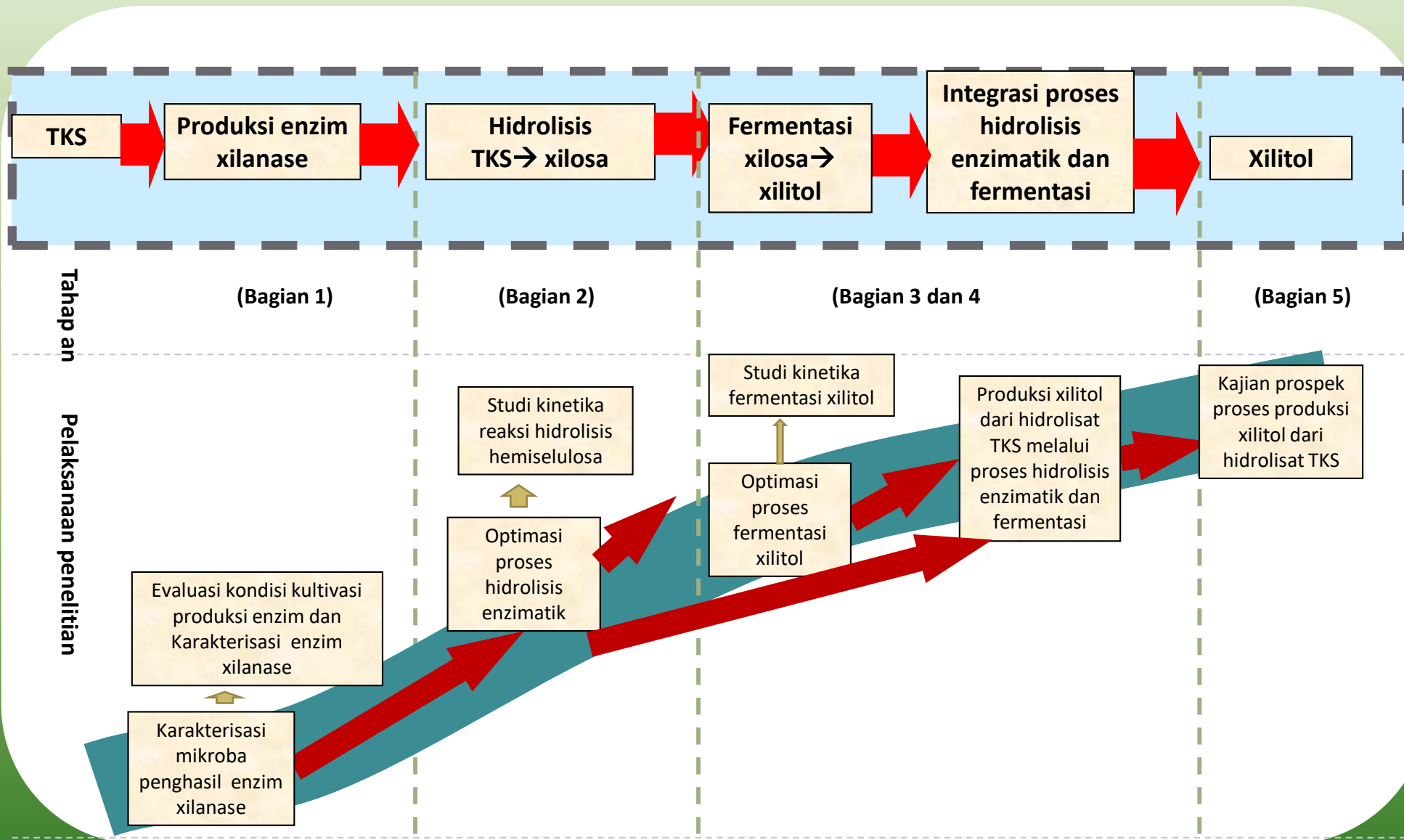


