

PERTANIAN BIOINDUSTRI :  
PERANAN BIOMASA UNTUK PUPUK, PAKAN DAN ENERGI (TERMASUK  
BIOAVTUR) DALAM MENDUKUNG PERTANIAN BIOINDUSTRI

*Bioindustry Agriculture :  
The Role of Biomass for Biofertilizer, Feed and Energy (Including Bioavtur) in Supporting of  
Agricultural Bioindustry*

SUMANTO dan BAMBANG PRASTOWO  
Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan  
*Indonesian Center for Estate Crops Research and Development*  
Jalan Tentara Pelajar No 1 Bogor 16111-Indonesia  
E-mail: sumantohw@yahoo.com

ABSTRAK

Pertanian Indonesia memiliki karakter pertanian tropika yang secara alami merupakan kawasan dengan efektivitas dan produktivitas tertinggi di dalam pemanenan dan transformasi energi matahari. Pertanian selama ini memang berperan sebagai penghasil maupun pengguna biomasa, baik untuk pupuk, pakan dan bioenergi termasuk untuk mekanisasi sistem pertaniannya. Pemanfaatan sumber daya hayati di pertanian semakin mengarahkan agar pertanian cerdas dengan memanfaatkan biomasa sedemikian rupa sehingga siklus produksi dan pengembalian biomasa ke lahan pertanian tetap berlangsung. Di lain pihak pertanian semakin dituntut untuk mendukung sektor lain termasuk energi baik untuk pertanian itu sendiri maupun untuk transportasi seperti bioavtur untuk pesawat terbang. Semakin sentralnya peranan biomasa pertanian ini telah mendorong para peneliti mengembangkan risetnya, selain menghasilkan tanaman yang mampu memproduksi hasil utama (grain, gabah, butiran jagung dan sejenis lainnya), juga mulai membuat skenario agar tanaman juga menghasilkan biomasa dengan jumlah yang banyak dan fungsional. Tanaman padi tidak lagi diharapkan hanya memproduksi gabah dengan jumlah yang banyak, tetapi juga menghasilkan jerami yang lebih banyak dengan kandungan lignin yang rendah serta jerami yang mudah terfermentasi untuk pakan, mempermudah pemisahan lignin sehingga akhirnya mempermudah pembuatan etanol dari jerami padi menggunakan teknologi biofuel generasi dua. Di dunia saat ini sudah dan sedang berlangsung riset-riset dan pengujian serta pemanfaatan biomasa pertanian untuk menghasilkan bioavtur atau jet-fuel. Teknologinya sudah ada dan

telah dicoba, salah satunya adalah teknologi HEFA-SPK (*Hydroprocessed Esters and Fatty Acids- Synthesis Paraffin Kerosene*). Uji terbang juga sudah dilakukan beberapa kali oleh beberapa perusahaan penerbangan, dan hasilnya sangat memuaskan. Pertanian tidak lagi hanya menghasilkan produk primer konvensional (pangan, pakan dan sejenisnya) tetapi juga harus memosisikan diri untuk menjadi sumber bioenergi dan produk-bio lainnya. Dengan kata lain pertanian ke depan harus menjadi pertanian bioindustri, baik untuk memenuhi keperluan pertanian sendiri maupun untuk memenuhi kebutuhan sektor industri lainnya.

Kata kunci: Biomasa, pupuk, pakan, bioenergi, bioavtur, bioindustri, biofuel generasi dua, mekanisasi pertanian.

ABSTRACT

Indonesian agriculture naturally is tropical agriculture with the highest effectiveness in harvesting of solar energy. Agricultural is also a producer and user of biomass, both for fertilizer, feed and bioenergy including bioenergy for mechanization of agricultural systems. Use of biological resources in agriculture increasingly directed to be smart agriculture by utilizing biomass so that the biomass production cycle in agricultural land is continuing. On the other hand, agriculture increasingly required to support other sectors including energy both for agriculture itself and transportation sector such as bioavtur for airplanes. Increasingly the important role of agricultural biomass has prompted researchers to develop research program, besides improving plant productivity, also began to create grand-scenarios so that plants also can produce biomass in large numbers and functional. Rice

plants are no longer expected to only produce large numbers of grain, but also enable to produce more straw with low lignin content, as well as producing an easy-fermented hay for animal feeding, easily separating lignin and cellulose, and easily producing bioethanol from rice straw using a second generation biofuel technologies. On going research, testing and utilization of agricultural biomass to produce bioavtur or jet fuel is now to be one of the top priority in the world. The technology already exists and has been tried, and one of them is HEFA-SPK technology (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids- Synthesis Paraffin Kerosene). Flight test has also been carried out several times by several airlines, and the results are very satisfactory. Consequently, agriculture is no longer merely produce primary products (food, feed) but must be repositioning to be a source of bioenergy and also a producer of other bio-products. In other words, in the future, agriculture must be developed to be bioindustry agriculture, both to meet the needs of the farm itself and to meet the needs of other industrial sectors.

Keywords : Biomass, biofertilizer, feed, bioenergy, bioindustry, bioavtur, second generation biofuel, agricultural mechanization.

## PENDAHULUAN

Pembangunan pertanian berkelanjutan sudah lama dipersyaratkan dan juga dilakukan oleh banyak pihak di dunia. Dalam konteks pembangunan di Indonesia, pertimbangannya pada Pasal 33 ayat 4 Undang-Undang Dasar 1945 (MPR-RI, 2002).dijelaskan bahwa pembangunan ekonomi nasional diselenggarakan berdasarkan prinsip berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Jika saat ini muncul pandangan mengenai pertanian bioindustri ke depan yang diyakini berwawasan lingkungan, sebenarnya telah memiliki landasan hukum yang kuat di Indonesia. Untuk kelapa sawit bahkan dijelaskan lebih khusus dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomer 19/Permentan/OT.140/3/2011 bahwa pengembangan perkebunan kelapa sawit berkelanjutan sebagai bagian dari pembangunan ekonomi ditujukan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat, penerimaan negara, devisa negara, menyediakan lapangan kerja, meningkatkan produktivitas, nilai tambah dan

daya saing, memenuhi kebutuhan konsumsi dan bahan baku industri dalam negeri, serta mengoptimalkan pengelolaan sumber daya alam secara lestari. Jadi jelas bahwa *sustainable aspect* pemanfaatan biomasa pertanian untuk menghasilkan produk baru yang bernilai tinggi yang termasuk dalam pertanian bioindustri, adalah juga merupakan pertanian cerdas yang bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungannya.

