

# BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI DI LAHAN IRIGASI



Penyunting:  
Agus Hermawan  
Afrizal Malik  
Moh. Ismail Wahab

# **BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI DI LAHAN IRIGASI**

# **BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI DI LAHAN IRIGASI**

Penyunting:

Agus Hermawan  
Afrizal Malik  
Moh. Ismail Wahab



**INDONESIAN AGENCY FOR AGRICULTURAL RESEARCH  
AND DEVELOPMENT (IAARD) PRESS  
2015**

# **BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI DI LAHAN IRIGASI**

Cetakan 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang  
©Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015

---

Katalog dalam terbitan

---

## **BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN**

Biosiklus terpadu padi-sapi di lahan irigasi/Penyunting, Agus Hermawan, Afrizal Malik, dan Mohammad Ismail Wahab.--Jakarta: IAARD Press, 2015. viii, 222 hlm.: ill.; 25,7 cm

ISBN 978-602-344-099-3

1. Biosiklus	2. Padi-sapi	3. Lahan irigasi
I. Judul	II. Hermawan, Agus	III. Malik, Afrizal
IV. Wahab, Mohammad Ismail		

633.18:636.2

---

Penanggung Jawab: Dr. Ir. Moh. Ismail Wahab, M.Si.

Redaksi Pelaksana : Indrie Ambarsari  
Gama Noor Oktaningrum

### **IAARD Press**

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540  
Telp. +62 21 7806202, Faks.: +62 21 7800644

### **Alamat Redaksi:**

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian  
Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122  
Telp. +62-251-8321746. Faks. +62-251-8326561  
e-mail: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

ANGGOTA IKAPI NO: 445/DKI/2012

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>BAB I PENGANTAR: BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI</b> .....	<b>1</b>
Perkembangan dari Sistem Integrasi Padi Sapi Menjadi Biosiklus Terpadu Padi Sapi ( <i>Agus Hermawan</i> ) .....	3
Potensi Pengembangan Padi Organik Pada Model Pertanian Biosiklus Terpadu Padi-Sapi ( <i>Joko Pramono</i> ).....	25
<b>BAB II PEMANFAATAN LIMBAH JERAMI PADI SEBAGAI SUMBER PAKAN TERNAK</b> .....	<b>39</b>
Daya Dukung Limbah Jerami Padi Varietas Unggul Baru (VUB) untuk Hijauan Pakan Ternak Sapi ( <i>Budi Utomo, Renie Oelviani,     Syamsul Bahri dan Eman Supratman</i> ) .....	41
Pemilihan Bangsa Sapi, Teknik Budidaya, dan Orientasi Usaha di Sentra Produksi Padi pada Model Biosiklus Terpadu Padi-Sapi ( <i>Subiharta, Agus Hermawan dan Budi Utomo</i> ).....	49
Potensi Limbah Biomassa pada Kegiatan Produksi Benih Padi ( <i>Intan Gilang Cempaka</i> ).....	63
<b>BAB III PEMANFAATAN LIMBAH UNTUK BIOENERGI</b> .....	<b>73</b>
Introduksi Instalasi Biogas Pada Perbibitan dan Penggemukan Ternak Sapi dalam Rangka Mendukung Kegiatan Biosiklus Pertanian di KP Bandungan ( <i>Muryanto, Agus Hermawan,     dan Sudadiyono</i> ) .....	75
Potensi Pengembangan Briket Arang dari Limbah Pertanian sebagai Sumber Energi Alternatif ( <i>Indrie Ambarsari,     Agus Hermawan, Forita D. Arianti, dan Suryanto</i> ).....	91
Potensi Pengembangan dan Pemanfaatan Asap Cair dari Limbah Pertanian ( <i>Indrie Ambarsari, Agus Hermawan, dan Sudadiyono</i> ) .....	103
Pemanfaatan Limbah Jerami Padi Untuk Bioetanol ( <i>Restu Hidayah dan Gama Noor Oktaningrum</i> ) .....	115
Pemanfaatan Limbah Bioetanol sebagai Pupuk Pada Tanaman Padi ( <i>Agus Supriyo dan Afrizal Malik</i> ) .....	127

<b>BAB IV PEMANFAATAN MOL RUMEN SEBAGAI FERMENTOR DAN DEKOMPOSER .....</b>	<b>139</b>
MOL Rumen: Proses Pembuatan dan Pemanfaatannya sebagai Dekomposer Kompos dan Pupuk Cair ( <i>Forita Dyah Arianti, Heri Kurnianto, dan Jon Purmiyanto</i> ) .....	141
Pemanfaatan MOL Rumen sebagai Fermentor Jerami untuk Pakan Ternak Sapi ( <i>Heri Kurnianto dan Budi Utomo</i> ) .....	155
<b>BAB V PENGELOLAAN LIMBAH UNTUK MENDAPATKAN NILAI TAMBAH .....</b>	<b>163</b>
Pemanfaatan Jerami Padi untuk Budidaya Jamur ( <i>Agus Sutanto, Suryanto dan Agus Hermawan</i> ) .....	165
Pemanfaatan Bioslurry Biogas Berbahan Kotoran Sapi untuk Budidaya Ikan ( <i>Sarjana, Sudadiyono, dan Suryanto</i> ) .....	177
<b>BAB VI BUDIDAYA TANAMAN PANGAN DAN PAKAN SEBAGAI SUPLEMEN JERAMI PADI.....</b>	<b>187</b>
Strategi Pengelolaan Lahan Kering Dengan Prinsip SITT sebagai Alternatif Lumbung Pangan ( <i>Aryana Citra K, Agus Hermawan, Heri Kurnianto, dan Suryanto</i> ) .....	189
Pengembangan Rumput Unggul dan Leguminosa Sebagai Sumber Pakan Ternak Sapi ( <i>Heri Kurnianto, Rini Nur Hayati, Sudadiyono, dan Jon Purmiyanto</i> ) .....	201
<b>INDEKS .....</b>	<b>217</b>
<b>SEKILAS TENTANG PENULIS.....</b>	<b>221</b>

# KATA PENGANTAR



Berdasarkan dokumen Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) tahun 2013-2045, pembangunan pertanian Indonesia diarahkan kepada bioindustri berkelanjutan dengan visi: “terwujudnya sistem pertanian bioindustri berkelanjutan yang menghasilkan beragam pangan sehat dan produk bernilai tambah tinggi dari sumberdaya hayati pertanian dan kelautan tropika”. Implementasi SIPP dibagi dalam 7 periode. Pada periode kedua (2015-2019), telah ditetapkan sasaran yang harus dicapai yaitu terbangunnya fondasi sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan sebagai sistem pertanian terpadu yang berdaya saing, ketahanan pangan dan kesejahteraan petani. Salah satu pendekatan yang digunakan pada periode kedua pembangunan bioindustri pertanian berkelanjutan adalah pertanian biosiklus di perdesaan.

Berkenaan dengan pembangunan bioindustri pertanian, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Pertanian (BBP2TP) di bawah koordinasi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) sejak tahun 2015 telah membangun 66 prototipe bioindustri yang tersebar di 33 provinsi. Prototipe tersebut dibangun baik di Kebun Percobaan (KP) maupun di lahan petani secara partisipatif. Salah satu prototipe bioindustri tersebut dibangun di KP Bandongan, Kabupaten Magelang yang berada di bawah koordinasi Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah. Sesuai dengan agroekosistem dominannya, prototipe bioindustri yang dikembangkan adalah biosiklus terpadu padi-sapi.

Penjabaran konsep bioindustri menjadi prototipe biosiklus terpadu padi-sapi yang dapat secara mudah dipahami oleh para pengkaji, kalangan akademisi, dan praktisi pertanian, secara runtut diuraikan di dalam buku ini. Buku ini menjadi pelengkap dari buku yang telah diterbitkan sebelumnya yang berjudul **Pengembangan Bioindustri di Tingkat Petani**.

Buku kedua yang berjudul **Biosiklus Terpadu Padi-Sapi di Lahan Irigasi**, sekaligus menunjukkan bahwa bioindustri tidak sekedar integrasi antara komoditas tanaman dan ternak, tetapi merupakan upaya pemanfaatan organisme atau sumberdaya hayati. Buku ini menunjukkan pula bahwa prinsip bioindustri sebagai upaya menciptakan pertanian dengan sesedikit mungkin limbah, input produksi dari energi dari luar, serta pertanian pengolah biomasa dan limbah menjadi bio-produk baru bernilai tinggi, terpadu dan ramah lingkungan, serta menjadi kilang biologi berbasis iptek bernilai tinggi, dapat diterapkan di lapangan dan diaplikasikan oleh petani.

Melalui penerbitan buku ini, penjabaran konsep pembangunan bioindustri pertanian berkelanjutan diharapkan dapat lebih mudah dilakukan di lapangan. Inovasi teknologi yang dibahas dalam buku ini juga dapat langsung diaplikasikan di lapangan. Saya yakin bahwa para para peneliti dan penyuluh yang tersebar di BPTP/LPTP lainnya juga mempunyai inovasi serupa yang dapat memperkaya khazanah iptek yang sangat penting bagi pembangunan bioindustri pertanian berkelanjutan di Indonesia. Untuk itu saya berharap agar penerbitan buku ini dapat menjadi pendorong bagi para peneliti dan penyuluh lainnya untuk dapat segera mempublikasikan inovasi teknologi hasil pengkajiannya dalam bentuk karya tulis ilmiah

Jakarta, Desember 2015

Kepala Badan Penelitian dan  
Pengembangan Pertanian



**Dr. Ir. Muhammad Syakir, M.S.**

**BAB I**

**PENGANTAR:  
BIOSIKLUS TERPADU  
PADI-SAPI**



# PERKEMBANGAN DARI SISTEM INTEGRASI PADI SAPI MENJADI BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI

*Agus Hermawan*

Pertambahan penduduk menuntut adanya peningkatan produksi bahan pangan. Masalahnya, laju peningkatan penyediaan pangan tidak selalu sebanding dengan laju pertumbuhan penduduk. Menurut teori Malthus, pertumbuhan jumlah penduduk mengikuti deret ukur, sementara produksi bahan makanan mengikuti deret hitung. Teori Malthus ini menekankan tentang pentingnya menjaga keseimbangan antara pertumbuhan jumlah penduduk dengan penyediaan bahan pangan. Teori Malthus mendorong pengembangan teknologi untuk meningkatkan produksi tanaman dan ternak. Sistem pertanian yang semula bersifat pertanian ekstensif, misalnya dalam bentuk sistem ladang berpindah dan sistem pemeliharaan ternak di ladang penggembalaan, secara bertahap berubah kepada pertanian intensif dengan spesialisasi usaha tertentu. Perkembangan teknologi memungkinkan terjadinya peningkatan produksi ternak dan tanaman.

Salah satu upaya intensifikasi tanaman yang meningkatkan produksi tanaman adalah revolusi hijau (*green revolution*). Revolusi hijau yang dimulai pada tahun 1960-an, telah berhasil meningkatkan produktivitas pertanian. Di Indonesia revolusi hijau berhasil meningkatkan produktivitas padi sekitar tiga kali lipat, yaitu dari 1,77 ton/ha (tahun 1950) menjadi 4,63 ton/ha (tahun 1994) (Jatileksono, 1996). Di Filipina, kenaikan produktivitas juga secara dramatis yaitu dari 2,529 ton/ha (tahun 1956) menjadi 6,741 ton/ha sebagai dampak dari revolusi hijau (Ruttan, 1985).

Penggunaan pupuk anorganik (kimia) menjadi salah satu faktor penentu produksi pertanian. Penggunaan pupuk kimia ini meningkat sejalan dengan gerakan revolusi hijau yang digalakkan oleh pemerintah Orde Baru melalui program Bimbingan Massal (Bimas) dan Intensifikasi Massal (Inmas) (Fagi *et al.*, 2009). Untuk diketahui, program Bimas terdiri dari penerapan teknologi Panca Usahatani, berupa (1) penggunaan benih unggul, (2) penggunaan pupuk dan pemupukan yang tepat, (3) pengaturan jarak tanam, (4) pengaturan air irigasi dan drainase, dan (5) penanggulangan hama dan penyakit tanaman. Program Bimas kemudian ditingkatkan menjadi program Inmas (Intensifikasi Massal) berupa penerapan teknologi Sapta Usahatani, dengan adanya tambahan pemasaran dan pembiayaan.

Berbagai upaya peningkatan produksi yang hanya terfokus pada satu komoditas tertentu, dengan berjalannya waktu terbukti menimbulkan dampak negatif. Kampanye penggunaan pupuk anorganik, sebagai input pertanian modern selama revolusi hijau, telah menyebabkan petani menjadi sangat tergantung kepada pupuk anorganik menggantikan pupuk organik yang sebelumnya biasa digunakan. Revolusi hijau yang lebih terfokus pada lahan irigasi subur, dan tidak menjangkau daerah marginal serta di daerah terpencil, menimbulkan kesenjangan antar daerah

semakin lebar. Petani kecil menjadi semakin terpinggirkan karena tidak mampu menerapkan teknologi anjuran karena sarana produksi menjadi semakin tinggi sementara harga produk justru menjadi semakin murah (Plucknett and Smith, 1982 dalam Schiere *et al.*, 1999).

Di Indonesia, gerakan revolusi hijau juga berdampak pada meningkatnya ketidak merataan distribusi penguasaan tanah dan pendapatan (Hermawan, 1997; Hermawan *et al.*, 2004). Gerakan revolusi hijau juga memunculkan masalah lingkungan seperti penurunan muka air tanah, kesuburan tanah menurun, dan penggunaan bahan kimia yang berlebihan dalam upaya meningkatkan hasil pertanian (WCED, 1987; Conway and Barbier, 1990). Peningkatan produksi ternak juga dilaporkan telah menyebabkan terjadinya masalah lingkungan (Rota and Sperandini, 2010).

Pelajaran menarik dapat dilihat pada usaha pertanian di Amerika Serikat. Sistem pertanian di Negara ini bersifat pertanian terdiversifikasi. Sebelum Perang Dunia (PD) II pertanian di Amerika memang bersifat padat tenaga kerja, didominasi oleh usaha kecil, produk didistribusikan di pasar lokal, nutrisi/hara untuk pertumbuhan tanaman (khususnya pupuk kandang) berasal dari dalam dan antar usahatani di lingkungan setempat. Dengan demikian kegiatan produksi tanaman dan ternak saling terkait erat, Paska PD II, produksi pertanian di Amerika Serikat menjadi semakin terkonsentrasi, diusahakan dalam skala besar, dan bersifat padat modal/energi untuk memenuhi pasar domestik dan ekspor. Akibatnya terjadi spesialisasi sistem pertanian sehingga tidak ada keterkaitan antara usaha tanaman dan ternak. Pemisahan usaha pertanian paska PD II menyebabkan terganggunya siklus hara yang memicu terjadinya ketidakseimbangan hara dalam usahatani karena perusahaan pertanian hanya mengandalkan penggunaan pupuk kimia, sementara di sisi lain pada sentra-sentra usaha ternak terjadi akumulasi dan kelebihan hara (Chang and Entz, 1996 dalam Sulc and Franzluebbbers, 2014). Spesialisasi usaha pertanian di Amerika, walaupun berhasil secara ekonomi, memunculkan keprihatinan karena adanya dampak lingkungan yang tidak diharapkan.

Pertanian konvensional yang terdiversifikasi, secara umum telah menyebabkan terjadinya degradasi lahan karena penggunaan lahan menjadi sangat intensif, khususnya apabila dilaksanakan di kawasan marginal. Artinya orientasi peningkatan produksi pertanian untuk memenuhi kebutuhan konsumen dan peningkatan kecukupan gizi saja tidak cukup. Perhatian juga diperlukan pada upaya penanganan lingkungan. Teknologi dan skim pengelolaan pertanian yang dapat meningkatkan produktivitas sekaligus mampu menjaga kelestarian sumberdaya lahan sangat diperlukan. Selain itu, untuk Negara-negara belum/sedang berkembang perhatian terhadap peluang peningkatan pendapatan masyarakat miskin juga perlu diperhatikan (Rota and Sperandini, 2010).

Dampak negatif dari spesialisasi usaha pertanian dan terdiversifikasi di Amerika menumbuhkan kesadaran pentingnya mengintegrasikan usaha tanaman dan ternak (*crop-livestock system/CLS*). Hal ini misalnya dapat dilihat pada Sulc and Franzluebbbers (2014). Sistem integrasi tanaman-ternak (SITT) sangat potensial untuk dikembangkan karena dapat menjaga keberlanjutan keuntungan yang

diperoleh serta memungkinkan pertanian menyediakan jasa ekosistem tambahan dari adanya interaksi ekologis yang positif dan menghilangkan dampak negatif terhadap lingkungan. Artinya sistem usaha tanaman-ternak yang terintegrasi menjadi kunci pemecahan untuk meningkatkan produksi ternak dan sekaligus menjaga kelestarian lingkungan melalui penggunaan sumberdaya alam secara efisien (Rota and Sperandini, 2010). Menurut Keulen and Schiere (2004), selain sistem tanaman-ternak memungkinkan penggunaan sumberdaya yang lebih efisien dibandingkan sistem spesialisasi usaha (*specialized systems*), risiko usahanya juga menyebar pada sub-sub sistem.

Perlu dicatat bahwa keberadaan tanaman dan ternak dalam satu lokasi di bawah satu pengelolaan tertentu, tidak selalu berarti integrasi. FAO (2001) membedakan secara tegas diversifikasi dengan integrasi usaha tanaman-ternak. Pada sistem diversifikasi, suatu usaha pertanian dapat terdiri atas komponen/sub usaha tanaman dan ternak. Akan tetapi komponen/sub usaha tersebut terpisah satu sama lain. Pada sistem diversifikasi, penggabungan usaha tanaman dan ternak dalam satu manajemen terutama dilakukan untuk meminimumkan risiko dan tidak untuk saling mendaur ulang sumberdaya (FAO, 2001).

Pada sistem integrasi, usaha tanaman dan ternak saling berinteraksi untuk menciptakan sinergi. Melalui daur ulang, sumberdaya yang tersedia dapat dimaksimalkan penggunaannya. Limbah tanaman dapat digunakan untuk pakan ternak, sementara limbah dari usaha ternak dan pengolahan produk ternak dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas pertanian melalui peningkatan unsur hara dan kesuburan tanah dan menurunkan penggunaan pupuk kimia (FAO, 2001). Sinergi sebagai hasil interaksi antar komponen/sub sistem pada sistem integrasi tanaman-ternak (SITT) sangat signifikan dan positif. Total efek dari sinergi tersebut lebih besar dari penjumlahan efek masing-masing komponen/sub sistem (Edwards *et al.*, 1988 dalam Devendra and Thomas, 2002).

## **SISTEM INTEGRASI TANAMAN-TERNAK**

Permintaan terhadap produk ternak secara global terus meningkat, sehingga upaya untuk meningkatkan produksi ternak menjadi sangat penting. Peningkatan permintaan produk asal ternak ini dipicu oleh pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan peningkatan pendapatan di Negara-negara berkembang (Pica-Ciamarra and Otte, 2009; Rota and Sperandini, 2010), Namun demikian, pendekatan usaha ternak ekstensif, sebagaimana telah dilakukan sebelumnya, menjadi semakin sulit karena padang penggembalaan ternak terus menyusut karena tergeser oleh penggunaan lahan untuk budidaya tanaman pangan yang terus meningkat (Rota and Sperandini, 2010). Ketersediaan dukungan sumberdaya yang semakin terbatas mendorong pentingnya pemanfaatan sumberdaya pakan ternak seefisien mungkin, termasuk pemanfaatan limbah pertanian (Rota and Sperandini, 2010). Untuk itu pendekatan sistem integrasi dipandang paling tepat.

Konsep usahatani campuran sebagai pertanian terpadu atau usahatani campuran yang intensif (*intensive mixed farming*) (Wolmer, 1997), sebenarnya

bukan hal baru di beberapa bagian dunia. Misalnya Keulen and Schiere (2004) menyatakan bahwa petani di berbagai Negara tropis dan sub tropis telah menerapkan sistem usaha campuran antara tanaman dengan ternak. Di kawasan ini, kontribusi sistem integrasi tanaman-ternak terhadap output produk asal ternak, jauh lebih besar dibandingkan dengan sistem lain (spesialisasi/monokultur). Lenné and Thomas (2006) bahkan menyatakan bahwa 92 persen produk susu, pasokan seluruh daging kerbau, dan 70% daging ruminansia kecil di dunia berasal dari sistem integrasi tanaman-ternak. Sistem usahatani campuran (*mixed farming*) di bawah satu pengelolaan dipandang sebagai sistem pertanian yang paling efisien dan berkelanjutan dalam meningkatkan produksi pangan (Winrock International 1992). Di dalam sistem pertanian ini peran ternak sangat penting bahkan dipandang sebagai tulang punggung pertanian karena mempunyai peran ganda (Devendra and Thomas, 2002).

### **Komponen dan Prinsip SITT**

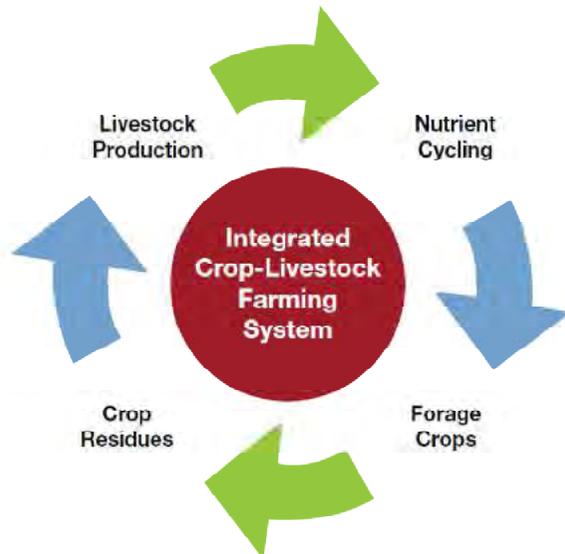
Sistem integrasi memungkinkan terjadinya interaksi antara tanaman dan ternak. Interaksi memunculkan dampak positif berupa keuntungan dan produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan usaha monokultur. Allen *et al.* (2007) menyatakan bahwa sistem integrasi tanaman-ternak (SITT) memungkinkannya terjadinya hubungan timbal balik dan saling interaktif yang memberikan keuntungan dan produktivitas lebih tinggi, sekaligus dapat mengkonservasi sumberdaya. Sistem integrasi juga memungkinkan dilakukannya konservasi sumberdaya yang tidak terbarukan (Allen *et al.*, 2007), misalnya penggunaan pupuk anorganik, karena adanya daur ulang antara tanaman dan ternak.

Daur ulang dalam sistem integrasi tanaman-ternak terjadi karena adanya pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan ternak dan limbah kandang/kotoran ternak sebagai sumber hara/pupuk bagi tanaman (Keulen and Schiere, 2004), sehingga efisien dalam pemanfaatan sumberdaya. Menurut Allen *et al.* (2007), integrasi tanaman dan tanaman juga dapat mengurangi penggunaan air irigasi dan mendiversifikasi pendapatan petani. Gambaran lebih lengkap tentang terjadinya daur ulang pemanfaatan sumberdaya dalam SITT misalnya dikemukakan oleh Wolmer (1997) dan Rota and Sperandini (2010).

Menurut Wolmer (1997), setidaknya ada empat komponen dalam proses yang saling terkait pada integrasi tanaman-ternak. Komponen tersebut adalah (a) kotoran ternak (*manure*) yang merupakan komponen teknologi penting pada fase awal intensifikasi pertanian, (b) limbah pertanian, yang salah satunya menjadi sumber pakan ternak, (c) sumber hijauan pakan lain, misalnya rumput dan legume yang juga penting untuk meningkatkan kesuburan lahan, dan (d) ternak sebagai sumber tenaga kerja.

Rota and Sperandini (2010) menggambarkan aspek kunci dari sistem integrasi tanaman-ternak yang sedikit berbeda dari Wolmer (1997). Pada Gambar 1, selain pemanfaatan limbah ternak sebagai sumber hara yang penting bagi tanaman, limbah pertanian juga menjadi sumber hijauan pakan yang merupakan input utama dari sistem produksi ternak, Namun demikian Rota and Sperandini (2010) menekankan

pentingnya penanaman hijauan pakan ternak sebagai salah satu komponen. Urgensi penanaman legume dalam SITT penting karena dapat digunakan sebagai suplemen pakan murah untuk meningkatkan nilai nutrisi hijauan pakan ternak asal limbah tanaman yang rendah (Allen *et al.*, 2007). Kombinasi legume dan limbah tanaman efektif untuk menghindari penurunan berat badan ternak pada musim kering/kemarau.



**Gambar 1. Aspek kunci dari sistem integrasi tanaman–ternak (Sumber: Rota and Sperandini, 2010)**

Lebih lanjut, Allen *et al.*,(2007) mengemukakan empat prinsip dasar SITT, yaitu: (1) terjadinya daur ulang (*cyclic*): sumberdaya organik–ternak–lahan–tanaman, (2) Penggunaan limbah tanaman serta alokasi sumberdaya yang tepat/rasional, (3) penggabungan kelestarian ekologi dengan kelayakan ekonomi. SITT mempertahankan dan meningkatkan produksi pertanian dan sekaligus menurunkan dampak negatif terhadap lingkungan, dan (4) penanaman legume sebagai suplemen bagi penggunaan limbah tanaman sebagai pakan.

Penerapan SITT memungkinkan diperolehnya beragam keuntungan. Devendra (1993) mengatakan setidaknya terdapat delapan keuntungan dari penerapan pola sistem integrasi tanaman-ternak, yaitu: (1) diversifikasi penggunaan sumberdaya produksi, (2) menurunkan resiko usaha, (3) efisiensi penggunaan tenaga kerja, (4) efisiensi penggunaan input produksi, (5) mengurangi ketergantungan energi kimia dan biologi serta masukan sumberdaya lainnya, (6) sistem ekologi lebih lestari serta tidak menimbulkan polusi sehingga ramah lingkungan, (7) meningkatkan output, dan mampu mengembangkan rumahtangga petani secara berkelanjutan.

Sementara itu menurut Rota and Sperandini (2010) penerapan sistem integrasi dapat:(1) menurunkan erosi, (2) meningkatkan produksi tanaman dan aktivitas biologi dalam tanah, (3) meningkatkan intensitas penggunaan lahan dan keuntungan,

serta (4) menurunkan tingkat kemiskinan, kejadian gizi buruk, dan menjaga kelestarian lingkungan.

Hasil analisis Lenné and Thomas (2006) pada lebih dari 100 program penelitian DFID-RNRRS (*Department for International Development's Renewable Natural Resources Research Strategy*) yang dilaksanakan oleh ILRI (*the International Livestock Research Institute*) di Sub Sahara Afrika memberikan kesimpulan bahwa integrasi tanaman dan ternak sangat penting dan mendesak. Integrasi tanaman dan ternak dapat menurunkan kemiskinan, meningkatkan kesejahteraan rumah tangga petani kecil dan mendorong pertumbuhan ekonomi nasional.

Penerapan SITT, selain memberikan berbagai manfaat dan keuntungan, sebenarnya juga menimbulkan kerugian. Keulen and Schiere (2004), telah merinci keuntungan dan sejumlah kelemahan/kerugian yang akan dialami dari penerapan SITT (Tabel 1).

**Tabel 1. Keuntungan dan Kelemahan Sistem integrasi tanaman-ternak**

<b>Keuntungan/kelebihan</b>	<b>Kerugian/kelemahan</b>
<b>buffer dari risiko perdagangan dan fluktuasi harga</b>	memerlukan keahlian ganda skala ekonomi menjadi lebih rendah
<b>buffer dari perubahan iklim</b>	risiko hama dan penyakit pada tanaman meningkat
<b>laju erosi terkendali melalui penanaman rumput di lahan berlereng/pengendali erosi</b>	menyebabkan erosi karena tanah menjadi lebih kompak dan overgrazing
<b>siklus hara terjamin karena adanya hubungan langsung dari hubungan tanah-tanaman-pupuk kandang</b>	hilangnya unsur hara karena daur ulang yang terlalu intensif
<b>sumber pendapatan terdiversifikasi</b>	perlu tenaga kerja terus menerus
<b>tenaga kerja ternak memungkinkan perluasan lahan budidaya dan pengelolaan limbah pertanian lebih fleksibel</b>	Laju penggunaan lahan meningkat perlu tambahan tenaga kerja untuk penyiangan gulma
<b>terjadinya percepatan penanaman tanaman</b>	
<b>gulma lebih terkendali</b>	
<b>pilihan investasi</b>	memerlukan modal lebih besar
<b>alternatif penggunaan limbah rendah kualitas</b>	terjadi kompetisi penggunaan limbah tanaman
<b>sumber tabungan dan keamanan finansial</b>	memerlukan investasi
<b>fungsi sosial</b>	menyebabkan konflik sosial

Source: Keulen and Schiere (2004)

Keuntungan dan kelemahan SITT juga dikemukakan oleh Rota and Sperandini (2010). Keuntungan yang dapat diperoleh dari penerapan SITT dapat

ditinjau dari berbagai aspek, yaitu: (1) agronomis, kesuburan tanah terjaga, (2) ekonomis, diversifikasi produk dan hasil yang lebih tinggi dengan biaya lebih rendah, (3) ekologis, penurunan penggunaan pestisida dan pengendalian erosi tanah dan (4) sosial, arus urbanisasi berkurang dan penciptaan lapangan kerja baru di perdesaan (Rota and Sperandini, 2010).

Kelemahan dari pengembangan/penerapan SITT dan menjadi kendala dari pengembangan SITT pada skala luas (Rota and Sperandini (2010) adalah: (1) nilai nutrisi limbah pertanian umumnya rendah, baik daya cerna ternaknya maupun kandungan proteinnya. Peningkatan daya cerna ternak melalui perlakuan fisik dan kimia secara teknis memang dimungkinkan, tetapi sulit/tidak dapat diterapkan petani kecil karena membutuhkan peralatan dan bahan kimia yang mahal/tidak tersedia di lokasi, (2) limbah pertanian merupakan pembenah tanah utama, tetapi sering tidak diperhatikan atau penerapannya tidak tepat, (3) daur ulang yang terlalu intensif dapat menyebabkan hilangnya hara, (4) jika kandungan hara dalam pupuk kandang tidak ditingkatkan atau penerapannya tidak tepat, jumlah pakan ternak dan pupuk yang tetap harus didatangkan dari luar akan tetap tinggi. Begitu pula biaya produksi dan energi untuk transportasi serta kehilangan surplus bagi lingkungan, (5) petani cenderung lebih menyukai pupuk kimia daripada pupuk kandang karena lebih mudah dan lebih cepat, dan (6) biaya dan investasi diperlukan untuk meningkatkan daya cerna ternak terhadap limbah tanaman.

## **PROGRAM SITT PADI-SAPI DI INDONESIA**

Terlepas dari beberapa kelemahan dan kendala pengembangan SITT, konsep ini telah banyak diaplikasikan, diteliti, dan dikembangkan di Indonesia. Salah satunya adalah sistem integrasi padi-ternak sapi. Berbagai potensi keuntungan yang diperoleh dari penerapan sistem integrasi padi sapi telah mendorong Departemen Pertanian pada tahun 2002 untuk mengimplementasikan kegiatan sistem integrasi padi sapi yang kemudian dikenal sebagai Sistem Integrasi Padi-Ternak (SIPT) pada lahan sawah irigasi di 20 kabupaten di sebelas provinsi. SIPT merupakan bagian dari program peningkatan produktivitas padi terpadu (P3T). Program P3T dilaksanakan pada hamparan seluas 100 Ha dalam bentuk proyek Bantuan Langsung Masyarakat (BLM).

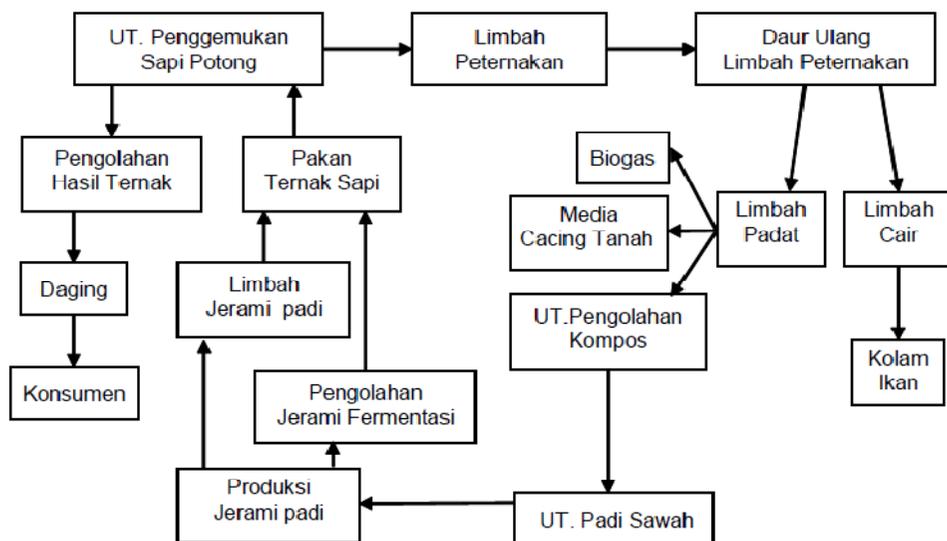
Menurut Priyanti (2007), SIPT pada agroekosistem lahan sawah dikembangkan untuk mengatasi permasalahan menurunnya laju peningkatan produktivitas padi walaupun berbagai upaya intensifikasi telah dilakukan. Salah satu faktor yang diduga berpengaruh terhadap penurunan produktivitas padi adalah eksploitasi lahan sawah secara intensif dan terus menerus sehingga kesuburan dan sifat fisik tanah menurun. Selama ini upaya peningkatan produktivitas tanaman padi di lahan irigasi subur dilakukan melalui peningkatan mutu intensifikasi, diantaranya dengan meningkatkan penggunaan pupuk anorganik (Adiningsih, 2000). Intensifikasi untuk mempertahankan laju peningkatan produktivitas padi dengan cara meningkatkan penggunaan input produksi padi dengan risiko biaya produksi menjadi semakin mahal, ternyata tidak selalu berhasil.

Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dalam jangka panjang berdampak pada menurunnya kesuburan lahan sawah karena berkurangnya bahan organik. Salah satu cara untuk mengembalikan kesuburan lahan adalah melalui perbaikan struktur tanah dan pemenuhan mikroba tanah dengan menggunakan pupuk organik. Kebutuhan ideal bahan organik di dalam tanah agar tanaman dapat tumbuh normal adalah sekitar 2 persen, sedangkan bahan organik yang tersedia saat ini kurang dari 1 persen (Adiningsih, 2000).

Melalui integrasi tanaman padi dengan ternak sapi, kotoran ternak yang dapat diolah menjadi kompos dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang dapat meningkatkan kesuburan lahan. Sebaliknya jerami padi, yang selama ini menjadi limbah dan sering dibakar petani, dapat digunakan sebagai pakan ternak sapi. Sistem integrasi ternak dengan tanaman pangan mampu menjamin keberlanjutan produktivitas lahan, melalui perbaikan mutu dan kesuburan tanah dengan cara pemberian kotoran ternak secara kontinu sebagai pupuk organik (Dwiyanto dan Haryanto, 2003). Sistem integrasi tanaman-ternak memungkinkan diterapkannya pendekatan *low external input*, baik pada komoditas padi maupun sapi, karena penggunaan *input* berasal dari sistem pertanian sendiri.

Hasil positif dari penerapan SIPT sudah banyak dilaporkan. Zaini *et al.* (2003) melaporkan bahwa setelah penerapan introduksi teknologi pertanian terpadu tanaman-ternak, produktivitas padi sawah meningkat sekitar 1 ton/ha dan pendapatan petani meningkat sebesar Rp 900.000-Rp 1.000.000/ha/musim tanam. Basuni *et al.* (2010) juga meneliti efektivitas SIPT di Desa Sukajadi, Kecamatan Karang Tengah, Kabupaten Cianjur dengan membandingkan 20 petani peserta yang menerapkan SIPT dengan 10 petani regular/tradisional. Hasil penelitian menunjukkan penerapan SIPT meningkatkan produksi padi sebesar 16%, yaitu dari 4,60 ton/ha menjadi 5,34 ton/ha GKG, serta menurunkan penggunaan pupuk anorganik. Setelah seluruh komponen biaya dan penerimaan dari usahatani padi dan ternak sapi dalam skala luas (5 ha) dianalisis, sistem usahatani integrasi layak dikembangkan dengan nilai MBCR sebesar 1,55 (Basuni *et al.*, 2010). Artinya dari setiap tambahan biaya penerapan teknologi SIPT sebesar Rp 1.000 dapat meningkatkan penerimaan Rp 1.550.