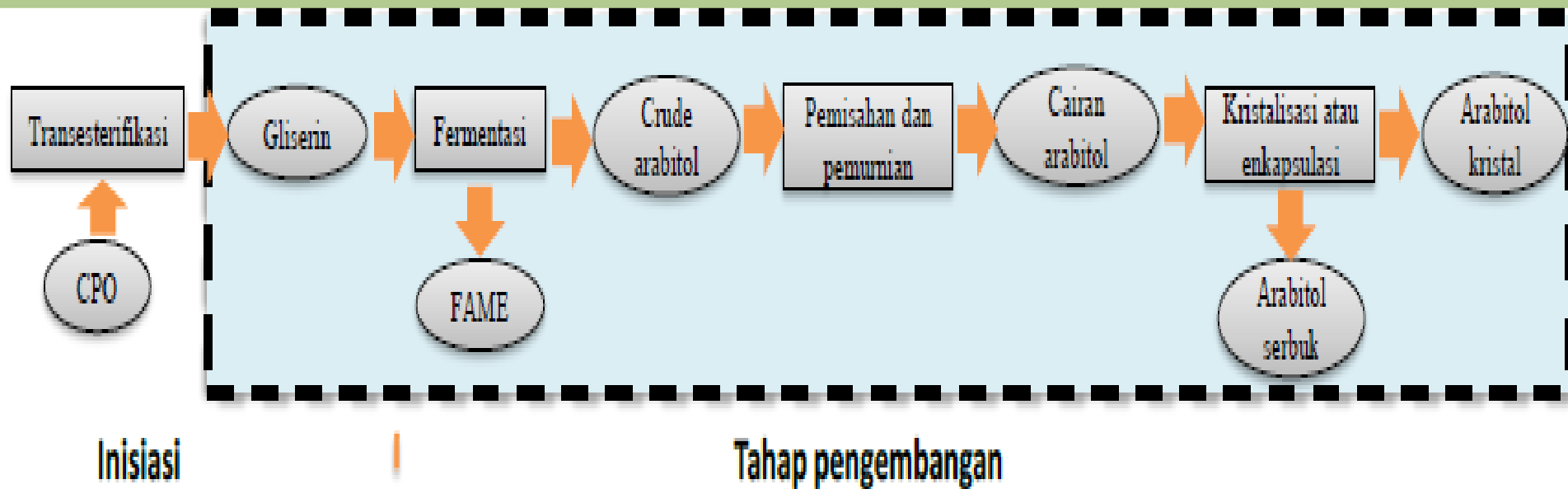
?

