

**MAKALAH**  
**PENGEMBANGAN PRODUK BIOINDUSTRI DALAM**  
**ASPEK LINGKUNGAN STUDI KASUS SEKTOR**  
**PERTANIAN**



**UNIVERSITAS**  
**TEKNOLOGI**  
**SUMBAWA**

**Disusun Oleh :**

**HERISMAN (19.01.0142.035)**

**PRODI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS TEKNOLOGI SUMBAWA**

## **KATA PENGANTAR**

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, Kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan makalah ilmiah tentang tentang Pengembangan Produk Bioindustri Dalam Aspek Lingkungan Studi Kasus Sektor Pertanian.

Makalah ilmiah ini telah kami susun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan makalah ini. Untuk itu kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan makalah ini.

Terlepas dari semua itu, Kami menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka kami menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar kami dapat memperbaiki makalah ilmiah ini.

Akhir kata kami berharap semoga makalah ilmiah tentang Pengembangan Produk Bioindustri Dalam Aspek Lingkungan Studi Kasus Sektor Pertanian ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Sumbawa, 17 November 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan .....	2
BAB II PEMBAHASAN .....	3
2.1. Apa itu Bioindustri.....	3
2.2. Sistem Pertanian - Bioindustri Dalam Aspek Lingkungan .....	6
2.3. Sistem Integrasi Pertanian - Bioindustri .....	9
BAB III PENUTUP .....	11
3.1. Kesimpulan.....	11
DAFTAR PUSTAKA .....	13

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1. Latar Belakang**

Sektor Pertanian Indonesia, khususnya produksi padi, pernah tumbuh akseleratif pada akhir 1970an pertengahan 1980an sebagai hasil dari massalisasi teknologi Revolusi Hijau. Puncaknya ditandai oleh pencapaian swasembada beras untuk pertama kalinya pada 1984. Sayangnya, akselerasi peningkatan produksi pangan tersebut tidak berlangsung cukup lama. Produksi padi mengalami perlambatan karena teknologi Revolusi Hijau menunjukkan gejala atau bahkan sudah mengalami regresi akibat *sindroma overintensifikasi*. Indonesia kembali menjadi negara pengimpor beras sejak akhir 1980an.

Pingali (2012) mengatakan bahwa periode Revolusi Hijau (generasi pertama) ialah 1965-1985. Penelitian Grassini, Eskridge, and Cassman (2013) menunjukkan bahwa tren produktivitas padi, jagung dan gandum menunjukkan tren pertumbuhan menurun sejak akhir dekade 1990an. Tren produktivitas padi di Indonesia mengalami penurunan pada paruh kedua dekade 1980an. Fenomena inilah barangkali yang menjadi alasan utama kenapa swasembada beras yang diraih Indonesia pada 1984 tidak bertahan cukup lama. Peningkatan pendapatan petani dan pemantapan ketahanan pangan masih akan tetap menjadi tantangan utama pembangunan pertanian hingga beberapa tahun mendatang.

Oleh karena itu Indonesia, dan juga negara-negara berkembang lainnya, kini sangat membutuhkan terobosan (revolusi) teknologi baru pasca Revolusi Hijau (Pingali, 2013). Teknologi baru tersebut haruslah dapat meningkatkan pendapatan petani secara signifikan, meningkatkan ketahanan pangan nasional secara berkelanjutan, inklusif bagi petani gurem, dan ramah lingkungan. Selain itu, peningkatan kualitas hidup petani hanya dapat diwujudkan apabila tekanan tenaga kerja pada sektor pertanian dapat dikurangi. Untuk itu, struktur perekonomian Indonesia perlu pula ditransformasi sehingga menjadi berimbang.

Revolusi teknologi baru yang terintegrasi dengan transformasi struktur perekonomian makro itu haruslah disusun dalam perspektif panjang. Untuk itulah Kementerian Pertanian telah menyusun dokumen Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2015-2045 (SIPP 2015-2045). Gagasan utama SIPP 2015-2045 ialah membangun Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan (Kementerian Pertanian, 2014). Kementerian Pertanian telah menetapkan untuk menggunakan konsep tersebut mulai tahun 2015. Para dekan Fakultas Pertanian yang tergabung dalam Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia telah bersepakat untuk menjadikan konsep tersebut sebagai bagian dari kurikulum pengajaran di lembaga masing-masing.