Dalam Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2015-2045 dijelaskan bahwa pembangunan pertanian Indonesia memiliki karakter pertanian tropika yang secara alami merupakan kawasan dengan efektivitas dan produktivitas tertinggi di dalam pemanenan dan transformasi energi matahari (Kementan, 2013). Proses budidaya dan *bioengineering* nabati, hewani dan mikroorganisme menghasilkan berbagai bentuk biomasa pangan dan bioenergi siap pakai untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia dan landasan bagi berkembangnya sektor-sektor ekonomi lainnya secara berkelanjutan. Pertanian selama ini memang berperan sebagai penghasil maupun pengguna biomasa, baik untuk pupuk, pakan dan bioenergi termasuk untuk mekanisasi sistem pertanian (Prastowo, 2007b dan 2010b). Pencapaian keunggulan pertanian tropika tersebut dilandaskan pada keunggulan inovasi teknologi dan kelembagaan dalam mengelola limbah sumberdaya. Berkaitan dengan hal tersebut pertanian bioindustri diyakini merupakan alternatif visi pembangunan ekonomi nasional ke depan.

Dalam perkembangannya industri kelapa sawit maupun biodiesel dan biofuel umumnya menyertakan pertanyaan setelah Indonesia berhubungan dagang dengan negara lain terutama Amerika Serikat dan negara-negara Eropa. Pertanyaan timbul karena masing-masing pihak ingin memaksakan prinsipnya. Sudah bukan rahasia lagi bahwa latar belakang itu semua adalah karena adanya kepentingan masing-masing negara maupun persaingan yang kurang adil dengan berkembangnya industri kelapa sawit dan biofuel asal kelapa sawit maupun dari komoditas lainnya di Indonesia dan Malaysia. Aspek keberlanjutan industri kelapa sawit (termasuk biodiesel) menjadi semakin

penting, sehingga rincian substansi baik untuk riset maupun pertimbangan lingkungannya juga menjadi semakin penting bagi banyak kepentingan, baik bagi negara maupun teknis lingkungan (misalnya untuk lahan gambut) dan syarat-syaratnya (Prastowo, 2013; Wahyunto *et al.*, 2013). Untuk produk seperti bioenergi pun dipersyaratkan standar dan keberlanjutannya jika ingin diperdagangkan (BSN, 2012; Dormuth, 2008; GBEP Sekretariat FAO, 2011; Kusdiana, 2011). Semua negara sebenarnya sepakat bahwa pembangunan senantiasa haruslah mengoptimalkan pengelolaan sumber daya alam secara lestari termasuk dalam konsep pertanian bioindustri.

Tuntutan kelestarian lingkungan dan penurunan emisi sekarang ini sudah menjadi acuan utama dalam pembangunan ekonomi. Pemanfaatan sumber daya hayati dalam inovasi teknologi semakin mengarahkan pada pembangunan pertanian yang berorientasi kepada pertanian yang cerdas. Pemanfaatan biomasa sedemikian rupa sehingga siklus produksi dan pengembalian biomasa ke lahan pertanian tetap berlangsung, baik pangan, pakan maupun bahan organik. Di lain pihak pertanian semakin dituntut untuk mendukung sektor lain termasuk energi baik untuk pertanian itu sendiri maupun untuk transportasi seperti bioavtur untuk pesawat terbang.

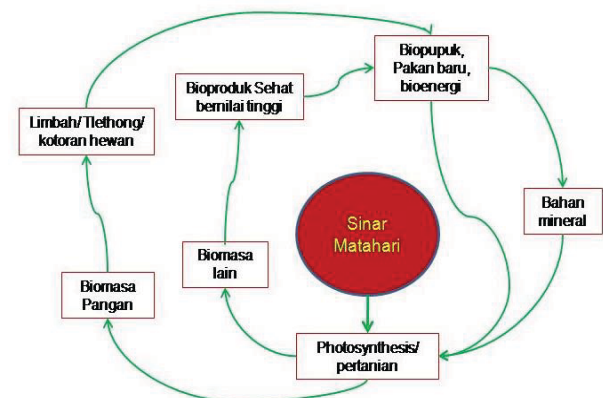
## PERTANIAN BIOINDUSTRI

Pertanian bioindustri pada dasarnya merupakan sistem pertanian yang mengelola dan/atau memanfaatkan secara optimal seluruh sumberdaya hayati termasuk biomasa atau limbah organik pertanian, bagi kesejahteraan masyarakat dalam suatu ekosistem secara harmonis (Kementan, 2013). Oleh karenanya, kata kunci dalam pertanian bioindustri meliputi seluruh sumber daya hayati, biomasa dan limbah pertanian, penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bioproses termasuk rekayasa genetik. Tidak kalah penting dalam penerapannya ke depan adalah tetap dihasilkannya produk pangan fungsional yang sehat bernilai tinggi sebagai kebutuhan dasar manusia serta bio-produk lainnya.