Kimia

Enzimatik

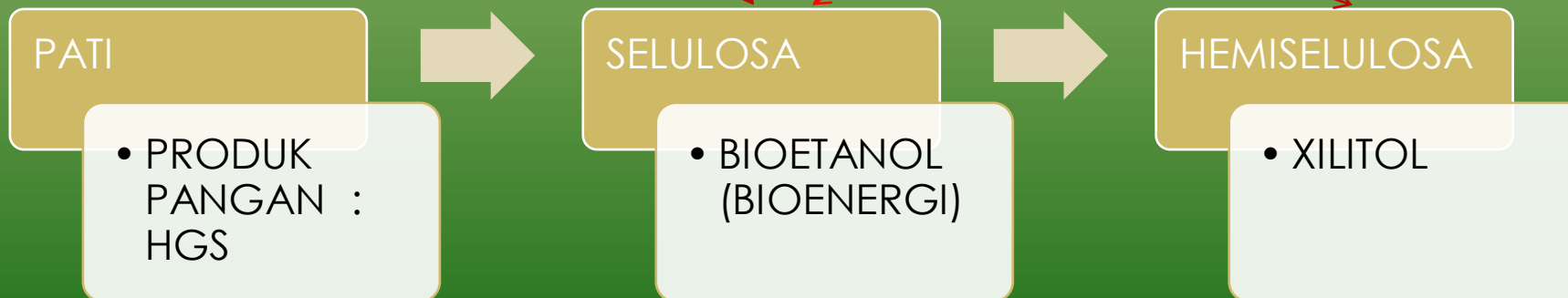
Peta Jalan Penelitian



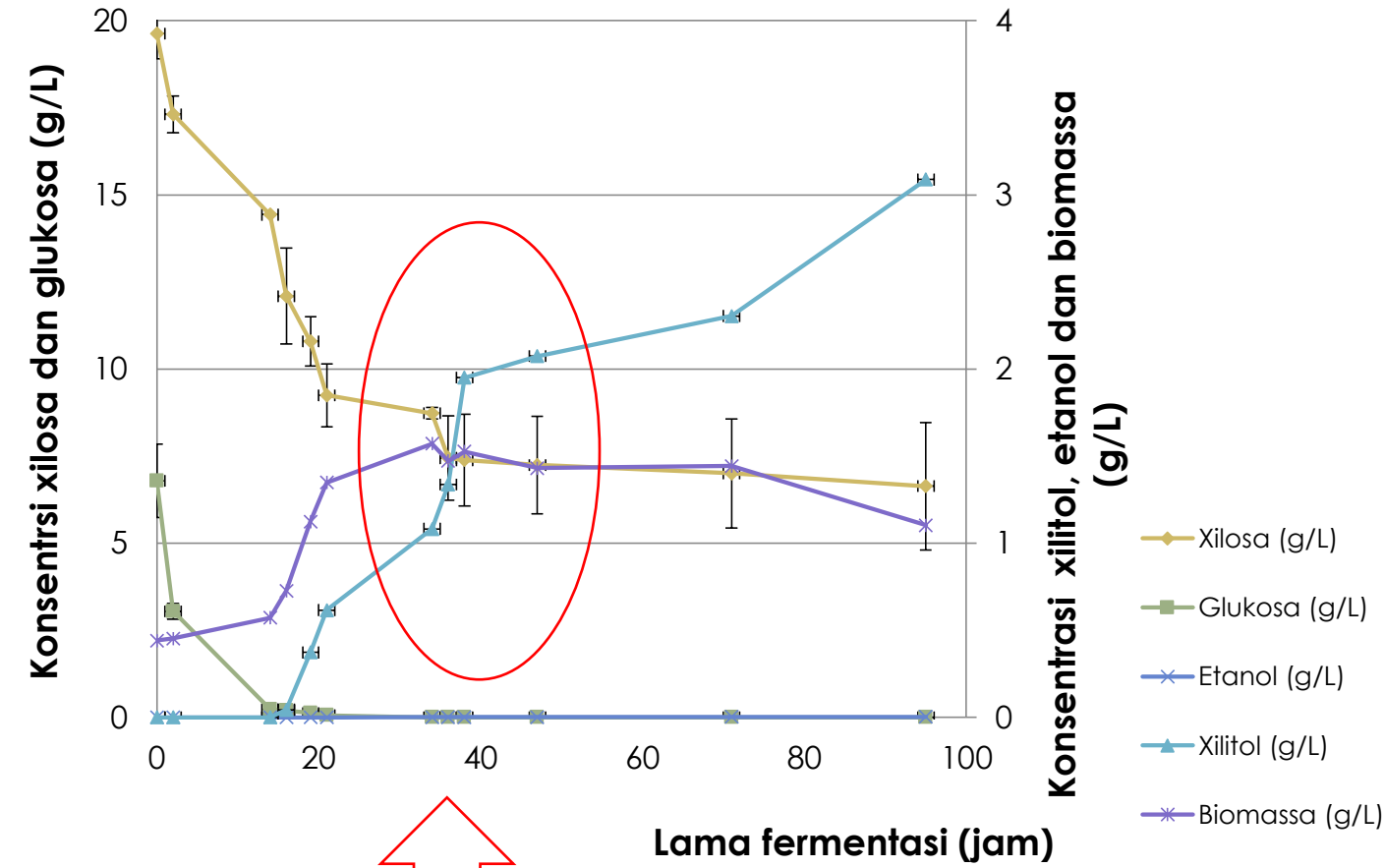


KOMODITAS JAGUNG

Tim Pemuliaan Tanaman Unpad sedang mengembangkan hibrida superior Unpad yang memiliki potensi dikembangkan pada kondisi optimum maupun kondisi lahan tercekam. Hibrida- hibrida tersebut memiliki keunggulan antara lain, hasil yang tinggi maupun berumur genjah.