Dokumen SIPP 2015-2045 memang telah diterbitkan oleh Kementerian Pertanian. Dokumen tersebut dapat diakses bebas pada situs Kementerian Pertanian. Namun banyak pihak mengatakan bahwa dokumen tersebut masih terlalu sulit untuk dipahami. Dokumen tersebut juga dipandang terlalu umum, tidak mudah menerjemahkannya menjadi program atau tindak aksi operasional. Tulisan ini dimaksudkan untuk menjelaskan konsep Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan tersebut.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Apa yang di maksud dengan bioindustri ?
2. Pengaruh bioindustri terhadap sektor pertanian ?
3. Integrasi bioindustri terhadap sektor pertanian ?

## **1.3. Tujuan**

1. Menjelaskan pengembangan produk bioindustri dalam aspek lingkungan studi kasus sektor pertanian.
2. Memberi edukasi tentang perkembangan bioindustri terhadap berbagai sektor khususnya pertanian.

## **BAB II PEMBAHASAN**

### **2.1. Apa itu Bioindustri**

Bioindustri adalah segala fasilitas atau usaha pengolahan yang menggunakan biomassa sebagai bahan baku atau yang menggunakan mikroorganisme atau enzim biologis (bioenzim) yang diekstraksi atau disintesa dari organisme pada satu atau lebih tahapan pengolahannya untuk menghasilkan pangan, pakan, energi dan berbagai macam bioproduk. Biomassa yang digunakan sebagai bahan baku pengolahan disebut feedstock. Teknik pengolahan yang menggunakan mikroorganisme dan atau biologis disebut proses pengolahan biologis (bioprocessing). Proses pengolahan mencakup ekstraksi, pemurnian, dan konversi. Dengan demikian, kata kunci penanda bioindustri ialah penggunaan biomassa sebagai input (feedstock), dan atau penggunaan bioprosesing dalam pengolahan.

Bioindustri tidak sama dengan agroindustri yang sudah lebih luas dan lebih dulu dikenal masyarakat. Agroindustri termasuk dalam bioindustri. Dari segi cakupan bahan baku atau feedstock, bioindustri lebih luas dari agroindustri. Agroindustri konvensional hanya menggunakan hasil pertanian sebagai bahan baku, sementara bioindustri menggunakan segala jenis biomassa, biomassa pertanian hanya salah satu jenis feedstock bioindustri. Bioindustri juga menggunakan limbah organik pabrik, rumah potong hewan, pasar, rumah makan, dan rumah tangga.

Dari segi pemanfaatan hasil pertanian, bioindustri berorientasi pada pemanfaatan sebesar-besarnya seluruh biomassa hasil pertanian (agrobiomassa) sedangkan agroindustri konvensional hanya mengolah sebagian saja dari hasil pertanian. Dengan demikian, bioindustri merupakan kunci untuk meningkatkan nilai tambah hasil pertanian.

Dari segi tujuan, bioindustri senantiasa berorientasi pada nilai tambah sebesar-besarnya dengan menghasilkan beragam produk bernilai tinggi dari feedstock biomassa yang digunakan dan dengan dampak lingkungan sekecil-kecilnya. Selain itu, bioindustri berdasarkan pada prinsip berkelanjutan seperti yang akan diuraikan berikut ini. Produksi beragam bernilai tambah tinggi dan dampak lingkungan minimal dapat diwujudkan dengan menerapkan konsep biokilang.

Cakupan jenis fasilitas pengolahan bioindustri sangatlah luas. Agroindustri tradisional seperti pabrik pengolahan tahu, pabrik tepung tapioka, juga termasuk bioindustri. Usaha pembuatan tape merupakan salah satu bioindustri sederhana yang menggunakan biomassa (ubikayu, beras) sebagai bahan baku dan bioprosesing (fermentasi) dalam proses pengolahannya. Biodigester yang menggunakan limbah untuk menghasilkan biogas melalui bioprosesing juga termasuk bioindustri tradisional.