Pada perkembangan selanjutnya, perhatian pada penerapan SIPT tidak hanya terbatas pada pemanfaatan dan pengolahan kompos limbah ternak sebagai sumber pupuk organik bagi pertanaman padi. Sebagian dari limbah kandang juga digunakan sebagai penghasil energi (biogas). Baru kemudian limbah biogas (*bioslurry*) digunakan sebagai sumber bahan organik bagi pertanaman (Wahyuni *et al.*, 2012). Selain pemanfaatan limbah kandang padat untuk biogas, Basuni *et al.* (2010) bahkan menambahkan pemanfaatan limbah kandang padat sebagai media cacing, limbah kandang cair untuk kolam, dan pengolahan jerami fermentasi (Gambar 2). Basuni *et al.* (2010) menyebut proses produksi sistem integrasi padi sapi tersebut sebagai daur hara secara tertutup.



**Gambar 2. Proses produksi sistem integrasi padi sapi dalam daur hara secara tertutup (Sumber: Basuni *et al.*, 2010)**

## **BIOSIKLUS TERPADU SEBAGAI PENGEMBANGAN SIPT**

Sejalan dengan berkembangnya pemikiran bahwa pembangunan pertanian perlu diserasikan dengan kearifan alam, SIPT yang selama ini telah berjalan dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi biosiklus terpadu padi-sapi. Pertanian biosiklus di perdesaan secara eksplisit tercantum dalam Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) tahun 2013-2045 (Biro Perencanaan, 2013). SIPP merupakan dokumen yang menunjukkan arah kebijakan pembangunan pertanian Indonesia tahun 2013-2045. Dalam dokumen tersebut pembangunan sektor pertanian diarahkan kepada bioindustri berkelanjutan dengan visi: “terwujudnya sistem pertanian bioindustri berkelanjutan yang menghasilkan beragam pangan sehat dan produk bernilai tambah tinggi dari sumberdaya hayati pertanian dan kelautan tropika”.

Implementasi SIPP dibagi dalam 7 periode. Sasaran periode pertama SIPP (2013-2014: RPJM II-RPJP I) adalah terbangunnya fondasi sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan sebagai sistem pertanian terpadu yang berdaya saing, ketahanan pangan dan kesejahteraan petani. Sasaran SIPP periode kedua (2015-2019: RPJM III-RPJP I) adalah kokohnya fondasi sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan menuju tercapainya keunggulan daya saing pertanian terpadu berbasis sumber daya alam berkelanjutan, sumber daya insani berkualitas dan berkemampuan IPTEK bioindustri untuk meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan petani (Biro Perencanaan, 2013). Pertanian biosiklus di perdesaan menjadi salah satu pendekatan yang digunakan pada tahap kedua dari tujuh tahapan pembangunan bioindustri pertanian berkelanjutan.

Merujuk pada Koehler (1994), secara umum bioindustri adalah aplikasi bioteknologi dalam bidang industri. Bioteknologi sendiri dalam arti luas adalah penerapan teknik biologi dan rekayasa organisme untuk membuat produk atau memodifikasi tanaman dan hewan agar membawa sifat-sifat yang diinginkan (Koehler, 1994). Mirip dengan definisi tersebut, ISAAA (2006) mendefinisikan bioteknologi sebagai satu set perangkat penggunaan organisme hidup (bagian dari organisme) untuk membuat atau memodifikasi produk, memperbaiki tanaman, pohon atau hewan, atau mengembangkan mikroorganisme untuk suatu tujuan tertentu. Perangkat bioteknologi yang penting bagi pertanian antara lain menyangkut pemuliaan tanaman konvensional, kultur jaringan dan perbanyakan mikro, pemuliaan molekular atau seleksi marka, rekayasa genetika, dan perangkat diagnostik molekular (ISAAA, 2006).

Organisasi Industri Bioteknologi di AS mendefinisikan bioteknologi sebagai "penggunaan seluler dan proses biomolekular untuk memecahkan masalah atau membuat produk yang berguna" dan dalam konvensi Keanekaragaman Hayati, bioteknologi dianggap sebagai "Aplikasi teknologi yang menggunakan sistem biologi, organisme hidup, atau turunannya, untuk membuat atau memodifikasi produk atau proses untuk penggunaan secara spesifik".

Menurut Li Zhe *et al.* (2009) di Cina ada definisi yang berbeda dari bioteknologi. Di Negara ini walaupun definisi bioteknologi pada dasarnya dekat dengan definisi di atas, tetapi penggunaannya digabungkan dengan kondisi praktis di Cina. Ada dua definisi bioteknologi di Cina. Salah satu penelitian yang didanai oleh National Developing and Reform Commission (NDRC) mengusulkan bioteknologi modern berdasarkan pada kemajuan biologi molekular, termasuk rekayasa genetika, rekayasa protein, teknik selular, teknik enzimatik dan engineering. Sementara itu *Ministry of Science and Technology* (MOST) mendefinisikannya sebagai "penggunaan seluler dan biomolekular, dikombinasikan dengan rekayasa dan teknologi informasi, untuk memecahkan masalah atau meningkatkan nilai tambah produk, atau merekonstruksi hewan, tumbuhan, dan mikroba kepada karakter khusus dan berkualitas untuk penyediaan produk atau jasa". Bioteknologi dengan demikian dianggap sebagai serangkaian penelitian teknologi, desain, dan rekonstruksi biosistem untuk meningkatkan kualitas, menciptakan varietas baru, dan produk atau jasa, antara lain di bidang biologi molekular, biologi sel, biokimia, biofisika, dan teknologi informasi.

Pengembangan bioteknologi di Indonesia yang digaungkan sejak 1990-an, telah melahirkan terobosan-terobosan dalam berbagai industri pangan dan farmasi, menghasilkan produk baru dengan mutu yang lebih tinggi, dengan biaya yang lebih rendah dan dalam waktu yang lebih singkat dibanding dengan teknologi tradisional. Terobosan dalam industri dengan bioteknologi memungkinkan pencapaian prinsip ekonomi, yaitu lebih cepat, lebih hemat, lebih efisien (Rumengan dan Fatimah, 2014).

Istilah bioindustri umumnya digunakan untuk menunjuk pada sekelompok perusahaan yang memproduksi atau melakukan rekayasa produk biologi dan menjalankan bisnis pendukungnya. Manganwidjaja dan Suryani (1994)

mendefinisikan bioindustri sebagai industri yang menerapkan sistem proses atau perubahan (transformasi) hayati, termasuk industri yang menerapkan bioteknologi. Bioteknologi adalah prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan kerekayasaan untuk penanganan dan pengolahan bahan dengan bantuan agen biologis yang menghasilkan barang dan jasa. Sedangkan menurut Nimas (2012) bioindustri didefinisikan sebagai salah satu bagian dari bioteknologi, yakni penerapan mikroorganisme dan enzim dalam skala besar (industri) yang memperhitungkan kajian ekonomis dan untung rugi suatu proses produksi.

Di negara-negara maju pemanfaatan bioteknologi dalam industri dimulai pada tahun 1970-an, yaitu pada saat bioteknologi mulai berkembang. Berbeda dengan teknologi revolusi hijau yang dihasilkan oleh lembaga penelitian dan pengembangan pemerintah dengan dukungan dana masyarakat, pengembangan bioteknologi umumnya merupakan hasil dari revolusi gen yang dipelopori oleh pengembangan ilmu eksklusif dari genomik dan pemuliaan molekuler oleh perusahaan besar swasta dan perguruan tinggi (Sasson, 2006).

Bioteknologi dimanfaatkan oleh industri dalam berbagai bidang antara lain kesehatan manusia, produksi ternak dan tanaman, lingkungan hidup serta energi. Menurut Sasson (2006), lebih dari 1.200 perusahaan di Amerika bergerak di bidang bioteknologi. Sebanyak 55 persen perusahaan bioteknologi tersebut bergerak di bidang kesehatan manusia dan hanya sekitar 10 persen yang bergerak di bidang bioteknologi tanaman dan hewan. Bioindustri pertanian ini selanjutnya juga mengalami transformasi berupa restrukturisasi dan konsolidasi. Misalnya adalah joint venture antara Cargill, Inc. dengan Monsanto dan Renessen, Bunge dan Borne, serta DuPont de Nemours. Akibatnya sekarang hanya ada beberapa perusahaan besar yang bergerak pada komersialisasi tanaman transgenik dan kegiatan penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan produk-produk baru.

Sesuai dengan tren global bioindustri yang pada dasarnya juga mengarahkan pembangunan ekonomi kepada konsep *blue economy* yang menerapkan ilmu pengetahuan berdasarkan pada kearifan alam (Pauli, 2009), keberhasilan pembangunan pertanian Indonesia ke depan, juga ditentukan oleh keberhasilan dalam mentransformasi teknologi Revolusi Hijau tersebut menjadi teknologi Revolusi Hayati sebagai soko guru pembangunan pertanian bioindustri. Inisiasi pertanian bioindustri merupakan langkah antisipatif terhadap perubahan pertanian masa depan yang dicirikan oleh semakin langkanya energi fosil, dan semakin besarnya kebutuhan pangan, pakan, energi sera serat, sementara di sisi lain terjadi perubahan iklim global kelangkaan lahan dan air, permintaan terhadap jasa lingkungan hidup, petani majinal meningkat dan kemajuan IPTEK *bioscience* dan *bioengineering* (Manurung, 2013).

Pertanian bioindustri pada dasarnya mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya pertanian guna meningkatkan nilai tambah, mengikuti kaidah-kaidah pertanian terpadu ramah lingkungan sehingga menjamin keberlanjutan usaha pertanian. Tujuan dari pengembangan sistem pertanian bioindustri adalah untuk menghasilkan pangan sehat, beragam dan cukup serta menghasilkan produk-produk bernilai tinggi (Basit dan Hendayana, 2014). Sebagai dasar pengembangan pertanian

bioindustri ideal, terdapat hal-hal yang dapat dijadikan acuan, yaitu agar pertanian: (1) menghasilkan sesedikit mungkin limbah tak bermanfaat sehingga mampu menjaga kelestarian alam atau mengurangi pencemaran lingkungan, (2) menggunakan sesedikit mungkin input produksi dari luar, (3) menggunakan sedikit mungkin energi dari luar, (4) optimalisasi pertanian agar mampu menghasilkan produk pangan, pengolahan biomassa dan limbah menjadi bio produk baru bernilai tinggi (antara lain kosmetik, obat-obatan, pangan fungsional, bahan baku industri, pestida nabati), (5) mengikuti kaidah-kaidah pertanian terpadu ramah lingkungan dan (6) menjadi kilang biologi (*biorefinery*) berbasis IPTEK maju penghasil pangan sehat dan non pangan bernilai tinggi (Basit dan Hendayana, 2014).

Agar tercipta sistem pertanian bioindustri berkelanjutan, maka bioindustri yang dikembangkan harus memenuhi syarat-syarat berikut (Simatupang, 2014): (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 dan (3) mendaur ulang produk akhir, sisa dan limbah produk akhir proses olahan.

Upaya untuk mendaur ulang berbagai limbah, termasuk sampah kota, sudah dimulai sejak 1990-an. Di Amerika, peningkatan harga minyak dunia, perubahan iklim dan dampak kebijakan penggunaan bahan pangan sebagai bahan bakar, menyebabkan perhatian untuk mengubah biomassa menjadi bahan baku (*feedstock*) yang diolah menjadi bahan bakar (*biofuel*) meningkat. Kelayakan ekonomi pembangunan pabrik/kilang bioetanol berbahan baku biomassa kayu di Central Appalachia telah dilakukan oleh Wu *et al.* (2010). Hasilnya, kilang bioetanol tersebut layak secara ekonomi pada skenario tertentu, yaitu ketersediaan biomassa, harga bahan baku, kapasitas dan investasi pendirian pabrik, rendemen etanol, dan adanya dukungan keuangan. Agar program pengembangan daur ulang tersebut berhasil, Martin (2002) mengemukakan pentingnya visi. Dalam hal ini visi ekonomi dari bioindustri salah satunya adalah memperbaharui input dan mendaurulang output. Mendaurulang limbah menjadi produk yang ramah lingkungan dan hemat bahan bakar.

Menurut Simatupang (2014), berbeda dengan sistem pertanian konvensional yang selama ini dikembangkan, dalam perspektif Sistem Pertanian Bioindustri Berkelanjutan perlu dilakukan beberapa perubahan pemikiran mendasar mengenai pertanian, yaitu: (1) organisme pertanian yang sebelumnya hanya terbatas pada tumbuhan dan hewan, menjadi seluruh organisme, termasuk *monera* (*algae*), *protista* (bakteri) dan fungi (jamur), mikro organisme, serta hewan non-pangan dan non-bahan baku industri konvensional, (2) pertanian bukanlah suatu gangguan terhadap ekosistem melainkan suatu rekayasa ekosistem (agroekosistem) berdasarkan ilmu pengetahuan yang berorientasi pada penggunaan input eksternal minimal untuk menghasilkan nilai tambah maksimal dengan dampak minimal terhadap kelestarian sumber daya alam dan lingkungan, (3) industri pengolahan pertanian harus mencakup seluruh biomassa hasil usahatani (misalnya untuk padi tidak hanya mengolah gabah menjadi beras dan 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), dan (4) 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.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, kunci utama mewujudkan Revolusi Hayati adalah keberhasilan dalam menumbuhkembangkan paradigma biokultura, yaitu kesadaran, semangat, nilai budaya, dan tindakan (sistem produksi, pola konsumsi, serta kesadaran akan jasa ekosistem) untuk memanfaatkan sumberdaya hayati bagi kesejahteraan manusia dalam suatu ekosistem yang harmonis (Biro Perencanaan, 2013). Paradigma biokultura merupakan landasan untuk merumuskan etika dalam mengkaji ulang kondisi saat ini, mengevaluasi kondisi mendatang secara kritis dan menyusun kebijakan untuk mewujudkan dan menjaga kelestarian ekosistem.

## **BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI**

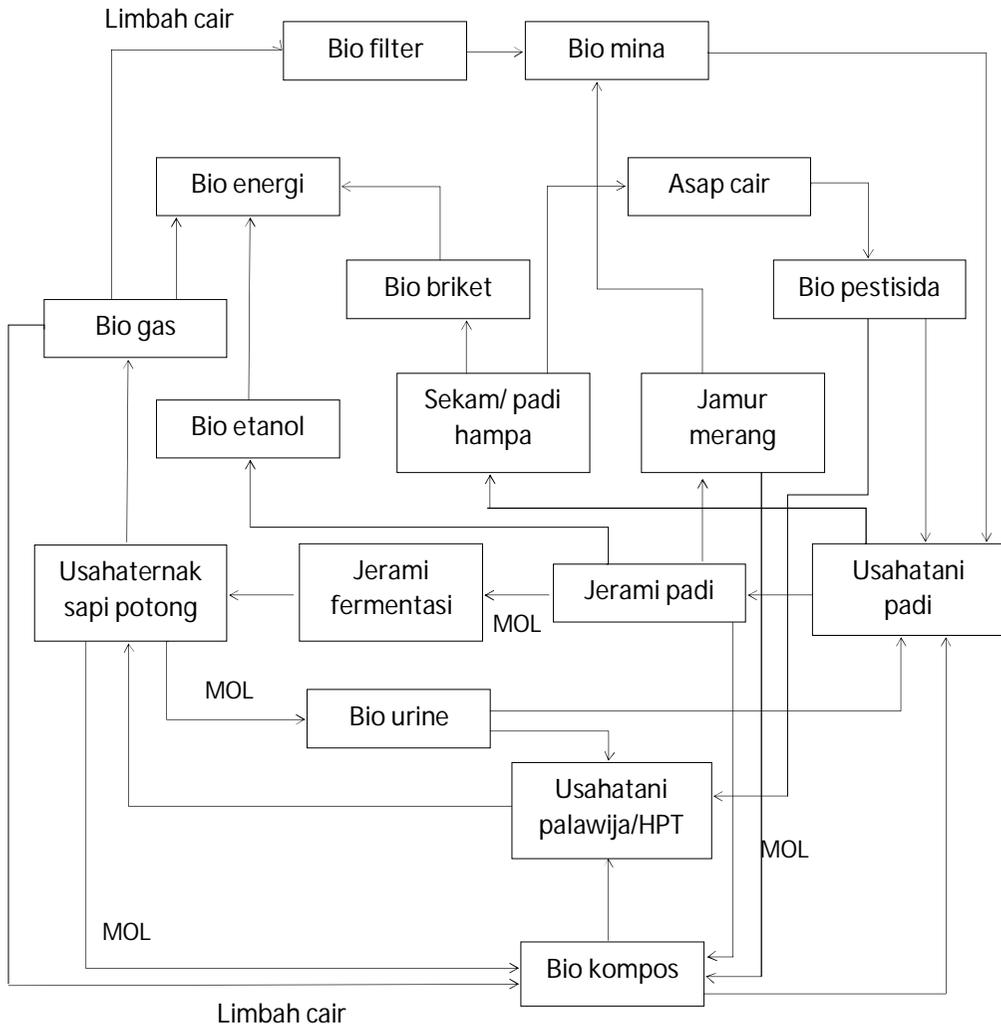
Sistem integrasi padi sapi (SIPT) yang telah berkembang di lapangan, dapat dikembangkan menjadi biosiklus terpadu. Nilai tambah dan sinergi antar unit-unit usaha dalam sistem integrasi tanaman-ternak yang digambarkan oleh Basuni *et al.* (2010) (Gambar 2) masih dapat ditingkatkan. Biosiklus ini dibangun dengan mengikuti pokok pikiran dari pertanian bioindustri pertanian, yaitu sistem pertanian tanpa limbah, seminimal mungkin menggunakan input produksi dan energi dari luar sistem, pengolahan biomassa dan limbah menjadi bio-produk baru bernilai tinggi, ramah lingkungan, dan sistem pertanian kilang biologi (*biorefinery*).

Pada biosiklus terpadu padi-sapi, komponen/subsistem usaha tani padi dapat ditingkatkan produktivitasnya dengan menerapkan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) padi. PTT merupakan pendekatan dalam pengelolaan lahan, air, tanaman, organisme pengganggu tanaman (OPT), dan iklim secara terpadu dan berkelanjutan. Dalam strategi penerapan PTT, anjuran teknologi didasarkan pada bobot sumbangan teknologi terhadap peningkatan produktivitas tanaman, baik terpisah maupun terintegrasi. Model PTT pada prinsipnya memadukan berbagai komponen teknologi yang saling menunjang (sinergis) guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi usahatani (Deptan, 2007). Penerapan PTT dapat meningkatkan produktivitas padi sebesar 16-36 persen dan menurunkan penggunaan pupuk anorganik hingga 35 persen (Las *et al.*, 2002).

Salah satu komponen teknologi dasar pada komponen teknologi PTT padi adalah penggunaan bahan organik baik dalam bentuk pupuk kandang maupun kompos (Deptan, 2007). Limbah kandang dalam komponen/subsistem usaha ternak sapi merupakan penghasil bahan baku kompos. Menurut Haryanto *et al.* (2003) satu ekor sapi dewasa dapat menghasilkan 4-5 kg pupuk kandang/hari setelah mengalami pemrosesan.

Sebagaimana halnya dalam SIPT, kotoran padat ternak (feses) dan sisa pakan sebagai limbah kandang diolah menjadi kompos sebelum diaplikasikan pada

tanaman padi. Selain diolah sebagai kompos, sebagian feses ternak sapi digunakan sebagai biogas sebagai salah satu sumber energi terbarukan (Muryanto *et al.*, 2010; Paramita *et al.*, 2012). Gas dari biogas dapat digunakan untuk memasak atau diubah menjadi energi listrik untuk berbagai keperluan.



**Gambar 3. Pendekatan biosiklus terpadu padi-sapi**

Limbah biogas (*bioslurry*) dapat dipisah menjadi dua bagian, yaitu zat padat dan cair. Limbah padat *bioslurry* dapat digunakan sebagai kompos, sementara limbah cair *bioslurry* dapat dialirkan dalam kolam untuk budidaya ikan. Untuk menyerap zat-zat racun yang mungkin terkandung dalam limbah cair biogas, dapat diaplikasikan biofilter. Biofilter yang dilengkapi dengan arang aktif sebagai filter, juga berfungsi sebagai salah satu komponen penjernih air. Limbah cair biogas ini juga dapat diolah menjadi pupuk cair.

Berbeda dengan SIPT yang hanya memanfaatkan jerami padi sebagai pakan ternak dan kompos, pada biosiklus limbah usahatani padi lainnya, yaitu sekam padi, dapat diolah menjadi briket arang sekam sebagai salah satu energi alternatif bagi rumah tangga untuk memasak makanan. Dalam proses pembuatan arang sekam dengan teknik pirolisis, asap yang timbul dapat dikondensasi menjadi asap cair. Asap cair ini dapat dimanfaatkan sebagai biofungisida. Biofungisida merupakan bagian dari pengendalian penyakit terpadu (Thomas, 2002). Biofungisida ini dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit busuk akar (Hayes, 2013). Asap cair juga dapat digunakan untuk mengawetkan produk kayu atau bahan pangan, sebagaimana yang telah dilakukan untuk buah-buahan (Budijanto *et al.*, 2007).

Pada biosiklus, sebagian jerami padi dimanfaatkan sebagai media jamur untuk mendapatkan nilai tambah. Baru kemudian limbah usahatani jamur digunakan sebagai kompos untuk memperbaiki struktur fisik dan kimia tanah. Limbah jamur juga dapat digunakan sebagai media belut.

Limbah jerami padi merupakan biomassa. Biomassa ini dapat diproses menjadi bioetanol sebagai sumber energi alternatif terbarukan. Secara umum jerami tersusun atas hemiselulosa ( $27 \pm 0,5$  %), selulosa ( $39 \pm 1$  %), lignin ( $12 \pm 0,5$  %), dan abu ( $11 \pm 0,5$ %) (Karimi, 2006). Selulosa dan hemiselulosa tersusun dari monomer-monomer gula sama seperti gula yang menyusun pati (glukosa). Masalahnya selulosa berbentuk serat-serat yang terpilin dan diikat oleh hemiselulosa, kemudian dilindungi oleh lignin yang sangat kuat. Akibat dari perlindungan lignin dan hemiselulosa ini, selulosa menjadi sulit untuk dipotong-potong menjadi gula (proses hidrolisis) (Novia *et al.*, 2014). Oleh karena itu salah satu langkah penting untuk mengkonversi jerami menjadi bioetanol adalah memecah perlindungan lignin atau memecah ikatan lignin dengan selulosa dan hemiselulosa. Ada tiga perlakuan yang dapat diterapkan terhadap jerami, yaitu secara fisik, kimiawi, dan biologis. Proses kimiawi dapat dilakukan dengan menghidrolisis menggunakan asam kuat (HCl) pada limbah jerami padi (Andayana dan Ramli, 2010). Cara lainnya adalah dengan melakukan pemasakan/perebusan jerami yang menyebabkan mengembangnya serat kasar pada dinding sel karena terjadinya proses penguraian struktur kimia dinding sel, yaitu penguraian dari selulosa yang tidak terlarut menjadi selulosa yang terlarut sehingga memudahkan hidrolisis.

Sebagaimana yang dikemukakan oleh Simatupang (2014), dalam cakupan pertanian dalam biosiklus (sebagai bagian dari bioindustri) diperluas, tidak terbatas pada tanaman dan ternak/hewan akan tetapi juga mencakup semua organisme yang dapat meningkatkan nilai tambah. Untuk itu dalam biosiklus terpadu padi-sapi dikembangkan mikro organisme lokal (MOL) yang membantu proses dekomposisi dan fermentasi dalam rangka pengolahan limbah menjadi produk baru yang mempunyai nilai tambah.

Salah satu MOL yang dikembangkan dalam biosiklus menggunakan bahan baku rumen sapi (limbah rumah pemotongan hewan/RPH). Limbah rumen ini kemudian dicampur dengan bahan lain (dedak padi-limbah rumah penggilingan gabah padi, molase-limbah penggilingan tebu, dan daun ubi kayu). Aplikasi biodekomposer dan fermentor dari MOL rumen ini cukup luas. MOL rumen dapat

digunakan decomposer dalam pembuatan kompos (berbahan baku limbah tanaman atau limbah kandang), fermentasi proses pembuatan bio-urine (pupuk organik cair berbahan baku urine sapi), atau dapat langsung diaplikasikan kepada tanaman sebagai pupuk pelengkap cair, serta dapat sebagai fermentor jerami untuk pakan ternak sapi (Purniyanto, 2015).

Sebagaimana dikemukakan oleh Wolmer (1997), sebagai suplemen jerami padi, pada lahan kering di sekitar persawahan dapat ditanam hijauan pakan ternak lain seperti rumput unggul, tanaman legume pohon maupun tanaman palawija. Kandungan nutrisi dan daya cerna limbah tanaman palawija dan padi, dapat diperkaya dengan teknik fermentasi dengan aplikasi mikroorganisme lokal (MOL) (Juanda *et al.*, 2011).

## **PENUTUP**

Pemikiran dan teknologi di bidang pertanian terus berkembang sesuai dengan perubahan dan dinamika lingkungan strategis. Revolusi hijau yang dimulai pada tahun 1960-an memang telah menyelamatkan manusia dari perangkap teori Malthus yang menyatakan bahwa penyediaan pangan akan mengikuti deret ukur sementara pertumbuhan penduduk akan mengikuti deret hitung. Revolusi hijau telah berhasil meningkatkan produksi pangan, khususnya pangan asal biji-bijian secara signifikan.

Penyediaan pangan asal ternak pada waktu mendatang dituntut untuk dapat ditingkatkan karena permintaannya akan meningkat sejalan dengan pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan peningkatan pendapatan masyarakat di negara-negara berkembang. Masalahnya ketersediaan sumberdaya, khususnya sumberdaya lahan, semakin terbatas karena harus berkompetisi penyediaan lahan untuk pertanian dan non pertanian. Solusinya adalah mengembangkan sistem integrasi tanaman-ternak (SITT) sehingga tercipta sistem pertanian yang saling mendaurulang. SITT juga merupakan solusi dari berbagai dampak negatif sistem pertanian yang intensif dan terdiversifikasi.

Berbagai keuntungan yang diperoleh dari SITT, mendorong pemerintah Indonesia untuk mengembangkan sistem integrasi padi sapi (SIPT) pada awal tahun 2000-an. SIPT telah menunjukkan hasil positif berupa peningkatan produktivitas padi, penurunan penggunaan pupuk anorganik, dan peningkatan pendapatan petani.

Sejalan dengan berkembangnya teknologi, saat ini terjadi perubahan paradigma pembangunan pertanian global untuk memperluas cakupan pertanian dan memasukkan aspek kearifan alam. Indonesia juga tidak terlepas dari perubahan paradigma pembangunan pertanian tersebut dengan mengarahkan pertanian kepada bioindustri berkelanjutan dengan menerapkan bioteknologi sebagaimana dituangkan dalam Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) 2013-2045.

Keberhasilan pembangunan pertanian bioindustri berkelanjutan ditentukan kepada keberhasilan dalam mengembangkan dan mengubah teknologi revolusi hijau menjadi revolusi hayati dan menerapkan pertanian bio-kultura. Cakupan pertanian

tidak lagi dibatasi pada tanaman dan ternak saja tetapi diperluas kepada seluruh organisme. Pokok-pokok pikiran dari pertanian bioindustri meliputi pertanian (a) seminimal mungkin menghasilkan limbah, (b) seminimal mungkin menggunakan input dari luar, (c) seminimal mungkin menggunakan energi dari luar, (d) mengolah biomassa dan limbah menjadi bio-produk baru bernilai tinggi, (e) ramah lingkungan, dan (f) kilang biologi (biofinery) berbasis IPTEK maju penghasil pangan dan non pangan.

Ada tujuh tahapan untuk menciptakan pertanian bioindustri berkelanjutan dalam SIPP. Biosiklus terpadu di perdesaan merupakan tahap kedua dari tujuh tahap tersebut. Biosiklus terpadu padi-sapi merupakan pengembangan SIPT. Biosiklus terpadu padi-sapi, selain terdiri dari komponen/subsistem usahatani padi dan sapi juga mencakup komponen perbaikan pakan ternak sapi, pemanfaatan limbah sebagai bioenergi, pengembangan MOL berbahan baku limbah rumen sapi sebagai biodekomposer dalam pembuatan pupuk cair dan pupuk padat dan fermentor jerami untuk pakan sapi, pemanfaatan limbah cair biogas untuk budidaya ikan, pemanfaatan jerami padi untuk budidaya jamur, serta pemanfaatan limbah jamur untuk pupuk tanaman dan media ikan. Biosiklus ini telah dikaji oleh BPTP Jawa Tengah di Kebun Percobaan Bandongan, Kabupaten Magelang dan secara teknis dapat diaplikasikan di tingkat petani.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, S. J. 2000. Peranan Bahan Organik Tanah Dalam Sistem Usahatani Konservasi dalam: Bahri *et al.* (eds). Materi Pelatihan Revitalisasi Keterpaduan Usaha Ternak dalam Sistem Usaha Tani. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Badan Litbang Pertanian, Bogor.
- Allen, V. G., M. T. Baker, E. Segarra, and C. P. Brown. 2007. Integrated Irrigated Crop–Livestock Systems in Dry Climates. *Agron. J.* 99:346–360.
- Andayana, Y dan L. Ramli. 2010. Pembuatan Ethanol dari Jerami Padi dengan Proses Hidrolisis dan Fermentasi. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional (UPN) “Veteran” Jawa Timur.
- Basit, A dan R. Hendayana. 2014. Pokok-Pokok Pikiran Pengembangan Kawasan Pertanian Bioindustri Berbasis Sumberdaya Lokal. *dalam Jantje et al. (eds).* Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pertanian Mendukung Bioindustri. Manado, 9 Oktober 2014. Bbp2tp, Badan Litbangtan. Pp. 9-16.
- Basuni, R., Muladno, C. Kusmana dan Suryahadi. 2010. Sistem Integrasi Padi Sapi Potong di Lahan Sawah. *Iptek Tanaman Pangan* Vol. 5 No. 1. 31-48.
- Biro Perencanaan. 2013. Konsep Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2013-2045: Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan: Solusi Pembangunan Indonesia Masa Depan. Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian, Jakarta. 184 hlm.

- Budijanto, S. R. Hasbullah, Setyadjit, S. Prabawati, 2007. Laporan Hasil Penelitian. Pengembangan dan Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Untuk Pengawetan Produk Buah-buahan. Bogor. Hal 1-72.
- Conway, G. R., and Barbier, E. B. 1990. After the Green Revolution: Sustainable Agriculture for Development, Earthscan, London.
- Deptan. 2007. Panduan Pelaksanaan Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) Padi. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Devendra, C. 1993. Sustainable Animal Production from Small Farm Systems in South East Asia. Food and Agriculture Organization Animal Production and Health Paper, Rome.
- Devendra, C. and D. Thomas. 2002. Crop–Animal systems in Asia: Importance of Livestock and Characterisation of Agro-Ecological Zones. *Agricultural Systems* 71 (2002) 5–15
- Dwyanto, K. 2013. Strategi Peningkatan Produksi Daging Sapi di Jawa Tengah Secara Berkelanjutan. Makalah disampaikan dalam Rangka Focus Group Discussion PSDS/K Sapi Potong di BPTP Jawa Tengah pada tanggal 10 Oktober 2013.
- Fagi, A.M., C.P. Mamaril, M. Syam. 2009. Revolusi hijau, peran dan dinamika Lembaga Riset. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, International Rice Research Institute. 43 hal.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2001. Mixed Crop-Livestock Farming: A Review of Traditional Technologies based on Literature and Field Experience. *Animal Production and Health Papers* 152.
- Hayes, C. 2013. Soil BiofungicideS: Biological Warfare at its Finest. *Gpn. FEBRUARY 2013.* pp. 18–23. [http://www.gpnmag.com/sites/default/files/06\\_Grower101GPN0213 %20FINAL .pdf](http://www.gpnmag.com/sites/default/files/06_Grower101GPN0213%20FINAL.pdf).
- Haryanto, B., I. Inounu, I.G.M. Budiarsana, dan K. Diwyanto. 2003. Panduan Teknis Integrasi Padi-Ternak. Departemen Pertanian.
- Hermawan, A. 1997. Dampak Revolusi Hijau pada Distribusi Pendapatan di daerah Pedesaan. *Dian Ekonomi. FE-UKSW.*
- Hermawan, A., A. Choliq, F.D. Ariyanti, Sarjana, Sumardi, Suprpto. 2004. Ketimpangan Penguasaan Lahan dan Sumber Pendapatan Petani: Kasus Kabupaten Temanggung. *dalam Rusastra et al. (eds).* Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Lokal untuk Mendukung Pembangunan Pertanian. PPSEP bekerjasama dengan BPTP Bali. Pp. 25-30.
- ISAAA. 2006. Agricultural Biotechnology: A Lot More than Just GM Crops.. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications. [http://www.isaaa.org/resources/publications/agricultural\\_biotechnology/download/Agricultural\\_Biotechnology.pdf](http://www.isaaa.org/resources/publications/agricultural_biotechnology/download/Agricultural_Biotechnology.pdf).

- Jatileksono, T. 1996. "Meningkatkan Pendapatan Petani dengan Teknologi". Makalah pada Seminar Jaringan Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Bappeda TK I Jawa Tengah, Semarang 13-14 Nopember 1996.
- Keulen, H.V. and H. Schiere. 2004. Crop-Livestock Systems: Old Wine in New Bottles in "New directions for a diverse planet". Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep – 1 Oct 2004, Brisbane, Australia. Pp. 1-12.
- Koehler, G.A. 1996. Bioindustry: A Description Of California's Bioindustry And Summary Of The Public Issues. <http://www.library.ca.gov/crb/96/07/index.html>. [22 Oktober 2014].
- Las, I., A. K. Makarim, Husin M. Toha, dan A.Gani. 2002. Panduan Teknis Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Terpadu Padi Sawah Irigasi. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Lenné, J.M. and D. Thomas. 2006. Integrating Crop–Livestock Research and Development in Sub-Saharan Africa: Option, imperative or impossible? Outlook on AGRICULTURE Vol 35, No 3, 2006, pp 167–175.
- Li Zhe, Guo Lifeng and Zhu Xinghua. 2009. Definitions, R&D Activities and Industrialization of Biotechnology in China. The Fourth Asian Conference On Biotechnology and Development. Kathmandu, Nepal, 12-13 February 2009. Diunduh 22 Oktober 2014. [http://www.ris.org.in/images/ris\\_images/Pdf/Article2\\_V11n2.Pdf](http://www.ris.org.in/images/ris_images/Pdf/Article2_V11n2.Pdf).
- Mangunwidjaja, D. 2013. Dari Eugenol Sampai Proses DeeM 0709. Konferensi Nasional “Inovasi dan Technopreneurship”. IPB International Convention Center, Bogor, 18-19 Februari 2013.
- Manurung, R. 2013. Pengembangan Sistem Pertanian Bioindustri Berkelanjutan. Sosialisasi Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) 2013-2045. Pusat Pelatihan Manajemen dan Kepemimpinan Pertanian (PPMKP). Ciawi 11 Desember 2013
- Martin, K. 2002. On The Road to Biomass Recycling. Biocycle. February 2002. Pp 66-69.
- Muryanto, A. Hermawan, S. Catur, Sarjana, Ekaningtyas. 2010. Rekayasa Teknologi, Diseminasi dan Komersialisasi Instalasi Biogas. *dalam Bustamanet al (eds) Membangun Sistem Inovasi di Perdesaan*, Prosiding Seminar Nasional BBP2TP. Badan Litbang Pertanian. Bogor, 16-17 Oktober 2009. Hal. 226-239.
- Nimas, M.S. 2012. Bioindustri: Definisi dan Ruang Lingkup. Laboratorium Bioindustri. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Universitas Brawijaya, Malang.
- Novia, A. Windarti, Rosmawati. 2014. Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Padi Dengan Metode Ozonolisis–Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF), Jurnal Teknik Kimia No. 3, Vol. 20, Agustus 2014. Pp. 38-48.