Xilitol dari Hidrolisat TKS



Produk diproduksi pada fase pertumbuhan dan stasioner

PARAMETER	NILAI
Konsentrasi xilosa awal (g/L)	19,630
Konsentrasi xilosa akhir (g/L)	6,638
Konsentrasi glukosa awal (g/L)	6,794
Konsentrasi glukosa akhir (g/L)	0,000
C_p = Konsentrasi xilitol akhir (g/L)	3,088
C_E = Konsentrasi etanol akhir (g/L)	0,018
$Y_{P/S}$ = Yield xilitol [g-xilitol/g-xilosa]	0,242
$Y_{P/X}$ = Yield xilitol [g-xilitol/g-biomassa]	2,868
$Y_{E/S}$ = Yield etanol [g-etanol/g-substrat]	0,001
$Y_{X/S}$ = Yield biomassa [g-X/g-substrat]	0,035
Q_p = Produktivitas volumetrik xilitol (g/L/jam)	0,0325
Q_x = Produktivitas volumetrik sel (g/L/jam)	0,011
Q_s = Produktivitas volumetrik konsumsi xilosa (g/L/jam)	0,173
Utilisasi xilosa (%)	66%
Growth max (1/jam)	0,045

Prospek Industri Xilitol dari TKS

Potensi ekonomi:

Harga xilitol US \$ 4-7/kg,
harga TKS Rp. 150/kg
asumsi:
yield hidrolisis 80%,
yield fermentasi 50%
gross profit : 4.3
US\$/kg

Pengembangan industri berbasis biomassa :

terintegrasi dengan industri bioetanol

Sosial :

Solusi permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh akumulasi TKS pada masing-masing pabrik CPO

Secara makro :

menyediakan kebutuhan gula nasional

KESIMPULAN

- Xilanase dihasilkan selama fasa pertumbuhan jamur dan waktu kultivasi optimal 36 jam dan aktivitas enzim xilanase tertinggi oleh *T. viride*
- Kondisi optimum hidrolisis enzimatik: pH 4,6 dan Temperatur 41,6°C dengan konsentrasi xilosa sebesar 2,1 g/L dan rasio xilosa glukosa 3,16. Pemanasan sebagai perlakuan awal TKS efektif digunakan untuk meningkat yield hidrolisis. Hidrolisis enzimatik dari *T. viride* mengikuti model kinetika Michaelis-Menten. Parameter kinetika yaitu nilai $V_m = 0,045$ g/L/menit dan $K_m = 6,896$ g/L.
- Produksi xilitol dapat dihasilkan dari hidrolisat TKS 3,088 g/L dengan nilai utilisasi xilosa sebesar 66%, yield sebesar 0,24 g xilitol/g xilosa dan produktivitas volumetrik xilitol 0,03 g/L/jam. Xilitol diproduksi pada fase pertumbuhan dan fasa stasioner. Berdasarkan perbandingan dengan hasil sintetik, kandungan glukosa yang lebih banyak pada hidrolisat dapat menyebabkan penurunan konsentrasi xilitol yang dihasilkan.
- Pertumbuhan mengikuti Monod, parameter kinetika (K_s dan μ_{max}) adalah 18,55 g/L dan 0,27/jam untuk glukosa, 4,6 g/L dan 0,10/jam untuk xilosa. Pembentukan produk xilitol mengikuti 2 kategori yaitu *nongrowth associated product* dan *growth associated product*.

PENERAPAN PADA PRODUK

- Pada gula khusus pada penderita diabetes
- Bahan baku pada industri pangan
- Produk permen
- Pada biskuit rendah kalori

ISPO (Indonesia sustainable palm oil)

- Sejak tahun 2011, Indonesia sebagai produsen minyak sawit terbesar dunia, telah memiliki kebijakan, sistem tata kelola dan sertifikasi minyak sawit berkelanjutan sebagai kebijakan pemerintah bersifat wajib
- Menurut data Kementerian Pertanian, Hingga 2017 telah 306 perusahaan mempunyai sertifikasi ISPO
- ISPO DIJADIKAN MEDIA PROMOSI INTERNASIONAL bahwa minyak sawit yang dihasilkan telah mengimplementasikan prinsip tata kelola yang berkelanjutan