Fasilitas yang mengintegrasikan peralatan dan proses pengolahan biomassa untuk menghasilkan satu atau lebih produk disebut biokilang (biorefinery). Konsep biokilang pada prinsipnya sama seperti kilang minyak yang berbasis pada bahan baku fosil. Penciri utama biokilang ialah pengintegrasian lebih dari satu proses pengolahan biomassa untuk menghasilkan lebih dari satu produk akhir.

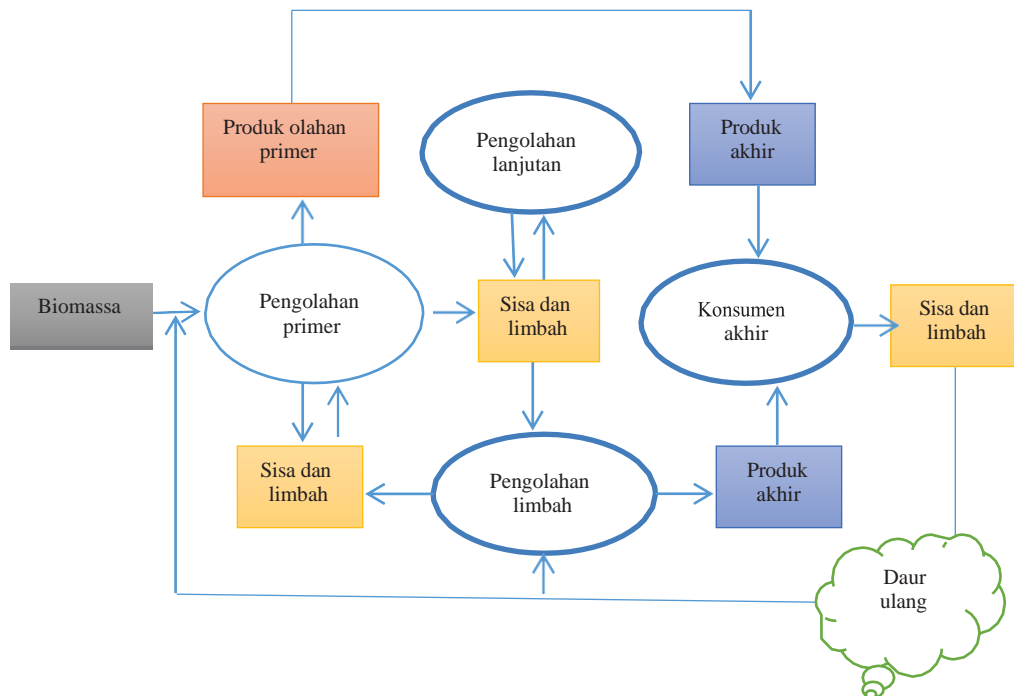
Biodigester yang menggunakan limbah pertanian untuk menghasilkan biogas saja tidak termasuk definisi biokilang. Namun biodigester yang menghasilkan biogas dan pupuk organik merupakan contoh sederhana biokilang. Pabrik tahu yang hanya menghasilkan tahu saja tidak termasuk biokilang. Namun pabrik tahu yang diintegrasikan dengan biodigester untuk menghasilkan biogas dengan menggunakan limbah pabrik tahu, termasuk salah satu jenis biokilang.

Bioindustri berkelanjutan ialah bioindustri yang memenuhi syarat-syarat kegiatan ekonomi berkelanjutan pada umumnya sebagaimana diuraikan diatas. Ciri utama bioindustri berkelanjutan ialah menerapkan prinsi 3 R: Reduce (kurangi), Reuse (pakai ulang) dan Recycle (daur ulang). Dalam perpektif Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan, prinsip ini berarti bahwa bioindustri yang menjadi salah satu komponen utama Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan haruslah memenuhi syarat-syarat berikut:

1. Mengurangi kehilangan biomassa dan input eksternal dengan menggunakan sebesar-besarnya seluruh agrobiomassa (biomassa hasil pertanian) sebagai *feedstock*,
2. Menggunakan ulang biomassa sisa dan limbah olahan,
3. Mendaur ulang produk akhir, sisa dan limbah produk akhir

Biokilang merupakan jenis bioindustri yang paling sesuai dengan konsep industri berkelanjutan. Pertama, perdefinisi biokilang mengintegrasikan beberapa alur proses (platform) pengolahan biomassa untuk menghasilkan beragam produk.