- Paramita P, M. Shovitri, dan N.D. Kuswytasari. 2012. Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 1: 23-26.
- Pauli, G. 2009. *The Blue Economy: A Report to the Club of Rome*.
- Pica.C U. and Otte, J. 2009. The 'Livestock Revolution': Rhetoric and Reality. PPLPI Research Report No: 09-05; November 2009. Food and Agriculture Organization - Animal Production and Health Division, Rome, Italy.
- Priyanti, A. 2007. Dampak Program Sistem integrasi tanaman-ternak Terhadap Alokasi Waktu Kerja, Pendapatan Dan Pengeluaran Rumah tangga Petani. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Purmiyanto, P. 2015. Pembuatan MOL (Mikroorganisme Lokal) Rumen Sapi dalam Hermawan *et al.* (eds). *Teknologi Tepat Guna untuk Optimalisasi Pekarangan*. BPTP Jawa Tengah, Balitbangtan, Hal 82-86.
- Rota, A. dan S. Sperandini. 2010. Integrated Crop-Livestock Farming Systems. *Livestock Thematic Papers Tools for project design*. International Fund for Agricultural Development. February 2010. 7 hal.
- Rumengan, I.F.M Dan F. Fatimah. 2014. Perkembangan Teknologi Bioindustri: Peluang dan Tantangan dalam Jantje *et al.* (eds). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pertanian Mendukung Bioindustri*. Manado, 9 Oktober 2014. BBP2TP. Badan Litbang Pertanian. Hal 1-7.
- Ruttan, V.W. 1985. "Tiga Kasus Pembaruan Kelembagaan". *Dinamika Pembangunan Pedesaan*. F. Kasryno dan J.,F. Stepanek (eds). Yayasan Obor Indonesia dan PT Gramedia. Hal 122-123.
- Sasson, A. 2006. Plant and Agricultural Biotechnology: Achievements, Prospects and Perceptions. *Coordination of Science and Technology of the State of Nuevo León*. p. 444.
- Schiere, J. B., J. Lyklema, J. Schakel, K. G. Rickert. 1999. Evolution of Farming Systems and System Philosophy. *Systems Research and Behavioral Science, Special Issue: Linking People, Nature, Business and Technology, Volume 16, Issue 4, pages 375–390, July/August 1999*.
- Simatupang, P. 2014. Perspektif Sistem Pertanian Bioindustri Berkelanjutan dalam Haryono *et al.* (eds). *Reformasi Kebijakan Menuju Transformasi Pembangunan Pertanian*. IAARD. Balitbangtan, Kementerian Pertanian. Hal 61-79.
- Sulc, R.M. and A.J. Franzluebbers. 2014. Exploring Integrated Crop–Livestock Systems in Different Ecoregions of the United States. *European Journal of Agronomy*. 57 (2014) 21–30.
- Thomas, C. 2002. Managing Plant Diseases with Biofungicides. *Vegetable and Small Fruit Gazette*. <http://hortweb.cas.psu.edu/extension/veg crops/newsletterlist.html>

- Wahyuni, S., E.S. Harsanti, dan D. Nursyamsi. 2012. Sistem integrasi tanaman-ternak (SITT) di Lahan Sawah Tadah Hujan untuk Antisipasi Perubahan Iklim. Sinar Tani, Agroinovasi. Edisi 4-10 April 2012 No.3451 Tahun XLII. Pp. 11-16.
- WCED. 1987. *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press, Oxford.
- Winrock International, 1992, *Assessment of Animal Agriculture in Sub-Saharan Africa*, Morrilton: Winrock International
- Wolmer, W. 1997. *CropLivestock Integration: The Dynamics of Intensification in Contrasting Agroecological Zone: A Review*. IDS Working Paper 63. IDS Planning Workshop on Crop-Livestock Integraton, May 23, 1997.
- Wu, J., M. Sperow, and J. Wang. 2010. Economic Feasibility of a Woody Biomass-Based Ethanol Plant in Central Appalachia. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 35(3):522–544
- Zaini, Z., A.M. Fagi, I. Las, K. Makarim, U.S. Nugraha, B. Haryanto, Sugiarto, A. Zein dan Sudaryah. 2003. Rumusan Lokakarya Pelaksanaan Program Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu. *Prosiding Lokakarya Pelaksanaan Program Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Litbang Pertanian, Bogor.



# POTENSI PENGEMBANGAN PADI ORGANIK PADA MODEL PERTANIAN BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI

*Joko Pramono*

Pangan merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia yang apabila kebutuhannya tidak tercukupi akan mempengaruhi stabilitas ekonomi, sosial dan politik suatu bangsa. Ketersediaan pangan suatu wilayah akan berpengaruh terhadap ketahanan pangan. Ketahanan pangan akan tercapai apabila ketersediaan pangan merata, terjangkau, serta cukup baik dari sisi jumlah, mutu, keamanan maupun keragamannya (Mulyo *et al.*, 2011). Bangsa-bangsa di dunia kedepan akan menghadapi masalah ketersediaan pangan, terkait populasi penduduk yang terus meningkat dengan laju 80 juta per tahun (Laegreid *et al.* 1999).

Sektor pertanian Indonesia akan tetap mempunyai andil yang besar dan strategis dalam pembangunan ekonomi nasional, baik sebagai penyedia pangan maupun sumber devisa bahkan mempunyai peran dalam penyediaan energi terbarukan (*biofuel*) (Swadaya, 2014). Namun kedepan, sektor pertanian akan menghadapi tantangan yang cukup berat sehingga diperlukan strategi pembangunan yang tepat untuk menghadapi tantangan tersebut. Perubahan iklim global misalnya, yang berdampak terhadap terjadinya anomali iklim, mengharuskan kita untuk melakukan upaya-upaya antisipasi, mitigasi, dan adaptasi guna mengamankan produksi pangan nasional.

Sumber daya lahan pertanian merupakan komponen utama dalam industri bahan pangan yang tidak dapat digantikan oleh peralatan atau mesin modern. Lahan pertanian tetap diperlukan sepanjang masa, karena lahan bersama dengan air, sinar matahari, gas karbon dan tanaman merupakan mesin industri pangan yang kompleks (Sumarno, 2012). Lahan pertanian saat ini sebagian besar kondisinya kurang optimal untuk memproduksi pangan akibat eksploitasi yang berlebihan tanpa mengindahkan kaidah konservasi lahan. Dikemukakan oleh Agus (2012), bahwa eksploitasi sumberdaya alam yang berlebihan telah mengakibatkan tragedi menyedihkan berupa bencana lingkungan dan kemanusiaan. Bencana tersebut telah menjadi kenyataan yang menyakitkan, sulit dibantah, dan selalu berulang. Sumber daya alam selama ini masih dikelola sebagai warisan nenek moyang dalam pembangunan nasional dengan konsep *resource based development*. Paradigma baru pengelolaan sumber daya alam yang berbasis *knowledge based development*, melalui produksi iptek, invensi, konsep pembangunan berkelanjutan yang cerdas, inovatif, luas, mendalam dan futuristic perlu mulai dikembangkan.

Las *et al.* (2008), melaporkan bahwa 73% lahan pertanian di Indonesia memiliki kandungan bahan organik yang rendah, 23% sedang, dan hanya 4% yang berstatus tinggi. Kondisi ini jelas menggambarkan bahwa sebagian besar lahan pertanian berada dalam kondisi kurang optimal untuk memproduksi pangan.

Rendahnya kandungan bahan organik di tanah sawah merupakan salah satu faktor yang berdampak terhadap menurunnya kualitas lahan, atau sering disebut sebagai tanah sakit (*soil sickness*) atau tanah lelah (*soil fatigue*) (Sisworo, 2006). Kandungan karbon organik tanah merupakan salah satu indikator kesuburan lahan (Pramono *et al.*, 2015a).

Pada awal tahun 2016 bangsa Indonesia memasuki pasar bebas Asean atau yang dikenal dengan Masyarakat Ekonomi Asean (MEA). Bagi sektor pertanian Indonesia, MEA bukan hanya merupakan tantangan yang harus dihadapi namun juga membuka peluang. Produk-produk pertanian berkualitas, berdaya saing dengan keunggulan kompetitif dan komparatif yang akan meramaikan pasar bebas Asean.

Produk-produk pertanian organik dan komoditas eksotis yang dihasilkan petani Indonesia cukup mampu bersaing. Berdasarkan laporan Badan Karantina Pertanian, bahwa sepanjang tahun 2015 ekspor komoditas pertanian sebesar 263 juta ton meningkat 80% dari tahun sebelumnya yang hanya 22 juta ton (Sinar Tani, 2016). Hal ini menunjukkan bahwa upaya-upaya yang telah dilakukan pemerintah dan masyarakat cukup berhasil sekaligus menjadi pendorong tumbuhnya optimisme bahwa sektor pertanian akan tumbuh dan mampu menembus pasar global.

Strategi untuk mendorong gerakan pengembalian potensi bahan organik lokal (misalnya jerami padi dan kotoran ternak) ke lahan sawah dan menghidupkan kembali kegiatan pertanian terintegrasi antara padi dan ternak dalam biosiklus tanpa limbah (*zero waste*) perlu didorong. Dikemukakan oleh Suswono (2013), kedepan proporsi petani marjinal akan meningkat. Salah satunya solusinya adalah mengembangkan *Pluriculture* dengan sistem biosiklus terpadu.

## **TANTANGAN SEKTOR PERTANIAN PANGAN KE DEPAN**

Pembangunan pertanian saat ini dihadapkan pada kondisi yang semakin kompleks sejalan dengan semakin kuatnya pengaruh globalisasi. Pembangunan pertanian kedepan diarahkan kepada pertanian modern ekologis dan konservatif. Salah satu konsep pertanian ekologis dan konservatif adalah sistem pertanian modern yang mengintegrasikan teknologi produksi maju adaptif yang produktif dan efisien dengan tindakan pelestarian lingkungan dan sumber daya lahan pertanian guna menjamin keberlanjutan sistem produksi (Haryono *et al.*, 2014).

Ke depan, ketersediaan lahan merupakan salah satu faktor pembatas bagi upaya peningkatan produksi pangan dan peningkatan kesejahteraan petani. Lahan pertanian yang diusahakan dan dikuasai oleh sebagian besar petani adalah di bawah 0,5 ha (petani gurem). Proporsi petani gurem dari waktu ke waktu terus meningkat. Diperkirakan jumlah petani gurem (di bawah 0,5 hektar) pada tahun 2045 akan berjumlah sekitar 19 juta rumah tangga, dengan proporsi sekitar 46 persen dari total rumah tangga pertanian (Kementan, 2013).

Memperhatikan jumlah petani gurem yang cukup besar, maka pengelolaan sistem usahatani ke depan harus dilakukan dengan pendekatan sistem diversifikasi usaha pertanian terpadu (*plurifarming*) yang mengedepankan reformasi mendasar, yaitu melalui pengelolaan sistem usahatani pada rumah tangga petani skala kecil yang dikelola secara efisien dengan skala ekonomi yang tepat (Kementan, 2013).

Perkembangan penduduk di kawasan Asia yang masih cukup tinggi, telah memberikan tekanan cukup besar terhadap lahan-lahan pertanian. Eksistensi kawasan Asia yang selama ini dikenal sebagai lumbung pangan dunia menjadi terancam akibat terjadinya alih fungsi lahan pertanian. Masalah alih fungsi lahan pertanian juga dihadapi oleh Indonesia. Akibatnya lahan pertanian Indonesia kian menyusut, bahkan kalah luas dari Thailand yang penduduknya lebih sedikit.

Dinamika pembangunan telah membuat petani tidak berdaya untuk mempertahankan lahan usahatannya, tergerus oleh kepentingan pembangunan sector non pertanian seperti misalnya perumahan, industri dan infrastruktur lainnya. Tekanan ekonomi yang dihadapi oleh petani kecil juga telah mendorong terjadinya alih fungsi lahan sawah. Berbagai kebijakan, termasuk lahan lestari ternyata belum mampu membendung laju alih fungsi lahan pertanian. Alih fungsi lahan yang mencapai 113.000 hektar per tahun (Suhendra, 2013), menjadi kendala bagi upaya peningkatan produksi pangan. Upaya lebih serius sangat diperlukan untuk mengendalikan alih fungsi lahan pertanian agar produksi pangan nasional tidak terancam.

Ketersediaan lahan juga menjadi kendala bagi sub sector peternakan,. Peningkatan kebutuhan pangan utama, terutama padi, jagung, kedelai (Pajale) telah menyebabkan terjadinya reorientasi pemanfaatan sumberdaya lahan dan air yang lebih diprioritaskan kepada peningkatan produksi pangan utama tersebut. Lahan-lahan yang sebelumnya dipergunakan sebagai padang penggembalaan (*grasslands*), dimanfaatkan untuk memproduksi tanaman pangan.

Sejatinya sektor peternakan memerlukan dukungan sumberdaya lahan dan air yang cukup. Salah satu solusinya adalah dengan melakukan integrasi dengan produksi tanaman. Sebanyak 33% dari lahan yang dapat ditanami tanaman pangan juga dipergunakan sebagai sumber pakan ternak (*feedcrops*). Dengan demikian secara keseluruhan sekitar 70% dari lahan pertanian di dunia digunakan atau terkait dengan peternakan (Steinfeld, 2006 dalam Bahri dan Tiesnamurti, 2012). Artinya peningkatan tekanan kebutuhan terhadap lahan untuk produksi pangan dan memenuhi permintaan produk ternak membutuhkan upaya tertentu agar sumber daya dapat digunakan secara efisien. Upaya tersebut berupa sistem pertanian terpadu yang terdiri dari berbagai praktek usahatani hemat sumber daya dengan tujuan untuk meningkatkan keuntungan yang diterima, tingkat produksi yang tinggi dan berkelanjutan, serta meminimalkan efek negatif dari pertanian intensif dan melestarikan lingkungan (Rota dan Sperandini, 2010). Salah satu bentuk implementasi kebijakan tersebut di tingkat lapangan adalah sistem pertanian biosiklus terpadu yang berkelanjutan.

Masalah berikutnya adalah terjadinya perubahan iklim global dalam bentuk fenomena peningkatan suhu bumi. Sektor pertanian terkena dampak paling besar

dari kenaikan suhu bumi. Produktivitas pertanian di negara berkembang diperkirakan menurun sekitar 9-21 persen, sedangkan di negara maju dampaknya bervariasi antara penurunan 6 persen sampai kenaikan 8 persen, tergantung dampak yang saling menutupi dari tambahan karbon di udara terhadap tingkat fotosintesis (Kementan, 2013). Persaingan penggunaan air juga akan meningkat, baik untuk keperluan irigasi, rumah tangga, dan industry. Oleh karena itu efisiensi penggunaan air untuk budidaya tanaman perlu ditingkatkan. Upaya-upaya antisipasi, mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim pada dunia pertanian harus segera dipersiapkan dan dimulai sejak sekarang.

Secara khusus dunia pertanian di Indonesia dihantui oleh dampak perubahan iklim, dalam bentuk anomali iklim baik El-nino maupun La-nina. Perubahan iklim tersebut seringkali mengganggu proses produksi komoditas pangan karena adanya cekaman kekeringan maupun banjir (Puslitbangtan dan IRRRI, 2010). Untuk mengatasinya diperlukan varietas padi yang memiliki toleransi terhadap kekeringan dan rendaman.

Masalah lainnya yang muncul dalam berbagai forum diskusi dan pertemuan yang terkait pembangunan pertanian adalah terjadinya kelangkaan tenaga kerja di bidang pertanian pangan. Kelangkaan tenaga kerja di bidang pertanian mengakibatkan terjadinya lonjakan ongkos tenaga kerja di sentra-sentra produksi pangan. Pada lima hingga sepuluh tahun terakhir ini telah terjadi peningkatan upah tenaga kerja pertanian dari Rp.40.000,- - 50.000,-/HOK menjadi Rp. 60.000 - 70.000,- per HOK. Oleh karena itu diperlukan inovasi yang mampu meningkatkan efisiensi usahatani, baik melalui efisiensi input produksi dan atau peningkatan produktivitas. Salah satu tindakan antisipatif yang diambil oleh pemerintah sebagai solusi guna mengatasi kelangkaan tenaga kerja pertanian agar tidak mengganggu proses produksi pangan adalah dengan memberikan bantuan alat dan mesin pertanian. Akan tetapi perlu diingat bahwa introduksi alat tanam (*rice transplanter*) dan alat panen (*combine harvester*) dalam jumlah besar tidak akan efektif mengatasi kelangkaan tenaga kerja apabila tidak dibarengi dengan penyiapan sumberdaya manusia yang mengelola peralatan tersebut.

## **HUBUNGAN MODEL BIOSIKLUS DENGAN PERTANIAN ORGANIK**

### **Model Pertanian Biosiklus**

Model pertanian terpadu biosiklus (*biocyclo farming*) adalah pertanian yang mengintegrasikan tanaman, ternak, dan ikan dalam satu siklus (biosiklus) sedemikian rupa sehingga hasil panen dari satu kegiatan pertanian dapat menjadi input kegiatan pertanian lainnya serta selebihnya dilepas ke pasar. Dengan pola itu ketergantungan petani terhadap input produksi dari luar dapat diminimalisasi (Budiastra, 2009). Lebih jelas dikemukakan oleh Utomo (1989) dalam Aryadi dan Fauzi (2012), bahwa pertanian biosiklus terpadu/*Bio cyclo farming* (BCF) adalah suatu proses keterpaduan antar sektor pada bidang pertanian yang saling

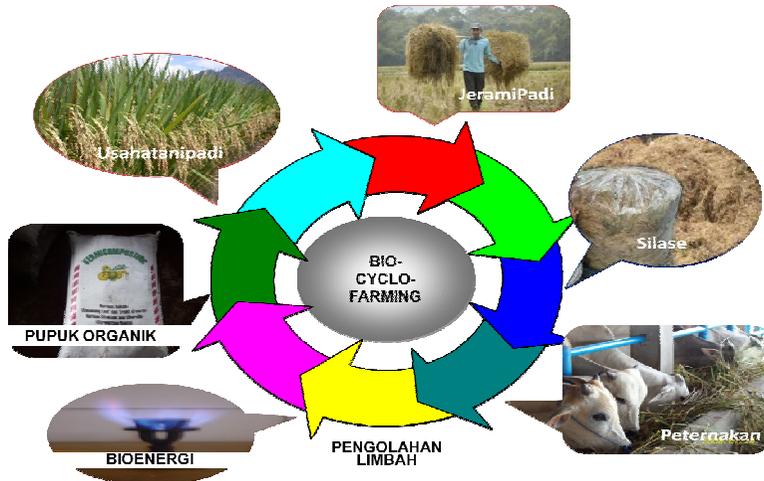
memanfaatkan sisa dari proses pengelolaan dari suatu sektor, yang kemudian dimanfaatkan kembali pada sektor lainnya untuk menghasilkan suatu manfaat lain yang berguna. *Biocyclo farming* berdampak positif bagi lingkungan dengan mereduksi keberadaan limbah pada lingkungan, sehingga pencemaran lingkungan dapat dikurangi dan kelestarian lingkungan sekitar dapat terjaga. Dikemukakan oleh Agung (2014) dalam Lesmana dan Widayadi (2014), bahwa usaha pertanian masa depan memang tidak bersifat monokultur, namun mengintegrasikan beberapa komoditas pertanian atau peternakan. Selain menghasilkan penghasilan yang berlipat bagi petani, sistem pertanian ini terbukti lebih ramah lingkungan.

Model pertanian serupa juga dikembangkan oleh Universitas Gadjah Mada, yang disebut *Integrated Bio-cycle Farming System* (IBFS) atau sistem pertanian siklus-bio terpadu, yang mengacu pada konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*), IBFS mengelola sumber daya lahan (tanah, air, udara, temperature, dsb) sumber daya hayati (binatang, tumbuhan, manusia dan makluk hidup lain) dan sumber daya lingkungan (hubungan antar makluk) secara optimal. Keseimbangan produksi dan konsumsi merupakan salah satu point yang harus dikembangkan, sehingga dalam satu kesatuan lahan mampu diproduksi pangan, pakan, papan, pupuk, air, oksigen, obat herbal, wisata dan lainnya (Agus, 2012).

Secara sederhana keterkaitan model pertanian biosiklus terpadu padi-sapi dapat diilustrasikan pada Gambar 1. Pada gambar tersebut digambarkan bahwa usahatani padi menghasilkan limbah utama berupa jerami yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan/serat bagi ternak sapi. Usaha ternak sapi menghasilkan kotoran (*waste*) padat dan cair (urine) yang potensial diolah sebagai sumber pupuk organik untuk tanaman padi dan sumber energi (gasbio) untuk rumah tangga tani. Untuk meningkatkan nilai gizi dari jerami yang ada, dapat diterapkan inovasi sederhana (teknologi tepat guna). Inovasi tersebut memanfaatkan rumen sapi dari limbah rumah potong hewan (RPH) dengan tambahan bahan tetes tebu dan bekatul untuk menghasilkan biodekomposer atau yang sering disebut mikro organisme lokal (MOL). MOL tersebut dapat digunakan sebagai *starter* fermentasi (fermentor) jerami untuk pakan dan atau untuk biodekomposer kotoran ternak menjadi pupuk organik bermutu (kompos). Perlakuan fermentasi dengan MOL pada jerami dapat meningkatkan kualitas pakan, berupa peningkatan protein dari 2,1% menjadi 6,5%, sedangkan serat kasar (SK) menurun dari 28,5 menjadi 22,4 (Pramono *et al.*, 2015b).

Ternak sapi yang diintegrasikan dengan tanaman mampu memanfaatkan produk ikutan dan produk samping tanaman untuk pakan ternak, sebaliknya ternak sapi dapat menyediakan bahan baku pupuk organik sebagai sumber hara yang dibutuhkan tanaman (Lesmana, 2014). Pengembangan model pertanian terpadu biosiklus antara tanaman dan ternak secara luas memungkinkan petani dapat memperoleh penghasilan dari sumber yang lebih beragam dari adanya diversifikasi produk hasil pertanian. Jika petani mengintegrasikan usaha pertanian tanaman padi dan ternak sapi reproduksi, maka petani akan memperoleh hasil yang bersifat musiman (berupa hasil gabah) dan panen tahunan (anak sapi). Namun apabila petani mengintegrasikan dengan sapi perah, maka akan memperoleh hasil harian (berupa

susu), musiman (berupa gabah) dan hasil tahunan (berupa anak sapi). Data penelitian bahwa dengan sistem pertanian terpadu itu, petani kecil dapat memperoleh pendapatan per bulan lebih besar daripada UMR (Budiastra, 2009).



**Gambar 1. Model Biocyclo farming**

## Pertanian Organik

*International Federation of Organic Agriculture Movements* (IFOAM) menjelaskan pertanian organik sebagai sistem pertanian holistik yang mendukung dan mempercepat biodiversitas, siklus biologi dan aktivitas biologi tanah. Pertanian konvensional yang dipraktekkan pada masa lalu adalah pada dasarnya adalah peninggalan budaya pertanian organik. Praktek budidaya dilakukan petani dengan mengandalkan kemurahan alam berupa kesuburan lahan dan penggunaan penyubur tanah yang berasal dari bahan organik dalam bentuk pupuk hijau (dedaunan dari jenis legume) dan pupuk kandang kotoran ternak tanpa asupan bahan kimia. Sistem pertanian ladang berpindah yang dipraktekkan masyarakat di pedalaman pinggir hutan, juga termasuk cara-cara bertani organik, karena dalam praktek budidayanya mereka tidak pernah menggunakan bahan kimia seperti pupuk kimia dan pestisida sebagai input produksi. Praktek pertanian konvensional yang dilakukan hanya dengan mengandalkan kemurahan alam berupa kesuburan lahan, ekosistem yang masih seimbang berupa predator yang masih melimpah untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT).

Pertanian organik pada mulanya merupakan sebuah gerakan yang dipopulerkan di Uni Eropa, sebagai wujud perlawanan dari pembangunan pertanian yang berorientasi pada pertumbuhan atau produktivitas yang sering disebut sebagai "Revolusi Hijau". Sistem pertanian organik berusaha memperbaiki dampak negatif dari "Revolusi Hijau" dengan berpijak pada kesuburan tanah sebagai kunci keberhasilan produksi yang memperhatikan kemampuan alami dari tanah, tanaman, dan hewan untuk menghasilkan kualitas yang baik bagi hasil pertanian maupun lingkungan (Widiarta *et al.*, 2011).

Sejarah pertanian organik sendiri, pertama kali diperkenalkan oleh Sir Albert Howard, seorang ahli pertanian berkebangsaan Inggris yang banyak mempelajari ilmu pertanian di India, semenjak menjadi konsultan pertanian di negara tersebut. Apa yang didapatkan selama belajar ilmu pertanian di negeri barat dipadukan dengan sistem pertanian tradisional di India. Salah satu yang menjadi perhatiannya adalah adalah kesinambungan pertanian tradisional India yang menekankan aspek kesehatan. Seiring dengan terus berkembangnya kesadaran manusia akan arti penting kesehatan dan kelestarian lingkungan akibat penggunaan bahan-bahan kimia (pupuk dan pestisida kimia), maka masyarakat dunia dan Indonesia mulai kembali pada sistem pertanian organik atau dikenal dengan sistem pertanian berkelanjutan yang memperhatikan aspek kelestarian lingkungan.

Di negara-negara maju gerakan kembali ke alam (*back to nature*) juga giat dilaksanakan. Gaya hidup sehat telah melembaga secara internasional yang mensyaratkan jaminan bahwa produk pertanian harus beratribut aman dikonsumsi (*food-safety attributes*), kandungan nutrisi tinggi (*nutritional attributes*) dan ramah lingkungan (*eco-labelling attributes*). Perubahan preferensi konsumen ini menyebabkan permintaan produk pertanian organik dunia meningkat secara pesat (Nurhidayati *et al.* 2008). Saat ini pertanian organik telah dipraktekkan di 160 negara pada lahan seluas 37,2 juta ha yang dikelola oleh 1,8 juta petani. Namun demikian areal pertanaman organik di Asia, termasuk didalamnya Indonesia, relatif masih kecil hanya sekitar 2,9 juta ha (Willer dan Kilcher, 2011 dalam Arifin, 2012).

Potensi Indonesia untuk mengembangkan pertanian organik cukup besar. Indonesia memiliki berbagai keunggulan, seperti potensi sumberdaya lahan dengan agroekosistem yang beragam, kaya akan keragaman aneka flora (*biodiversity*) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan maupun biofarmaka, dan populasi ternak besar yang dapat dikelola sebagai mesin produksi pupuk organik untuk menunjang praktik pertanian organik. Berdasarkan sensus ternak (ST) 2013, jumlah ternak sapi dan kerbau di Pulau Jawa mencapai lebih dari 6,493 juta ekor. Dalam hal ini populasi ternak sapi dan kerbau di Jawa Tengah adalah sebanyak 1,650 juta ekor (Diwyanto, 2013). Jika limbah ternak tersebut dikelola dengan baik, maka per harinya akan dihasilkan pupuk kompos masing-masing sebanyak 29.218 ton untuk Pulau Jawa dan 7.425 ton di Provinsi Jawa Tengah.

Perkembangan pertanian organik di Indonesia, yang dimulai pada awal 1980-an, ditandai dengan bertambahnya luas lahan pertanian organik dan jumlah produsen pertanian organik Indonesia (Widiarta *et al.* 2011). Misalnya di Provinsi Jawa Tengah, perkembangan pertanian organik cukup pesat. Data pada tahun 2015 menunjukkan bahwa luas lahan pertanian organik yang telah memperoleh sertifikat organik dari lembaga sertifikasi organik baik nasional maupun internasional berturut-turut tercatat seluas 986,6 ha untuk komoditas padi dan palawija, 76 ha untuk biofarmaka dan 222 ha untuk sayuran dan buah semusim (Dintan TPH Jateng, 2015). Kesadaran masyarakat dunia akan pentingnya masalah kesehatan dan keamanan pangan telah mendorong berkembangnya praktek pertanian organik. Ke depan, diprediksi bahwa penggunaan produk-produk pertanian organik akan mendapatkan posisi strategis dan potensial untuk terus dikembangkan.

## IMPLEMENTASI MODEL PERTANIAN BIOSIKLUS TERPADU MENDUKUNG PERTANIAN ORGANIK

Pemerintah Indonesia telah membuat kebijakan yang strategis terkait dengan upaya untuk mendorong berkembangnya sistem pertanian ramah lingkungan. Pemerintah melalui Kementerian Pertanian telah mulai mengembangkan secara masif model-model pembangunan pertanian seperti, Program Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) Padi, pengembangan *System Rice Intensification* (SRI), pengembangan Sistem integrasi tanaman-ternak (SITT) dan program pengembangan pertanian organik. Pemerintah bahkan pernah mencanangkan program *Go organic* pada tahun 2010.

Jika ditelaah lebih mendalam, seluruh program pemerintah tersebut merupakan bentuk pertanian terintegrasi antara usahatani tanaman (padi) dengan usahatani ternak. Pada semua program tersebut, salah satu komponen teknologi yang harus diterapkan oleh petani adalah masukan berupa pupuk organik, yang sebagian besar berasal dari limbah ternak (*animal waste*). Hal ini menunjukkan bahwa, untuk menciptakan sistem pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan, sebenarnya komponen ternak dan tanaman tidak dapat dipisahkan.

Demikian pula pengembangan padi organik tidak bisa dilepaskan dari usaha ternak ruminansia, seperti ruminansia seperti sapi. Usaha padi organik membutuhkan sarana berupa pupuk organik yang dapat dipenuhi dari usaha ternak sapi. Jika petani hanya mengusahakan padi saja, maka petani harus mengeluarkan biaya untuk pengadaan input pupuk organik. Namun jika petani mengintegrasikan dua jenis usahatani yaitu usahatani padi organik dan usaha ternak sapi, maka pada skala tertentu petani dapat memanfaatkan limbah (*waste*) dari usaha ternak sapi sebagai sumber pupuk organik.

Pada suatu usahatani terpadu (*integrated farming*), pupuk organik/kompos, yang merupakan salah satu input dari usaha padi organik, dapat dipenuhi sendiri oleh petani. Oleh karena itu budidaya padi organik akan lebih lestari jika dikembangkan dalam suatu sistem integrasi atau Model Pertanian Biosiklus terpadu padi-sapi. Melalui sistem ini akan terjadi mata rantai yang tidak terputus (biosiklus) karena setiap komponen saling membutuhkan satu sama lain, sebagaimana digambarkan pada Gambar 1. Limbah ternak (padat dan cair) dapat dimanfaatkan sebagai sumber pupuk untuk usahatani padi organik dan limbah padi dapat menjadi sumber hijauan pakan bagi ternak sapi..

Percontohan atau miniatur model pertanian biosiklus terpadu padi-sapi yang telah dibangun BPTP Jawa Tengah, di Kebun Percobaan (KP) Bandongan, Magelang perlu disosialisasikan dan dikembangkan sesuai kapasitas dan ketersediaan sumberdaya di lapangan. Implementasi model pertanian biosiklus terpadu juga telah dikembangkan di tingkat lapangan di berbagai wilayah kabupaten di Jawa Tengah, seperti di Kabupaten Sragen, Kendal, dan Semarang. Dikemukakan oleh Diwyanto dan Haryanto (2002), setiap ekor ternak menghasilkan kompos antara 4 – 5 kg per hari, tergantung besar atau bobot sapi.

Sebagai contoh jika di wilayah Desa Sidoharjo populasi sapi 309 ekor maka akan dihasilkan kompos sebanyak 1.390 kg kompos per hari atau sekitar 167 ton per musim tanam (120 hari). Jika untuk mendukung pertanian lestari dibutuhkan pupuk organik 2 ton/ha maka produksi pupuk tersebut dapat digunakan untuk mencukupi lahan seluas 83,5 ha dengan asumsi untuk mendukung praktek pertanian padi organik dibutuhkan kompos sebanyak 6 ton/ha. Agar hasil panennya setara dengan produktivitas petani setempat, maka sistem pertanian biosiklus terpadu padi-sapi di Desa Sidoharjo berpotensi mendukung pengembangan padi organik seluas 27,8 ha.

Salah satu bukti bahwa pengelolaan pertanian terintegrasi antara Padi Sapi dalam suatu model biosiklus terpadu, dapat meningkatkan efisiensi dalam berusahatani ditunjukkan oleh hasil pengkajian yang dilakukan oleh Pramono *et al.* (2015b) yang melaporkan bahwa dengan pengurangan takaran pupuk N (urea) sebesar 25% dari dosis anjuran setempat, masih mampu meningkatkan produktivitas padi sebesar 10,7% untuk perlakuan kompos jerami dan sebesar 2,8% untuk kompos kotoran hewan (kohe). Perlakuan pemberian kompos juga mampu menurunkan biaya produksi gabah sebesar Rp. 101,-/kg.

Kompos yang berasal dari kotoran hewan (sapi) mengandung N yang berguna bagi tanaman. Nitrogen pada kompos kohe berasal dari urine yang tercampur kotoran padat. Bristow *et al.* (1992) dalam Ndegwa *et al.* (2011) melaporkan bahwa kandungan N urea pada semua urine sapi berkisar 60-90%, dengan proporsi yang sama untuk domba dan kambing. Jika dikelola dengan baik, kandungan N pada urine sapi tersebut berpotensi besar, untuk menggantikan kebutuhan N bagi tanaman padi yang berasal dari produk pupuk N anorganik.

Hasil pengujian pemanfaatan kompos kotoran hewan (kohe) sapi dan jerami hasil pemrosesan dengan MOL, menunjukkan bahwa kompos jerami dan kompos kohe potensial sebagai sumber pupuk yang dapat memperbaiki produktivitas usahatani padi sawah. Kompos jerami dan kompos kotoran hewan merupakan sumber bahan organik yang sangat diperlukan untuk mempertahankan dan atau memperbaiki kondisi kesuburan lahan. Dikemukakan oleh Bot and Benites (2005), bahwa keuntungan penggunaan bahan organik oleh petani meliputi, a) menurunkan biaya input, b) meningkatkan hasil dan kualitas hasil, dan c) mengurangi polusi, terutama emisi gas rumah kaca. Hal ini membuktikan bahwa upaya mengintegrasikan usahatani ternak sapi dengan tanaman padi dapat saling memberikan keuntungan bagi unit usahatani padi dan ternak sapi, bahkan lingkungan.

Penggunaan kompos jerami memberikan peningkatan produktivitas padi yang lebih tinggi dari pada pemberian kompos kohe. Hasil penelitian Saraswati *et al.* (2004), menunjukkan bahwa pemberian jerami yang dikomposkan dengan mikroba perombak bahan organik dapat meningkatkan bobot beras sekitar 26,3%. Rochayati *et al.* (1991) dalam Arafah dan Sirappa (2003), juga mengemukakan bahwa sekitar 80% kalium yang diserap tanaman berada dalam jerami. Oleh karena itu pengembalian jerami ke lahan sebagai kompos akan memasok kebutuhan kalium bagi pertanaman padi berikutnya. Fungsi unsur hara kalium bagi tanaman padi antara lain adalah meningkatkan bobot gabah.

Hasil pengkajian integrasi padi sapi untuk mendukung pengembangan padi organik, juga telah dilakukan di wilayah Boja, Kabupaten Kendal. Hasil pengkajian Pramono *et al.* (2015) pada musim tanam kelima menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik berupa kompos kohe dengan takaran 6 t/ha, hasil padinya menyamai hasil yang dicapai pada praktek budidaya konvensional oleh petani setempat, dengan produktivitas antara 4,91 dan 5,16 t/ha. Capaian produksi ini tidak berbeda nyata secara statistik. Pemberian pupuk organik juga telah mampu meningkatkan pendapatan petani sebesar 21% lebih tinggi dibandingkan pola non organik. Hal ini membuktikan bahwa prospek pertanian padi organik cukup menjanjikan dan berpotensi untuk dikembangkan di masa mendatang. Manfaat model integrasi tanaman dan ternak, tidak hanya pada sistem integrasi padi sapi saja, aplikasinya pada komoditas lain juga memberikan hasil yang serupa. Diaporkan oleh Pangassa (2008) dalam Utomo dan Widjaja (2012), bahwa pendapatan petani meningkat 10,5 – 16,5% pada usahatani terintegrasi antara sapi dan sawit.

## PENUTUP

Penggunaan pupuk kimia di sektor pertanian terus meningkat. Para ahli di bidang lingkungan khawatir dengan pemakaian pupuk kimia yang semakin tinggi karena akan berdampak terhadap tingkat polusi terhadap udara, tanah dan air yang akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Di sisi lain, bahan bakar fosil diperkirakan juga akan semakin langka, mahal dan akan habis di awal abad 22. Untuk itu perekonomian setiap negara harus mulai ditransformasi dari yang semula berbasis sumber energi berbahan baku asal fosil, menjadi berbasis sumber energi baru dan terbarukan, utamanya bahan hayati.

Kedepan produk-produk pertanian ramah lingkungan, termasuk didalamnya produk pertanian organik yang lebih sehat dan aman dikonsumsi, akan semakin mendapatkan tempat di hati konsumen. Untuk mendorong perkembangan produk-produk organik tersebut diperlukan *political will* pemerintah yang antara lain diwujudkan dalam kebijakan yang mendorong berkembangnya praktik pertanian organik, fasilitasi sertifikasi lahan dan produk, dan dan berbagai kebijakan lain, terutama yang terkait dengan promosi pasar luar negeri.