Terdapat hal-hal yang dapat dijadikan acuan atau pokok-pokok pikiran dalam memahami pertanian bioindustri yang ideal. Pokok-pokok pikiran tersebut adalah :

1. Pertanian dikembangkan dengan menghasilkan sesedikit mungkin limbah tak bermanfaat
2. Pertanian dikembangkan dengan menggunakan sesedikit mungkin input produksi dari luar
3. Pertanian dikembangkan dengan menggunakan sesedikit mungkin energi dari luar
4. Pertanian dikembangkan seoptimal mungkin agar mampu berperan selain menghasilkan produk pangan juga sebagai pengolah biomasa dan limbahnya sendiri menjadi bio-produk baru bernilai tinggi
5. Pertanian dikembangkan mengikuti kaidah-kaidah pertanian terpadu ramah lingkungan
6. Pertanian pada akhirnya dikembangkan sebagai kilang biologi (*biorefinery*) berbasis iptek maju penghasil pangan fungsional yang sehat dan non pangan bernilai tinggi

Pertanian bioindustri sebenarnya juga berlandaskan kepada pengertian bahwa siklus pertanian merupakan penjaga lingkungan alam yang selama ini sudah dipahami masyarakat (Gambar 1). Oleh karena itu, dalam mengembangkan pertanian ke depan hendaknya selalu mengacu kepada siklus tersebut demi menjaga kelestarian lingkungan alam.



Gambar 1. Siklus pertanian sebagai penjaga lingkungan alam



Bio-produk bernilai tinggi atau ramah lingkungan salah satunya yaitu biodiesel. Penggunaan biodiesel itu sendiri dapat menurunkan emisi termasuk dalam sektor transportasi terutama SO<sub>2</sub> (Wirawan *et al.*, 2008). Hal-hal semacam ini telah melandasi program-program nasional ke depan khususnya dalam mengantisipasi perubahan iklim global. Pengurangan efek gas rumah kaca oleh berbagai sektor termasuk penerbangan di Indonesia bahkan sudah digerakkan melalui Perpres No. 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. Bioavtur untuk pesawat terbang sekarang mulai menjadi perhatian banyak pihak. Bahan untuk bioavtur yang paling cocok adalah kelapa dan kernel kelapa sawit (Soerawidjaja, 2012). Mungkin karena bahan biomasa untuk bioavtur cukup banyak tersedia di Indonesia maka selain penggunaan biodiesel untuk sektor transportasi darat, juga telah mulai dikaji penggunaan bioavtur untuk transportasi udara (Kemenhub, 2013). Pengembangan teknologi bioenergi semacam itu sangat prospektif apalagi bahan baku untuk bahan bakar nabati seperti biodiesel sangat melimpah misalnya kelapa sawit. Tahun 2014 luas kebun sawit Indonesia 11,44 juta ha dengan produksi kelapa sawit mencapai 31,5 juta ton (GAPKI, 2016) penggunaan untuk biodiesel baru mencapai 1,78 juta kilo liter (5,65%) (CNN Indonesia, 2014) sehingga berdasarkan hal tersebut masih banyak peluang penggunaan biodiesel dari minyak sawit. Selain kelapa sawit peluang pemanfaatan biomas dari komoditas perkebunan lainnya cukup besar (Prastowo, 2007b). Jadi semakin jelas bahwa pertanian bioindustri cepat atau lambat akan menjadi visi pembangunan pertanian ke depan.

## BIOMASA UNTUK PUPUK ORGANIK

Biomasa (bahan organik) dalam tanah berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Pemanfaatan biomas untuk pupuk organik dapat meningkatkan daya dukung tanah, efisiensi pupuk kimia, kandungan bahan organik di dalam tanah (Gunadi dan Laksmi, 2006), dapat mempertahankan kualitas fisika tanah melalui pembentukan pori

tanah dan kemandapan agregat tanah berfungsi sebagai *buffer* (penyangga) dan menahan lengas tanah memberikan nutrisi, memperbaiki struktur tanah dan menahan kapasitas air (Abiven *et al.*, 2009), memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah (Scotti *et al.*, 2013), dan kesuburan biologi tanah (Ros *et al.*, 2003; Isnaini, 2006). Pupuk organik bersifat *slow release* (terurai secara lambat), unsur hara akan dilepas secara perlahan-lahan dan terus menerus dalam jangka lebih lama, sehingga memperkecil kehilangan unsur hara (Wiyana, 2008). Pemberian pupuk organik dapat meningkatkan C organik, kapasitas tukar kation (KTK), sehingga hara tersedia untuk tanaman (Supriyadi, 2008). Asam humat meningkatkan bioavailabilitas pupuk P di tanah asam (Hua *et al.*, 2008).

Bahan organik merupakan bahan-bahan yang dapat diperbaharui, didaur ulang, dirombak oleh mikroba tanah menjadi unsur yang dapat digunakan oleh tanaman tanpa mencemari tanah dan air. Bahan organik tersebut mencakup semua bahan yang berasal dari jaringan tanaman (limbah dari sisa panen seperti kulit buah, pelepah daun, pangkasan berupa ranting daun, dan bagian tanaman lain), serta hewan yang mati, dan mikroba yang mengalami dekomposisi (Madjid, 2007). Berdasarkan Permentan no. 70/2011 bahwa persyaratan minimal sebagai pupuk organik apabila telah memiliki C/N rasio kurang dari 25, penurunan C/N ratio dapat dilakukan dengan cara dekomposisi bahan organik. Penelitian Sumanto (2016) di Sukamulya Sukabumi Jawa Barat pemberian pupuk kandang sapi sebanyak 9 ton/ha pada pembibitan tebu dapat meningkatkan bobot batang 43,49%. Demikian juga penelitian Suryani dan Yahumri (2011) di Desa Talang Pasak dengan pemberian kompos jerami pada penanaman padi Varietas Dodokan dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik sebesar 16,7% dengan penghematan biaya pembelian pupuk 12%.