Dengan demikian akan lebih banyak jenis biomassa yang dapat diolah. Selain itu, pengintegrasian proses pengolahan akan dapat menghemat penggunaan input, termasuk feedstock, energi dan input lainnya. Kedua, biokilang dapat mencakup





## **2.2. Sistem Pertanian - Bioindustri Dalam Aspek Lingkungan**

Sebagai sebuah sistem, Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan dapat digambarkan oleh enam karakteristik berikut. Pertama, memiliki batas-batas (boundaries) yakni, apa saja yang termasuk dalam Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan dan ruang lingkup lingkungan di mana beroperasi. Batas Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan bervariasi mulai dari tingkat usahatani, atau bahkan lebih kecil lagi hamparan usahatani, gabungan kelompok tani, kluster atau kawasan pengembangan, kawasan ekologis (lansekap), pulau, hingga Negara. Oleh karena itu, rencana pengembangan Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan dapat dijadikan sebagai bagian integral dari rencana tata ruang pembangunan suatu wilayah, baik berdasarkan administrasi usaha atau pemerintahan maupun berdasarkan ekosistem. Sejalan dengan itu, kawasan pengembangan pertanian yang dicanangkan Kementerian Pertanian haruslah disertai dengan penetapan batas wilayah secara tegas.

Kedua, memiliki komponen. Dalam kelompok besar, Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan terdiri dari tiga komponen yakni, sub-sistem pertanian, sub-sistem bioindustri, dan sub-sistem konsumsi. Masing-masing sub-sistem dapat memiliki satu atau lebih sub-komponen. Sub-sistem pertanian berfungsi untuk menghasilkan biomassa primer untuk selanjutnya diolah dalam sub-sistem bioindustri. Sub-sistem konsumsi mencakup manusia yang berperan sebagai konsumen akhir, yang menjadi pihak yang menikmati output dari sistem.

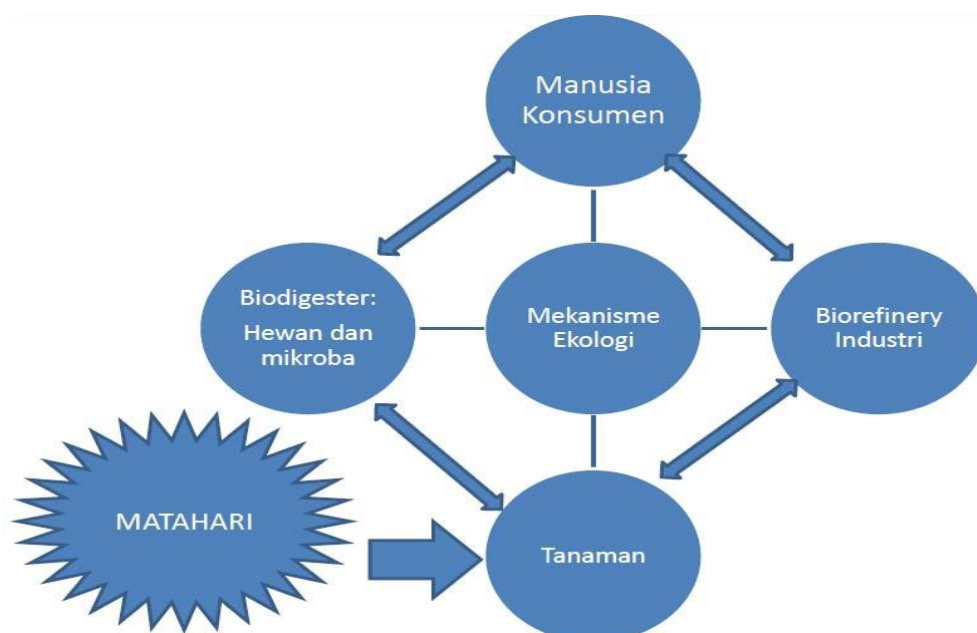
Ketiga, setiap komponen memiliki fungsi (ceruk atau niche) tersendiri dan berinteraksi satu sama lain. Kelengkapan komponen, kinerja fungsional setiap komponen, dan keharmonisan interaksi antar komponen merupakan penentu kinerja sistem keseluruhan. Dalam perspektif Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan, komponen sistem dan fungsinya terrefleksikan dalam perancangan sub-sistem pertanian dan sub-sistem bioindustri. Media interaksi antar komponen mencakup aliran materi, utamanya biomassa, zat kimia, air, dan energi. Interaksi antar komponen diatur melalui mekanisme ekologis.