Produk-produk pertanian organik Indonesia sudah mulai menembus pasar internasional. Hal ini menunjukkan bahwa produk organik Indonesia memiliki potensi untuk terus dikembangkan dalam rangka mengisi pasar Internasional. Kejelian dalam mengantisipasi permintaan pasar yang mulai beragam terhadap produk pertanian organik ke depan menjadi kunci keberhasilan meraih pasar di era global mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

Agus, C. 2012. Pengelolaan Bahan Organik: Peran dalam Kehidupan dan Lingkungan. KP4 dan BPFE UGM Press. Yogyakarta. 230 pp.

- Agus, C. 2014. Desain dan Pola Pengelolaan Sistem Pertanian Biosiklus dalam Mendukung Kemandirian Pangan dan Energi. Makalah Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia (HPS) XXXIV tahun 2014, 4 Nopember 2014, Makasar.
- Arafah dan M.P. Sirappa. 2003. Kajian Penggunaan Jerami dan Pupuk N, P dan K pada Lahan Sawah Irigasi. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. Vol.4 (1): 15-24.
- Arifin, M. 2012. Pengendalian hama terpadu: Pendekatan dalam mewujudkan pertanian organik rasional. Dalam Damardjati (Eds). *Iptek Tanaman Pangan. Buletin Penelitian dan pengembangan tanaman Pangan*. Vol 7 (2).
- Aryadi, M. dan H. Fauzi. 2012. Penerapan Sistem Pertanian Terpadu Biocyclofarming Pola Agrosilvopasture dalam Rangka Mendukung Ketahanan Pangan di Kalimantan Selatan. Makalah Seminar Nasional Agroforestri III. 29 Mei 2012.
- Bahri, S. dan B. Tiesnamurti. 2012. Strategi Pembangunan Peternakan Berkelanjutan dengan Memanfaatkan Sumber Daya Lokal. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol. 31(4). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Budiastra, I.W. 2009. Meningkatkan Ketahanan Pangan di Perdesaan dalam Ristek. *Sains dan Teknologi 2*. Berbagi ide untuk Menjawab Tantangan dan Kebutuhan. Kementerian Riset dan Teknologi. Penerbit Gramedia.
- Dintan TPH Jateng. 2015. *Pertanian Organik Jawa Tengah*. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura. Provinsi Jawa Tengah. Ungaran.
- Diwyanto, K. 2013. Strategi Peningkatan produksi Daging Sapi di Jawa Tengah secara Berkelanjutan. Materi Facus Group Discussion Program Swasembada Daging Sapi (PSDS). Semarang 10 Oktober 2013. Tidak dipublikasikan.
- Bot, A. and J. Benites. 2005. The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome.
- Haryono, E. Pasandaran, M. Rachmat, S. Mardianto, Sumedi, H.P. Salim dan A. Hendriadi. 2014. Reformasi Kebijakan Menuju Transformasi Pembangunan Pertanian. IAARD PRESS. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Kementan. 2013. Konsep Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) 2013 – 2045. *Pertanian Bioindustri Berkelanjutan. Solusi Pembangunan Indonesia Masa Depan*. Biro Perencanaan Sekjen Kementerian Pertanian RI. Jakarta
- Las, I. dan Tim. 2008. *Sumber Daya Lahan dan Iklim Mendukung Swasembada Beras Lestari*. Memiograf, Balai Besar Litbang SDLP. Bogor.
- Laengreid, M., O.C. Bockman, dan O. Karstad. 1999. *Agriculture Fertilizers and the Environment*. CABI. Publishing. p.294.

- Lesmana, S. 2014. Integrasi Sapi dan Tanaman Raih Untung Tinggi. *Majalah Sains Indonesia*. Edisi Khusus 40 tahun Balitbangtan. Juli 2014.
- Lesmana, S. dan S. Widayadi. 2014. Integrasi Tanaman dan Ternak di Lahan Rawa. *Majalah Sains Indonesia*. Edisi Khusus 40 tahun Balitbangtan. Juli 2014.
- Mulyo, J.H., A.W. Utami, Sugiyanto, A.D. Nyugroho, R.A. Novia dan D.A. Safitri. 2011. Studi Komparatif Ketahanan Pangan Rumahtangga Tani Wilayah Pedesaan dan Perkotaan di Kabupaten Sleman. *Prosiding Semnas Penguatan Sosial Ekonomi Pertanian Menuju Kesejahteraan Masyarakat*. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Nurhidayati, I. Pujiwati, A. Solichah, Djuhari, dan A. Basit. 2008. *Pertanian Organik. Suatu Kajian Sistem Pertanian Terpadu dan Berkelanjutan*. Prodi Agroteknologi. Fakultas Pertanian Universitas Islam. Malang.
- Pramono, J. 2013. Peningkatan Efisiensi Pemupukan Nitrogen Padi Sawah dengan Penghambat Nitrifikasi Alami. *Disertasi. Program Pascasarjana*. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pramono, J. I. Ambarsari dan Abadi. 2015. Pemanfaatan Limbah Ternak untuk Membangun Sistem Budidaya Padi Organik Guna Mendukung Pertanian Bioindustri dalam Abdulrachman, *et al.* (edt). *Prosiding Seminar Nasional 2014. Inovasi Teknologi Padi Mendukung Pertanian Bioindustri*. Balai Besar Penelitian Padi. Sukamandi.
- Pramono, J., F.D. Arianti dan Warsito. 2015a. Pemanfaatan bahan Organik Insitu pada Usahatani Padi Sawah untuk Mendukung Pertanian Ramah Lingkungan dalam Hadi, *et al.* (Eds). *Prosiding Seminar Nasional 2015. Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pramono, J., Muryanto, Subiharta, S. Prawirodigdo, S. Bahri, E. Kushartanti, A.S. Romdon. B. utomo, R. Nurhayati, E. Winarni, Y.K. Widayat, J. Purmianto dan I. Musawati. 2015b. *Laporan Akhir Tahun. Pengkajian Model Pertanian Bioindustri berbasis Integrasi Sapi-Padi di Jawa Tengah*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Ungaran.
- Puslitbangtan dan IRRI. 2010. *Padi untuk Ketahanan Pangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan dan International Rice Research Institute. Bogor.
- Ndegwa, P.M., A.N. Hristov, and J.A. Ogejo. 2011. *Ammonia Emission from Animal Manure; Mechanisms and mitigation Techniques*. Cit. Zhongqi He (Eds). *Environmental Chemistry of Animal Manure*. Nova Science Publisher. Inc. New York.
- Rota, A., dan S. Sperandini. 2010. *Integrated Crop-Livestock Farming System*. *Livestock Thematic Papers*. Tolls for project design. International Fund for Agricultural Development. Rome, Italy. [www.ifad.org/lrkm/index.htm](http://www.ifad.org/lrkm/index.htm).

- Saraswati, R., T. Prihatini dan R.D. Hastuti. 2004. Teknologi Pupuk Mikrobia untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukandan Keberlanjutan Sistem Produksi Padi Sawah dalam Agus *et al.* (Eds). Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Sumarno. 2012. Konsep Pelestarian Sumber Daya Lahan Pertanian dan Kebutuhan Technology. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Iptek Tanaman Pangan Vol. 7 (1).p. 130-141.
- Sumarno. 2014. Konsep Pertanian Modern, Ekologis dan Berkelanjutan dalam Haryono etal. (Eds). Reformasi Kebijakan menuju Transformasi Pembangunan Pertanian. IAARD PRESS. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Sinartani. 2016. Peluang MEA, Buah Eksotis Lebih Mudah Tembus Pasar Ekspor. Tabloid Sinartani Edisi 13-19 Januari 2016. No.3638.Th. XLVI.
- Sisworo. W.H. 2006. Swasembada Pangan dan Pertanian Berkelanjutan Tantangan Abad XXI. Badan Tenaga Nuklir. Jakarta. h.207.
- Suhendra, Z. 2013. Luas Lahan Pertanian RI Cuma Seperempat dari Thailand. <http://finance.detik.com/read/2013/06/14/103533/2273277/4/luas-lahan-pertanian-ri-cuma-seperempat-dari-thailand>.
- Suswono. 2013.Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2015-2045. Membangun Pertanian Bioindustri Berkelanjutan. Materi Sidang Kabinet Terbatas. Jakarta April, 2013.
- Swadaya. 2014. Media Bisnis dan Pertanian. Vol.4 (32).
- Utomo, B.N. dan E. Widjaja. 2012. Pengembangan Sapi Potong Berbasis IndustriPerkebunan Kelapa Sawit. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian.Vol. 31(4).Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Widiarta, A., S. Adiwibowo, dan Widodo. 2011.Analisis Keberlanjutan Praktik Pertanian Organik di Kalangan Petani. Jurnal Transdisiplin Sosiologi, Komunikasi, dan Ekologi Manusia. April 2011. h. 71-89.



**BAB II**

**PEMANFAATAN  
LIMBAH JERAMI PADI  
SEBAGAI SUMBER PAKAN  
TERNAK**



# DAYA DUKUNG LIMBAH JERAMI PADI VARIETAS UNGGUL BARU (VUB) UNTUK HIJAUAN PAKAN TERNAK SAPI

*Budi Utomo, Renie Oelviani, Syamsul Bahri dan Eman Supratman*

Peningkatan produksi padi dapat dilakukan dengan menerapkan berbagai strategi, misalnya melalui upaya peningkatan produktivitas, perluasan areal, pengamanan produksi serta meningkatkan kinerja kelembagaan dan pembiayaan. Salah satu upaya Kementerian Pertanian melalui Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan, terutama di wilayah dimana perluasan areal sudah sulit dilakukan, adalah dengan mengkaji dan mengembangkan paket teknologi budidaya spesifik lokasi. Melalui penerapan teknologi spesifik lokasi diharapkan walaupun luas tanam dan panen tetap, namun hasil yang diperoleh dapat lebih besar dibandingkan dengan sebelumnya. Agar paket teknologi dalam rangka peningkatan produktivitas dapat dilaksanakan oleh petani, maka dilakukan penyebarluasan penerapan paket teknologi antara lain melalui SL PTT (Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu)

Pendekatan PTT padi pada dasarnya adalah menerapkan komponen teknologi unggulan. Pendekatan PTT padi sangat dianjurkan untuk diterapkan di semua lokasi sawah. Komponen dasar dalam PTT padi terdiri dari beberapa komponen, yaitu penggunaan varietas unggul baru (VUB), penggunaan benih bermutu dan berlabel, pemberian bahan organik, pengaturan populasi tanaman secara optimum, pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman dan status hara tanah dan pengendalian OPT. Sedangkan komponen pilihan dalam PTT merupakan teknologi yang disesuaikan dengan kondisi, kemauan dan kemampuan petani setempat. Penggunaan VUB, benih bermutu, tanaman bibit muda (15-20 hari), jumlah bibit 1-3 bibit, pemupukan berdasarkan bagan warna daun, dan pemupukan P dan K berdasarkan status hara tanah (mengikuti rekomendasi pemupukan) dilaporkan dapat meningkatkan produktivitas padi sawah hingga 15 persen (Kamandalu *et al.*, 2011).

Penggunaan benih bermutu merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan agar mutu suatu varietas dan produksinya terjamin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa introduksi varietas yang diikuti dengan perbaikan budidaya, termasuk perbenihan, dapat meningkatkan produksi secara nyata. Suryana dan Prajogo (1997) menyatakan bahwa inovasi penggunaan varietas unggul baru yang dikombinasikan dengan perbenihan, teknologi pemupukan dan irigasi dapat memberikan kontribusi lebih dari 75 persen terhadap peningkatan produksi. Varietas unggul baru merupakan salah satu metode perbaikan teknis budidaya yang berkaitan erat dengan peningkatan produktivitas padi sawah. Persyaratan yang perlu mendapat perhatian dalam introduksi VUB (varietas unggul baru) adalah kemampuan varietas untuk beradaptasi dengan kondisi setempat (Bobihoe dan Endrizal, 1998).

Pencapaian produktivitas padi VUB diharapkan dapat berdampak positif terhadap peningkatan produksi beras secara nasional dan khususnya peningkatan pendapatan petani. Disisi lain biomassa limbah pertanian dari padi VUB berupa jerami padi dapat dimanfaatkan oleh petani untuk memenuhi kebutuhan pakan ternak sapi potong.

Di Kabupaten Pati, pengembangan ternak sapi potong terutama ternak sapi Peranakan Ongole (PO) sangat potensial, mengingat lahan sawah untuk tanaman padi cukup luas. Ketersediaan biomassa jerami padi sangat potensial untuk memenuhi kebutuhan pakan hijauan untuk ternak sapi potong.

Untuk mengetahui potensi produksi dan daya dukung limbah jerami padi VUB dengan pendekatan PTT, telah dilakukan serangkaian kegiatan pengkajian pada lahan sawah tadah hujan di Desa Bangsalrejo Kecamatan Wedarijaksa, Desa Mojoagung Kecamatan Trangkil dan Desa Pohijo Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati. Pengkajian dilaksanakan pada MT II tahun 2013 dengan melibatkan anggota kelompok tani secara partisipatif dengan luasan lahan 3 hektar. VUB yang digunakan adalah Inpari 18, Inpari 19 dan Inpari 20. Benih padi 25 kg/ha, pupuk phonska 300 kg/ha, Urea 200 kg/ha dan pupuk organik 2 ton/ha. Sistem tanam padi model Jajar Legowo 2 : 1.



**Gambar 1. Sistem tanam jajar legowo 2:1**

## **PRODUKTIVITAS PADI VARIETAS UNGGUL BARU**

Hasil kajian menunjukkan rata-rata produktivitas padi Inpari 18, lebih tinggi apabila dibanding dengan Inpari 19 dan Inpari 20 yaitu masing-masing sebesar 5,91 ton/ha, 4,47 ton/ha dan 4,82 ton/ha Gabah Kering Panen (GKP) (Tabel 1). Hasil yang dicapai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil kajian Pramono *et al.* (2012) dengan rata-rata hasil untuk masing-masing varietas yaitu Inpari 18, Inpari 19 dan Inpari 20 adalah 6,7 ton/ha, 6,7 ton/ha dan 6,74 ton/ha Gabah Kering Giling (GKG).

Hasil varietas Inpari 18, 19 dan 20 di Desa Bangsalrejo tidak jauh berbeda apabila dibandingkan dengan rata-rata hasil berdasarkan potensi hasil genetisnya.

Hasil penelitian yang dihasilkan juga masih lebih rendah apabila dibandingkan dengan produktivitas padi varietas Mekongga dan varietas Inpari 13 yaitu 6,00 ton/ha dan 6,59 ton/ha (Choliq *et al.*, 2011). Hasil penelitian Samijan *et al.* (2011) di Kabupaten Magelang juga menunjukkan bahwa produktivitas padi Inpari I (7,06 ton/ha), Inpari 2 (6,76 ton/ha), Inpari 6 (6,84 ton/ha), Inpari 8 (6,29 ton/ha), Mekongga (6,95 ton/ha) dan Conde (6,82 ton/ha). Rendahnya produktivitas yang dicapai lebih banyak disebabkan serangan hama dan penyakit.



**Gambar 2. VUB Inpari 18, 19 dan 20**

**Tabel 1. Produktivitas padi varietas unggul baru (VUB).**

No	Lokasi Penelitian	Produksi Varietas Padi (ton/ha)		
		Inpari 18	Inpari 19	Inpari 20
1.	Desa Bangsalrejo	6.72	5.73	6.56
2.	Desa Pohijo	4.34	3.86	4.05
3.	Desa Mojoagung	5.67	3.83	3.85
	<b>Rataan.</b>	5.91	4.47	4.82

## DAYA DUKUNG LIMBAH JERAMI PADI VUB

Hasil Kajian menunjukkan bahwa limbah jerami padi VUB untuk varietas Inpari 18 mempunyai rata-rata limbah jerami tertinggi (13,04 ton/ha) apabila dibandingkan dengan varietas padi Inpari 19 (11,23 ton/ha) dan Inpari 20 (12,25 ton/ha) (Tabel 2). Rataan hasil limbah jerami padi Inpari 18, Inpari 19 dan Inpari 20 berbanding lurus dengan rata-rata produktivitas padi yang dihasilkan. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan vigor dan jumlah anakan yang dihasilkan.



**Gambar 3. Panen padi dan pengumpulan jerami untuk pakan ternak**

Hasil kajian limbah jerami padi VUB (Inpari 18, 19 dan 20) yang dihasilkan cukup banyak yaitu 12,17 ton/ha, sehingga dengan perhitungan luas tanam padi sawah yang ada di tiga desa lokasi pengkajian (yaitu seluas 5.672 hektar), maka diperkirakan limbah jerami padi VUB yang dihasilkan ada sebanyak 69.028 ton/musim panen. Limbah jerami ini mampu memenuhi kebutuhan pakan hijauan untuk ternak sapi kurang sebanyak 15.171 ekor selama 6 bulan dengan rata-rata bobot badan ternak sapi 250 kg.



**Gambar 4. Jerami sebagai hijauan pakan sapi**

Berdasarkan data populasi ternak sapi potong, sapi Peranakan Ongole (PO) di tiga desa yang hanya sekitar 7.398 ekor, maka limbah jerami padi yang tersedia atau yang dipanen masih banyak yang tidak dimanfaatkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Wahyono dan Hardianto (2004) bahwa potensi bahan baku pakan lokal belum dimanfaatkan secara optimal. Secara umum pemanfaatan bahan pakan lokal asal biomassa pertanian (jerami padi) memiliki beberapa faktor pembatas, diantaranya kandungan protein yang rendah yaitu sekitar 3-5 persen dan dinding sel mengandung lignin yang membentuk senyawa kompleks dengan selulosa, sehingga struktur selulosanya tidak lagi berbentuk *amorf* dan molekul glukosanya dikokohkan oleh ikatan hidrogen yang sulit dicerna oleh mikroba dalam rumen (Sutardi, 1982).



**Gambar 5. Petani membakar jerami di sawah**

Di Kabupaten Pati, luas pertanaman padi sawah mencapai 104.168 hektar dengan luas panen 93.986 hektar. Dengan populasi ternak sapi potong sebanyak 71.906 ekor, maka hasil ekstrapolasi berdasarkan perhitungan hasil kajian dapat diprediksi bahwa limbah jerami padi yang tersedia mencapai 1.143.809 ton/musim panen. Limbah ini akan mampu menyediakan pakan hijauan untuk ternak sapi potong sebanyak 251.387 ekor/6 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa di tingkat Kabupaten Pati pun, hijauan pakan yang berasal dari limbah jerami padi belum sepenuhnya dimanfaatkan untuk pakan ternak.

Kondisi di atas dapat dibuktikan di lapangan. Pada saat panen, limbah jerami padi yang melimpah masih banyak dibakar petani di areal persawahan. Di sisi lain, pada daerah lahan kering, pada musim kemarau peternak di Kabupaten Blora, Grobogan, dan Rembang, sebagai daerah yang berada di sekitar Kabupaten Pati, mengalami kesulitan dalam memperoleh pakan hijauan untuk ternak sapi. Akibatnya banyak peternak di daerah tersebut yang menjual ternaknya karena mengalami kesulitan untuk mencari pakan hijauan.

Limbah jerami padi yang cukup melimpah di Kabupaten Pati merupakan peluang untuk mengembangkan ternak sapi potong, mengingat permintaan daging belum dapat dipenuhi dari produksi dalam negeri. Salah satu kendala dalam usaha ternak sapi potong adalah produktivitas ternak yang rendah, karena pakan yang diberikan berkualitas rendah. Pemberian pakan yang hanya mengandalkan hijauan saja, meskipun dalam jumlah banyak, tanpa pemberian pakan tambahan akan menyebabkan pemeliharaan ternak sapi menjadi tidak efisien. Hal ini disebabkan tanpa pakan tambahan kandungan nutrisi pakan yang diberikan tidak mencukupi kebutuhan ternak.

Menurut Hendri *et al.* (2010), komposisi nutrisi yang perlu menjadi pertimbangan dalam memproduksi pakan tambahan untuk ternak sapi potong adalah 12 persen protein kasar, 60-75 persen karbohidrat, 3-5 persen lemak kasar dan mineral serta vitamin. Oleh karena itu peran teknologi dalam mengoptimalkan potensi biomassa bahan pakan lokal menjadi sangat penting agar ketersediaan sumber nutrisi untuk kebutuhan hidup pokok dan produksi terpenuhi.

Dampak langsung terhadap ternak sapi potong dengan terpenuhinya kebutuhan pakan adalah (1) terjadinya percepatan birahi setelah beranak (*post partum*) sehingga akan memperpendek jarak beranak (*calving interval*), (2). Pedet yang dilahirkan mempunyai berat lahir yang lebih tinggi, dan juga mempunyai tingkat pertumbuhan lebih cepat pada saat disapih umur 6 bulan (Hendri dan Azwardi, 2006).

Pertambahan bobot hidup harian merupakan refleksi dari akumulasi konsumsi, fermentasi, metabolisme dan penyerapan zat-zat makanan dalam tubuh. Kelebihan pakan yang berasal dari kebutuhan hidup pokok akan digunakan untuk meningkatkan bobot hidup harian. Pertambahan bobot hidup harian ternak merupakan cerminan kualitas dan nilai biologis pakan. Rataan pertambahan bobot hidup harian ternak sapi yang diberi pakan jerami fermentasi berkisar antara 0,84-0,95 kg/ekor/hr (Antonius, 2010). Oleh karena itu ternak sapi potong yang kebutuhan pakannya tersedia, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, maka

produksi dan produktivitas ternak akan tercapai, sehingga pemenuhan protein asal daging sapi dapat terpenuhi.

**Tabel 2. Limbah jerami padi varietas unggul baru (VUB).**

No	Lokasi Pengkajian	Limbah jerami padi kering panen (ton/ha)		
		Inpari 18	Inpari 19	Inpari 20
1.	Desa Bangsalrejo.	13,07	10,93	14,21
2.	Desa Pohijo.	13,02	11,57	11,10
3.	Desa Mojoagung.	13,04	11,20	11,45
	Rataan.	13,04	11,23	12,25

## KESIMPULAN

Produktivitas padi VUB Inpari 18, Inpari 19 dan Inpari 20 masih dibawah dari ratahan hasil potensi genetiknya, tetapi masih lebih tinggi apabila dibandingkan dengan varietas lain yang ditanam petani.

Limbah jerami padi varietas Inpari 18, Inpari 19 dan Inpari 20 yang dihasilkan dapat mendukung untuk pengembangan ternak sapi potong di Kabupaten Pati dan agar kebutuhan nutrisi jerami padi terpenuhi maka pemberiannya pada ternak sapi tidak disarankan dalam bentuk tunggal, perlu adanya tambahan limbah pertanian lainnya atau agroindustri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antonius. 2010. Potensi Jerami Padi Hasil Fermentasi Probiion sebagai Bahan Pakan dalam Ransum Sapi Simmental. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 13-14 Agustus 2009. Puslitbang Peternakan. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Bobihoe J. dan Endrizal. 1998. Peranan Varietas Unggul dalam Kegiatan Pengembangan Teknologi Usahatani (Padi, Jagung dan Kedelai). Makalah disampaikan pada Kegiatan Sarasehan Penggunaan Varietas Unggul Baru di Sekretariat Pembina Bimas pada tanggal 12 Desember 1998. Sekretariat Pembina Bimas Propinsi Nusa Tenggara Timur.
- Choliq, A., W. Haryanto dan R. Kurnia. Introduksi Varietas Unggul Baru (VUB) Padi Mekongga dan Inpari 13 sebagai Upaya untuk Meningkatkan Produksi dan Pendapatan Petani. Prosiding Semiloka. Kerjasama Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta 1 Desember 2011. Hal. 55-62.
- Direktorat Bina Perlindungan Tanaman. 2007. Luas Serangan Hama dan Penyakit di Indonesia.

- Hendri, Y. Dan D. Azwardi. 2006. Pengaruh Penggunaan Pakan Tambahan pada Sapi Betina terhadap Pertumbuhan Berat Badan dan Lama Timbulnya Birahi. Prosiding seminar Nasional Peternakan. Kerjasama BPTP Sumatera Barat dengan Fakultas Peternakan Unand. BPTU Padang Mangatas dan Dinas Peternakan Provinsi Sumatera Barat. hal. 128-132.
- Hendri, Y., P. Yufdy dan Azwir. 2010. Beternak Sapi dengan Pakan Lokal. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat. 51 hlm.
- Kementrian Pertanian. 2011. Pedoman Pelaksanaan. SLPTT Padi, Jagung dan Kedele. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta.
- Pramono, J., Samijan, H. Anwar dan T.R. Prastuti. 2012. Buku Lapang. Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT). Panduan Peneliti, Penyuluh dan Petugas Lain Pendamping P2BN. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Samijan, R. Endarsari, S. C. Budi. S., dan Sudariyono. 2011. Kajian Peningkatan Produktivitas Padi melalui Introduksi VUB dengan Menggunakan Pendekatan PTT di Kabupaten Magelang Jawa Tengah. Prosiding Semiloka. Kerjasama Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta 1 Desember 2011. hal. 224-232.
- Suryana dan U.H. Prajogo. 1997. Subsidi Benih dan Dampaknya terhadap Peningkatan Produksi Pangan. Kebijakan Pembangunan Pertanian. Analisis Kebijakan Antisipatif dan Responsif. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Sutardi, T. 1982. Landasan Ilmu Nutrisi Ternak. Diktat. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wahyono dan Hardianto. 2004. Pemanfaatan Sumberdaya Pakan Lokal untuk Pengembangan Usaha Sapi Potong. Prosiding Lokakarya Nasional Sapi Potong. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 66-76.



# PEMILIHAN BANGSA SAPI, TEKNIK BUDIDAYA, DAN ORIENTASI USAHA DI SENTRA PRODUKSI PADI PADA MODEL BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI

*Subiharta, Agus Hermawan dan Budi Utomo*

Visi Kementerian Pertanian Tahun 2015–2045 adalah terwujudnya sistem pertanian bioindustri berkelanjutan untuk menghasilkan pangan sehat seperti tertuang dalam Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) (Biro Perencanaan, 2013). Salah satu alasan yang mendasari visi ini adalah pangan merupakan kebutuhan pokok manusia, oleh karenanya pemenuhan kebutuhan bahan pangan menjadi prioritas bagi pembangunan sektor pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) memberikan dukungan terhadap visi Kementerian Pertanian tersebut dengan program terobosan “Pembangunan Pertanian Bioindustri Berbasis Sumberdaya Lokal disetiap Provinsi”, salah satunya di Provinsi Jawa Tengah (Haryono, 2014).

Provinsi Jawa Tengah dikenal sebagai salah satu sentra produksi ternak, terutama sapi (populasi nomor dua nasional) dan lumbung pangan (padi) nasional. Pengembangan kedua komoditas yang saling bersinergi, diharapkan bisa mendukung pembangunan kawasan bioindustri padi–sapi dalam upaya menciptakan kecukupan pangan yang sehat bagi masyarakat. Integrasi tanaman dan ternak dimaksudkan untuk mendukung pertanian berkelanjutan, penggunaan sumberdaya alam secara optimal dan memperhitungkan efisiensi penggunaan lahan dalam upaya peningkatan pendapatan.

Sistem usahatani integrasi tanaman dan ternak atau konsep pertanian terpadu sebenarnya telah dikenal dan diterapkan oleh petani. Namun demikian penerapannya belum memperhatikan kelestarian lingkungan dan belum mencapai skala ekonomi. Untuk itu hasil-hasil penelitian dan pengkajian pertanian terpadu yang dikembangkan dengan mempertimbangkan aspek keberlanjutan (*sustainable*), secara sosial diterima masyarakat (*socially acceptable*), secara ekonomi layak (*economically testable*) dan secara politis diterima (*politically desirable*) perlu untuk dikembangkan dalam mendukung program bioindustri tersebut (Dwiyanto *et al.*, 2001).

Telah disadari bahwa ternak mempunyai kontribusi besar terhadap kesejahteraan petani. Namun demikian, ternak dalam usahatani belum diperankan dan dimanfaatkan secara optimal oleh sebagian besar petani. Padahal, ternak ruminansia dapat memanfaatkan hasil ikutan dan sisa hasil pertanian untuk kebutuhan pakannya. Di lain pihak ternak juga menghasilkan kotoran yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat kompos yang bernilai ekonomi dan bermanfaat dalam memperbaiki struktur dan tekstur tanah. Menurut Dwiyanto *et al.* (2001), sistem integrasi padi–sapi dapat meningkatkan pendapatan sampai 40 persen. Salah

satu sumber pendapatan petani tersebut berasal dari penjualan kompos (pupuk kandang). Pada skala makro, kegiatan perbibitan sapi potong pada sistem pertanian padi-sapi mendukung program pemerintah dalam peningkatan populasi ternak. Dukungan terhadap program perbibitan akan bernilai lebih tinggi dengan melakukan budidaya perbibitan sapi potong sesuai teknologi anjuran.

## BANGSA SAPI

Upaya peningkatan kualitas sapi potong lokal telah dilakukan oleh Kementerian Pertanian melalui Direktorat Jendral Peternakan dengan mendatangkan beberapa bangsa sapi ke Indonesia. Dengan ada program tersebut di Indonesia (termasuk Provinsi Jawa Tengah) telah berkembang berbagai keturunan bangsa sapi dari hasil perkawinan sapi lokal dengan sapi impor baik sapi yang berasal dari daerah tropis seperti sapi Ongole maupun daerah sub tropis (Simental dan Limousine). Dari beberapa bangsa sapi impor, sapi Ongole merupakan bangsa sapi yang paling awal didatangkan ke Indonesia. Menurut Lolit Sapi Potong (2008), sapi Ongole didatangkan ke Indonesia pada tahun 1906 dan dikembangkan di Pulau Sumba (NTT), sehingga selanjutnya disebut sapi Sumba Ongole (SO). Pada Tahun 1930 sapi Ongole tersebut digunakan untuk meng-*grading up* sapi di Pulau Jawa yang selanjutnya menghasilkan sapi Peranakan Ongole atau sering disingkat sebagai sapi PO (Hadjosubroto, 1994). Kegiatan *grading up* yang awalnya dilakukan di Pulau Jawa, selanjutnya berkembang ke luar Pulau Jawa (Hadjosubroto, 1994).



**Gambar 1. Sapi Ongole betina**



**Gambar 2. Sapi Simental betina** (sumber: <http://area-peternakan.blogspot.co.id/2010/07/investor-sapi-kedua.html>)



**Gambar 3. Sapi Limousine betina** (sumber: <http://www.infoternak.com/wp-content/uploads/2009/12/brahman-cross-2.jpg>)

Kebijakan pemerintah melalui instansi teknis peternakan untuk melakukan kastrasi pada sapi jantan Jawa dan sapi betina dikawinkan dengan sapi PO saat itu, mendorong sapi PO tidak hanya berkembang dengan pesat di Pulau Jawa akan tetapi juga berkembang sampai keluar Pulau Jawa. Sapi PO tersebut selanjutnya ditetapkan sebagai ternak lokal Indonesia. Menurut Surat Keputusan Menteri Pertanian No 36/Permentan/OT.140/8/2006, yang dimaksud dengan ternak lokal adalah ternak hasil persilangan atau introduksi dari luar yang telah dikembangkan di Indonesia sampai generasi kelima atau lebih.

Sejak beberapa dekade terakhir, berkembang dengan pesat sapi Peranakan Sub Tropis (Peranakan Simental dan Peranakan Limousine). Namun demikian hasil survai di lima kabupaten sentra ternak sapi di Jawa Tengah menunjukkan bahwa sapi

PO masih dominan dengan populasi induk diatas 60 persen (Sudaryanto *et al.*, 2009). Bahkan untuk pengembangan, peningkatan kualitas dan pelestarian sapi PO di Jawa Tengah, pemerintah Provinsi Jawa Tengah melalui Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan telah membangun Balai Perbibitan Sapi PO di Sumberejo-Kabupaten Kendal. Balai Perbibitan Sapi PO tersebut menjaring sapi PO dari masarakat dan mengembangkan kembali sapi hasil seleksi ke masyarakat dalam upaya peningkatan kualitas sapi PO di Provinsi Jawa Tengah.



**Gambar 4. Sapi Sumba Ongole (SO), Peranakan Ongole (PO), Peranakan Simental dan Peranakan Limousine (searah jarum jam)**

Dukungan terhadap penelitian peningkatan kualitas dan pelestarian sapi PO juga dilakukan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dengan membentuk Loka Penelitian Sapi Potong yang khusus menangani perbibitan sapi PO. Loka Penelitian Sapi Potong berada di bawah koordinasi Pusat Penelitian Peternakan dan Pengembangan Peternakan (Puslitbangnak). Berbagai penelitian terkait dengan sapi PO telah dihasilkan oleh lembaga penelitian tersebut. Salah satunya yang langsung dirasakan manfaatnya oleh peternak adalah penyebaran pejantan sapi PO hasil seleksi dalam upaya peningkatan kualitas sapi PO.

Sentra sapi PO di Indonesia terdapat di delapan provinsi dengan tingkat pertumbuhan 2,8–6,5 persen, salah satu sentra sapi PO adalah Provinsi Jawa Tengah (Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2010a dan 2010b). Sentra sapi PO di Provinsi Jawa Tengah, berdasarkan hasil inventarisasi Lolit sapi potong Grati (2008), berada di Kabupaten Blora, Pati, Rembang, Wonogiri, Semarang, Boyolali, Klaten dan Kabupaten Kebumen. Sentra perbibitan sapi PO di Provinsi Jawa Tengah

tersebut merupakan daerah dengan iklim kering sehingga ketersediaan pakannya terbatas. Hal ini sekaligus menunjukkan salah satu keunggulan sapi PO diantara kelebihan sapi PO lainnya, yaitu masih bisa memproduksi dengan ketersediaan pakan terbatas.

Secara rinci kelebihan sapi PO adalah (1) tingkat adaptasi tinggi terhadap lingkungan yang kurang bagus. Pada kondisi pakan terbatas dan lingkungan panas, sistem reproduksi tidak mengalami gangguan, (2) tipe sapi kerja yang baik dengan tenaga cukup kuat, (3) wataknya sabar, (4) efisien dalam penggunaan pakan dengan kualitas rendah, (5) tahan penyakit extoparasit, dan (6) produksi daging sesuai dengan kebutuhan pejal skala kecil dan menengah (Lolit sapi potong Grati, 2008). Berdasarkan kelebihan tersebut, sapi PO merupakan salah satu bangsa yang memungkinkan untuk dikembangkan di daerah sentra padi dengan memanfaatkan sumber pakan berupa jerami sebagai limbah dari tanaman padi sebagai sumber hijauan dan dedak padi sebagai sumber energi. Jerami dikenal sebagai pakan dengan kualitas rendah. Upaya untuk meningkatkan nilai nutrisi dan daya cerna jerami padi salah satunya dengan fermentasi.

## **ORIENTASI USAHA TERNAK SAPI**

Bibit merupakan faktor yang penting dalam usaha pertanian termasuk usaha peternakan. Bibit yang kurang baik dan kurang sesuai akan menghasilkan produksi yang kurang maksimal. Menurut Astuti (1977), dalam sistem perbibitan perlu dimengerti antara ternak bibit dan bibit ternak. Bibit ternak adalah semua ternak jantan maupun betina muda yang dipelihara untuk menjadi dewasa, sedangkan ternak bibit adalah ternak jantan dan betina yang melalui program perbibitan telah memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam pembiakan.

Usaha sapi potong saat ini umumnya masih pada taraf budidaya yaitu untuk menghasilkan anak belum memperhatikan kualitas. Usahatani ternak sapi potong dibedakan menjadi usaha perbibitan dan penggemukan. Usahatani ternak yang sesuai untuk diintegrasikan dengan komoditas padi dan diusahakan oleh petani padi adalah perbibitan sapi potong. Alasannya perbibitan tidak perlu dilakukan secara intensif dan dapat dilakukan di luar usahatani padi. Usahatani perbibitan sapi potong dilakukan dengan memanfaatkan limbah pertanian seperti jerami padi atau bekatul sebagai pakannya.

Usaha perbibitan sapi potong sebagian besar (80 persen) dilakukan oleh peternak sebagai usaha sampingan untuk memanfaatkan tenaga kerja di luar usahatani dan sebagian besar (98 persen) dilakukan secara tradisional (Dwiyanto, 2013). Usahatani ternak sapi potong perbibitan saat ini merupakan usaha yang strategis mengingat sejak beberapa tahun terakhir terjadi penurunan populasi sapi potong di hampir seluruh provinsi sentra ternak di Indonesia. Menurut Dwiyanto (2013) penurunan populasi sapi potong secara nasional mencapai 15,5 persen dan di Provinsi Jawa Tengah sebesar 23,7 persen. Untuk itu perbibitan menjadi penting dengan tujuan untuk meningkatkan populasi yang diikuti dengan perbaikan kualitas (peningkatan bobot badan) dengan introduksi bangsa unggul.