## BIOMASA UNTUK PAKAN

Biomasa pertanian dapat digunakan untuk makanan ternak. Sisa-sisa panen seperti jerami padi, pucuk tebu, pangkasan pucuk jagung,

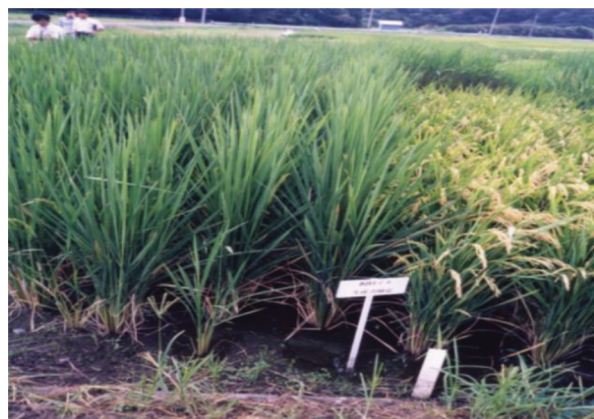


pelepeh dan daun sawit serta limbah panen tanaman lainnya dapat digunakan untuk pakan ternak, terutama untuk ruminansia besar (sapi, kambing dan kerbau). Kecernaan bahan pakan serat sangat dipengaruhi oleh kandungan penyusun dinding sel bahan yaitu serat, lignin, selulose dan hemiselulose (Vander Meer dan Van Es, 2001). Serat kasar dibagi 2 bagian yaitu ADF (acid detergent fiber) dan NDF (neutral detergent fiber). Kandungan NDF berhubungan erat dengan konsumsi pakan, karena seluruh komponennya memenuhi ruang rumen dan lambat dicerna, lebih banyak kandungan NDF lebih banyak pakan dan dikonsumsi. Kandungan ADF merupakan indikator kecernaan hijauan, karena kandungan lignin merupakan bagian dari fraksi yang dapat dicerna. Persyaratan sisa panen tanaman dapat digunakan sebagai pakan ternak apabila mengandung ADF dan NDF kurang dari 50%. Limbah panen pucuk tebu mempunyai ADF sebesar 15,32% dan NDF 27,32% (Prastowo *et al.*, 2015) maka daun tebu dapat digunakan sebagai pakan ternak. Sedangkan pelepeh sawit mengandung ADF 56,93% dan NDF 78,05%, untuk dapat digunakan sebagai makanan ternak perlu dihidrolisis lebih dulu. Hasil penelitian Imsya dan Palupi (2009) setelah dihidrolisis dengan melalui proses biodeguming ADF turun menjadi 42,43% dan NDF menjadi 50,32%. Penelitian Nurhayu *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pemberian pelepeh dan daun sawit sebagai substitusi hijauan pada pakan sapi potong sampai tingkat 60% mampu meningkatkan bobot badan ternak sapi potong dibanding hanya diberi hijauan, disamping itu penggunaan pakan lebih efisien.

## BIOMASA UNTUK ENERGI

Semakin sentralnya peranan biomasa pertanian mendorong para peneliti mengembangkan risetnya, selain menghasilkan tanaman yang mampu memproduksi hasil utama (grain, gabah, butiran jagung dan sejenis lainnya), juga mulai membuat skenario agar tanaman menghasilkan biomasa dengan jumlah yang banyak dan fungsional. Tanaman padi tidak lagi diharapkan hanya memproduksi gabah dengan jumlah yang banyak, tetapi juga

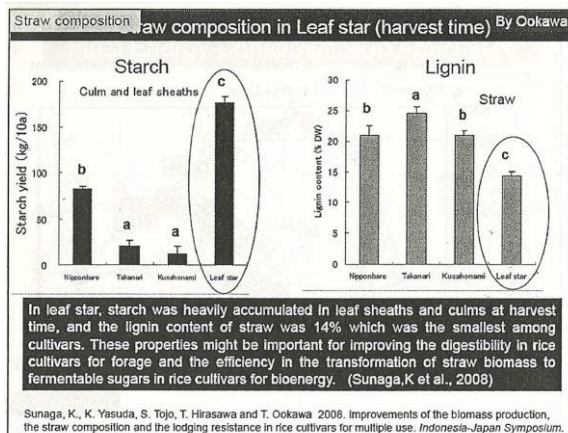
menghasilkan jerami yang lebih banyak dengan kandungan lignin yang rendah serta jerami yang mudah terfermentasi. Dengan demikian jerami selain semakin mencukupi untuk pakan, juga mempermudah pemisahan lignin dan selulosa yang pada akhirnya mempermudah pembuatan etanol dari jerami padi menggunakan teknologi biofuel generasi dua. Jepang telah menghasilkan varietas padi Kanto-si 215 (Gambar 2) dengan jerami yang panjang untuk pakan yang dikembangkan di The National Institute of Crops Science, Tsukuba (Ookawa *et al.*, 2010). Selain itu juga Leaf star (Gambar 3 dan 4) yang mempunyai jerami dengan kandungan lignin rendah sekitar 14 % dengan sifat mudah didigestasi untuk



Gambar 2. Padi Kanto-si 215 dengan jerami panjang dan kuat untuk pakan (Ookawa *et al.*, 2010).



Gambar 3. Padi "Leaf Star" yang lebih tinggi biomasanya dibanding tetuanya Chugoku 117 dan Koshihikari (Ookawa *et al.*, 2010).



Gambar 4. Padi mudah diolah jadi pakan dan kadar lignin rendah serta mudah diproses menjadi bioetanol (Sunaga *et al.*, 2008).

pakan serta efisien mentransformasinya menjadi gula yang mudah difermentasi menjadi bioetanol (Sunaga *et al.*, 2008). “Leaf Star” bahkan menghasilkan akumulasi tepung pada jeraminya yang meningkatkan kualitas bahan pakan serta efisiensi sakarifikasi untuk menghasilkan bioetanol (Ookawa *et al.*, 2010).