Keempat, input, eksternal dan internal. Input eksternal adalah materi, energi, dan teknologi yang berasal dari luar sistem yang dipergunakan di dalam sistem. Input internal adalah materi, energi, dan teknologi yang berada atau dihasilkan di dalam sistem. Perspektif Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan berpandangan untuk sebesar-besarnya mengandalkan input internal, dan input eksternal yang tersedia tak

terbatas (seperti energi matahari, air hujan, udara dan materi yang dikandungnya). Penggunaan input eksternal yang tersedia terbatas (seperti energi fosil, pupuk kimia, pestisida kimia, air irigasi) digunakan seminimal mungkin (secara bijaksana). Dengan demikian, Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan berorientasi mandiri dalam input.

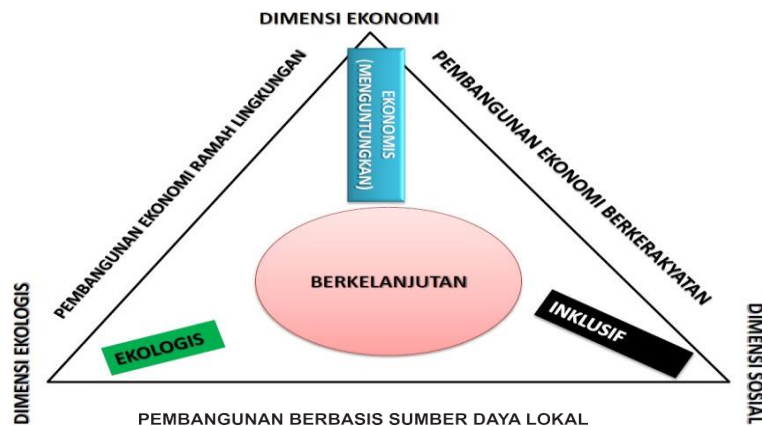
Kelima, produk dan produk ikutan atau output dari sistem. Output Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan ialah produk dan produk ikutan sub-sistem pertanian dan atau hasil olahannya dalam sub-sistem bioindustri. Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan berorientasi pada maksimisasi output yang bermanfaat bagi manusia (bernilai ekonomi) dan lingkungan, dengan dampak negatif yang minimal terhadap kelestarian sumber daya alam dan kualitas lingkungan. Produk-produk yang bermanfaat langsung secara ekonomi mencakup pangan, pakan, energi dan bioproduk. Selain produk ekonomi privat, produksi jasa lingkungan (privat maupun publik) juga termasuk output yang dikehendaki dari Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan.

Dengan demikian, pemikiran sistemik dari perspektif Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan ialah bagaimana memperoleh sebesar-besarnya energi elektro magnetik matahari yang tersedia melimpah di Indonesia sebagai kawasan tropik melalui pertanian. Tumbuhan adalah organisme yang mampu mentransformasi energi elektromagnetik matahari menjadi energi kimiawi dalam biomasnya dengan menggunakan air, karbon dioksida dan zat hara melalui proses fotosintesa. Biomassa tanaman itulah selanjutnya menjadi sumber energi atau makanan bagi organisme lainnya dalam komponen sub-sistem pertanian.