**Gambar 5 . Pedet sapi PO dan induknya (sumber: koleksi pribadi)**

Permasalahan pada upaya perbibitan sapi potong banyak ditemukan di tingkat peternak. Permasalahan tersebut diduga terjadi karena masih rendahnya tingkat reproduksi disebabkan oleh pengaruh kualitas dan kuantitas pakan rendah, serangan parasit dan manajemen perkawinan yang belum memadai, serta kualitas sapi PO yang menurun akibat perbibitan yang belum ditangan dengan tuntas (Puslitbangnak, 1992). Rendahnya reproduksi ditandai dengan jarak beranak berkisar antara 18–24 bulan dan kelahiran dicapai hanya 21 persen, padahal jarak beranak yang ideal hanya 12 bulan, yaitu 9 bulan bunting dan 3 bulan menyusui (Nuschati *et al.*, 2001; Dirjen Peternakan, 2009). Menurut Herdis *et al.* (1999), peningkatan efisiensi reproduksi dapat dilakukan dengan memperbaiki keseluruhan manajemen, termasuk pencatatan perkawinan, deteksi birahi, perbaikan kualitas dan kuantitas pakan, menjaga kesehatan hewan dan kebersihan kandang. Talib *et al.* (2002) melaporkan bahwa pada skor kondisi tubuh sedang, sapi dapat dikawinkan 3 bulan setelah melahirkan sehingga selang beranak dapat diperpendek dari 16 bulan menjadi 13 bulan.

Pada kebanyakan sentra ternak sapi, saat ini sangat sulit mendapatkan sapi PO yang murni karena telah terjadi perkawinan dengan beberapa bangsa sapi sub tropis akibat sistem perkawinan yang tidak terkontrol. Hanya di Kabupaten Kebumen pada saat ini dapat dipastikan bahwa kemurnian sapi PO tetap terjaga. Hal ini disebabkan peternak menjaga perkembangbiakan sapi dengan menerapkan perkawinan alami antara sapi PO betina dengan pejantan PO lokal. Sapi Peranakan Ongole Kebumen telah ditetapkan sebagai sapi lokal dengan Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 358/Kpis/PK.040/6/2015.

Keunggulan sapi PO Kebumen adalah ukuran tubuh (panjang badan, tinggi pundak dan lingkaran dada) yang lebih besar dibandingkan ukuran tubuh sapi PO kelas satu yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7356:2008 (BSN, 2008). Sapi PO Kebumen juga memiliki bobot lahir yang tinggi dengan kisaran 29–34 Kg (Subiharta *et al.*, 2013). Selain itu, sapi PO di Kebumen mempunyai karakteristik khusus mulai dari kepala hingga ujung ekor yang berbeda dengan sapi

PO pada umumnya (Subiharta *et al.*, 2012). Ciri kualitatif dan kuantitatif selanjutnya dipakai untuk memilih sapi dara maupun induk yang berkualitas. Hasil penjarangan induk sapi PO yang berkualitas selanjutnya dilengkapi dengan Surat Keterangan Layak Bibit (SKLB). Ternak sapi PO hasil penjarangan, harga jualnya 30–50 persen lebih mahal dari sapi yang tidak lolos penjarangan (Subiharta *et al.*, 2013).

## **BUDIDAYA PERBIBITAN SAPI POTONG**

### **Pakan**

Pakan menjadi salah satu bagian yang penting, selain bibit dan manajemen pemeliharaan, dalam usahatani ternak termasuk usaha perbibitan sapi potong. Pakan sapi potong terdiri dari hijauan sebagai sumber serat dan konsentrat atau pakan penguat sebagai sumber energi (Tillman *et al.*, 1998). Pakan yang penting untuk diperhatikan pada perbibitan sapi potong adalah pada sapi dara menjelang kawin dan pada induk bunting tua (7 bulan) dan setelah melahirkan. Pada fase tersebut sapi memerlukan pakan yang berkualitas dan secara kuantitas terpenuhi untuk mendorong timbulnya berahi. Sapi dara atau induk akan menunjukkan tanda-tanda berahi setelah pakan tercukupi secara kualitas maupun kuantitas.

Terkait dengan kecukupan pakan pada ternak bibit sapi potong, hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi *flushing* atau pemberian pakan berkualitas (konsentrat) pada sapi dara siap kawin, induk bunting tua dan menyusui dapat meningkatkan kondisi tubuh sehingga mampu memperbaiki reproduksi dan keturunan yang baik (Ensminger, 1976). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk perbaikan pakan pada perbibitan sapi potong yang bunting tua dan menyusui dapat meningkatkan bobot lahir dan mempercepat perkawinan setelah melahirkan. Subiharta *et al.* (2005) melaporkan bahwa pedet dari induk yang diberi pakan konsentrat sebagai tambahan selama bunting tua bobotnya lebih berat ( $26,67 \pm 7,34$  kg/ekor) dibandingkan bobot lahir pedet sapi PO dari induk yang diberi pakan model petani (24,0 kg/ekor). Siregar *et al.* (1998) melaporkan pula bahwa pemberian pakan tambahan pada induk sapi PO dengan umur kebuntingan 7 bulan dan pemberian selama 3 bulan dapat mengurangi jarak beranak, meningkatkan bobot anak lahir, bobot anak umur 3 bulan dan pertambahan bobot harian. Ensminger (1976) menyarankan untuk perbibitan sapi lokal (PO) penambahan pakan penguat sebesar 1–1,5 persen dari bobot badan untuk kualitas hijauan yang rendah seperti jerami padi.

### **Peningkatan Nilai Nutrisi Jerami**

Permasalahan utama pada jerami padi adalah kandungan nutrisinya yang rendah, sehingga tidak bisa dipakai sebagai pakan tunggal. Menurut Van Soest (1999) bahwa kandungan protein jerami padi berkisar antara 3-5 persen dengan daya cerna yang rendah karena kandungan serat kasarnya tinggi sehingga hanya mampu digunakan sebagai bahan pokok. Namun demikian, jumlah pakan tersebut melimpah terutama saat panen, sehingga menjadi alternatif sumber hijauan pakan utama bagi peternak sapi potong maupun pengusaha penggemukan sapi potong.

Subiharta *et al.* (2005) melaporkan produksi jerami padi segar sangat tergantung kepada varietas, pemupukan dan kondisi atau kesuburan lahan pertanaman padi, namun secara rata-rata produksi jerami per hektar lahan adalah sebesar 12,90 ton.

Kendala kandungan nutrisi jerami padi yang rendah sebagai pakan sapi potong tidak menjadi masalah karena dapat ditingkatkan. Perlakuan (*treatment*) untuk meningkatkan nilai gizi jerami telah banyak dilakukan. Perlakuan yang banyak diteliti adalah perlakuan yang dapat menghancurkan ikatan ester hemiselulosa dengan lignin (Chesson, 1988). Perlakuan dengan NaOH paling efektif, namun harganya relatif mahal dan ada kandungan residu yang berbahaya bagi ternak (Doyle *et al.*, 1986). Perlakuan Urea banyak dilakukan di Asia Tenggara dengan alasan Urea mudah didapatkan terutama di daerah berbasis tanaman padi. Penambahan Urea dimaksudkan untuk meningkatkan kandungan Nitrogen yang reaksinya dapat merusak ikatan lignin hemiselulosa (Scheire dan Nell, 1993). Upaya peningkatan kualitas jerami padi juga dapat ditempuh dengan menggunakan mikroorganisme (seperti probiotik) sebagai pemacu proses degradasi komponen serat dalam jerami padi sehingga akan lebih mudah dicerna ternak (Haryanto, 2003). Fermentasi juga dapat meningkatkan kandungan protein jerami dari 3-5 persen menjadi 7-8 persen dan daya cerna meningkat dari 30 persen menjadi 50 persendengan ditambahkan Urea pada prosesnya (Haryanto, 2003).



**Gambar 6. Penyimpanan jerami oleh peternak (kiri), proses fermentasi jerami dengan menggunakan Micro Organisme Lokal (MOL) (tengah dan kanan) (sumber: koleksi pribadi).**

### **Kandang Perbibitan Sapi Potong**

Kandang ternak adalah bangunan tempat tinggal ternak yang berfungsi untuk tempat untuk tidur dan istirahat ternak, untuk tempat makan dan minum, sebagai tempat kawin dan beranak serta memudahkan dalam pemeliharaan, serta menghindarkan ternak dari gangguan seperti hujan, sinar matahari langsung, pencurian (keamanan), dan binatang buas (Sugeng, 1996). Chaniago (1993) menyarankan bangunan kandang agar terpisah dengan rumah tempat tinggal untuk menghindari pencemaran bau yang ditimbulkan oleh kotoran maupun air kencing ternak.

Pada prinsipnya kandang dibangun dengan tujuan agar ternak sapi nyaman dan bisa berproduksi dan bereproduksi secara normal. Kandang merupakan salah satu aspek penting dalam pemeliharaan sapi potong dengan tujuan untuk perbibitan (menghasilkan anak) karena perkandangan merupakan faktor yang cukup menentukan bagi keberhasilan perkawinan. Menurut Ernawati *et al.* (2000) ada dua bentuk kandang, yaitu kandang individu dan kandang kelompok. Namun Puslitbangnak (2013) menambahkan bahwa kandang yang cocok untuk perbibitan sapi potong adalah kandang perkawinan (Gambar 2).

### Sistem Perkawinan

Perkawinan menjadi hal yang penting dalam perbibitan ternak, mengingat keberhasilan perbibitan diawali dengan keberhasilan perkawinan. Standar keberhasilan perkawinan pada ternak sapi dinyatakan dalam jumlah perkawinan sampai terjadi kebuntingan atau populer diistilahkan *service per conseption* atau sering disingkat S/C. Makin sedikit nilai S/C berarti makin baik perkawinannya. Sebagai dasar, Dirjen Peternakan (2009) memberikan patokan keberhasilan perbibitan dengan nilai S/C 1,55.

Prinsip kerja kandang perkawinan adalah mencampur pejantan dengan betina, sehingga pejantan dapat langsung mendeteksi saat sapi betina sedang berahi dan langsung melakukan perkawinan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandang perkawinan dapat meningkatkan kebuntingan sampai 90 persen. Hal ini bisa dimengerti mengingat pejantan secara alami akan lebih tepat dalam mendeteksi berahi. Hal ini berbeda dengan kandang individu atau kandang kelompok, dimana perkawinan dilakukan dengan cara Inseminasi Buatan (IB) atau menggunakan pejantan yang deteksi berahinya sangat tergantung dari pengamatan peternaknya. Bila peternak kurang cermat dalam pengamatan berahi akan terjadi kegagalan perkawinan. Untuk efisiensi tenaga kerja, dalam kandang perkawinan dapat ditambahkan bank pakan yang ditempatkan didalam kandang. Sapi akan makan setiap saat tanpa tergantung oleh pemberian pakan oleh peternak.



**Gambar 7. Kandang perkawinan berbahan kayu (sebelah kiri) dan kandang perkawinan permanen dari besi dan bata (sebelah kanan)**

Perkawinan pada sapi potong ada dua, yaitu kawin alam dan kawin buatan (Ngadiyono, 2012). Perkawinan alam bisa dilakukan tanpa campur tangan manusia, biasanya dilakukan pada saat penggembalaan. Untuk perkawinan pada sapi yang digembalakan, perlu diperhatikan untuk menghindari pelepasan anak jantan yang sudah bisa mengawini karena anak jantan tersebut akan mengawini induknya pada saat digembalakan. Perkawinan saudara seperti ini perlu dihindari karena akan menurunkan kualitas ternak. Pada kawin alam, yang perlu diperhatikan adalah memilih pejantan yang sebangsa dan kualitasnya baik, sekaligus untuk perbaikan kualitas (Gambar 3-kanan).

Kawin buatan memerlukan campur tangan manusia dalam mendeteksi berahi dan melakukan perkawinan. Perkawinan dilakukan oleh inseminator (Gambar 3-kiri). Hal yang penting dalam kawin buatan adalah waktu perkawinan, yaitu waktu pengamatan berahi yang tepat (Lolit Sapi Potong, 2008). Hal ini penting dilakukan mengingat waktu berahi sapi PO bervariasi antar individu. Pada Tabel 1 ditunjukkan waktu berahi pada induk sapi PO.

Beberapa hal penting lain yang perlu diperhatikan dalam perkawinan sapi potong, baik kawin alam maupun kawin IB (Ngadiyono, 2012) yaitu, umur sapi dara dikawinkan 1,5–2 tahun, induk dikawinkan 3–4 bulan setelah melahirkan, perkawinan hanya dapat dilakukan pada saat betina berahi, serta apabila dalam waktu 18–24 hari setelah perkawinan induk menunjukkan tanda–tanda berahi, induk sapi perlu segera untuk dikawinkan kembali karena berarti perkawinan sebelumnya gagal.

**Tabel 1. Waktu berahi pada induk sapi PO**

Waktu berahi	Prosentasi gejala berahi (%)
06.00 – 12.00	22
12.00 – 18.00	10
18.00 – 24.00	25
24.00 – 06.00	43



**Gambar 8. Perkawinan dengan IB (kiri) dan Kawin Alam dengan menggunakan pejantan berkualitas/besar (kanan)**

## PENUTUP

Bangsa sapi PO sangat tepat untuk diintegrasikan dengan komoditas padi. Jerami padi yang melimpah di sentra produksi padi, dapat menjadi sumber pakan utama bagi sapi PO. Kualitas jerami sebagai bahan pakan yang relative rendah dapat ditingkatkan dengan menerapkan berbagai teknologi yang sudah tersedia. Ketahanan dan daya adaptasi sapi PO yang tinggi terhadap pakan berkualitas rendah menjadi salah satu alasan dipilihnya bangsa sapi ini. Orientasi usaha yang paling tepat untuk sapi PO di sentra produksi padi adalah perbibitan, karena reproduksi sapi PO tidak terlalu dipengaruhi oleh kualitas pakan yang rendah. Pengembangan sapi PO di sentra produksi padi memunculkan sinergi akibat terjadinya daur ulang antar komoditas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, M. 1977. Sistem Perbibitan Ternak Nasional. Ruang Lingkup Ternak Unggas Ditinjau dari Aspek Genetis, Budidaya Standard dan Pengawasan Mutu. Disajikan dalam pertemuan Kebijakan Pembangunan Peternakan dan Pokok-pokok Pemikiran untuk Repelita VII. Ditjen Peternakan.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. Standar Bibit Sapi Peranakan Ongole (PO). Standar Nasional Indonesia (SNI) 7356:2008. BSN. Jakarta.
- Biro Perencanaan Kementan. 2013. Konsep Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2013 – 2045. Pertanian –Bioindustri Berkelanjutan; Solusi Pembangunan Indonesia Masa Depan, Sekretaris Jenderal Kementerian Pertanian.
- Chaniago, T.D. 1993. Present Managemen system. In Tomaszewska, M.W., A. Djajanegara, S.Gardiner, T.R. Wiradarya, and I.M. Mastika (Editor). Small Ruminant Production in the Humid Propics Sebelas Maret Press. Surakarta.
- Chesson, A. 1998. *Lignin-polysaccharide* Complexes of the Plat Cell Wall and Their Effect on Microbial Degradation in the Rumen. Anim Feed Sci and Tech. 21 : 219 – 228.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2009. Blue Print. Kegiatan Prioritas Program Swasembada Daging Sapi 2014.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2010a. Laporan Rapat Pimpinan Direktorat Jendral Direktorat. Jenderal Peternakan, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2010b. Peta Wilayah Sumber Bibit Sapi Potong Lokal di Indonesia.
- Diwyanto, K. Bambang, RP. Dan Darwinsyah, L. 2001. Integrasi Tanaman-ternak Dalam Pengembangan Agribisnis yang Berdaya Saing Berkelanjutan Dan Berkerakyatan. Disampaikan Pada Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak Bogor

- Doyle, P.T., C. Devendra and G.R. Pearce. 1986. Rice Straw as Feed for Ruminants. IDP. Canberra.
- Dwiyanto, K. 2013. Strategi Peningkatan Produksi Daging Sapi di Jawa Tengah secara Berkelanjutan. Disampaikan pada Fucus Group Discussion (FGD) di BPTP Jawa Tengah Tentang Mengatasi Penurunan Populasi di Jawa Tengah pada tanggal 6 Nopember 2013.
- Ensminger, M. E. 1976. Animal Science. Printed and Publisher Inc. Denville Illionis.
- Ernawati, Ulin Nuscati, Subiharta dan Seno Basuki. 2000. Teknologi Rekayasa Kandang Komunal. Penggemukan Sapi Potong. Rekomendasi Paket Teknologi Pertanian. Monograf BPTP Ungaran No.4.
- Hardjosubroto, W. 1994. Aplikasi Pemuliabiakan Ternak di Lapangan. PT. Gramedia Widiasarana. Jakarta.
- Haryanto. B, I. Irounu, IGN Budi Arsoro dan K. Budiyanto. 2003. Panduan teknis Sistem Integrasi Padi-Ternak. Deptan.
- Haryono. 2014. Program dan Kegiatan Badan Litbang Pertanian. Disampaikan pada Musrenbangtan, Jakarta 13 Mei 2014.
- Herdis, M. Surachman, I. Kusuma, dan E.R. Suhana. 1999. Peningkatan Efisiensi Reproduksi Sapi melalui Penerapan Teknologi Penyerentakan Birahi. Wartazoa vol. 9(1): 1-6.
- Kusnadi.U. 2007. Inovasi Teknologi Peternakan Dalam Sistem Integrasi Tanaman dan Ternak (SITT) Untuk Menunjang Swasembada Daging Tahun 2010. Orasi pengukuhan profesor riset Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Loka Penelitian Sapi Potong. 2008. Naskah Akademik Sapi PO.
- Ngadiyono,N. 2012. Beternak Sapi Potong Ramah Lingkungan. PT. Intan Sejati, Klaten Indonesia
- Nuschati. U., Subiharta, Wiloeto D., Djoko P., Ernawati, Suharso, Y., D. Maharso, Suharno. 2001. Pengkajian Sistem Usahatani Sapi Potong di Lahan kering Jawa tengah. Laporan Hasil Pengkajian. BPTP Jawa Tengah.
- Puslitbangnak. 1992. Penelitian Pengembangan Teknologi Peternakan di Daerah Padat Penduduk (Jawa). P4N Puslitbangnak. Bogor.
- Puslitbangnak. 2013. Budidaya Sapi Potong dalam Mendukung Integrasi Ternak Sapi dengan Tanaman Padi. Makalah disampaikan pada Open House Integrasi Tanaman Padi–Sapi Potong Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Kebun Percobaan Batang. BPTP Jawa Tengah.
- Schiere, J.B and a.J. Nell. 1993. Feeding of Urea Treated Straw in the Tropics. 1. Review of Its Technical Principles and Economics. Anim. Feed Sci. Tech. 43 : 135 – 147.

- Siregar A.P., P. Situmorang, J. Bestari, Y. Sani dan R.Z. Matondang. 1998. Pengaruh *Flushing* pada Sapi Induk Peranakan Ongole di Dua Lokasi yang Berbeda Ketinggian Tempat pada Program IB di Kabupaten Agam. Proc. Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Subiharta, B. Hartoyo, R. Widarto, Yuni K.W, dan Suharno. 2005. Sistem Integrasi Tanaman dan Ternak Berbasis Tanaman Pangan. Laporan Tahunan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Subiharta, Muryanto, B. Utomo, Dewi Sahara, R.N. Hayati, Heri Kurnianto, I. Musawati, Suharno. 2012. Pendampingan PSDS Melalui Inovasi Teknologi dan Kelembagaan. Laporan Kegiatan. BPTP Jawa Tengah. Ungaran.
- Subiharta, Muryanto, B. Utomo, Dewi Sahara, R.N. Hayati, Heri Kurnianto, I. Musawati, Suharno. 2013. Pendampingan PSDS melalui Inovasi Teknologi dan Kelembagaan. Laporan Kegiatan. BPTP Jawa Tengah. Ungaran.
- Sudaryanto, B., K. Subagyo, Subiharta, Ernawati, B. Utomo, R.N. Hayati, A. Rifai, dan A. S. Romdon. 2009. Pemetaan Wilayah Sapi Kembar dan Identifikasi Pakan yang Berpengaruh terhadap Kelahiran Kembar di Jawa Tengah. Laporan Penelitian. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Bogor.
- Sugeng, Y.B. 1998. Sapi potong (Pemeliharaan, Perbaikan Produksi, Prospek Bisnis, dan Analisis Penggemukan). Penebar Swadaya, Bogor.
- Talib, C., Kuswandi dan Chalijah. 2002. Perbandingan Karakteristik Fisiologis Reproduksi Sapi Bali dalam Periode Post Partum dan Keadaan Normal. Jurnal Anim. Prod. Buku I: 19-25.
- Tillman, A.D., S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdosoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Van Soest. 1994. Nutritional Ecology of The Ruminant. Second Ed. Published by Cornell University. Itacha and Lordan.



# POTENSI LIMBAH BIOMASSA PADA KEGIATAN PRODUKSI BENIH PADI

*Intan Gilang Cempaka*

Isu-isu lingkungan yang berkaitan dengan kenaikan harga bahan bakar minyak, kesadaran terhadap biosekuriti untuk meningkatkan pendapatan domestik, kesadaran untuk menurunkan emisi gas rumah kaca, dan potensi untuk meningkatkan pengembangan regional sangat mempengaruhi peningkatan minat untuk memproduksi bahan bakar nabati (BBN) (Rogers 2006). Selain itu pertumbuhan penduduk dunia serta konsumsi energi per kapita yang terus meningkat, mendorong perlunya penggalian sumber energi alternatif, khususnya sumber energi alternatif yang bersih dan terbarukan, seperti biomassa (Bellais, 2007; Yorgun *et al.*, 2003).

Minat untuk mendapatkan bahan bakar alternatif tersebut di Indonesia akhir-akhir ini juga meningkat. Selama ini Indonesia merupakan negara penghasil sekaligus pengimpor minyak bumi. Oleh karena itu, penelitian untuk mencari energi alternatif sangat penting untuk menopang kemandirian energi. Bioetanol dan biodiesel adalah energi alternatif yang banyak diproduksi di dunia sampai saat ini. Dalam hal ini biomassa mempunyai peluang untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar nabati (BBN) dilihat dari kandungan energi dari selulosa yang bisa dikonversi menjadi gula sederhana dan kemudian difermentasi menjadi bioetanol.

Biomassa adalah sumber energi alternatif terbarukan dan ramah lingkungan yang menjanjikan. Biomassa diakui sebagai sumber daya terbarukan untuk produksi energi dan banyak tersedia di seluruh dunia (Ramage *et al.*, 1996) pemanfaatan biomassa dalam menggunakan energi utama menerima perhatian besar karena pertimbangan lingkungan dan peningkatan permintaan energi di seluruh dunia (Zhang *et al.*, 2007). Biomassa mengandung sejumlah kecil sulfur, nitrogen dan abu. Oleh karena itu, pembakaran *biofuel* menghasilkan emisi gas tidak berbahaya seperti nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan jelaga dibandingkan dengan bahan bakar fosil konvensional. Selain itu, biomassa menghasilkan nol atau negatif emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari pembakaran bahan bakar biomassa karena hasil CO<sub>2</sub> dari pembakaran *bio-oil* dapat didaur ulang oleh tanaman melalui proses fotosintesa (Tsai *et al.*, 2007).

Potensi biomassa di Indonesia merupakan limbah hasil pertanian (jerami padi, jagung, dan lainnya), limbah kehutanan (sisa biomassa setelah diambil kayunya), limbah industri hasil kehutanan dan pertanian (pabrik kertas, pabrik gula, dan lainnya), maupun sampah rumah tangga (hijauan, kertas, dan lainnya). Potensi biomassa sebagai bahan baku etanol memang bervariasi sesuai dengan kandungan bahan penyusun yang dapat dikonversi menjadi gula sederhana, yaitu selulosa dan hemiselulosa.

Salah satu limbah pertanian di Indonesia yang belum secara maksimal dimanfaatkan adalah jerami padi. Sebagian petani memanfaatkan jerami sebagai mulsa pada saat menanam palawija. Hanya sebagian kecil petani menggunakan jerami sebagai pakan ternak, terutama pada musim kering karena sulitnya mendapatkan hijauan. Karena jerami sering menimbulkan permasalahan bagi petani, maka sering dibakar. Limbah pertanian tersebut sebenarnya merupakan potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol.

Pada proses produksi benih padi, juga dihasilkan limbah jerami padi. Jerami padi tersebut umumnya diperoleh pada saat panen. Namun demikian sebenarnya limbah padi juga dapat diperoleh sebelum panen, yaitu pada saat dilaksanakan *roughing*. *Roughing* merupakan salah satu kegiatan pada proses produksi benih padi yang pelaksanaannya dilakukan pada setiap fase pertanaman. Tanaman-tanaman yang tidak diinginkan dibuang dari areal produksi padi. Limbah tersebut biasanya hanya sekedar dibuang, dan tidak dimanfaatkan. Tulisan ini bertujuan untuk menyajikan simulasi biomassa yang terbuang dari hasil kegiatan produksi benih padi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioindustri.

## LIMBAH KEGIATAN PRODUKSI BENIH PADI

Biomassa, sebagai energi terbarukan yang sangat berlimpah, memiliki potensi untuk dikonversi menjadi beberapa bentuk energi melalui berbagai proses konversi termokimia (Yanik *et al.*, 2007; Bridgewater *et al.*, 1999). Biomassa yang berasal dari tanaman atau bagian tanaman dianggap sebagai salah satu dari sumber energi terbarukan paling tersedia di dunia saat ini (Bridgewater, 2003). Meskipun proses konversi biomassa menjadi energi menghasilkan jumlah CO<sub>2</sub> per unit karbon yang hampir sama dibandingkan dengan bahan bakar fosil, proses fotosintesis dari seluruh pertumbuhan tanaman baru mengimbangi emisi CO<sub>2</sub> dan memenuhi syarat biomassa sebagai CO<sub>2</sub> netral sumber energi terbarukan (Zhang *et al.*, 2009).

Biomassa umumnya mewakili berbagai produk pertanian dan residu, seperti jerami gandum, jerami jagung, batang jagung, kerang hazelnut, biji katun, sumber daya hutan (mis serbuk gergaji dan kayu chip), serta produk-produk limbah perkotaan, seperti residu kayu dari konstruksi. Beberapa elemen utama dalam komposisi biomassa adalah oksigen (O), karbon (C), nitrogen (N) dan hidrogen (H) (Mohan *et al.*, 2006).

Pada budidaya padi, hasil residu terdiri dari dua jenis, yaitu jerami dan sekam. Keduanya memiliki potensi untuk menghasilkan energi. Jerami padi memiliki kandungan lignoselulosa yang melimpah. Jerami padi berpotensi dapat menghasilkan 205 miliar liter bioetanol per tahun di dunia atau sekitar 5 persen dari total konsumsi energi dunia. Ini adalah jumlah terbesar dari biomassa sebagai bahan baku tunggal. Meskipun teknologi untuk pemanfaatan sekam padi sudah terbukti di negara-negara industri di Eropa dan Amerika Utara, teknologi tersebut belum diperkenalkan di negara berkembang pada skala komersial. Jerami padi didominasi oleh selulosa (32-47 persen), hemiselulosa (19-27 persen), dan sisanya lignin (5-24 persen) dan abu (18,8 persen) (Roberto *et al.*, 2003). Pernyataan tersebut didukung

oleh hasil penelitian Abbasi *et al.* (2010) bahwa jerami padi memiliki kadar lignin sebesar 18 persen, selulosa 32,1 persen dan hemiselulosa 24 persen. Jerami padi memiliki densitas sebesar 200 kg/m<sup>3</sup>, kadar air 6persen, kadar abu 4,35; karbon 10,7 persen dan material *volatile* 10,7 persen.

Pentingnya jerami padi dan sekam dalam menghasilkan kalori dapat dilihat dari hasil penelitian Zafar (2015) yang menyebutkan bahwa 1 ton beras padi menghasilkan 290 kg jerami padi, 290 kg jerami padi dapat menghasilkan 100 kWh listrik, nilai kalori = 2400 kkal / kg. Sedangkan sekam padi, 1 ton beras padi menghasilkan 220 kg sekam padi, 1 ton sekam padi setara dengan 410- 570 kWh listrik, nilai kalori = 3000 kkal / kg, pada kadar air = 5 - 12 persen. Hal ini menegaskan pernyataan Bazargan, *et al.* (2014). bahwa sekam sebenarnya dapat digunakan sebagai bahan baku energi alternatif

Sekam adalah lapisan luar yang menutupi dan melindungi gabah padi. Sekam ini tidak dapat dimakan dan dihilangkan pada tahap pertama proses penggilingan. Untuk setiap 100 kg padi, sekitar 20-22 kg sekam dibuang (Juliano, 1985 dan Adam *et al.*, 2012). Produksi sekam padi dunia per tahunnya, diperkirakan mencapai sekitar 140 juta ton (Kalderis *et al.*, 2008). Sekam padi tidak memiliki nilai komersial yang cukup besar, sehingga seringkali menimbulkan masalah lingkungan. Di beberapa tempat industri penggilingan padi, sekam padi dibuang atau dibakar. Kegiatan tersebut mengarah memunculkan isu-isu lingkungan yang serius karena partikel yang dihasilkan dari pembakaran tetap ditanggukkan di udara dan menjadi penyebab potensial masalah kesehatan. Selain itu, pembakaran terbuka sekam padi dapat menyebabkan polusi udara yang berat. Komposisi sekam padi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti cuaca. Massa fraksi silika sekam padi kering umumnya lebih tinggi di musim kering daripada di musim hujan (rata-rata 18 persen vs rata-rata 15 persen).

## **POTENSI LIMBAH BIOMASSA PADA PRODUKSI BENIH PADI**

Saat ini padi merupakan salah satu tanaman yang paling dibudidayakan setiap tahun. China, India dan Indonesia adalah produsen padi tertinggi di dunia (FAOSTAT, 2013). Sebagai sarana produksi utama, penyediaan benih bermutu berperan penting dalam menentukan tingkat hasil yang akan diperoleh. Oleh karena itu, mutu benih sumber yang digunakan mulai dari benih penjenis (BS), benih dasar (BD/FS), benih pokok (BP/SS), dan benih sebar (BR/ES), penyediaannya tidak boleh mengorbankan mutu, baik itu mutu genetik, mutu fisiologis, maupun mutu fisik (Kelly, 1988). Di Indonesia, sistem produksi, sertifikasi, dan peredaran benih bina, saat ini diatur melalui Peraturan Menteri Pertanian No.02/Permentan/SR.120/1/2014.

Salah satu syarat dari benih bermutu adalah tingkat kemurnian genetiknya yang tinggi. Oleh karena itu *roughing* perlu dilakukan dengan benar dan dimulai pada fase vegetatif sampai akhir pertanaman (Gambar 1). *Roughing* adalah kegiatan

membuang rumpun-rumpun tanaman yang ciri-ciri morfologisnya menyimpang dari ciri-ciri varietas tanaman yang benihnya diproduksi dengan memperhatikan karakteristik tanaman dalam berbagai fase pertumbuhan. Dengan kata lain *roughing* dilakukan agar benih yang diproduksi sedapat mungkin terhindar dari adanya campuran varietas lain (CVL).



**Gambar 1. Kegiatan *roughing* pada produksi padi  
(Sumber : Louisiana Rice Insect, 2010)**

Sertifikasi benih merupakan proses pemberian sertifikat pada benih tanaman setelah melalui pemeriksaan lapangan, pengujian dan pengawasan, serta memenuhi persyaratan untuk diedarkan. Berdasarkan Undang-undang No.12 Tahun 1992 tentang sistem budidaya tanaman, Peraturan Pemerintah No. 44 Tahun 1995 tentang perbenihan tanaman, SK Mentan No. 803/Kpts/OT.210/7/97 tentang sertifikasi pengawasan mutu dan bina kelas benih dikelompokkan menjadi empat, yaitu: Benih Penjenis (BS), Benih Dasar (FS), Benih Pokok (SS) dan Benih Sebar (ES).

Penggunaan benih varietas unggul bersertifikat yang diproduksi oleh penangkar benih padi komersial dari sektor swasta atau penangkar padi berorientasi bisnis pada tahun 2013 untuk padi mencapai 47,52 persen dari kebutuhan 163.040 ribu ton. Kebutuhan benih untuk pengembangan padi di suatu wilayah, dapat diestimasi dari data luas tanam padi di wilayah tertentu. Data luas tanam padi umumnya dapat diperoleh dari Dinas Pertanian atau BPS. Kebutuhan benih di suatu wilayah, diestimasi dari total luas areal tanam dikalikan kebutuhan benih padi (kg/ha). Sebagai acuan umum, kebutuhan benih padi per hektarnya adalah 40 kg.

Total areal tanam di Jawa Tengah tahun 2015 sebesar 1.845.447 Ha, sehingga kebutuhan benih di Jawa Tengah adalah 73.817.880 kg. Apabila diasumsikan bahwa 1 ha lahan dapat menghasilkan 3 ton benih padi, maka luas areal untuk perbenihan padi di Jawa Tengah adalah 24.606 Ha. Sedangkan pada skala nasional, apabila diasumsikan semua lahan lawah ditanami pada tahun 2013 adalah 8.112.103 Ha (BPS 2015), maka dengan estimasi kebutuhan benih sebanyak 40 kg/ha, kebutuhan benih padinya mencapai 324.484.120 kg benih. Kebutuhan luas tanam untuk perbenihan padi di Indonesia dengan demikian mencapai 108.161 Ha.

Dari perhitungan luas lahan untuk produksi benih di atas, berdasarkan hasil penelitian Meriyanti (2010), dapat dihitung produksi biomassa pada proses produksi benih. Menurut Meriyanti (2010), biomassa padi pada 0-4 MST adalah 43,31 g/tanaman; biomassa 0-8 MST adalah 46,36 g/tanaman; dan biomassa padi pada 0-12 MST adalah 48,19 g/tanaman. Sedangkan jumlah rumpun didasarkan pada hitungan populasi tanaman per ha disesuaikan dengan sistem tanam tegel dan jajar legowo 2:1 (Suharno, 2014).



**Gambar 2. Tumpukan CVL hasil *roughing***  
(Sumber : Louisiana Rice Insect, 2010)

Pada Tabel 1 ditunjukkan produksi biomassa pada saat *roughing* selama proses produksi benih. Tabel tersebut menunjukkan bahwa jumlah biomassa yang terbuang pada kegiatan perbenihan tanaman padi dengan sistem tanam tegel 20 cm x 20 cm adalah 68,41301 kg/ha. Dengan demikian di Jawa Tengah menghasilkan 1.683.370,53 kg (1.683,370 ton) biomassa yang bisa digunakan sebagai bahan baku bioetanol. Secara nasional biomassa yang terbuang sebesar 7.399.619,57 kg (7.399,61 ton). Sedangkan bila menggunakan asumsi sistem tanam jajar legowo 2:1 di Jawa Tengah biomassa yang terbuang adalah 2.188.244,05 kg (2.188,24 ton) dan secara nasional biomassa yang terbuang sebesar 9.618.900,50 kg (9.618,90 ton). Dengan demikian estimasi energi yang dapat dihasilkan berdasarkan penelitian Zafar (2015) adalah sebesar 897.178,4-1.247.296,8 kWh skala Jawa Tengah dan 3.943.749-5.482.772 kWh secara nasional.

Pada proses perbenihan padi, dengan asumsi yang terbuang dari GKP adalah sebesar 20 persen, maka gabah (sekam) yang terbuang dapat dihitung seperti pada Tabel 2. Gabah yang dibuang pada proses produksi benih padi merupakan gabah hampa atau gabah yang tidak bernas.