Tanaman perkebunan penghasil bahan untuk bioenergi juga merupakan penghasil biomasa yang sangat bermanfaat. Jarak pagar (*Jatropha curcas* L) selain menghasilkan minyak nabati yang dapat diubah menjadi biodiesel juga menyisakan hasil samping berupa bungkil (*cake*) dari proses pemerasan bijinya. Biomasa bungkil ini dapat dibuat menjadi briket untuk bahan bakar, sedangkan minyak nabatinya digunakan sebagai bahan bakar kompor untuk agroindustri di pedesaan (Prastowo, 2007 dan 2008). Pemanfaatan biomasa sebagai sumber energi sebenarnya juga banyak dicoba di luar negeri seperti Amerika Serikat (Emerson, 2004). Di Indonesia beberapa kalangan swasta sudah sejak lama mencoba memanfaatkan biomasa sebagai sumber energi untuk pengeringan gabah, seperti di Delanggu, Medan, Simalungun dan Sidrap (Prastowo, 2005). Selain dengan membakar langsung biomasa, cara lain untuk memanfaatkan biomasa adalah dengan cara gasifikasi (Abdullah, 2008; Morgan, 2008; Gaos, 2008). Biomasa tanaman aren (*Arenga pinnata*) juga sudah pernah digasifikasi (Purwantana, 2007). Gasifikasi adalah

teknologi untuk memanfaatkan biomasa dengan membakar biomasa secara tidak sempurna di dalam reaktor (gasifier) dan menghasilkan gas mampu bakar (Gaos, 2008). Percobaan gasifikasi terhadap tandan kosong kelapa sawit juga sudah berhasil dilakukan di Badan Litbang Pertanian menggunakan *updraft gasifier* dan *downdraft gasifier* (Purwantana *et al.*, 2011 dan 2013a). Tipe *downdraft gasifier* yaitu udara masuk kedalam Gasifier yang diarahkan menuju ke bawah melewati biomassa pada ruang pembakaran yang selanjutnya dialirkan keluar menuju pipa output pada Gasifier, sedang tipe *updraft gasifier* adalah sebaliknya. Bahan biomasa juga dapat dibakar langsung misalnya kayu, sekam, tongkol jagung, dan biomasa lainnya. Energi yang dibangkitkan dapat dikonversi untuk pembangkit tenaga listrik. Untuk upaya mekanisasi pertanian, bisa saja energi ini dimanfaatkan untuk pengeringan hasil-hasil pertanian, seperti halnya dicoba untuk penyangraian kopi (Purwantana *et al.*, 2013b). Pembakaran langsung biomasa yang sudah umum dilakukan adalah pemanfaatan sekam, menggunakan tungku sekam dengan berbagai ragam bentuk dan model tungkunya (Aristanti, 2008). Teknologi pembakaran langsung seperti ini biasanya menghasilkan efisiensi pembakaran tungku yang rendah, yaitu hanya sekitar 12,5% (Gaos, 2008). Oleh karena itu diperlukan teknologi konversi biomasa padat seperti penggunaan gasifier ataupun mengolah biomasa tersebut menjadi bahan yang lebih efisien penggunaannya seperti menjadi gas bakar, biodiesel maupun menjadi bioetanol melalui konversi fisika maupun kimia atau menggunakan teknologi biofuel generasi dua lainnya (Prastowo, 2010).

## BIOMASA PERTANIAN SEBAGAI BAHAN BAKU BIOAVTUR ATAU JET-FUEL

Biomasa pertanian untuk energi selain untuk biofuelomotif (bioetanol dan biodiesel), saat ini di dunia sedang berlangsung riset-riset dan pengujian serta pemanfaatan biomasa pertanian untuk menghasilkan bioavtur atau jet-fuel. Teknologinya sudah ada dan telah dicoba, salah satunya adalah teknologi HEFA-SPK (*Hydroprocessed Esters and Fatty Acids-Synthesis*



*Paraffin Kerosene*). Avtur adalah hidrokarbon dengan rangkaian C<sub>8-10</sub> yang kebetulan tersedia pada minyak kelapa dan minyak inti kelapa sawit (Soerawidjaja, 2010b). Pada proses HEFA menggunakan minyak yang telah mengalami degumming. Proses HEFA (Proses UOP) terdiri atas hydrotreating dan isomerization/selective hydrocracking disebut juga sebagai proses hydroprocessing. Trigliserida dan gas hidrogen direaksikan pada tekanan 1.379 – 13.790 kPa temperatur 150 – 454 oC menggunakan katalis NiMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (McCall *et al.*, 2011). Produk reaktor pertama merupakan rantai alkana panjang (n-parafin) berfase gas yang kemudian mengalami pemutusan rantai di reaktor kedua menghasilkan light gases.

Demikian strategisnya posisi sektor pertanian ini sehingga ke depan, pengembangan pertanian mau tidak mau harus memperhatikan hal ini dan tentu saja dengan tetap mendahulukan keperluan produksi pangan, pakan serta yang berkelanjutan.

Lufthansa melakukan uji coba terbang dari 15 Juli sampai 27 Desember 2011 menggunakan bahan bakar biofuel dari biomasa pertanian (Lufthansa Group, 2012 *dalam* Kemenhub, 2013). Pesawat udara yang digunakan dalam uji terbang ini adalah Airbus A321 dengan rute terbang Hamburg–Frankfurt dengan jumlah penerbangan delapan kali per hari. Ditinjau dari prestasinya, hasil uji terbang menunjukkan tidak ada perbedaan prestasi antara mesin yang beroperasi menggunakan biofuel dengan mesin yang menggunakan bahan bakar konvensional. Campuran biokerosene dengan kerosene konvensional memiliki performa yang sama dengan 100% kerosene konvensional.