Dengan demikian, dalam konteks Indonesia, kisi-kisi normatif pembangunan sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan ialah:

1. berbasis sumber daya alam dan sumber daya sosial lokal: berkelanjutan secara sosial dan lingkungan. Usaha yang dikembangkan memanfaatkan sumber daya alam secara lestari serta sesuai dengan budaya lokal dan untuk sebesar-besarnya kesejahteraan petani rumah tangga dan masyarakat lokal,



2. ekonomi berkerakyatan: berkelanjutan secara sosial dan ekonomi. Usaha yang dikembangkan sesuai untuk usaha pertanian rakyat yang dominan di Indonesia, dan menguntungkan secara finansial,
3. ekonomi ramah lingkungan (ekonomi hijau): berkelanjutan secara ekonomi dan lingkungan.
4. Prinsip dasar proses produksi yang dipandang sesuai untuk mewujudkan sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan itu ialah:
5. mengurangi input eksternal tanpa berdampak pada pengurangan, atau bahkan dapat meningkatkan produksi (*Reduce*),
6. menggunakan ulang sisa proses atau hasil ikutan produksi (*Reuse*),
7. mendaur ulang produk akhir, sisa dan atau bekas pakai produk akhir (*Recycle*).

## 2.3. Sistem Integrasi Pertanian - Bioindustri

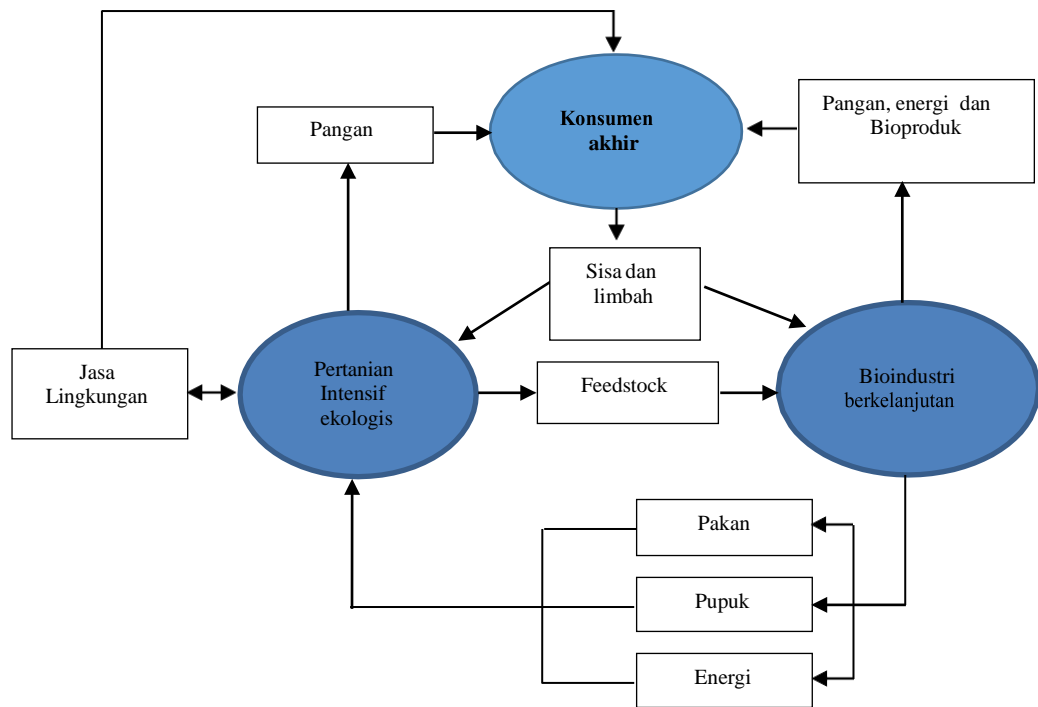
Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan pada dasarnya ialah integrasi sistem pertanian intensif ekologis (Gambar 4) dengan sistem bioindustri ekologis (Gambar 5). Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan membangun eksplisit interkoneksi antara pertanian yang menghasilkan biomassa, industri pengolah biomassa, pengelolaan limbah, pemanfaatan air, pembangkitan energi, dan pelestarian hara tanah sehingga suatu biosistem terpadu berkelanjutan. Sebagai suatu biosistem, Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan adalah sistem pendukung kehidupan berbasis aliran dinamis dari materi dan energi dimana limbah dan produk ikutan dari suatu proses menjadi input bagi proses lainnya. Dengan cara demikian maka pangan, pakan, energi dan bioproduk dapat dihasilkan maksimal dengan input hara, air, energi dan sumber daya lain yang minimal, menjaga kelestarian daya dukung dan jasa lingkungan agroekosistem, serta meningkatkan kualitas lingkungan hidup (Kementerian Pertanian, 2014).