Tabel 1. Potensi Jumlah Biomassa terbang pada Produksi Benih Padi

	Kelas Benih			
	BS	FS	SS	ES
Varietas lain & tipe simpang (Max %)	0	0	0.2	0.2
<b>Biomassa terbang <i>roughing</i> fase vegetatif (gram/ha)</b>				
- Sistem tegel (20 cm x 20 cm)	0	0	21.655	21.655
- Sistem jajar legowo 2:1	0	0	28.151,5	28.151,5
<b>Biomassa terbang <i>roughing</i> fase generatif (gram/ha)</b>				
- Sistem tegel (20 cm x 20 cm)	0	0	22.759,39	22.759,39
- Sistem jajar legowo 2:1	0	0	29.600,89	29.600,89
<b>Biomassa terbang <i>roughing</i> fase masak (gram/ha)</b>				
- Sistem tegel (20 cm x 20 cm)	0	0	23.998,62	23.998,62
- Sistem jajar legowo 2:1	0	0	31.178,93	31.178,93
<b>Jumlah biomassa terbang (gram/ha)</b>				
- Sistem tegel (20 cm x 20 cm)	0	0	68.413,01	68.413,01
- Sistem jajar legowo 2:1	0	0	88.931,32	88.931,32

Tabel 2. Gabah (sekam) yang Terbuang pada Prosesing Benih Padi

	Kebutuhan Benih Padi (ton)	Perkiraan GKP sebelum prosesing benih (ton)	Gabah yang terbang pada prosesing (ton)
Jawa Tengah	73.817.880	92.272.350	18.454.470
Indonesia	324.484.120	405.605.150	81.121.030



Gambar 3. Gabah hampa yang terbang dari pengolahan benih padi (Sumber : Sapamedia, 2016)

Pada budidaya padi yang ditujukan untuk memproduksi beras, menurut Nurhayati *et al.* (2016), dari setiap kg gabah yang digiling di penggilingan beras akan diproduksi sekitar 16-26 persen sekam padi. Hal tersebut juga dinyatakan oleh IRRI bahwa pada penggilingan padi sebanyak 100 kg, akan menghasilkan 20 kg sekam. Dengan asumsi sekam padi dari penggilingan adalah 20 persen dari gabah digiling, maka jumlah sekam yang dihasilkan dari budidaya padi di Jawa Tengah dan Indonesia dapat dihitung seperti ditampilkan pada Tabel 3. Tabel 3 juga menampilkan total produksi jerami padi yang dapat mencapai 12–15 t/ha/panen, bervariasi bergantung pada lokasi dan varietas padi yang ditanam (Riyanti, 2009).



**Gambar 4. Sekam padi yang terbang dari penggilingan padi**  
(Sumber : IRRI, 2016)

**Tabel 3. Asumsi Biomassa yang Dihasilkan dari Budidaya Padi Tahun 2015**

	Produksi padi 2015 (ton)	Luas panen (ha)	Sekam (ton) Asumsi 20 % dari produksi padi (Nurhayati <i>et al.</i> , 2016)	Jerami (ton) Asumsi 12-15 ton/ha (Riyanti, 2009)
<b>Jawa Tengah</b>	11.301.422	1.875.793	2.260.284,4	22.509.516 - 28.136.895
<b>Indonesia</b>	75.361.248	14.115.475	15.072.249,6	169.385.700 - 211.732.125

Berdasarkan data produksi padi dan luas panen BPS, sekam yang terbang pada budidaya padi di Jawa Tengah tahun 2015 adalah 2.260.284,4 ton dan pada skala Indonesia adalah 15.072.249,6. Sementara itu jerami yang dihasilkan dari budidaya padi tahun 2015 di Jawa tengah adalah 22.509.516-28.136.895 ton, sedangkan untuk Indonesia adalah 169.385.700-211.732.125 ton. Dengan demikian estimasi energi yang dapat dihasilkan dari sekam berdasarkan penelitian Zafar

(2015) adalah sebesar 926.716.604 kWh skala Jawa Tengah dan 6.179.622.336 kWh skala nasional. Sedangkan estimasi energi yang dihasilkan dari jerami adalah sebesar 11.536.126.950 - 69.448.137.000 kWh skala Jawa Tengah dan sebesar 69.448.137.000 - 86.810.171.250 kWh.

## KESIMPULAN

Sebagai negara agraris, Indonesia mempunyai limbah biomassa yang berlimpah. Biomassa yang dihasilkan dari kegiatan produksi benih padi dan budidaya yang berlimpah, perlu dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk menghasilkan energi alternatif yang ramah lingkungan. Diperlukan kesadaran semua pihak untuk dapat mewujudkan pengembangan energi alternatif berbahan baku biomassa, termasuk dukungan dan kebijakan pemerintah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, T., Abbasi, S.A. 2010. Biomass Energy and The Environmental Impacts Associated With its Production and Utilization. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2010(14):919–937.
- Adam, F., Appaturi J. N., Iqbal A. 2012. The utilization of Rice Husk Silica as a Catalyst: Review and Recent Progress. *Catal Today.* 190(1):2-14.
- Bazargan, A., T. Gebreegziabher, H. Chi-Wai. 2014. The Effect of Alkali Treatment on Rice Husk Moisture Content and Drying Kinetics. *Biomass & Bioenergy* 70(2014):486-475.
- Bellais, M. 2007. Modelling of The Pyrolysis of Large Wood Particles, KTH–Royal Institute of Technology. Unpublished Doctoral Thesis, KTH-Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Bridgwater, A.V. 2003. Renewable Fuels and Chemicals by Thermal Processing of Biomass. *Chemical Engineering Journal*, 91(2-3):87-102.
- BPS. 2015. Luas Lahan Sawah Menurut Provinsi (ha) 2003-2013. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). [23 Februari 2015 pukul 09.13 WIB].
- Bridgwater, A.V., Meier, D., Radlein, D. 1999. An Overview of Fast Pyrolysis of Biomass. *Organic Geochemistry.* 30:1479-1493.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Tengah. 2015. *Sebaran Varietas Tanaman Pangan 2015*.
- FAOSTAT. 2013. Food And Agriculture Organization Of The United Nations Statistics.
- IRRI. 2016. <http://www.knowledgebank.irri.org/step-by-step-production/post-harvest/milling/byproducts-and-their-utilization>. [6 April 2016 pukul 15.15 WIB].

- Juliano, B. O. 1985. Rice Hull and Rice Straw. In: Juliano BO, editor. Rice Chemistry and technology. 2nd ed. Saint Paul, MN: American Association of Cereal Chemists. p. 689-755.
- Kalderis, D., Bethanis S, Paraskeva P, Diamadopoulos E. 2008. Production of Activated Carbon from Bagasse and Rice Husk by a Single-Stage Chemical Activation Method at Low Retention Times. *Bioresour Technol.* 99(15): 6809-16.
- Kelly, A. F. 1988. Seed Production of Agricultural Crops Longman Scientific dan TechnicaL Longman Group. UK Limited.
- Kementerian Pertanian. 2014. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 02/Permentan/SR.120/1/2014 tentang Produksi, Sertifikasi dan Peredaran Benih Bina.
- Meriyanti, N. F. 2010. Studi Kritis Tanaman Padi Hibrida (*Oryza sativa* Linn.) terhadap Persaingan Gulma di Lahan Sawah. Skripsi. IPB. 2010.
- Mohan, D., Pittman, C. U., Steele, P. H. 2006. Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review. *Energy & Fuels.* 20:848-889.
- Nurhayati, A. Y., Y. C. Hariadi, W. Hasanah. 2016. Endeavoring to Food Sustainability by Promoting Corn Cob and Rice Husk Briquetting to Fuel Energy For Small Scale Industries And Household Communities. *Agriculture and Agricultural Science Procedia.* 9(2016):386-395.
- Ramage, J., Scurlock, J. 1996. Biomass. In *Renewable Energy-Power for a Sustainable Future*; Boyle, G., Ed. Oxford University Press: Oxford, UK.
- Riyanti, E. I. 2009. Biomassa Sebagai Bahan Baku Etanol. *Jurnal Litbang Pertanian* 28(3):101-110.
- Rogers, P. L. 2006. Energy and Agriculture: Bioethanol and Biodiesel Opportunities, in Strategic Roundtable Conference on Future Agriculture, Conference Proceedings, 2–3 November, Australian Farm Institute, Sydney.
- Roberto I. C., Mussatto S.I., Rodrigues R.C.L.B. 2003. Dilute-Acid Hydrolysis for Optimization of Xylose Recovery from Rice Straw in a Semi-Pilot Reactor. *Ind Crops Prod* 7:171-176
- Suharno. 2014. Sistem Tanam Jajar Legowo (Tajarwo) Salah Satu Upaya Peningkatan Produktivitas Padi. Judul Karya Ilmiah di Website. <http://stppyogyakarta.ac.id/wp-content/uploads/2014/12/suharno-des-TAJARWO.pdf>. [22 Februari 2016 pukul 10.55 WIB].
- Tsai, W.T., Lee, M. K., Chang, Y.M. 2007. Fast Pyrolysis of Rice Husk: Product Yields and Compositions. *Bioresour. Technol.* 98: 22–28.
- Yanik, J., Kornmayer, C., Saglam, M., Yüksel, M. 2007. Fast Pyrolysis of Agricultural Wastes: Characterization of Pyrolysis Products. *Fuel Processing Technology* 88:942–947.

- Yorgun, S., Simsek, Y. E. 2003. Fixed-Bed Pyrolysis of *Miscanthus X Giganteus*: Product Yields and Bio-Oil Characterization. *Energy Sources* 25:779–790.
- Zafar, S. 2015. Biomass Resources from Rice Industry. 25 November 2015. <http://www.bioenergyconsult.com/biomass-resources-rice-industry/>. Diunduh pada 20 Februari 2016 pukul 09.44.
- Zhang, O., Chang, J., Wang, T., Xu, Y. 2007. Review of Biomass Pyrolysis Oil Properties and Upgrading Research. *Energy Convers. Manag.* 48: 87–92.
- Zhang, H., Xiao, R., Huang, H., Xiao, G. 2009. Comparison of Non-Catalytic and Catalytic Fast Pyrolysis of Corncob in a Fluidized Bed Reactor. *Bioresource Technology.* 100:1428–1434.
- Wihardjaka, A. dan Sarwoto. 2014. Emisi Gas Rumah Kaca dan Hasil Gabah dari Beberapa Varietas Padi Unggul Tipe Baru di Lahan Sawah Tadah Hujan di Jawa Tengah. *Ecolab* 9(1):9-16. Januari 2015.

# **BAB III**

## **PEMANFAATAN LIMBAH UNTUK BIOENERGI**



# INTRODUKSI INSTALASI BIOGAS PADA PERBIBITAN DAN PENGGEMUKAN TERNAK SAPI DALAM RANGKA Mendukung KEGIATAN BIOSIKLUS PERTANIAN DI KP BANDONGAN

*Muryanto, Agus Hermawan dan Sudadiyono*

Pengembangan biogas di Indonesia, mulai digalakkan pada awal tahun 1970-an. Pengembangan biogas tersebut bertujuan untuk memanfaatkan limbah dan biomassa sebagai sumber energi lain di luar kayu bakar dan minyak tanah (Suriawiria, 2005). Program tersebut kurang berkembang di masyarakat, karena pada waktu itu masyarakat masih mampu membeli minyak tanah dan gas, adanya kebijakan subsidi dari pemerintah, disamping sumber energi lain - seperti kayu bakar - masih banyak tersedia. Pengembangan biogas mulai mendapat perhatian baik dari pemerintah maupun masyarakat setelah dikeluarkannya kebijakan pemerintah untuk mengurangi subsidi Bahan Bakar Minyak (BBM). Akibatnya terjadi kenaikan harga BBM sampai 100 persen pada 1 Oktober 2005, bahkan untuk minyak tanah naik sampai 125 persen.

Semakin lama pengembangan biogas semakin penting, disebabkan karena minyak tanah, BBM dan LPG, serta pupuk menjadi semakin langka dan mahal. Misalnya, harga minyak tanah pada tahun 2016 sudah di atas Rp. 10.000/liter sementara LPG 12 kg harga per tabungnya sekitar Rp 140.000. Mahalnya bahan bakar untuk keperluan rumah tangga dapat memicu kerusakan lingkungan (kebun, hutan, atmosfer), sedangkan kelangkaan pupuk dapat menyebabkan menurunnya kesuburan lahan. Pengembangan biogas merupakan salah satu alternatif pemecahan dalam rangka mencari sumber energi alternatif sekaligus sebagai upaya konservasi.

Prinsip pembuatan instalasi biogas adalah menampung limbah organik, baik berupa kotoran ternak, limbah tanaman maupun limbah industri pertanian, memproses limbah tersebut dan mengambil gasnya untuk dimanfaatkan sebagai sumber energy. Sisa hasil pemrosesan biogas ditampung untuk selanjutnya dipergunakan sebagai pupuk organik. Dengan mengembangkan biogas, akan diperoleh manfaat langsung dan tidak langsung. Manfaat langsung yang diperoleh adalah sumber energi alternatif untuk memasak, penerangan, bahan bakar generator dan pupuk organik siap pakai untuk tanaman. Secara tidak langsung, pengembangan biogas akan meningkatkan sanitasi lingkungan, menambah penghasilan, mendukung program pengurangan subsidi BBM, mengurangi dampak negatif gas rumah kaca dan lain-lain.

## PERCONTOHAN BIOGAS DI KP BANDONGAN

Percontohan pengembangan biogas telah dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Bandongan yang terletak di Kecamatan Bandongan, Kabupaten Magelang pada tahun 2015. Introduksi instalasi biogas di KP Bandongan disesuaikan dengan model usaha ternak sapi yang dilakukan, yaitu penggemukan dan perbibitan ternak sapi. Kegiatan diawali dengan pembuatan biogas sesuai dengan kapasitas yang telah direncanakan. Pada usaha penggemukkan dipelihara 3 ekor sapi, sehingga kapasitas digester yang digunakan relatif kecil ( $5,3 \text{ M}^3$ ). Pada usaha perbibitan, dipelihara 6 ekor sapi, sehingga digester yang dibangun kapasitasnya lebih besar yaitu  $9 \text{ M}^3$ .

Instalasi biogas kapasitas  $5,3 \text{ M}^3$  merupakan salah satu rekomendasi hasil pengkajian BPTP Jawa Tengah (Muryanto *et al.*, 2006) dan pada tahun 2008 dikerjasamakan dan dikomersialkan dengan pihak swasta (CV. Prima Utama Semarang). Instalasi biogas tersebut telah tersebar luas mulai dari Jawa Tengah, Papua, Kalimantan, Sumatera dan NTT. Pembuatan instalasi biogas kapasitas  $9 \text{ M}^3$  dikerjakan oleh Kelompok Tani dari Desa Banyuroto, Kecamatan Sawangan, Kabupaten Magelang. Kelompok ini telah mendapatkan pelatihan cara pembuatan biogas oleh BPTP Jawa Tengah sejak Tahun 2006. Kelompok tani tersebut hingga tahun 2007 telah membuat lebih dari 50 unit biogas dengan berbagai kapasitas (Pramono *et al.*, 2007). Sedangkan untuk generator yang digunakan, merupakan generator buatan pabrik yang dikhususkan menggunakan bahan bakar bensin, namun dilakukan modifikasi oleh BPTP Jawa Tengah sehingga generator tersebut 100 persen menggunakan bahan bakar gasbio.

Biogas dioperasionalkan menggunakan bahan baku kotoran ternak sapi yang dihasilkan dari usaha penggemukkan dan perbibitan sapi. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap gasbio yang diproduksi serta pemanfaatannya sebagai sumber energi alternatif baik sebagai energi untuk memasak, penerangan maupun sebagai bahan bakar generator. Sisa limbah biogas (*bioslurry* dan *sladge*) dimanfaatkan sebagai pupuk organik bagi tanaman yang dikembangkan di KP Bandongan. Pengembangan biogas dengan demikian merupakan bagian dari pengembangan KP Bandongan sebagai “Kebun Percobaan mandiri energi dan pupuk organik”.

## PEMBUATAN INSTALASI BIOGAS

Satu unit biogas terdiri dari tiga (3) tabung, yaitu, tabung penampung bahan baku atau *inlet*, tabung pemroses/pencerna atau digester dan tabung penampung sisa hasil pemrosesan atau *outlet*. Dari ketiga tabung tersebut, yang paling utama adalah digester kedap udara yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses fermentasi bakteri anaerob. Instalasi biogas yang dibangun menggunakan konstruksi beton (bata merah cor) dengan kapasitas  $9 \text{ M}^3$ . Bahan utama pembuat tabung-tabung ini berasal dari bata merah, batu dan semen. Ketiga tabung tersebut ditempatkan pada posisi sedemikian rupa sehingga proses pembuatan gasbio dapat berjalan dengan baik. Dalam pembuatannya, tabung yang dibuat terlebih dahulu adalah digesternya, kemudian menyusul *inlet* dan *outlet*.

### **Tabung Pemroses/Pencerna (Digester)**

Tabung digester berfungsi sebagai tempat pemrosesan dan pemisahan antara gas yang akan diambil dengan material lain. Material non gas harus dikeluarkan dari tabung agar tabung dapat diisi dengan bahan baku yang baru. Proses pengisian, pengeluaran gas dan pengeluaran materi yang sudah diambil gasnya harus dapat berlangsung secara kontinyu, sehingga gas dapat diproduksi secara berkelanjutan. Mengingat pentingnya fungsi tabung ini, maka pembuatannya harus rapat/tidak bocor. Di atas tabung dibuat bangunan melingkar, kemudian dibuatkan alat penutup yang diisi air dan pinggirnya diisi tanah liat. Apabila terjadi kebocoran, maka akan muncul gelembung udara (Gambar 1).



**Gambar 1. Digester dilengkapi dengan penutup**

### **Tabung Penampung Bahan (Inlet)**

Tabung ini berfungsi untuk menampung, mengencerkan dan menyaring kotoran sebelum diproses lebih lanjut kedalam tabung kedua atau digester (Gambar 2). Penampungan dilakukan untuk mempermudah proses, sedangkan pengenceran dilakukan karena proses pengambilan gas memerlukan kondisi tertentu. Pengenceran dilakukan dengan menambah air. Perbandingan antara limbah dan air adalah 1:1. Penyaringan dilakukan agar limbah tidak tercampur dengan bahan material lain yang dapat mengganggu proses fermentasi. Bahan-bahan yang mengganggu diantaranya adalah sisa pakan yang teksturnya keras dan bentuknya besar, logam berat seperti tembaga, cadmium, kromium, selain itu disinfektan, deterjen dan antibiotik.



**Gambar 2. Inlet biogas**

### **Tabung Penampung Sisa Hasil Pemrosesan (*Outlet*)**

Tabung *outlet* (Gambar 3) berfungsi untuk menampung limbah hasil pemrosesan. Apabila bahan baku yang digunakan adalah kotoran sapi, maka hasil akhir pemrosesan adalah pupuk organik. Pupuk ini sudah tidak berbau dan dapat langsung digunakan, namun masih mengandung air. Pupuk organik dalam tabung dapat langsung didistribusikan ke tanaman, atau diproses lebih lanjut dan dikemas untuk diperjualbelikan.



**Gambar 3. Outlet/tabung penampung sisa limbah**

Dari penjelasan tentang ketiga tabung tersebut, tabung kedua atau digester merupakan tabung yang paling penting. Oleh karena itu rancangan konstruksi tabung digester harus detail, sedang tabung-tabung yang lain pembuatannya dapat dimodifikasi sesuai dengan kondisi setempat. Rahman (2005) menjelaskan bahwa secara umum terdapat dua tipe digester, yaitu tipe terapung (*floating type*) dan tipe kubah tetap (*fixed dome type*). Tipe terapung terdiri atas tabung pemroses dan di atasnya ditempatkan drum terapung dari besi terbalik yang berfungsi untuk

menampung gas yang dihasilkan oleh digester. Sedangkan tipe kubah adalah digester yang dibangun dengan menggali tanah kemudian dibuat bangunan dari bata, pasir, dan semen yang berbentuk seperti rongga yang kedap udara dan berstruktur seperti kubah (bulatan setengah bola). Terdapat dua macam tipe digester, untuk rumah tangga yaitu tipe ukuran kecil (volume 6-10 M<sup>3</sup>) dan tipe besar (60-180 M<sup>3</sup>). Dari penjelasan tersebut, maka tipe biogas yang dibangun di KP Bandongan adalah tipe *fixed dome* dengan kapasitas 9 M<sup>3</sup> (Gambar 4).

Pembangunan biogas memerlukan keahlian khusus. Secara teknis pembuatnya minimal dapat membaca gambar teknis sederhana. Di samping itu, diperlukan keahlian dalam mengerjakan. Keahlian ini dapat diperoleh melalui praktek langsung di lapangan.



**Gambar 4. Biogas di KP Bandongan, tipe fixed dome dengan kapasitas 9 M<sup>3</sup>**

## **KINERJA BIOGAS PADA PERBIBITAN TERNAK SAPI**

Instalasi biogas yang dibangun berkapasitas 9 M<sup>3</sup> dengan bahan baku utama berupa kotoran sapi sebanyak 6 ekor. Satu ekor sapi dapat memproduksi kotoran 15-20 kg/hari sehingga berpotensi menghasilkan 0,36 M<sup>3</sup> gasbio yang setara dengan 0,75 liter minyak tanah. KP Bandongan, dengan jumlah karyawan sebanyak 5 orang, membutuhkan gas bio untuk memasak adalah 1,25 m<sup>3</sup>/ hari atau 0,25 m<sup>3</sup> /hari/ orang atau setara dengan gas bio yang dihasilkan dari bahan baku kotoran ternak sebanyak 4 ekor. Berdasarkan perhitungan perolehan kotoran ternak sejumlah 60-80 kg/hari, akan dihasilkan biogas sejumlah 1,44 M<sup>3</sup>/hari. Oleh karena sapi yang dipelihara 6 ekor, maka terjadi kelebihan gasbio yang diproduksi dan kelebihan ini dapat dimanfaatkan untuk mendukung kebutuhan penerangan di malam hari. (Sembiring, 2005; Muryanto *et al.*, 2006).

Hasil pengamatan terhadap gasbio yang diproduksi, menunjukkan ketinggian manometer 97 Cm. Manometer merupakan alat pengukur tekanan gas. Gas yang diproduksi dapat digunakan untuk memasak menggunakan kompor gas (yang telah

dimodifikasi). Dengan satu tungku, kompor gasbio mampu bertahan sampai 5,8 jam. Sebagai perbandingan, kompor minyak tanah untuk memasak selama 1 jam diperkirakan menghabiskan minyak tanah antara 1,0–1,2 liter. Artinya produksi gasbio yang dihasilkan setara dengan 5,8–6,96 liter minyak tanah. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1. Selain menghasilkan gasbio, pembuatan biogas pada perbibitan ternak sapi juga menghasilkan pupuk organik siap pakai. Produksi pupuk organik merupakan hasil akhir dari limbah kotoran sapi yang sudah diambil gasnya melalui proses fermentasi bakteri.

**Tabel 1. Kinerja Instalasi Biogas Kapasitas 9 M<sup>3</sup>**

No	Uraian	Keterangan
<b>1</b>	<b>Jumlah Kotoran</b>	
	- Jumlah kotoran dalam digester	6000 Kg
	- Perkiraan jumlah kotoran dari sapi	400 ekor
	- Jumlah sapi/hari	6 ekor
	- Jumlah kotoran/6 ekor/hari	90 kg
<b>2</b>	<b>Manometer</b>	
	- Manometer maksimal	97 Cm
	- Pemanfaatan kompor 1 tungku/jam	15 Cm
	- Pemanfaatan kompor 2 tungku/jam	25 Cm
<b>3</b>	<b>Pemanfaatan gasbio</b>	
	- Untuk kompor gas 1 tungku	5.8 jam
	- Untuk kompor gas 2 tungku	2.9 jam
	- Pemanfaatan 1 lampu petromak	42 jam
	- Pemanfaatan 2 lampu petromak	20.4 jam
	- Pemanfaatan 1 lampu & kompor 1 tungku	4.85 Jam
	- Pemanfaatan 1 lampu & kompor 2 tungku	3.23 jam
	- Pemanfaatan 2 lampu & kompor 2 tungku	2.16 jam

Produksi kotoran per hari yang diperoleh dari sapi 6 ekor/hari adalah sebanyak 60 kg (1 ekor sapi menghasilkan kotoran  $\pm$  10 kg/hari). Menurut Yunus (1987) kotoran sapi pedaging mempunyai bahan kering 12 persen, sehingga 1 ekor sapi bahan keringnya 2,4 kg yang dapat diasumsikan sebagai pupuk padat. Oleh karena dalam proses fermentasi dipersyaratkan harus homogen dengan BK 7 persen (Indriyati, 2002), maka kotoran tersebut perlu ditambah air dan diaduk. Dengan demikian pupuk yang diproduksi bukan hanya pupuk padat, tetapi juga pupuk cair sebanyak 36,09 kg. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Kandungan bahan kering (BK) kotoran setiap ternak berbeda. Oleh karena itu penambahan air untuk mengencerkan kotoran dari ternak juga berbeda. Hal ini dilakukan agar diperoleh kandungan BK yang optimal (7–9 persen). Berdasarkan contoh perhitungan tersebut, maka untuk kotoran sapi potong yang bobot basah 15 kg, memerlukan tambahan air 21,09 kg. Oleh karena perbedaan antara bobot kotoran basah dengan bobot penambahan air tidak terlalu jauh, maka untuk memudahkan pelaksanaan di lapangan digunakan perbandingan antara keduanya adalah 1:1. Perlu dicatat bahwa persyaratan BK 7–9 persen tetap menjadi patokan, sehingga apabila

pada perbandingan 1:1 ternyata biogas tidak dapat diproduksi, maka perhitungan penambahan air perlu diperbaiki menggunakan perhitungan kandungan BK tersebut.

**Tabel 2. Perhitungan Jumlah Air yang ditambah, Produksi Pupuk Padat dan Cair.**

No	Uraian	Satuan
1	Bobot kotoran dari sapi potong, bobot badan 250 kg	15 kg
2	Bahan Kering (BK) kotoran	12 persen
3	Jadi BK kotoran = $12/100 \times 29$ (pupuk padat)	1.8 kg
4	Bobot air dalam kotoran = $20 - 2,4$ kg	13.2 kg
5	Air yang dibutuhkan agar BK 7 persen = $100/7 \times 3,48$	34.29 kg
6	Air yang ditambahkan = $34,29 - 17,6$	21.09 kg
	Jadi bobot total air dan kotoran ( $15 + 21,09$ ) (pupuk cair)	36.09 kg

Berdasarkan perhitungan (Tabel 4), diprediksi produksi pupuk padat dan pupuk cair selama periode pemeliharaan 6 bulan akan diproduksi pupuk padat sebanyak 1.944 kg/6 ekor dan pupuk cair 38.973 kg/6 ekor. Pupuk tersebut dapat langsung digunakan oleh petani atau dapat dijual dalam bentuk kemasan. Bila harga pupuk padat Rp 300/kg dan pupuk cair Rp 100/kg, maka akan didapatkan Rp 583.200 dari pupuk padat dan Rp 3.897.257 dari pupuk cair, sehingga jumlah pendapatan dari penjualan pupuk Rp 4.480.457/6 ekor/6 bulan.

Pupuk organik yang dihasil melalui proses fermentasi biogas kaya akan unsur Nitrogen (N). Hal ini dapat ditelusuri unsur-unsur yang terdapat pada bahan baku yang digunakan. Bahan baku biogas seperti kotoran ternak merupakan bahan organik yang mempunyai kandungan N tinggi disamping unsur C, H dan O. Selama proses pembuatan biogas unsur tersebut akan membentuk CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> dan kandungan N yang ada masih tetap bertahan dalam sisa bahan dan menjadi sumber N bagi pupuk organik (Suriawiria, 2005).

## KINERJA BIOGAS PADA PENGGEMUKAN SAPI

Instalasi biogas yang dibangun untuk mendukung usaha penggemukkan ternak sapi menggunakan digester plastik polyethilen dengan kapasitas 5,3 M<sup>3</sup>. Instalasi ini dilengkapi dengan satu unit generator kapasitas 2.500 Watt dan 1 unit kompor gas untuk menguji dayaguna gas yang dihasilkan. Biogas yang dibangun merupakan biogas yang sudah dirangkai menjadi satu kesatuan. *Inlet* dan *outlet* dapat dilepas, hal ini untuk mempermudah pemasangan dan pengangkutan. Prosedur pembuatan gasbio dapat dijelaskan sebagai berikut.

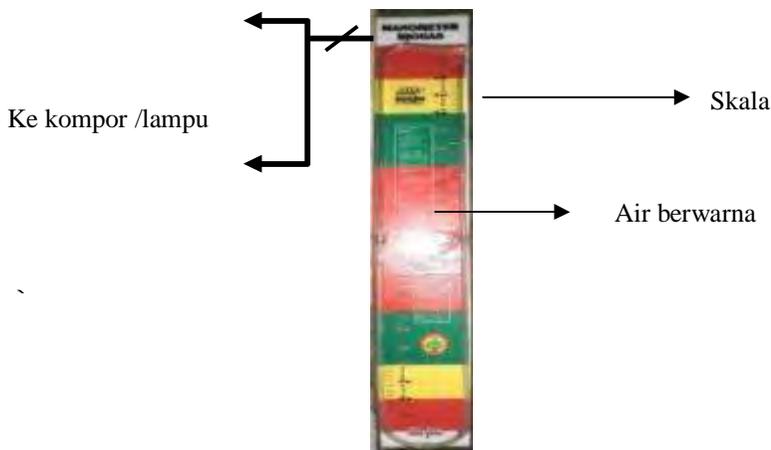
### Persiapan

Sebelum pemasangan instalasi, perlu diperhatikan kesesuaian antara letak kandang khususnya saluran kotoran/urine dengan letak instalasi biogas (*inlet*, digester dan *outlet*; lihat Ilustrasi 2).

## Pemasangan biogas

Galian dibuat untuk menempatkan *inlet*, saluran *inlet* ke digester, digester, saluran digester ke *outlet* dan *outlet*. Ukuran masing-masing perlu disesuaikan dengan instalasi biogasnya. Setelah galian selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah:

- Masukkan digester, *inlet* dan *outlet* pada galian yang telah dibuat.
- Pasang saluran dari *inlet* ke digester
- Pasang saluran dari digester ke *outlet* (*connector*)
- Pasang pralon saluran gas dan *stop* kran
- Sambungkan paralon saluran gas ke alat pengontrol tekanan gas/manometer (Gambar 5)
- Sambungkan saluran dari manometer ke kompor atau lampu (Gambar 5).



Gambar 5. Manometer

## Pengisian awal

Masukkan kotoran ke dalam *inlet*, tambahkan air dengan perbandingan 1:1. Aduk sampai rata, kemudian masukkan ke digester. Ulangi kegiatan ini sampai digester terisi sampai menutup lubang keluar *outlet*.

## Pembentukan gasbio dalam digester

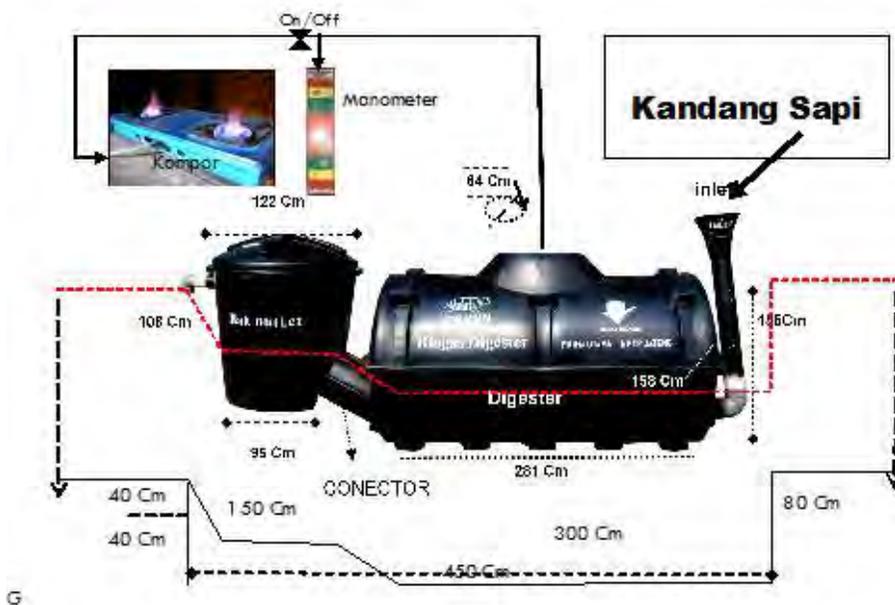
Agar biogas dapat terbentuk dan terkumpul, stop kran (*on/off*) harus selalu dijaga dalam keadaan tertutup. Setelah ditunggu selama 4–12 hari, gasbio akan terbentuk dan terkumpul. Tanda terbentuknya gasbio dapat dilihat dari naiknya air pada manometer (+10–20 cm). Pada kondisi ini instalasi siap digunakan.



Gambar 6. Batas ketinggian pengisian awal

### Pengisian rutin setiap hari

Secara rutin kotoran dari 3–4 ekor sapi dimasukkan kedalam *inlet*. Kotoran ternak perlu ditambah dengan air dengan perbandingan 1:1. Sebelum dimasukkan ke dalam digester campuran perlu diaduk sampai rata.. Apabila gas akan digunakan untuk memasak, stop kran dari digester, dan saluran gas pada kompor dibuka (on). Untuk menyalakan tungku kompor, diperlukan bantuan korek api. Apabila tidak digunakan, stop kran dari digester dimatikan (*off*).



Gambar 7. Ilustrasi kesesuaian letak kandang dan galian untuk instalasi Biogas

## Pemeliharaan

Agar gasbio dapat diproduksi secara optimal, kotoran ternak disaring pada *inlet*. Bahan-bahan keras seperti kayu, batu dan bahan-bahan yang bersifat asam atau basa (cuka, deterjen) dikeluarkan. Hal lain yang perlu dihindari adalah terjadinya benturan pada digester agar tidak terjadi kebocoran.

Pada implementasinya, pengisian digester memerlukan 1.250 kg feses yang tercampur urine. Materi selanjutnya ditambah dengan air dalam bobot yang sama. Setelah semua materi masuk di dalam digester, maka semua *outlet* (kran) harus dipastikan dalam kondisi tertutup rapat untuk menjamin terjadinya proses dekomposisi an-aerobik dan untuk mencegah terjadinya kebocoran gasbio yang diproduksi.

Berdasarkan hasil pengamatan, untuk dapat mulai menghasilkan gasbio maka limbah kandang ternak sapi memerlukan waktu inkubasi anaerobik selama 10 hari. Setelah masa inkubasi, gas tersebut tidak bisa langsung dimanfaatkan. Artinya, pada hari ke 10 masa inkubasi, gas yang diproduksi belum dapat dibakar. Hal ini diduga karena masih banyaknya oksigen dalam digester maupun pada saluran pipa pralon.



**Gambar 8. Letak instalasi biogas portabel kapasitas 5,3 M<sup>3</sup> di KP Bandongan**

Lebih lanjut, ditemukan bahwa di dalam pipa instalasi saluran gas terdapat banyak uap air. Uap air yang banyak ini diduga merupakan hasil evaporasi di dalam digester sebagai akibat dari panas ketika terjadi proses metanogenesis. Untuk mengeliminasi kontaminasi, gasbio yang diproduksi dibuang habis dari rongga

penampung gas. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa gasbio baru bisa digunakan sebagai sumber energi setelah masa inkubasinya diperpanjang 5 hari, setelah produksi gas selama 10 hari pertama dikeluarkan (Tabel 3).

Hasil pengamatan di lokasi lain sebenarnya menunjukkan pada umumnya gas mulai diproduksi pada hari ke 4–6 hari dan pada hari ke 9–12 sudah dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi (Muryanto *et al.*, 2010). Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan substansi kotoran yang dipengaruhi oleh jenis pakan ternak yang diberikan. Sangat mungkin bahwa substansi-substansi tersebut memperlambat mikroba-mikroba dalam proses dekomposisi limbah kandang ternak yang diinkubasikan. Kosekuensinya, pelepasan gas metan menjadi terhalang. Selain itu, diduga kondisi musim juga berpengaruh. Selamamasa pengamatan di KP Bandongan, hujan turun setiap hari dan suhu ruang lebih rendah dari biasanya, sehingga banyak diproduksi uap air. Ditemukan pula bahwa selama 5 hari terus-menerus terlihat uap air pada pipa saluran gasbio. Fenomena ini memberi petunjuk bahwa instalasi gasbio yang digunakan memerlukan tambahan alat perangkap air (*water trap*) yang berfungsi menangkap uap air agar tidak sampai pada titik akhir dari saluran gas bio. Alat tersebut dapat dipasang di antara digester dan titik akhir penggunaan gasbio.

**Tabel 3. Produksi dan pemanfaatan gasbio sebagai sumber energi untuk memasak dan sebagai bahan bakar generator**

Variabel yang diukur	Nilai satuan
Lama tinggal limbah dalam digester (hari)	10
Skala pada manometer (cm)	46
Gas bio mulai dapat digunakan (hari ke-)	15
Pemanfaatan gas bio untuk memasak/hari (menit)	120
<b>Pemanfaatan gas bio sebagai bahan bakar generator/hari</b>	
- Waktu penampungan dalam kantong plastik (menit)	69
- Volume gas yang ditampung (M <sup>3</sup> )	1,53
- Pemanfaatan sebagai bahan bakar generator (menit)	64,58

Gasbio yang diproduksi kemudian dimanfaatkan sebagai sumber energi (Gambar 8) untuk memasak. Gas tersebut mampu digunakan untuk menyalakan kompor (Gambar 9) selama 2 jam/hari. Produksi gasbio ini setara 2 liter minyak tanah. Bila harga minyak tanah Rp8.000/liter, maka dalam satu hari pengembangan gasbio mampu menghemat Rp16.000/hari atau Rp480.000/bulan.