Di masa mendatang terdapat beberapa proses teknologi yang dapat menghasilkan bahan bakar alternatif. Proses tersebut antara lain ATJ (*Alcohol to Jet*), DSHC (*Direct Sugar to Hydrocarbons*), dan pyrolisis. Proses FT-SPK (*Fischer-Tropsch Hydroprocessed-Synthesis Paraffin Kerosene*). Proses ATJ merupakan salah satu sintesa bioavtur berbasis selulosa dan gula menggunakan proses fermentasi. Dengan bantuan mikrobial yeast atau bakteri pada suhu 30°C dengan tekanan, selama kurang lebih 14 jam selulosa dan gula dikonversi menjadi grup

alcohol (C<sub>1-6</sub>). Produk fermentasi mengalami reaksi dehidrasi pada fixed bed tubular reactor dengan bantuan γ-alumina pada suhu 310 °C menghasilkan n-alkena. Produk n-alkena dialirkan ke fixed bed continuous flow katalis β zeolite CP 814C pada suhu 140-180°C dengan tekanan. Keluaran reaktor oligomerisasi mengalami tahapan reaksi yang terakhir yaitu reaksi hidrogenasi pada suhu 150°C tekanan 1.013,25 kPa dengan katalis Pd/alumina (Gruber *et al.*, 2012) telah disetujui oleh para pihak sejak beberapa tahun yang lalu, dan sudah mulai digunakan dalam skala komersial, terutama FT-SPK yang menggunakan bahan baku batu bara atau gas alam. Saat ini produksi bahan bakar dengan proses FT-SPK yang menggunakan bahan baku biomassa padat/cair masih belum mencukupi untuk digunakan dalam uji terbang. Namun demikian diperkirakan struktur dan sifat kimianya tidak akan berbeda dibandingkan bila menggunakan bahan baku batu bara atau gas alam. Bahan yang potensial untuk bioavtur adalah ester metil asam-asam lemak C<sub>6</sub> s/d C<sub>10</sub> (Fatty Acid Methyl Ester/FAME C<sub>7</sub> s/d C<sub>11</sub>) (Soerawidjaja, 2013). Sumber utama asam-asam lemak C<sub>8-10</sub> yang ideal adalah minyak kelapa dan minyak inti sawit. Perkembangan teknologi ini mengakibatkan semakin pentingnya atau semakin strategisnya pertanian, dari sektor yang konvensional menjadi sektor pertanian bioindustri yang menghasilkan produk-bio bernilai tinggi dan semakin ramah lingkungan.

Berdasarkan standar ASTM D7566-13, saat ini terdapat dua proses yang dapat menghasilkan *synthesized paraffinic kerosine* (SPK), yaitu *Fischer-Tropsch Hydroprocessed* (FT-SPK) dan *Hydroprocessed Esters and Fatty Acids* (HEFA SPK) (Kemenhub, 2013). Pemrosesan dari biomassa lignoselulosik melalui kombinasi teknologi gasifikasi dan sintesis Fischer-Tropsch merupakan teknologi yang potensial yang menjadi bagian teknologi ke depan (Soerawidjaja, 2010a). Era ini menuntun para pakar dan pelaku industri untuk memasuki era bioindustri ke depan secara lebih nyata lagi. Pertanian tidak lagi hanya menghasilkan produk primer konvensional (pangan, pakan dan sejenisnya) tetapi juga harus memosisikan untuk menjadi sumber bioenergi dan bio-produk lainnya.



Dengan kata lain pertanian ke depan harus menjadi pertanian bioindustri, baik untuk memenuhi keperluan pertanian sendiri maupun untuk kebutuhan sektor industri lainnya.

## PENUTUP

Pertanian di masa datang posisinya semakin strategis, baik sebagai penghasil pangan, pakan maupun bioenergi, termasuk untuk memenuhi kebutuhan bahan baku sektor selain pertanian. Kemajuan teknologi memungkinkan peran tersebut bertambah besar tanpa harus mengganggu lingkungan, bahkan diharapkan dapat turut berperan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca maupun mitigasi danantisipasi perubahan iklim lainnya. Teknologi pengolahan biofuel generasi dua memungkinkan biomasa dari limbah padat pertanian yang mengandung lignoselulosa diolah menjadi biofuel cair seperti bioavtur misalnya, tanpa mengganggu hasil pokok tanamannya dan tidak menimbulkan kompetisi negatif dengan keperluan pertanian. Visi pertanian bioindustri tingkat lanjut ini selayaknya diikuti dan dicermati oleh para pakar maupun praktisi pertanian agar terjadi keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan pertanian umumnya, khususnya antara pangan dan pakan serta bioenergi termasuk untuk keperluan bioavtur maupun untuk sektor pertanian lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah K. 2008. Food, Renewable Energy and Environment. Universitas Dharma Persada. Jakarta.
- Abiven S., S. Menassero, C. Chenu. 2009. The effect of organic inputs over time on soil aggregate stability : a literature analysis. Soil Biol. Biochem 41:1-12.
- Aristanti C. 2008. Efficient biomass improved cook stoves. Proc. Workshop on Renewable Energy Technology Applications to Support E3 Village (Energy, Economy and Environment). Jakarta, 22-24 July 2008. FAO-Univ. Darma Persada and Indonesia- Japan Friendship.
- BSN. 2012. SNI - 7182-2012 tentang Standar Nasional Indonesia Biodiesel. BSN. Jakarta. [http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni\\_main/sni/detail\\_sni/15011](http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni_main/sni/detail_sni/15011). (11 November 2016).
- CNN Indonesia. 2016. Penyerapan Biodiesel Diprediksi Capai 3,2 Juta Kilo liter [http://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20160125182950-85-106575/\\_penyerapan-biodiesel-diprediksi-capai-32-juta-kiloliter/](http://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20160125182950-85-106575/_penyerapan-biodiesel-diprediksi-capai-32-juta-kiloliter/). (10 November 2016)
- Dormuth, I. 2008. Certification of Biofuels and Bioliquids. World Jatropa 2008 Hamburg, 20th October 2008
- Emerson D. 2004. Biomass pellets provide lowcost system for home heating. BioCycle; Feb 2004; 45, 2; ProQuest Agriculture Journals. pp. 56
- Gaos Y. S. 2008. Gasifikasi biomasa untuk pembangkit listrik dan pemanfaatan gas buang sebagai pemasok panas bagi pendingin adsorpsi. Proc. Workshop on Renewable Energy Technology Applications to Support E3 Village (Energy, Economy and Environment). Jakarta, 22-24 July 2008. FAO-Univ. Darma Persada and Indonesia-Japan Friendship.
- GAPKI. 2016. Refleksi Industri Kelapa Sawit 2015 dan Prospek 2016. <http://gapki.id/refleksi-industri-kelapa-sawit-2015-dan-prospek-2016/>. (10 Nopember 2016).
- GBEP Secretariat FAO. 2011. The Global Bioenergy Partnership (GBEP) Sustainability Indicators for Bioenergy. FAO. Rome. <http://www.globalbioenergy.org/programeofwork/sustainability/gbep-report-on-sustainability-indicators-for-bioenergy/en/>. (21 November 2016).
- Gunadi, D. H. dan Laksmi P. S. 2006. Aplikasi Bioaktivator Super Dec dalam Pengelolaan Limbah Padat Organik Tebu. Bul. Agron 34 (3) 173-180
- Gruber, P.R., M.W. Peters, J.M. Griffith, Y.A. Obaidi, L.E. Manzer, J.D. Taylor, and D.E. Henton. 2012. Renewable Compositions, US Patent 8193402 B2