Sketsa arsitektur Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan ditampilkan pada Gambar 6. Karakteristik utamanya ialah interrelasi sirkulasi tertutup

Selain menyediakan pangan dan jasa ekologis yang dapat dikonsumsi langsung konsumen akhir, blok pertanian juga menyediakan bahan baku (*feedstock*) bagi blok bioindustri. Aliran kembali dari blok bioindustri ke pertanian mencakup pakan, pupuk dan energi. Produk akhir blok pertanian dan bioindustri disalurkan ke konsumen sementara sisa dan limbahnya di alirkan kembali ke blok pertanian dan blok bioindustri. Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan dirancang dengan ciri-ciri:

1. Meminimalkan penggunaan input dengan menggunakan ulang dan mendaur ulang limbah atau produk ikutan setiap proses kegiatan produksi di dalam sistem,
2. Menjaga aliran materi, khususnya zat hara dan air, sedapat mungkin selalu berada di dalam sistem,

3. Memperlakukan proses produksi dan konsumsi sebagai suatu proses siklus kontinu, bukan proses linier,
4. Mendekatkan dan memperketat konektivitas produksi dan konsumsi untuk meminimumkan kebocoran materi, energi, biaya transportasi, dsb, Memaksimumkan efisiensi proses konversi alami (dekomposisi mikroba dan kaitanrantai pangan) serta retensi hara dan air.



## **BAB III PENUTUP**

### **3.1. Kesimpulan**

Perspektif Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan menekankan beberapa perubahan pemikiran mendasar mengenai pertanian.

Pertama, perubahan organisme pertanian, dari sebelumnya terbatas tumbuhan dan hewan penghasil komoditas pangan, pakan, dan bahan baku industri menjadi seluruh organisme, termasuk monera (algae), Protista (bakteri) dan fungi (jamur) mikro organis serta hewan non-pangan dan non-bahan baku industri konvensional, seperti cacing, belatung (lalat) penghasil pangan dan biomassa yang bias digunakan feedstock bioindustri untuk menghasilkan beragam pangan, pakan, energi dan bioproduk bernilai tambah tinggi, atau dapat digunakan untuk memproses feedstock (bioprocessing). Definisi organisme pertanian tidak dibatasi oleh jenis biologisnya tetapi oleh manfaatnya. Oleh karena itu, cakupan mandat komoditas pertanian sebaiknya disesuaikan dari tertutup dan tersekat pada beberapa jenis makroorganisme tanaman dan hewan (tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan konvensional).

Kedua, pertanian bukanlah suatu gangguan terhadap ekosistem melainkan suatu rekayasa ekosistem (agroekosistem) berdasarkan ilmu pengetahuan (agroekologi) yang berorientasi pada penggunaan input eksternal minimal untuk menghasilkan nilai tambah maksimal dengan dampak minimal terhadap kelestarian sumber daya alam dan lingkungan. Untuk itu, pertanian dirancang dengan struktur hayati dengan diversitas hayati fungsional yang tinggi dalam rangka mewujudkan interaksi yang harmonis dan sinergis dalam meningkatkan output yang mencakup bahan pangan, pakan energi, biomassa feedstock bioindustri bernilai tinggi dan jasa lingkungan. Dengan demikian paket teknologi pertanian haruslah disesuaikan dari paket monokultur menjadi paket sistem pertanian intensif ekologis.