**Gambar 9. Instalasi pemroses limbah kandang ternak menjadi biogas (kiri) dan contoh pemanfaatan biogas sebagai sumber energi (kanan)**

Pemanfaatan gasbio sebagai bahan bakar generator dilakukan melalui proses penampungan gas. Pada kegiatan ini gas yang diproduksi, ditunjukkan pada skala manometer maksimal, adalah 46 cm. Gasbio tersebut ditampung dalam tabung plastik. Dibutuhkan waktu 69 menit, untuk mengisi plastik penampungan sampai penuh dengan volume gas sebesar 1,53 M<sup>3</sup> (Gambar 10). Gasbio tersebut digunakan sebagai bahan bakar generator kapasitas 2500 watt. Dengan volume gas sebesar 1,53 M<sup>3</sup>, generator dapat menyala selama 64 menit 58 detik. Hasil ini bila dikonversikan terhadap penggunaan bensin, maka produksi gasbio tersebut setara dengan sekitar 1,5 liter bensin. Dengan asumsi harga bensin per liter adalah Rp 8.000,- maka nilai energi gasbio yang dihasilkan sama dengan Rp 12.000,-.



**Gambar 10. Pemanfaatan limbah ternak sebagai bahan bakar generator**

## Analisis Ekonomi (*Cashflow*) Introduksi Biogas

Pada analisis *cashflow*, diperhitungkan biaya yang diperlukan (*outflow*) dan pendapatan (*intflow*). Biaya yang diperlukan terdiri dari pembelian sapi, pembuatan kandang, biaya pakan, obat, perlengkapan kandang, tenaga kerja, biaya pembutan instalasi biogas dan lain-lain. Pendapatan yang diperoleh terdiri dari penjualan anak sapi (pada perbibitan) atau penjualan sapi (hasil pembibitan), produksi gasbio, pupuk organik padat dan cair.

Dari analisis yang dilakukan pada pemeliharaan pembibitan dengan jumlah sapi 6 ekor, introduksi biogas kapasitas 9 M<sup>3</sup>, biaya pembelian biogas akan terbiayai/impas pada tahun kedua (Tabel 4). Pada penggemukkan ternak dengan jumlah sapi sapi 3 ekor, maka biaya pembelian biogas akan terbiayai/impas pada penggemukkan periode ketiga, dimana setiap periode penggemukkan dilakukan selama 6 bulan (Tabel 5).

## KESIMPULAN

Introduksi biogas kapasitas 9 M<sup>3</sup> pada perbibitan ternak sapi dengan jumlah 6 ekor, dapat memproduksi gasbio yang dapat digunakan untuk memasak menggunakan kompor gas (dimodifikasi) selama 5,8 jam/hari atau setara dengan 5,8 – 6,96 liter/hari minyak tanah. Pupuk organik yang diproduksi berupa pupuk padat dan pupuk cair masing-masing 1.944 kg/6 ekor/6 bulan dan 38.973 kg/6 ekor/6 bulan. Pupuk tersebut dapat langsung digunakan oleh petani atau dapat dijual dalam bentuk kemasan.

Introduksi biogas kapasitas 5,3 M<sup>3</sup> pada penggemukkan ternak sapi sebanyak 3 ekor menghasilkan gasbio yang dapat digunakan untuk memasak dengan kompor satu tungku selama 2 jam/hari. Produksi ini setara dengan penggunaan minyak tanah 2 liter/hari. Sedang pemanfaatan gas-bio sebagai bahan bakar generator dilakukan melalui proses penampungan gas. Pada kegiatan ini gas yang diproduksi yang ditunjukkan pada skala manometer maksimal adalah 46 cm. Gasbio tersebut dapat ditampung dalam tabung plastik. Untuk mengisi tabung penyimpanan biogas sampai penuh (volume gas sebesar 1,53 M<sup>3</sup>) dibutuhkan waktu sekitar 69 menit.

Gasbio yang digunakan sebagai bahan bakar generator kapasitas 2500 watt, ternyata mampu menyalakan generator sampai 64 menit 58 detik. Hasil ini bila dikonversikan terhadap penggunaan bensin, maka produksi gas-bio tersebut setara dengan sekitar 1,5 liter bensin.

Dari analisis casflow didapatkan informasi bahwa biaya introduksi biogas kapasitas 9 M<sup>3</sup> pada perbibitan ternak dengan jumlah sapi 6 ekor akan terbiayai/impas pada pemeliharaan pembibitan tahun kedua. Sedang biaya introduksi biogas kapasitas 5,3 M<sup>3</sup> pada penggemukkan ternak dengan jumlah sapi sapi 3 ekor, maka akan terbiayai/impas pada penggemukkan periode ketiga, dimana setiap periode penggemukkan dilakukan selama 6 bulan.

**Tabel 4. Cash Flow Usaha Perbibitan Sapi dengan Introduksi Biogas 9 M<sup>3</sup> (Fixed Dome)**

NO	URAIAN	UNIT/ BUAH	@ Rp (000)	JUMLAH PER TAHUN					
				Tahun ke-1	Tahun ke-2	Tahun ke-3	Tahun ke-4	Tahun ke-5	Tahun ke-6
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
<b>OUTFLOW/INVESTASI :</b>									
1	Sapi	6	12.000	72.000					
2	Kandang (kap 6 ekr/kand)	1	10.000	10.000					
3	Pakan (1,5 %/bobot badan x 1 th)	12.960	1	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960
4	Obat, vaksin, IB	6	50	300	300	300	300	300	300
5	Perlengkapan kandang	1	300	300					
6	Tenaga kerja (Rp. 20000/org/hr)	1	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200
7	Instalasi Biogas	1	20.000	20.000					
8	Lain-lain/th(Rp. 50000/bl)	6	50	300	300	300	300	300	300
9	<b>Total Outflow (1 s/d 8)</b>			123.060	20.760	20.760	20.760	20.760	20.760
10	<b>Total Outflow kumulatif</b>			123.060	143.820	164.580	185.340	206.100	226.860
<b>INFLOW :</b>									
11	Penjualan anak sapi (3 th = 2 ekor anak)	4	4.000	0	16.080	16.080	16.080	16.080	16.080
12	Peningkatan harga induk	6	12.250	73.500	73.500	73.500	73.500	73.500	73.500
13	Produksi biogas (setara minyak tnh; 3 lt/hr)	1.080	4	4.320	4.320	4.320	4.320	4.320	4.320
14	Produksi pupuk organik padat	7.517	0,3	2.255	2.255	2.255	2.255	2.255	2.255
15	Produksi pupuk organik cair	107.374	0,1	10.737	10.737	10.737	10.737	10.737	10.737
16	<b>Total Inflow (11 s/d 15)</b>			90.812	106.892	106.892	106.892	106.892	106.892
17	<b>Total Inflow kumulatif</b>			90.812	197.705	304.597	411.490	518.382	625.274
18	<b>Net Cash Flow/bl (16 - 9)</b>			(32.248)	86.132	86.132	86.132	86.132	86.132
19	<b>Net Cash Flow/bulan kumulatif (17 - 10)</b>			(32.248)	53.885	140.017	226.150	312.282	398.414
20	<b>B/C Rasio per bulan (kumulatif)</b>			0,74	1,37	1,85	2,22	2,52	2,76

Tabel 5. Cash Flow Usaha Penggemukan Sapi dengan Introduksi Biogas *Portable* 5,3 m<sup>3</sup>

URAIAN	UNIT/ BUAH	@ Rp. (000)	JUMLAH PER PERIODE (6 BULAN)							
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
<b>OUTFLOW/INVESTASI :</b>										
<b>Sapi ( 3 ekor/6 bl) bobot 250 kg @ Rp. 40.000</b>	3	10.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
<b>Kandang (kap 3 ekr/kand)</b>	1	5.000	5.000							
<b>Pakan (2 %/bobot badan) kg</b>	2.700	2	4.050	4.050	4.050	4.050	4.050	4.050	4.050	4.050
<b>Obat &amp; vaksin</b>	3	50	150	150	150	150	150	150	150	150
<b>Perlengkapan kandang</b>	1	300	300							
<b>Tenaga kerja (Rp. 20000/org/hr)</b>	1	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
<b>Instalasi Biogas</b>	1	13.000	13.000							
<b>Lain-lain/periode (Rp. 50000/bl)</b>	2	50	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Total Outflow (1 s/d 8)</b>			56.200	37.900	37.900	37.900	37.900	37.900	37.900	37.900
<b>Total Outflow kumulatif</b>			56.200	94.100	132.000	169.900	207.800	245.700	283.600	321.500
<b>INFLOW :</b>										
<b>Penjualan sapi 340 kg @ 40.000 PBBH 0,5 kg</b>	3	13.600	40.800	40.800	40.800	40.800	40.800	40.800	40.800	40.800
<b>Produksi biogas *)</b>	270	4	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080
<b>Produksi pupuk organik padat</b>	1.879	0,3	564	564	564	564	564	564	564	564
<b>Produksi pupuk organik cair</b>	26.843	0,1	2.684	2.684	2.684	2.684	2.684	2.684	2.684	2.684
<b>Total Inflow (11 s/d 14)</b>			45.128	45.128	45.128	45.128	45.128	45.128	45.128	45.128
<b>Total Inflow kumulatif</b>			45.128	90.256	135.384	180.512	225.641	270.769	315.897	361.025
<b>Net Cash Flow/bulan (15- 9)</b>			(11.072)	7.228	7.228	7.228	7.228	7.228	7.228	7.228
<b>Net Cash Flow/bulan kumulatif (16 - 10)</b>			(11.072)	(3.844)	3.384	10.612	17.841	25.069	32.297	39.525
<b>B/C Rasio per bulan (kumulatif)</b>			0,80	0,96	1,03	1,06	1,09	1,10	1,11	1,12

## DAFTAR PUSTAKA

- Indriyati. 2002. Pengaruh Waktu Tinggal Substrat Terhadap Efisiensi Reaktor Tipe Totally Mix. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, Vol.4, No.4. 2002, hal. 67-71. BPPT.Jakarta. <http://www.IPTEKnet.htm>.
- Junus Muhamad. 1987. Teknik Membuat dan Memanfaatakan Unit Gas Bio. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Karsini. 1981. Biogas dari Limbah. Departemen Perindustrian Balitbang Industri Proyek Balai Pendidikan Industri. Jakarta.
- Kay, R.D. 1988. Farm Management: Planning Control and Implementation. McGraw-Hill Comp.
- Muryanto, J. Pramono, Suprpto, Ekaningtyas dan Sudadiyono. 2006. Biogas, Sumber Energi Alternatif. BPTP Jawa Tengah. Semarang.
- Muryanto *et al.*,. 2010. Introduksi Biogas pada Penggemukkan Ternak Sapi. Proseding Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian. BB Mektan.
- Muryanto, A.Hermawan, Muntoha. 2008. Rekomendasi Teknologi, Biogas Skala Rumah Tangga Siap Pakai. BPTP Jawa Tengah.
- Pramono, J, E. Kushartanti, A. Hermawan, Muryanto, Suprpto, D. Menik Parwati, Sri Catur. 2007. Prima Tani Magelang 2006. Laporan Kegiatan BPTP Jawa Tengah.
- Sembiring Iskandar. 2005. Biogas, Alternatif Ketika BBM Menipis. <http://BIOGAS\Waspada.co.id> » Seni & budaya » Biogas, Alternatif Ketika BBM Menipis.htm.
- Suriawiria, UH. 2005. Menuai Biogas dari Limbah <http://www.PikiranRakyatCyberMedia>.

# POTENSI PENGEMBANGAN BRIKET ARANG DARI LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF

*Indrie Ambarsari, Agus Hermawan, Forita D. Arianti, dan Suryanto*

Tingkat penggunaan bahan bakar terutama bahan bakar fosil di dunia semakin meningkat seiring dengan peningkatan populasi penduduk dan pertumbuhan industrialisasi. Kondisi tersebut menimbulkan kekhawatiran akan kemungkinan terjadinya krisis sumber energi. Dalam rangka mengantisipasi terjadinya krisis energi, maka berbagai pihak berlomba-lomba untuk mengembangkan sumber-sumber energi baru dan terbarukan sebagai alternatif pengganti penggunaan bahan bakar fosil, salah satunya energi biomassa.

Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki sumber biomassa limbah pertanian yang cukup melimpah dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif bahan bakar terbarukan. Menurut Ratnasari (2011), ketersediaan limbah pertanian di Indonesia dapat mencapai 40 milyar ton per tahun. Limbah pertanian tersebut dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit, tebu, kelapa, sisa panen dan lain sebagainya.

Penanganan limbah pertanian yang paling umum dilakukan oleh petani di Indonesia adalah dengan cara pembakaran. Kondisi ini dapat menimbulkan masalah baru bagi lingkungan, terutama berkaitan dengan polusi. Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengatasi permasalahan limbah pertanian tanpa menimbulkan yang lebih besar bagi lingkungan. Salah satu cara mudah untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomis limbah pertanian adalah pengolahan limbah pertanian menjadi briket arang.

Briket arang adalah arang yang dirubah bentuk, ukuran, dan kerapatannya dengan cara mengepres campuran serbuk arang dengan bahan perekat (Lestari *et al.*, 2010). Menurut Pari *et al.* (2012), pengolahan limbah pertanian menjadi bentuk briket memiliki keunggulan terutama dalam hal sifat fisik seperti kerapatan, kebersihan dan ketahanan tekan. Selain itu produk dalam bentuk briket memiliki sifat pembakaran yang lebih baik ditinjau dari nilai kalor bakar, mutu pembakaran dan kebersihan. Briket memiliki nilai kalor bakar lebih tinggi dibandingkan pembakaran bahan aslinya. Pembakaran dengan menggunakan briket juga menghasilkan asap dan sisa limbah (kotoran) yang lebih sedikit dibandingkan pembakaran menggunakan bahan asalnya. Tulisan ini akan mengulas tentang peluang pemanfaatan limbah pertanian sebagai briket arang, serta karakteristik briket arang yang dihasilkan, baik keunggulan maupun kelemahannya.

## POTENSI ENERGI BIOMASSA LIMBAH PERTANIAN DI INDONESIA

Potensi biomassa di Indonesia cukup tinggi. Dengan hutan tropis yang sangat luas, setiap tahun diperkirakan terdapat 25 juta ton limbah kayu yang terbuang dan belum dimanfaatkan. Selain itu juga terdapat berbagai limbah pertanian dan perkebunan seperti sekam padi, tongkol jagung, tempurung kelapa, dan lain sebagainya yang juga mengandung potensi energi. Tabel 1 memberikan gambaran potensi energi yang terkandung dalam biomassa limbah pertanian di Indonesia.

**Tabel 1. Potensi energi panas dari beberapa jenis biomassa limbah pertanian**

Jenis Limbah Pertanian	Nilai energi panas (kJ/kg)	Sumber
Cangkang kelapa sawit	19500 – 20750	Ma <i>et al.</i> (2004) dalam Wijayanti (2009)
Tandan kosong kelapa sawit	18000 – 19920	Ma <i>et al.</i> (2004) dalam Wijayanti (2009)
Tempurung kelapa	18200 – 19338	Palungkun (1999) dalam Ndraha (2009)
Pelepah kelapa	15971,29	Rohman (2009)
Tongkol jagung	14644 – 18828	Watson (1988) dalam Gandhi (2010)
Sekam padi	13807,2	Sipahutar (2014)
Serbuk kayu	16812 – 25002	Atria <i>et al.</i> (2002) dalam Ndraha (2009)
Serbuk gergaji	15543,35	Rohman (2009)
Kayu kering	18791,18	Akhehurst (1981) dalam Hartanto dan Alim (2011)
Kulit kakao	17594,43	Rahman (2009)
Ampas tebu ( <i>bagasse</i> )	7635,8	Wijayanti (2009) dalam Nugraha (2013)
Bambu	19215,19	Putra <i>et al.</i> (2013)

Limbah pertanian memiliki karakteristik yang berbeda-beda, baik dari sifat fisik maupun komposisi kimianya. Karakteristik masing-masing jenis limbah pertanian tersebut akan sangat menentukan kualitas briket arang yang dihasilkan untuk digunakan sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Isa *et al.* (2012) menyebutkan bahwa semakin tinggi kandungan selulosa pada komposisi bahan akan menghasilkan briket dengan kualitas yang semakin baik. Komposisi kimia beberapa jenis limbah pertanian yang berpotensi untuk dijadikan sumber energi alternatif dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Komposisi kimia berbagai jenis limbah pertanian**

Jenis Limbah	Komposisi Bahan	Sumber
<b>Tongkol jagung</b>	selulosa 32%; hemiselulosa 44%; lignin 13%	Bull (1991) <i>dalam</i> Sholichah dan Afifah (2011)
<b>Serbuk kayu</b>	holoselulosa 70,5%; selulosa 40,9%; lignin 27,8%	Atria <i>et al.</i> (2002) <i>dalam</i> Ndraha (2009)
<b>Tempurung kelapa</b>	selulosa 26,6%; lignin 29,4%; pentosan 27,0%	Suhardiyono (1995) <i>dalam</i> Ndraha (2009)
<b>Kayu meranti</b>	selulosa 50%; lignin 16-33%; hemiselulosa dan zat lain 5-10%	Anggono (2009) <i>dalam</i> Patabang (2013)
<b>Ampas tebu (<i>bagasse</i>)</b>	selulosa 37,7%; lignin 22,1%; pentosan 27,9%; SiO <sub>2</sub> 3,0%	Wijayanti (2009) <i>dalam</i> Nugraha (2013)

## PROSES PEMBUATAN BRIKET ARANG

Proses pembuatan briket arang diawali dengan melakukan pembakaran terhadap bahan baku hingga terbentuk arang. Pembentukan arang dapat terjadi melalui proses pemanasan bahan secara langsung maupun tidak langsung. Proses pemanasan untuk menghasilkan arang umumnya dilakukan pada suhu di atas 500°C. Hendra (1999) *dalam* Wijayanti (2009) menyebutkan bahwa kecepatan pemanasan dan tekanan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap proses karbonisasi pembentukan arang. Pemanasan yang terlalu cepat akan menghasilkan rendemen arang yang rendah, sedangkan pemanasan dengan tekanan tinggi akan meningkatkan rendemen arang yang dihasilkan.

Tahapan selanjutnya untuk membuat briket arang adalah proses penghancuran atau penepungan arang yang telah terbentuk dari hasil proses pemanasan. Tepung arang kemudian dicampur dengan bahan perekat, dicetak (kempa dingin) dengan sistem hidrolik, dan dikeringkan. Menurut Kirana (1995) *dalam* Patabang (2012), ukuran partikel arang yang baik untuk pembuatan briket adalah 40-60 mesh. Ukuran partikel yang terlalu besar akan mempersulit proses perekatan, sehingga mempengaruhi keteguhan tekanan yang diberikan.

Tsoumis (1991) *dalam* Wijayanti (2009) mengemukakan bahwa dalam beberapa proses pembuatan briket arang juga digunakan bahan tambahan lain seperti lilin untuk menambah pembakaran, flavor untuk memberikan aroma yang menyenangkan, ataupun pewarna untuk memperoleh warna yang lebih menarik. Adapun tahapan proses pembuatan briket arang secara sederhana di tingkat perdesaan dapat dilihat pada Gambar 1.

Penggunaan bahan perekat dalam pembuatan briket arang dimaksudkan agar ikatan antar partikel penyusun briket semakin kuat, teratur dan lebih padat. Bahan perekat berfungsi untuk menarik air dan mengikat partikel-partikel yang akan direkatkan. Menurut Schuchart (1996), penggunaan perekat juga dapat meningkatkan nilai kalor briket dan kepadatan briket agar tidak mudah pecah.

Dalam pembuatan briket umumnya digunakan bahan perekat organik seperti pati singkong (tapioka) atau pati sagu, karena harganya yang relatif murah dibandingkan perekat an-organik. Lestari *et al.* (2010) menambahkan bahwa bahan organik seperti pati menghasilkan abu sisa hasil pembakaran yang lebih sedikit dibandingkan perekat an-organik. Tabel 3 menyajikan karakteristik kimia beberapa jenis bahan perekat organik.



**Gambar 1. Proses pembuatan briket arang**

Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa jenis bahan perekat berpengaruh signifikan terhadap nilai kalor briket yang dihasilkan. Hal ini terkait dengan karakteristik bahan perekat itu sendiri. Hanandito dan Willy (2007) menyebutkan bahwa penggunaan terigu sebagai perekat akan menghasilkan briket arang dengan nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan perekat tapioka dan molase.

Selain jenis bahan yang digunakan sebagai perekat, konsentrasi perekat juga turut mempengaruhi kualitas briket arang yang dihasilkan, dimana semakin besar persentase bahan perekat maka nilai kalor, berat jenis, dan kepadatan energi pada briket akan semakin rendah (Gandhi, 2010; Lestari *et al.*, 2010; Putra *et al.*, 2013). Penambahan perekat akan menurunkan nilai kalor pada briket karena bahan perekat memiliki sifat thermoplastis dan sulit terbakar, serta membawa lebih banyak air sehingga panas yang dihasilkan terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air di dalam briket (Gandhi, 2010). Konsentrasi perekat yang terlalu tinggi juga mengakibatkan timbulnya banyak asap pada saat penggunaan briket. Oleh karena itu, konsentrasi perekat yang digunakan untuk pembuatan briket arang umumnya tidak lebih dari 5% (Triono, 2006 *dalam* Wijayanti, 2009).

**Tabel 3. Karakteristik kimia bahan perekat dari beberapa jenis pati/tepung**

Jenis Perekat	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)	Karbon (%)
Pati jagung	10,52	1,27	4,89	8,48	1,04	73,80
Pati singkong	9,84	0,36	1,50	2,21	0,69	85,20
Pati sagu	14,10	0,67	1,03	1,12	0,37	82,70
Tepung beras	7,58	0,68	4,53	9,89	0,82	76,90
Terigu	10,70	0,86	2,00	11,50	0,64	74,20

Sumber: Anonim (1989) dalam Ndraha (2009)

Menurut Sudarajat *et al.* (2006) dalam Wijayanti (2009), penggunaan pati dalam bentuk cair sebagai bahan perekat akan menghasilkan briket arang dengan nilai rendah dari segi kerapatan, keteguhan tekan, kadar abu dan zat volatil. Meskipun demikian, perekat pati cair akan menghasilkan briket arang dengan kadar air, karbon terikat, dan nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan briket arang yang menggunakan perekat molase/tetes tebu.

## PARAMETER KUALITAS BRIKET ARANG DARI BERBAGAI LIMBAH PERTANIAN

Kualitas briket sebagai sumber energi alternatif harus memenuhi beberapa kriteria seperti mudah dinyalakan, tidak banyak menimbulkan asap dan jelaga, emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun, memiliki laju pembakaran yang baik, serta tahan disimpan dalam jangka waktu yang lama (Isa *et al.*, 2012). Berdasarkan tampilan fisik, karakteristik briket arang yang baik ditandai dengan permukaannya yang halus, tidak mudah pecah, dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan.

Kriteria kualitas briket tersebut sangat dipengaruhi oleh sifat fisikokimia masing-masing jenis briket arang. Rendemen arang, kadar air, kadar abu, nilai kalor briket, kandungan zat volatil, dan kadar karbon terikat adalah beberapa parameter sifat fisik dan kimia yang dapat dijadikan indikator kualitas briket arang yang dihasilkan. Masing-masing karakteristik fisik dan kimia pada briket arang tersebut umumnya saling berkaitan dan saling mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan.

### Rendemen Arang

Rendemen arang yang dihasilkan setelah proses pirolisis bahan merupakan salah satu indikator kualitas briket. Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa rendemen arang hasil pirolisis yang sesuai untuk diproses menjadi briket adalah pada kisaran 21,0 – 40,8% (Hartoyo, 1976 dalam Putra *et al.*, 2013; Sukesih, 2009; Sungkana, 2009). Rendemen arang yang lebih besar dari 40,8% mengindikasikan proses pirolisis yang tidak sempurna, sehingga akan mempengaruhi kadar air, nilai kalor dan parameter kualitas lain pada briket yang dihasilkan (Sukesih, 2009).

Namun apabila rendemen arang kurang dari 20%, maka struktur briket yang dihasilkan nantinya akan sangat rapuh sehingga mudah terbakar dan menghasilkan nilai kalor yang rendah (Sungkana, 2009).

### **Kadar Air**

Kadar air menjadi salah satu parameter kualitas briket karena kandungan air akan mempengaruhi tingkat kemudahan pembakaran briket. Semakin tinggi kadar air, maka semakin sulit pembakaran briket dilakukan. Disebutkan oleh Putra *et al.* (2013) bahwa kadar air berkorelasi dengan nilai kalor briket, dimana semakin rendah kadar air briket maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Tingkat kadar air yang tinggi akan menyebabkan kebutuhan kalor untuk menguapkan air semakin tinggi, akibatnya energi kalor yang tersisa pada briket akan semakin kecil. Berdasarkan SNI 01-6235-2000, kadar air maksimal untuk briket adalah 8%.

Selain bahan baku briket, kadar air juga dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi bahan perekat yang digunakan (Putra *et al.*, 2013). Semakin tinggi konsentrasi bahan perekat yang digunakan pada pembuatan briket, maka semakin tinggi pula kadar air pada briket tersebut (Gandhi, 2010; Putra *et al.*, 2013). Waktu pengeringan juga mempengaruhi kadar air dalam briket.

### **Kadar Abu**

Kadar abu adalah persentase dari zat-zat yang tersisa dari proses pembakaran dan sudah tidak memiliki unsur karbon. Kadar abu yang tinggi pada suatu briket mengindikasikan kualitas briket yang rendah, karena berkaitan dengan penurunan nilai kalor pada briket (Putra *et al.*, 2013). Hal ini dikarenakan unsur utama abu adalah silika yang memiliki pengaruh kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan (Isa *et al.*, 2012). Kadar abu maksimal pada briket arang kayu yang dipersyaratkan oleh SNI 01-6235-2000 adalah sebesar 8%, sedangkan standar kadar abu yang digunakan untuk briket komersial di Jepang adalah 5-7% (Putra *et al.*, 2013).

### **Nilai Kalor**

Kelayakan penggunaan suatu biomassa limbah pertanian sebagai sumber energi alternatif dalam bentuk briket arang sangat ditentukan oleh nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor merupakan parameter utama yang menentukan kualitas briket arang untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif. Semakin tinggi nilai kalor pada briket arang, semakin baik kualitas briket arang yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan efisiensi panas yang dihasilkan, dimana semakin besar nilai kalor maka jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan panas akan semakin sedikit.

Nilai kalor berbagai jenis briket arang limbah pertanian dapat dilihat pada Tabel 4. Beberapa jenis limbah pertanian memiliki nilai kalor yang cukup baik yaitu lebih dari 6000 kal/g. Briket dengan kisaran kalor lebih dari 6200 kal/g dapat diklasifikasikan sebagai briket arang dengan kualitas A, sedangkan briket dengan nilai kalor 5600-6200 kal/g dan 4940-5600 masing-masing dikategorikan sebagai briket kelas B dan C (Anonim *dalam* Hartanto dan Alim, 2011). Menurut Standar

Nasional Indonesia (SNI) 01-6235-2000, nilai kalor minimal untuk briket arang adalah 5000 kal/g. Di Jepang, standar nilai kalor untuk briket arang sebagai bahan bakar padat adalah 6000-7000 kal/g (Hanandito dan Willy, 2007).

**Tabel 4. Potensi energi (nilai kalor) briket arang dari berbagai limbah pertanian**

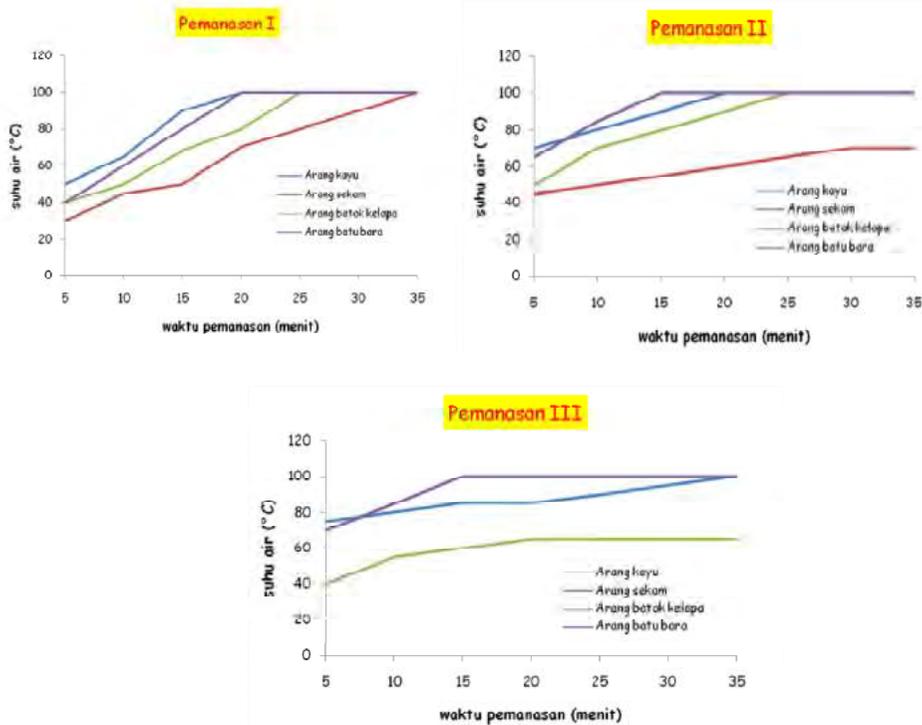
Jenis Limbah Pertanian	Nilai Kalor Briket (kal/g)	Sumber
Tongkol jagung	3870 – 6757	Gandhi (2010); Isa <i>et al.</i> (2012); Lestari <i>et al.</i> (2010)
Tandan kosong sawit	5578 – 5915	Goenadi <i>et al.</i> (2005) dalam Wijayanti (2009); Putra <i>et al.</i> (2013)
Cangkang sawit	6600	Goenadi <i>et al.</i> (2005) dalam Wijayanti (2009)
Sekam padi	3300,45	Hartanto dan Alim (2011)
Sebuk gergaji kayu	5786,37	Hartanto dan Alim (2011)
Serbuk gergaji kayu meranti	5731,10	Patabang (2013)
Serbuk gergaji kayu <i>Acacia mangium</i>	7047	Sutapa <i>et al.</i> (2013)
Kulit biji mete	4268,48	Hartanto dan Alim (2011)
Kulit buah kakao	6308,21	Patabang (2007)
Kulit kemiri	5943	Patabang (2007)
Bungkil biji jarak	6343,49	Hartanto dan Alim (2011)
Ampas biji jarak	6330	Fachrizal <i>et al.</i> (2008)
Ampas tebu	2848,74 – 3564,78	Nugraha (2013)
Bambu	6040,95 – 6709,50	Putra <i>et al.</i> (2013)

Hermawan *et al.* (2015) melakukan percobaan pengukuran efisiensi panas terhadap beberapa jenis briket arang. Pengujian panas dilakukan dengan menggunakan 1 kg briket untuk memanaskan 2 liter air. Hasil percobaan menunjukkan bahwa briket batu bara memiliki efisiensi panas yang paling baik, diikuti dengan briket arang kayu, briket batok kelapa, dan terakhir briket arang sekam. Briket arang sekam hanya dapat digunakan untuk mendidihkan air pada pemanasan pertama. Pada pemanasan air selanjutnya, briket arang sekam sudah banyak yang menjadi abu sehingga pemanasan tidak optimal (Gambar 2).

### Kandungan Zat Volatil

Kandungan zat volatil (*volatile matter*) pada briket arang merupakan hasil dekomposisi zat-zat penyusun arang akibat proses pemanasan (Perry dan Chilton, 1973 dalam Putra *et al.*, 2013). Menurut Winaya (2010) dalam Nugraha (2013), kandungan zat volatil merupakan salah satu karakteristik biomassa briket arang

paling berpengaruh terhadap performansi pembakaran. Tingginya kandungan zat volatil dapat menjadi indikator rendahnya kualitas briket yang dihasilkan. Semakin tinggi kandungan zat volatil pada briket, maka asap yang dihasilkan saat pembakaran briket juga akan semakin banyak. Kondisi ini dipengaruhi oleh penurunan suhu maksimum pembakaran dan peningkatan waktu pembakaran yang menyebabkan proses pembakaran tidak berlangsung secara sempurna.



**Gambar 2. Hasil uji kalor pada beberapa jenis briket arang dari limbah pertanian (Hermawan *et al.*, 2015)**

Tinggi rendahnya kandungan zat volatil pada briket dapat dipengaruhi oleh suhu dan lamanya proses pirolisis. Semakin tinggi suhu dan lama waktu pirolisis maka akan semakin banyak dekomposisi senyawa volatil yang terbuang selama proses pengarangan sehingga kandungan senyawa volatil akan semakin kecil (Gafar *et al.*, 1999 dalam Isa *et al.*, 2012). Ditambahkan oleh Erikson (2011) bahwa setiap jenis bahan baku briket memiliki kandungan senyawa volatil yang berbeda, yang berpengaruh terhadap nilai dekomposisi senyawa volatil pada briket tersebut. Di sisi lain, Patabang (2011) dalam Nugraha (2013) menyatakan bahwa kandungan bahan perekat dapat mengakibatkan penurunan kandungan senyawa volatil di dalam briket.

### **Kadar Karbon Terikat**

Karbon terikat (*fixed carbon*) merupakan fraksi karbon yang terikat di dalam briket selain fraksi air, abu, dan zar volatil. Karbon terikat merupakan komponen

yang bila terbakar tidak membentuk gas atau dapat dikatakan sebagai kandungan karbon pada bahan bakar padat yang masih berupa arang (Nugraha *et al.*, 2013). Kadar karbon terikat akan bernilai tinggi apabila kadar air, abu dan zat volatil pada briket bernilai rendah (Abidin, 1973 dalam Masturin, 2002). Kadar karbon terikat juga berkaitan erat dengan nilai kalor pada briket arang. Semakin tinggi kadar karbon terikat maka akan semakin tinggi pula nilai kalor briket yang dihasilkan.

Tingginya kadar karbon terikat menjadi indikator kualitas briket yang baik. Briket dengan kadar karbon terikat yang tinggi akan menghasilkan asap yang minim saat pembakaran (Putra *et al.*, 2013). Standar Nasional Indonesia (SNI) tidak mensyaratkan kriteria karbon terikat pada produk briket arang. Namun demikian, kadar karbon terikat menjadi salah satu parameter standar untuk produk briket di beberapa negara maju. Sebagai contoh, Jepang mensyaratkan kadar karbon terikat untuk produk briket minimal adalah 60-80%, di USA minimal sebesar 58%, sedangkan di Inggris minimal adalah 75% (Putra *et al.*, 2013).

Tabel 5 menyajikan kadar karbon terikat pada beberapa jenis briket arang limbah pertanian. Komposisi kimia pada setiap jenis limbah pertanian, terutama kandungan selulosa, sangat mempengaruhi besarnya kadar karbon terikat pada briket. Kandungan selulosa yang tinggi pada bahan akan menghasilkan kadar karbon terikat yang tinggi, karena sebagian besar komponen penyusun selulosa adalah karbon.