- <https://www.google.com/patents/US8193402>. (23 November 2016).
- Hua, Q, J. LI, J. ZHOU. 2008. Enhancement of phosphorus solubility by humic substances in Ferrosols. *Pedosphere*. 18(4), 533-538.
- Imsya, A. dan R. Palupi. 2009. Perubahan kandungan lignin, Neutral Detergent Fiber (NDF) dan Acid Detergent Fiber (ADF) Pelepah Sawit Melalui Proses Biodegumming sebagai Sumber Bahan Pakan Serat Ternak Ruminansia. *JITV* 14(4):284-287
- Isnaini, M. 2006. *Pertanian Organik Untuk Keuntungan Ekonomi dan Kelestarian Bumi*. Kreasi Wacana. Jakarta.
- Kemenhub. 2013. Studi Bahan Bakar Biofuel Pada Pesawat Udara (Aviation Biofuel). Kerjasama PT Lapi ITB dan Kemenhub.
- Kementan. 2013. Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2015-2045. Kementerian Pertanian.
- Kementan. 2011. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 19/Permentan/ ot.140/3/2011 tentang Pedoman Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan Indonesia (*Indonesian Sustainable Palm Oil/ISPO*), Kementerian Pertanian.
- Kusdiana, D. 2011. Aspek keberlanjutan bioenergi. Makalah pada Seminar Nasional dan Eksibisi Indo-Bioenergi 2011. Jakarta 24 Mei 2011.
- Madjid, A. 2007. Bahan organik tanah. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Bahan kuliah online Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan. <http://dasar2ilmutanah.blogspot.co.id/2007/11/bahan-organik-tanah.html>. (12 November 2016).
- McCall, M.J. J.A. Kocal, A. Bhattacharyya, T.N.Kalnes, and Brandvold, 2011, Production of aviation fuel from renewable feedstocks, US Patent 8039682 B2. <http://www.freepatentsonline.com/8039682.pdf>. (20 November 2016).
- Morgan, M. 2008. Jatropha as a Feedstock : the Consultants View. Jatropha World Conference 2008. Miami, 10 – 11 June 2008.
- MPR-RI. 2002. Undang Undang Dasar Negara Republik Indonesia 1945. Majelis Permusyawaratan Rakyat Republik Indonesia. Jakarta.
- Nurhayu A., A. B. L Ishak, dan Andi Ella. 2015. Pelepah dan daun sawit sebagai pakan substitusi hijauan pada pakan ternak sapi potong di Kabupaten Luwu Timur Sulawesi selatan. [http://unhas.ac.id/semnas\\_peternakan/wp-content/uploads/2015/1420Nurhayu](http://unhas.ac.id/semnas_peternakan/wp-content/uploads/2015/1420Nurhayu). (14 Oktober 2016).
- Ookawa, T. 2008. Breeding and Potensials of High-Biomass Rice Varieties for Bioenergy Production in Japan. Japan-Brazil Symposium of the Universities and Agriculture Research Institutes. Tokyo, Japan 11-13 Dec 2008.
- Ookawa, T., Y. Kenichi, K. Hiroshi, S. Makoto, S. Maina, S. Kaoruko, M. Takashi, T. Seisyu and, H. Tadashi. 2010. Biomass production and lodging resistance in 'Leaf Star', a new long-Culm Rice Forage Cultivar. *Plant Prod. Sci.* 13(1): 58-66.
- Prastowo, B. 2005. Pembelajaran dari implementasi pemanfaatan enersi pedesaan untuk pertanian. Makalah disampaikan pada Diskusi Enersi Pedesaan, Departemen Enersi dan Sumber Daya Mineral, tanggal 22 Maret 2005 di Jakarta.
- Prastowo, B. 2007a. Kompok berbahan bakar minyak nabati. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 29(6): 7- 9.
- Prastowo, B. 2007b. Potensi sektor pertanian sebagai penghasil dan pengguna energi terbarukan. *Perspektif* 6(2) : 85-93.
- Prastowo, B. 2008. Sumber energi dari bungkil jarak pagar. *Infotek Jarak Pagar* 3(10) : 38
- Prastowo, B., 2010a. Biofuel generasi dua di Indonesia <http://peneliti-enakndakenak.blogspot.com/>. (28 Februari 2014).
- Prastowo, B. 2010b. Strategi pengembangan energi biomasa agar tidak terulang pengalaman kasus gas di Indonesia. Makalah dalam FGD di Dewan Energi Nasional (DEN) tahun 2010.
- Prastowo, B. 2013. Aspek keberlanjutan biodiesel dari kelapa sawit. *Infotek* (5) 12.