Ketiga, industri pengolahan pertanian tidak terbatas pada pengolahan sebagian hasil pertanian (misalnya mengolah gabah jadi beras, tepung beras) seperti yang dikenal sebagai agroindustri konvensional, tetapi mencakup

pengolah seluruh biomassa hasil usahatani (misalnya untuk padi tidak mengolah gabah menjadi beras turunannya tetapi juga mengolah sekam menjadi energi, kulit gabah menjadi minyak padi, serta memanfaatkan jerami menjadi media jamur, yang selanjutnya diolah menjadi biogas, pupuk dan media budidaya cacing. Oleh karena itu, cakupan tugas dan tanggung jawab Kementerian sebaiknya diperluas sehingga mencakup pengolahan seluruh biomassa dan limbah hasil pertanian.

Keempat, keterkaitan antara pertanian dan industri pengolahan hasilnya tidak terbatas melalui media materi input-output yang bersifat linier, tetapi juga melalui media energi, dan fungsi ekologis yang bersifat sirkuler. Perspektif sistem Pertanian- Bioindustri Berkelanjutan berpandangan bahwa integrasi sistem pertanian dan industri pengolahan hasil-hasilnya mestilah dibangun sebagai satu kesatuan rekayasa biosistem. Oleh karena itu, pendekatan pengembangan maupun penelitian pertanian sebaiknya diubah dari pendekatan komoditas ke pendekatan rekayasa biosistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- Altieri, M. A. 2012. The scaling up of Agroecology: Spreading the Hope for Food Sovereignty and Resilience. SOCLA Rio+20 Position Paper
- Bareja, B.G. 2010. Classification of Agricultural Crops. Crops Review. [http://www.cropsreview.com/ Classifications of Agricultural Crops.pdf](http://www.cropsreview.com/Classifications%20of%20Agricultural%20Crops.pdf) ; Diunduh pada 20 juli 2014.
- Bareja, B.G. 2010. So, What is Agriculture? What is the Definition of Agriculture? <http://www.cropsreview.com/what-is-agriculture.html>; 20 juli 2014.
- Grassini, P., K.M.Eskridge, and K.G. Cassman. 2013. Distinguishing between yield advances and yield plateaus in historical crop production trend. Nature Communication, December: 1-11
- Heong. K.L. 2012. Three planks in ecological engineering for rice pest management. [http://ricehoppers.net/2012/05/three-planks-for-ecological-engineering- for-rice-pest-management/](http://ricehoppers.net/2012/05/three-planks-for-ecological-engineering-for-rice-pest-management/); Di unduh pada 7 Juni 2014
- Kementerian Pertanian. 2014. Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2015-2045: Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan, Solusi Pembangunan Indonesia Masa Depan. Biro Perencanaan, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Millenium Ecosystem Management. 2005. Ecosystem and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, D.C.
- Munck, L. 1990. From Biotechnology to Agriculture, from Biorefineries to Agri-industry: An outline of options for cooperation. In L. Munck and R. Rexen (Eds). Agricultural Refineries\_a bridge from farm to industry. Department of Biotechnology, Carlsberg Research Centre, Copenhagen, Denmark. Pp.1-29.
- Pingali, Prabhu (2012) "Green Revolution: impacts, limits, and the path ahead". *Proceedings of the National Academy of Science (PNAS)*, Vol. 109, no. 31, July: 123022-12308.
- Pingali, Prabhu (2013) "Green Revolution 2.0 : Addressing the Persistent Challenges of Food and Nutrition Security." Public Lecture, Oregon State University Outreach in Biotechnology, <http://oregonstate.edu/orb/fft/2013/Green-Revolution-2-0> , diakses pada 16 Juni 2014
- Schaller, N. 2013. Agroecology: Different Definitions, Common Principles. Analysis No. 52. Centre for Studies and Strategic Foresight. France.
- Wayne's Word. 1998. The Five Kingdoms Of Life. <http://waynesword.palomar.edu/trfeb98.htm>; Diunduh pada 11 Juni 20114.
- Winarto, Y.T., R. Ariefiansyah and James J. Fox. 2013. Indonesia experiments with sesame in ecological engineering in Indramayu Regency, West Java. <http://ricehoppers.net/2013/08/indonesia-experiments-with-sesame-in-ecological-engineering-in-indramayu-regency-west-java/>; Diunduh pada 29 Agustus 2013.