- Prastowo, B., C. Indrawanto, dan D. S. Effendi. 2010. Mekanisasi pertanian dalam perspektif pengembangan bahan bakar nabati di Indonesia. *Perspektif*, Juni 2010. 9(1):47 – 54.
- Prastowo, B dan Nur Richana. 2014. *Biofuel Generasi 1 dan Generasi 2*. IAARD Press.
- Prastowo, B., B. Purwantana, Nur Richana dan Andi Nuralamsyah. 2011. Diversifikasi Tandan Kosong dan Hasil Kelapa Sawit untuk Biofuel Generasi 2 dan Reduksi 3-MCPD. Puslitbangbun, Bogor.
- Prastowo, B, D. S. Effendi, Sumanto, W. Rukmini, dan N. Richana. 2015. Analisis Pendugaan Potensi Biomasa Tanaman Perkebunan untuk Bioenergi Mendukung Pertanian Bioindustri. Puslitbangbun Bogor
- Purwantana, B. 2007. Development of gasifier for gasification of *Arenga Pinnata* Wurmb (in Indonesian). *Agritech* Vol. 27 No. 3.
- Purwantana, B., B. Prastowo, S. Markumingsih, 2011. Conversion of empty fruit bunch of oil palm for renewable energy (in Indonesian). Proceeding of National Seminar of Estate Crop Innovation. Indonesian Center of Estate Crop Research and Development, Jakarta October 15, 2011.
- Purwantana, B., A. Nasution, N. Bintoro and B. Prastowo. 2013a. Performance analysis of horizontal tube coffee roaster heated by combustion of producer gas of biomass gasification. Proceeding of The International Symposium on Agricultural and Biosystem Engineering (ISABE) 2013. Perteta-FTP UGM Yogyakarta.
- Purwantana, B., B. Prastowo, J.C. Abineno 2013b. Gasification of Empty Fruit Bunch of Oil Palm by Use of Updraft Gasifier (in Indonesian). *Jurnal Teknotan* 7(1): 909-916
- Ros, M., M.T. Hernandez, C. Garcia, 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. *Soil Biol. Biochem.* 35, 463-469.
- Scotti R., P. Conte, A.E. Berns, G. Alonzo, and M.A. Rao. 2013. Effect of organic amendments on the evolution of soil organic matter in soils stressed by intensive agricultural practices. *Curr. Org. Chem.* 17, 2998-3005.
- Soerawidjaja, T. H. 2010a. Peran Bioenergi dan Arah-arrah Utama Litbangnya di Indonesia. Lokakarya Gasifikasi Biomasa 16-17 Desember 2010 di ITB Bandung.
- Soerawidjaja, T. H. 2010. Prospek Bisnis Produksi dan Peniagaan Bioavtur // *Jet Biofuel*. Bahan diskusi terbatas tentang Bioavtur di ITB.
- Soerawidjaja, T. H. 2012. Strategi Pengembangan Industri dan Pemanfaatan *Aviation Biofuel* di Indonesia. Sosialisasi dan *Focus Group Discussion* (FGD) Kebijakan dan Strategi Nasional Penanggulangan Perubahan Iklim dan Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Bidang Transportasi Udara. Kemenhub. Hotel Aston Paramount Serpong, Tangerang, Selasa, 3 Juli 2012.
- Soerawidjaja, Tatang H. 2013. Posisi Strategis Minyak-Lemak Nabati di dalam Panorama Teknologi BBN Cair dan Ketahanan Energi Nasional. Focus Group Discussion Puslitbang TKEBTKE-Balitbang ESDM: "Prospek Pengembangan BBN dalam Rangka Pembangunan Ketahanan Energi Nasional". Hotel Ambhara, Jakarta, 13 Nopember 2013.
- Sumanto, 2016. Pertumbuhan dan produksi bibit tebu G3 kultur jaringan Varietas PS 862 pada perlakuan jarak tanam dan pupuk kandang. *Jurnal Littri* 22(2) : 99-106.
- Sunaga, K., K. Yasuda, S. Tojo, T. Hirasawa and T. Ooawa. 2008. Improvements of the Biomass Production, the Straw Composition and the lodging Resistance in Rice Cultivars for Multi Use. Indonesian-Japan Symposium.
- Supriyadi, S. 2008. Kandungan bahan organik sebagai dasar pengelolaan tanah di lahan kering Madura. *Jurnal Embryo* 5(2) : 176-183.
- Suryani, S. M. R dan Yahumri, 2011. Efisiensi penggunaan pupuk dan lahan dalam upaya meningkatkan produktivitas padi sawah. Prosiding Seminar Nasional Budidaya Pertanian Urgensi dan Strategi



Pengendalian Alih Fungsi Lahan Pertanian, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu.

- Wahyunto, A. Dariah, D. Pitono dan M. Sarwani. 2013. Prospek pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit di Indonesia. *Perspektif* 12 (1) :11-22.
- Van der Meer, J.M. and A.J.H. Van Es. 2001. Optimal degradation of lignocellulosic feeds by ruminants and in vitro digestibility tests. *Proceedings of a Workshop, Degradation of Lignocellu-*

*losics in Ruminant and Industrial Processes.* March 17-20, 1986, Lelystad, Netherlands. pp. 21-34.

- Wirawan, S. Sony, A.S. Tambunan, M. Djamin., H. Nabetani, A.S. Yuwono. 2008. Studi efek penggunaan biodiesel terhadap emisi pada sektor transportasi di Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan* 9(2) : 211-219
- Wiyana. 2008. Studi Pengaruh Penambahan Lindi dalam Pembuatan Pupuk Organik Granuler terhadap Ketercucian N, P,dan K. MST UGM. Yogyakarta.