**Tabel 5. Kadar karbon terikat pada beberapa jenis briket arang**

Jenis Briket Arang	Karbon Terikat (%)	Sumber
Tongkol jagung	25,21 – 43,12	Isa <i>et al.</i> (2012)
Sekam padi	14,41 – 15,35	Patabang (2012)
Tandan kosong sawit	53,82	Goenadi <i>et al.</i> (2005) dalam Wijayanti (2009)
Cangkang sawit	69,25	Goenadi <i>et al.</i> (2005) dalam Wijayanti (2009)
Serbuk gergaji kayu meranti	65,90	Patabang (2013)
Serbuk kayu akasia	71,79 – 73,38	Sutapa <i>et al.</i> (2013)
Limbah <i>Eucalyptus grandis</i>	63,68%	Sahwalita <i>et al.</i> (2003)
Bambu	63,76 – 70,73	Putra <i>et al.</i> (2013)

## PENUTUP

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai briket arang merupakan salah satu solusi untuk penanganan limbah biomassa di Indonesia dan juga suatu peluang untuk pengembangan sumber energi alternatif. Dalam proses pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan baku briket arang, banyak faktor yang harus diperhatikan baik karakteristik bahan baku, ukuran partikel arang, jenis dan konsentrasi bahan

perekat, kondisi proses pirolisis (suhu dan waktu pemanasan), maupun lama pengeringan bahan maupun briket sebelum digunakan. Limbah pertanian dengan kandungan selulosa tinggi umumnya menghasilkan briket arang dengan karakteristik yang baik. Pada dasarnya, kualitas briket arang yang baik dapat dilihat dari parameter penting khususnya nilai kalor dan kadar karbon terikat yang tinggi. Parameter nilai kalor dan kadar karbon terikat pada briket tersebut sangat dipengaruhi oleh karakteristik kimia briket seperti kadar air, kadar abu, dan kandungan senyawa volatil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Erikson, S. 2011. Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Fachrizar, N., B. Heruhadi, R. Mustafa, M. Sumarsono, dan S. Pranoto. 2008. Pembuatan Arang Briket Ampas Jarak dan Biomassa. *Jurnal Ilmu Tek. Energi* 1(7): 24-36.
- Gandhi, A. 2010. Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung. *Profesional* 8(1): 1-12.
- Hanandito, L. dan S. Willy. 2007. Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa dari Sisa Bahan Bakar Pengasapan Ikan Kelurahan Bandarharjo Semarang. Laporan Teknis. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hartanto, F.P. dan F. Alim. 2011. Optimasi Kondisi Operasi Pirolisis Sekam Padi untuk Menghasilkan Bahan Bakar Briket Bioarang sebagai Bahan Bakar Alternatif. Laporan Teknis. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hermawan, A., I. Ambarsari, H. Kurnianto, A.C. Kusumasari, A. Sutanto, Sudadiyono, Muryanto, Subiharta, F.D. Ariani, J. Pramono, Suryanto, J. Purmiyanto, dan Ngadimin. 2015. Model Biosiklus Terpadu Padi-Sapi di KP Bandongan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Laporan Kegiatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Ungaran.
- Isa, I., H. Lukum, dan I.H. Arif. 2012. Briket Arang dan Arang Aktif dari Limbah Tongkol Jagung. Laporan Penelitian. Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo.
- Lestari, L., Aripin, Yanti, Zainudin, Sukmawati, dan Marliani. 2010. Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung yang Menggunakan Bahan Perekat Sagu dan Kanji. *Jurnal Aplikasi Fisika* 6(2): 93-96.
- Masturin, A. 2002. Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang dari Campuran Arang Limbah Gergaji Kayu. Skripsi. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Ndraha, N. 2009. Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu yang Dihasilkan. Skripsi. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Nugraha, J.R. 2013. Karakteristik Termal Briket Arang Ampas Tebu dengan Variasi Bahan Perikat Lumpur Lapindo. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- Pari, G., Mahfudin, dan Jajuli. 2012. Teknologi Pembuatan Arang, Briket Arang dan Arang Aktif serta Pemanfaatannya. Disampaikan pada acara Gelar Teknologi Tepat Guna di Semarang, 2 Oktober 2012. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Kementerian Kehutanan.
- Patabang, D. 2007. Karakteristik Pembakaran Briket Arang Kulit Kemiri. Tesis. Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Patabang, D. 2012. Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi dengan Variasi Bahan Perikat. Jurnal Mekanikal 3(2): 286-292.
- Patabang, D. 2013. Karakteristik Termal Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Meranti. Jurnal Mekanikal 4(2): 410-415.
- Putra, H.P., M. Mokodompit, dan A.P. Kuntari. 2013. Studi Karakteristik Briket Berbahan Dasar Limbah Bambu dengan Menggunakan Perikat Nasi. Jurnal Teknologi 6(2): 116-123.
- Rahman, A. 2009. Pengaruh Komposisi Campuran Arang Kulit Kakao dan Arang Pelepah Kelapa Terhadap Karakteristik Biobriket. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Retnasari, F. 2011. Pengolahan Cangkang Kelapa Sawit dengan Teknik Pirolisis untuk Produksi Bio-Oil. Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rohman, T.N. 2009. Pengujian Briket Arang Limbah Serbuk Gergaji dari Kabupaten Wonosobo. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sahwalita, H. Sanjaya, dan Nuryana. 2003. Karakteristik Briket Arang dari Limbah Pembalakan Kayu *Eucalyptus grandis*. RIMBA Kalimantan Fakultas Kehutanan Unmul 11(1): 17-20.
- Schuchart. 1996. Pedoman Teknis Pembuatan Briket Arang. Medan.
- Sholichah, E. dan N. Afifah. 2011. Studi Banding Penggunaan Pelarut Air dan Asap Cair Terhadap Mutu Briket Arang Tongkol Jagung. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan PKM Sains, Teknologi dan Kesehatan. Universitas Islam Bandung.
- Sipahutar, D. 2014. Teknologi Briket Sekam Padi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau.

- Sukesih, W. 2009. Pembuatan Briket Arang dari Campuran arang Pelepah Kelapa dan Batubara. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sungkana. 2009. Penggunaan Limbah Pabrik Spritus (Biotong) sebagai Bahan Perikat Pada Proses Pembuatan Briket Arang dari Sampah Organik. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sutapa, J.P.G., D. Irawati, P. Hadi, A.N. Rakhmat, dan A.H. Hidayatullah. 2013. Konversi Limbah Serbuk Gergaji Kayu Akasia (*Acacia mangium* Willd) ke Briket Arang dan Arang Aktif. Laporan Penelitian. Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wijayanti, D.S. 2009. Karakteristik Briket Arang dari Serbuk Gergaji dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit. Skripsi. Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.

# POTENSI PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN ASAP CAIR DARI LIMBAH PERTANIAN

*Indrie Ambarsari, Agus Hermawan, dan Sudadiyono*

Limbah pertanian merupakan biomassa yang melimpah dan belum banyak dimanfaatkan, bahkan beberapa diantaranya menimbulkan masalah berupa pencemaran lingkungan. Selama ini pengolahan limbah pertanian masih dilakukan secara terbatas dengan cara pengomposan atau diolah menjadi pupuk organik dan bahkan masih banyak limbah pertanian yang ditangani secara asal dengan cara pembakaran di lahan. Metode pembakaran limbah di beberapa negara maju sudah dilarang karena dapat menimbulkan pencemaran udara. Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan untuk penanganan limbah pertanian adalah melalui metode *pirolisis* yang menghasilkan asap cair.

Pirolisis merupakan suatu proses dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan, dimana keberadaan oksigen ditiadakan atau dibatasi sehingga material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas (Ratnasari, 2011). Sedangkan asap cair didefinisikan sebagai suatu campuran dispersi asap kayu dalam air yang dihasilkan melalui proses kondensasi asap hasil pembakaran kayu atau bahan-bahan yang mengandung lignin dan selulosa (Lingbeck *et al.*, 2014). Proses kondensasi asap menjadi asap cair sangat menguntungkan karena dapat menghindari terjadinya pencemaran udara akibat proses pengasapan. Selain itu, sejumlah hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair mengandung berbagai senyawa kimia yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengawet, antioksidan, desinfektan, ataupun biopestisida alami (Darmadji, 2009; Nurhayati, 2000).

Pada dasarnya, teknologi pembuatan asap cair merupakan pengembangan dari proses pengasapan tradisional. Menurut Darmadji (1995), pengasapan merupakan sistem kompleks yang terdiri dari fase cairan terdispersi dalam medium gas sebagai pendispersi. Asap cair terbentuk karena pembakaran yang tidak sempurna, yaitu pembakaran dengan jumlah oksigen terbatas yang melibatkan reaksi dekomposisi bahan polimer menjadi komponen organik dengan bobot yang lebih rendah (Tranggono *et al.*, 1997).

Penggunaan asap cair memiliki berbagai keunggulan dibandingkan metode pengasapan secara tradisional, antara lain mutu pengasapan yang konsisten, dapat digunakan pada konsentrasi yang diinginkan, pembentukan senyawa karsinogen dapat lebih dikendalikan, pencemaran udara akibat asap pembakaran dapat dihindari, dan penggunaannya mudah sehingga dapat diaplikasikan secara luas (Chen dan Lin, 1997; Fachraniah *et al.*, 2009; Fatimah *et al.*, 1999). Berdasarkan keunggulan-keunggulan asap cair tersebut, maka pada tulisan ini mengulas mengenai potensi berbagai limbah pertanian untuk diproses menjadi asap cair, serta aplikasi

pemanfaatan produk asap cair pada berbagai bidang industri, baik pertanian maupun non pertanian.

## PROSES PRODUKSI ASAP CAIR

Proses pembuatan asap cair dapat dilakukan dengan menggunakan instalasi tungku sederhana (Gambar 1). Proses produksi dilakukan dengan cara pembakaran di dalam tungku tertutup untuk meminimalkan keberadaan oksigen. Kondisi ini dilakukan agar bahan tidak mudah terbakar langsung dan menjadi abu. Asap yang timbul selama proses pembakaran dialirkan melalui pipa penyalur yang dihubungkan dengan kondensor. Kondensor atau kolom pendingin dalam rangkaian peralatan pirolisis asap cair dapat berupa drum yang berisi air. Di dalam kondensor tersebut, asap didinginkan dan menjadi asap cair yang berupa tetesan cairan yang ditampung di ujung drum kondensor.



**Gambar 1. Instalasi tungku sederhana untuk menghasilkan asap cair**

Pirolisis asap cair terjadi dalam empat tahap yang diawali dengan penguapan air, diikuti dengan dekomposisi hemiselulosa, dekomposisi selulosa, dan terakhir adalah dekomposisi lignin (Lingbeck *et al.*, 2014). Pirolisis hemiselulosa dan selulosa terjadi pada suhu antara 180-350<sup>0</sup>C dan menghasilkan asam karboksilat dan senyawa karbonil, sedangkan pirolisis lignin terjadi pada suhu 300-500<sup>0</sup>C menghasilkan senyawa fenol (Simko, 2005).

Pada skala komersial, proses produksi asap cair dilanjutkan dengan proses fraksinasi, pemurnian, dan pemekatan cairan untuk dikembangkan dalam bentuk minyak atau bubuk kering (Saloko *et al.*, 2014). Untuk aplikasi pada industri pangan, proses pemurnian perlu untuk dilakukan mengingat beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair dan produk turunannya masih mengandung senyawa *polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH) seperti *benzo(a)pyrene* yang diketahui berbahaya bagi kesehatan manusia karena bersifat karsinogenik (Chen dan Lin, 1997).

Keberadaan senyawa PAH dalam asap cair dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain besarnya suhu pemanasan yang digunakan, waktu pemanasan, jenis bahan baku yang digunakan, dan proses pemisahan asap cair dari tar-nya (Fatimah *et*

*al.*, 1999; Guillen *et al.*, 2000 dalam Lingbeck *et al.*, 2014). Girard (1992) dalam Fatimah *et al.* (1999) mengatakan kandungan senyawa PAH akan mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan suhu dalam proses produksi asap cair. Dijelaskan oleh Fatimah *et al.* (1999) pemanasan suhu tinggi pada proses produksi asap cair akan menyebabkan semua material organik mengalami pirolisis lebih lanjut dan menghasilkan gas CO<sub>2</sub> dan asetilen, dimana asetilen merupakan senyawa pemula pembentuk berbagai senyawa PAH.

Senyawa PAH memiliki tingkat kelarutan dalam air yang rendah sehingga dapat dipisahkan dari produk akhirnya melalui teknik separasi, filtrasi, distilasi/redistilasi, sedimentasi, absorpsi, ataupun penyulingan (Darmadji dan Triyudiana, 2006; Varlet *et al.*, 2010 dalam Saloko *et al.*, 2014). Proses pemurnian asap cair dari senyawa PAH dapat dilakukan dengan masing-masing teknik ataupun gabungan dari beberapa teknik. Rukmi dan Darmadji (2004) menggunakan arang aktif untuk memurnikan atau memisahkan senyawa PAH dari asap cair tembakau. Senyawa PAH dalam asap cair juga dapat dipisahkan dengan menggunakan kromatografi lapis tipis dan kromatografi kolom (Fatimah *et al.*, 1999). Pengaruh beberapa metode pemurnian asap cair terhadap kandungan salah satu senyawa PAH yaitu *benzopyrene* (Tabel 1).

**Tabel 1. Pengaruh metode pemurnian terhadap konsentrasi benzopyrene pada asap cair**

Metode Pemurnian	Konsentrasi (ppm)
Sedimentasi	305,92
Absorpsi	110,02
Redistilasi 175-200 °C	0,196

Sumber: Darmadji dan Triyudiana (2006)

## **KARAKTERISTIK ASAP CAIR DARI BERBAGAI LIMBAH PERTANIAN**

Limbah pertanian umumnya mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan komponen penting dalam proses pirolisis asap cair. Hemiselulosa tersusun dari pentosan (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>) dan heksosan (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>). Selulosa merupakan rantai panjang lurus dari molekul gula dan polisakarida yang tersusun dari unit glukosa sebagai polimer selulosa. Lignin terdiri dari sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenilpropana. Kandungan lignin pada kayu lunak berkisar antara 25-35% dan kayu keras 18-25% (Kollman dan Cote, 1968 dalam Darmadji *et al.*, 2000).

Karakteristik asap cair dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain tipe bahan, kadar air bahan, serta suhu dan waktu pembakaran (Girard, 1992 dalam Darmadji *et al.*, 2000). Dikemukakan oleh Lingbeck *et al.* (2014) bahwa perbedaan karakteristik dan kandungan senyawa dalam asap cair akan mempengaruhi sifat dan

sensitivitas asap cair sebagai senyawa antimikrobia. Berikut akan dijelaskan mengenai berbagai karakteristik asap cair limbah pertanian, baik yang berkaitan dengan sifat fisik, kimia maupun sifat fungsionalnya.

## Warna

Warna asap cair sangat bervariasi, tergantung dari bahan baku yang digunakan dan juga proses perlakuan pemurnian yang diaplikasikan. Warna asap cair dapat dipengaruhi oleh kandungan tar di dalam asap cair. Kandungan tar yang tinggi menyebabkan warna coklat kehitaman pada asap cair (Wagini dan Sulistyowati, 2009). Menurut Setiadji (2006) dalam Wagini dan Sulistyowati (2009), kandungan tar dalam asap cair berkisar antara 1-7%. Berbeda dengan warna asap cair yang dipengaruhi oleh kandungan tar, menurut Darmadji (2009) pembentukan warna pada produk yang diasap lebih dipengaruhi oleh interaksi antara konstituen karbonil asap dengan gugus amino protein produk. Sedangkan Girrard (1992) mengatakan pembentukan warna pada produk yang diasap berkaitan erat dengan parameter teknologi yang digunakan selama pengasapan.

## Kandungan Fenol

Fenol merupakan senyawa turunan alkohol yang dapat terdiri dari rantai pendek, sedang ataupun panjang dengan titik didih yang berbeda-beda (Wagini dan Sulistyowati, 2009). Senyawa fenol merupakan senyawa yang paling berperan dalam pembentukan aroma spesifik pada produk yang diasap. Dikemukakan oleh Daun (1979) dalam Darmadji (2009) bahwa fenol memiliki aroma pungent *kresolik*, manis, *smoky* dan seperti terbakar. Meskipun demikian, untuk pembentukan *flavor* asap, keberadaan senyawa fenol harus didukung oleh kehadiran senyawa lain seperti *karbonil*, *lakton* dan *furan* (Darmadji, 2009).

Senyawa fenol selain berperan terhadap pembentukan citarasa (*flavor*) dan aroma asap pada produk, juga memiliki aktivitas antimikrobia. Davidson (1997) mengemukakan, bahwa cara kerja fenol sebagai senyawa antimikrobia pada asap cair adalah dengan merusak membran sitoplasma pada mikrobia. Meskipun demikian, penelitian Sunen *et al.* (2001) menunjukkan bahwa aktivitas antimikrobia pada asap cair tidak berhubungan dengan komposisi fenol yang terkandung di dalamnya, namun lebih disebabkan oleh konsentrasi asam pada asap cair.

Pada dasarnya fenol merupakan hasil dari degradasi lignin (Guilen dan Ibargoitia, 1998 dalam David dan Kasim, 2013). Oleh karena itu, kandungan fenol pada asap cair juga dipengaruhi oleh kandungan senyawa lignin yang terdapat pada bahan baku yang digunakan. Semakin tinggi kandungan lignin dalam suatu bahan, maka semakin tinggi pula kadar fenol pada asap cair yang dihasilkan. Ditambahkan oleh Sunarsih *et al.* (2012) bahwa jumlah dan jenis senyawa fenol dalam asap cair juga sangat tergantung pada suhu pirolisis kayu. Kandungan fenol asap cair yang dihasilkan dari berbagai limbah pertanian dapat dilihat Tabel 2.

**Tabel 2. Kandungan fenol pada asap cair dari berbagai limbah pertanian**

Bahan baku asap cair	Kadar fenol (mg/ml)	Sumber
<b>Sekam padi</b>	6,54	Hermawan <i>et al.</i> (2015)
<b>Tongkol jagung</b>	2,63	Hermawan <i>et al.</i> (2015)
<b>Kelobot jagung</b>	3,05	Darmadji (1995)
<b>Tempurung kelapa</b>	3,13–5,87	Darmadji (1995); Hermawan <i>et al.</i> (2015)
<b>Tempurung kelapa sawit</b>	1,14–3,10	Darmadji dan Triyudiana (2006)
<b>Tempurung nyamplung</b>	3,95	Wibowo (2012)
<b>Kulit kopi</b>	2,11	Darmadji (1995)
<b>Kulit kakao</b>	2,20	Darmadji (1995)
<b>Sabut sawit</b>	3,06	Darmadji (1995)
<b>Serbuk gergaji</b>	2,17 – 6,30	Oramahi <i>et al.</i> (2011)
<b>Daun tembakau</b>	0,68	Rukmi dan Darmadji (2004)

### Kandungan Karbonil

Senyawa karbonil diduga berperan terhadap sifat antimikrobia pada asap cair. Dikemukakan oleh Milly (2003) dalam Lingbeck *et al.* (2014) bahwa senyawa karbonil mampu menghambat pertumbuhan mikrobia dengan berpenetrasi ke dalam dinding sel dan menginaktivasi enzim yang terdapat dalam sitoplasma dan dinding sitoplasma. Apabila karbonil tidak dapat masuk ke dalam sel mikrobia, karbonil masih dapat menghambat pertumbuhan mikrobia dengan cara mengganggu mekanisme pengambilan nutrisi pada mikrobia (Lingbeck *et al.*, 2014). Selain menghambat pertumbuhan mikrobia, keberadaan senyawa karbonil juga berperan dalam memberikan aroma manis dan warna coklat pada produk yang diasap.

Hasil penelitian Tranggono *et al.* (1997) menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan dari berbagai limbah kayu dan tempurung kelapa memiliki kandungan karbonil berkisar antara 8,56-15,23%. Tabel 3 menyajikan kandungan karbonil asap cair dari berbagai limbah pertanian. Seperti halnya kandungan fenol, kandungan karbonil pada asap cair juga sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan. Bahan-bahan yang tergolong kayu keras umumnya memiliki kandungan karbonil yang lebih tinggi dibandingkan bahan-bahan dari kayu lunak. Disebutkan oleh Darmadji (1995) bahwa umumnya bahan dengan kandungan selulosa tinggi akan memiliki kadar karbonil yang tinggi karena perlakuan pemanasan dengan suhu tinggi pada selulosa akan menghasilkan karbonil.

**Tabel 3. Kandungan karbonil pada asap cair dari berbagai limbah pertanian**

Bahan baku asap cair	Kadar karbonil (mg/ml)	Sumber
<b>Sekam padi</b>	9,50	Hermawan <i>et al.</i> (2015)
<b>Tongkol jagung</b>	18,87	Hermawan <i>et al.</i> (2015)
<b>Kelobot jagung</b>	17,41	Darmadji (1995)
<b>Tempurung kelapa</b>	9,30 - 10,67	Darmadji (1995); Hermawan <i>et al.</i> ,(2015)
<b>Tempurung kelapa sawit</b>	1,32 – 2,17	Darmadji dan Triyudiana (2006)
<b>Kulit kopi</b>	12,62	Darmadji (1995)
<b>Kulit kakao</b>	11,32	Darmadji (1995)
<b>Sabut sawit</b>	10,20	Darmadji (1995)
<b>Daun tembakau</b>	6,97	Rukmi dan Darmadji (2004)

### Kandungan Asam

Beberapa hasil penelitian (Oramahi *et al.*, 2011; Lin *et al.*, 2008) mengatakan suhu pirolisis berpengaruh terhadap kandungan asam pada asap cair, dimana semakin tinggi suhu pirolisis maka akan semakin tinggi pula kadar asam yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kandungan asam pada asap cair yang dihasilkan (Tabel 4).

**Tabel 4. Kandungan asam pada asap cair dari berbagai limbah pertanian**

Bahan baku asap cair	Kadar asam (%)	Sumber
<b>Sekam padi</b>	3,42	Hermawan <i>et al.</i> (2015)
<b>Tongkol jagung</b>	2,85	Hermawan <i>et al.</i> (2015)
<b>Tempurung kelapa</b>	3,04	Hermawan <i>et al.</i> (2015)
<b>Tempurung kelapa sawit</b>	8,68–55,72	Darmadji dan Triyudiana (2006)
<b>Tempurung nyamplung</b>	9,47	Wibowo (2012)
<b>Serbuk gergaji</b>	6,05–8,73	Oramahi <i>et al.</i> (2011)
<b>Daun tembakau</b>	0,62	Rukmi dan Darmadji (2004)

## PEMANFAATAN ASAP CAIR

Asap cair dapat digunakan dalam berbagai aplikasi industri secara luas, baik di bidang pangan maupun non pangan. Di bidang pangan, asap cair dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet makanan pengganti formalin. Sedangkan di bidang non pangan, asap cair dapat digunakan sebagai koagulan lateks, fungisida atau pestisida alami, pengawet kayu untuk melindungi kayu dari serangan rayap, dan lain sebagainya.

## Sumber Energi Biofuel

Ketergantungan terhadap energi fosil masih merupakan topik serius yang menjadi perhatian dunia. Eksploitasi secara terus-menerus dikhawatirkan akan mengakibatkan cadangan energi semakin menipis dan pada akhirnya menyebabkan krisis energi. Untuk mengantisipasi terjadinya krisis energi, maka perlu dikembangkan sumber energi alternatif.

Asap cair merupakan salah satu jenis produk hasil pirolisis biomassa yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi permasalahan krisis energi di dunia. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair yang dipirolisis dari limbah pertanian seperti serbuk kayu jati (Fatimah dan Nugraha, 2005; Wagini dan Sulistyowati, 2009), mengandung sejumlah senyawa biofuel sehingga sangat sesuai untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif.

Beberapa karakteristik yang dapat dijadikan parameter bahwa suatu produk dapat dijadikan sebagai sumber energi antara lain adalah nilai kerapatan spesifik (*specific gravity*) dan titik nyala bahan (Wagini dan Nuratsih, 2009). Kerapatan spesifik adalah suatu angka yang menyatakan perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada suhu tertentu terhadap air pada volume dan suhu yang sama. Sedangkan titik nyala adalah angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak. Dari parameter tersebut, maka karakteristik asap cair limbah pertanian potensial untuk dikembangkan sebagai sumber energi biofuel (Tabel 5). Untuk melihat kesesuaian potensi asap cair limbah pertanian sebagai sumber energi biofuel maka karakteristik asap cair dapat dibandingkan dengan karakteristik standar beberapa bahan bakar minyak bumi (6).

**Tabel 5. Karakteristik asap cair limbah pertanian sebagai sumber energi biofuel**

Jenis limbah pertanian	Karakteristik asap cair	Sumber/ Referensi
Serbuk kayu jati	Titik didih 78 <sup>0</sup> C; titik nyala 103 <sup>0</sup> F; memiliki unsur karbon C <sub>2</sub> -C <sub>10</sub>	Wagini dan Sulistyowati, 2009
Cangkang sawit	Specific Gravity pada 60/60 <sup>0</sup> F 1,077; Titik nyala 138 <sup>0</sup> F	Wagini dan Nuratsih (2009)

**Tabel 6. Karakteristik beberapa sumber energi biofuel dari minyak bumi**

Karakteristik	Jenis bahan bakar		
	Minyak tanah	Solar	Diesel
Specific Gravity pada 60/60 °F	Max. 0,835	Min. 0,82; Max. 0,87	Min. 0,84; Max. 0,92
Titik nyala (flash point) °F	Min. 100	Min. 150	Min. 150

Sumber: Pertamina Direktorat PPDN (1998) dalam Wagini dan Nuratsih (2009)

## Fungisida Alami

Fungisida adalah pestisida yang secara spesifik membunuh atau menghambat pertumbuhan cendawan penyebab penyakit. Menurut Achrom dan Kurniasih (2011), mekanisme atau cara kerja fungisida dapat dibagi menjadi tiga golongan: (1) mengurangi infeksi dengan meningkatkan ketahanan tanaman inang terhadap patogen, (2) menghambat atau mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan cendawan penyebab patogen, serta (3) membunuh patogen pada lokasi spesifik dimana terjadi infeksi.

Asap cair memiliki untuk dikembangkan sebagai fungisida alami. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa asap cair mengandung sejumlah senyawa yang dapat berfungsi sebagai antijamur (Inoe *et al.*, 2000; Oramahi *et al.*, 2011). Penggunaan asap cair sebagai fungisida alami memiliki beberapa keunggulan dibandingkan penggunaan senyawa sintetik, salah satunya adalah bersifat ramah lingkungan.

## Bahan Pengawet Kayu

Kandungan senyawa pada asap cair yang memiliki sifat sebagai antijamur dan antibakteri menjadikan asap cair berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengawet kayu. Hasil penelitian Zaman (2007) dalam Fachraniah *et al.* (2009) menunjukkan bahwa kayu yang dioles dengan asap cair memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap serangan rayap dibandingkan kayu yang tidak dioles asap cair.

## Bahan Pengawet Makanan

Penggunaan asap cair sebagai bahan pengawet makanan dilatorbelakangi oleh salah satu teknik pengawetan makanan yang telah diterapkan oleh masyarakat sejak ratusan tahun yang lalu yaitu pengasapan. Metode pengasapan diketahui dapat mempertahankan kualitas makanan dikarenakan keberadaan senyawa antioksidan dan antimikrobia (Lingbeck *et al.*, 2014). Aplikasi penggunaan asap cair sebagai bahan pengawet makanan didasari pertimbangan bahwa penggunaannya lebih menghemat waktu dibandingkan metode pengasapan tradisional. Selain itu, Lingbeck *et al.* (2014) juga mengungkapkan bahwa penggunaan asap cair lebih ramah lingkungan, serta mampu mengurangi/menghilangkan senyawa-senyawa yang bersifat toksik. Aplikasi asap cair memungkinkan pengguna untuk mengatur konsentrasi penggunaannya terhadap produk, sehingga kualitas produk lebih terkontrol.

Umumnya penggunaan asap cair sebagai bahan pengawet makanan seringkali dikombinasikan dengan berbagai perlakuan seperti penggaraman, teknik pengemasan dan suhu penyimpanan, sebagai upaya untuk menghasilkan efek sinergis terhadap mikroorganisme perusak dan memperpanjang umur simpan produk. Beberapa contoh aplikasi penggunaan asap cair sebagai bahan pengawet makanan dapat dilihat pada Tabel 7.

Darmadji dan Triyudiana (2006) mengemukakan bahwa konsentrasi asap cair dan lama perendaman berkorelasi positif terhadap kandungan senyawa benzopyrene pada produk makanan yang diawetkan dengan asap cair. Kandungan *benzo(a)pyrene* yang diizinkan dalam produk makanan adalah sebesar 1 ppb atau 0,001 ppm

(Darmadji dan Triyudiana, 2006). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalkan keberadaan *benzopyrene* yang bersifat *karsinogen* pada produk makanan yang diawetkan adalah melalui pengenceran asap cair sebelum diaplikasikan pada produk makanan. Semakin rendah konsentrasi asap cair yang digunakan pada produk makanan, maka semakin kecil pula kemungkinan keberadaan senyawa benzopyrene pada produk tersebut.

**Tabel 7. Aplikasi penggunaan asap cair sebagai pengawet makanan**

Jenis produk/ komoditas	Perlakuan/formulasi asap cair	Pengaruh asap cair sebagai bahan pengawet	Sumber/ Referensi
<b>Bakso daging sapi</b>	Asap cair 22,5 ml dilarutkan dalam 1 L NaCl 0,85%	Mampu mempertahankan kualitas produk hingga 2 hari pada kondisi penyimpanan suhu ruang	Hadi (2014)
<b>Ikan tuna segar</b>	Asap cair tempurung kelapa dikombinasikan dengan chitosan 1,5% dan maltodekstrin 8,5%	Mampu mempertahankan kesegaran ikan hingga 48 jam pada kondisi penyimpanan suhu ruang	Saloko <i>et al.</i> (2014)
<b>Ikan bandeng</b>	Perendaman ikan dalam larutan asap cair 2% selama 20 menit	Produk ikan masih layak untuk dikonsumsi hingga 3 hari pada kondisi penyimpanan suhu ruang	Rasyda (2013)
<b>Ikan kering</b>	Asap cair 2% + larutan NaCl 30%	Warna produk yang diasap hampir sama dengan warna ikan segar dan dapat disimpan kurang lebih selama 63 hari	Edinov <i>et al.</i> (2013)
<b>Belut</b>	Asap cair 30% dan pengeringan 8 jam	Mampu mempertahankan daya simpan produk hingga 4 hari pada suhu ruang	Utomo <i>et al.</i> (2006)

## PENUTUP

Limbah pertanian mengandung sejumlah komponen organik yang potensial untuk dikembangkan menjadi berbagai produk bernilai komersial baik di bidang pangan maupun non pangan. Masing-masing jenis limbah pertanian memiliki karakteristik yang berbeda sehingga potensi pemanfaatannya juga berbeda.

Karakteristik atau spesifikasi asap cair sangat ditentukan oleh sifat fisik (warna dan aroma), sifat kimia (kandungan fenol, karbonil, dan asam), serta sifat fungsionalnya (antibakteri, antijamur). Pemanfaatan asap cair untuk berbagai kebutuhan industri dinilai lebih menguntungkan dan aman dibandingkan penggunaan senyawa sintetis ataupun metode pengasapan secara tradisional.

Meskipun demikian dalam proses produksinya, keberadaan senyawa polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) harus dihindari atau dihilangkan mengingat sifatnya yang berbahaya bagi kesehatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achrom, M. dan K.T. Kurniasih. 2011. Pengaruh Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Cendawan Terbawa Benih Secara Invitro. Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian.
- Chen, B.H., and Y.S. Lin. 1997. Formation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon during Processing of Duck Meat. *J. Agric. Food Chem.* 45: 1394-1395.
- Darmadji, P. 1995. Aktivitas Antibakteri Asap Cair yang Diproduksi dari Berbagai-bagai Limbah Pertanian. *Agritech* 16(4): 19-22.
- Darmadji, P., H.A. Oramahi, dan Haryadi. 2000. Optimasi Produksi dan Sifat Fungsional Asap Cair Kayu Karet. *J. Agritech* 20(3): 147-155.
- Darmadji, P. dan H. Triyudiana. 2006. Proses Pemurnian Asap Cair dan Simulasi Akumulasi Kadar Benzopyrene Pada Proses Perendaman Ikan. *Majalah Ilmu dan Teknologi Pertanian XXVI No.2* p: 96-103.
- Darmadji, E.P. 2009. Teknologi Asap Cair dan Aplikasinya Pada Pangan dan Hasil Pertanian. Disampaikan pada Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Bidang Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada tanggal 28 April 2009.
- David, W. dan A. Kasim. 2013. Uji Organoleptik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Asap dengan Suhu Destilasi dan Konsentrasi Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*.
- Edinov, S., Yefrida, Indrawati dan Refilda. 2013. Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Pada Pembuatan Ikan Kering dan Penentuan Kadar Air, Abu dan Proteinnya. *Jurnal Kimia Unand* 2(2): 29-35.
- Fachraniah, Z. Fona, dan Z. Rahmi. 2009. Peningkatan Kualitas Asap Cair dengan Distilasi. *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)* 7(14): 2-11.
- Fatimah, F., Muchalal, dan Respati. 1999. Pemisahan Senyawa Hidrokarbon Polisiklis dalam Asap Cair Tempurung Kelapa. *Teknosains* 12(1): 31-46.
- Fatimah dan J. Nugraha. 2005. Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Componen Analysis. *Jurnal Ilmu Dasar*.
- Girard, J.P. 1992. *Smoking in Technology of Meat Products*. Clermont Ferrand, Ellis Horwood, New York.
- Hadi, A. 2014. Pengaruh Penggunaan Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Daya Awet Bakso. *Jurnal Kesehatan Ilmiah Nasuwakes* 7(2): 135-146.

- Hermawan, A., I. Ambarsari, H. Kurnianto, A.C. Kusumasari, A. Sutanto, Sudadiyono, Muryanto, Subiharta, F.D. Ariani, J. Pramono, Suryanto, J. Purmiyanto, dan Ngadimin. 2015. Model Biosiklus Terpadu Padi-Sapi di KP Bandongan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Laporan Kegiatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Ungaran.
- Lingbeck, J.M., P. Cordero, C.A. O'Bryan, M.G. Johnson, S.C. Ricke, and P.G. Crandall. 2014. Functionality of Liquid Smoke as an all Natural Antimicrobial in Food Preservation. *Meat Science* 97: 197-206.
- Oramahi, H.A., F. Diba, dan Wahdina. 2011. Aktivitas Antijamur Asap Cair dari Serbuk Gergaji Kayu Akasia (*Acacia mangium* WILLD) dan Kayu Laban (*Vitex pubescens* VAHL). *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik* 13(1): 79-84.
- Rasyda, H.P. 2013. Penggunaan Asap Cair Tempurung Kelapa dalam Pengawetan Ikan Bandeng. Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Ratnasari, F. 2011. Pengolahan Cangkang Kelapa Sawit dengan Teknik Pirolisis untuk Produksi Bio-Oil. Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rukmi, K.S.A. dan P. Darmadji. 2004. Pemurnian Asap Cair Tembakau Menggunakan Arang Aktif. *Agrosains* XVII (4)
- Saloko, S., P. Darmadji, B. Setiaji, dan Y. Pranoto. 2014. Antioxidative and Antimicrobial Activities of Liquid Smoke Nanocapsules Using Chitosan and Maltodextrin and Its Application on Tuna Fish Preservation. *Food Bioscience* 7: 71-79.
- Simko, P. 2005. Factors Affecting Elimination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Smoked Meat Foods and Liquid Smoke Flavorings. *Molecular Nutrition and Food Research* 49: 637-647.
- Tranggono, Suhardi, B. Setiadji, P. Darmadji, Supranto, dan Sudarmanto. 1997. Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 1(2): 15-24.
- Wagini dan W.K. Nuratsih. 2009. Studi Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit sebagai Sumber Energi Alternatif Biofuel. *Jurnal Fisika Indonesia* 38(13): 35-47.
- Wagini, R. dan S. Sulistyowati. 2009. Karakteristik Fisis dan Kandungan Senyawa Asap Cair Serbuk Kayu Jati Sebagai Sumber Energi Biofuel. *Jurnal Fisika Indonesia* 38(13): 1-5.
- Wibowo, S. 2012. Karakteristik Asap Cair Tempurung Nyamplung. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 30(3): 218-227.



# PEMANFAATAN LIMBAH JERAMI PADI UNTUK BIOETANOL

*Restu Hidayah dan Gama Noor Oktaningrum*

Pertambahan jumlah penduduk dunia telah meningkatkan kebutuhan sarana transportasi dan aktivitas industri yang berakibat pada peningkatan kebutuhan dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM). Selama ini kebutuhan BBM dipenuhi dari sumber energi fosil. Dengan berjalannya waktu, cadangan BBM asal fosil semakin menipis yang berdampak pada kekhawatiran akan terjadinya krisis energi karena permintaan terhadap energi akan terus meningkat. Untuk itu berbagai upaya telah ditempuh untuk mencarisolusi sumber-sumber energi alternatif untuk mencegah terjadinya krisis energi. Salah satu sumber energi terbarukan yang potensial adalah pemanfaatan biomassa menjadi bioetanol. Jerami padi merupakan biomassa yang tersedia melimpah dan selama ini belum banyak dimanfaatkan.

Kemajuan di bidang teknologi diharapkan dapat menggerakkan masyarakat untuk memanfaatkan bahan-bahan yang sebelumnya tidak bermanfaat menjadi produk baru yang bernilai ekonomi. Salah satunya adalah memanfaatkan limbah jerami padi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Untuk diketahui, bioetanol adalah etanol yang berasal dari sumber hayati. Bioetanol bersumber dari karbohidrat sebagai bahan baku potensial seperti tebu, nira sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, sagu, jagung, jerami, bonggol jagung dan kayu. Bioetanol memiliki beberapa keunggulan diantaranya mampu menurunkan emisi CO<sub>2</sub> hingga 18 persen (Hidayati, 2011).

Jerami padi merupakan salah satu limbah agroindustri yang banyak tersedia di Indonesia. Berdasarkan data BPS Indonesia (2014), produksi padi di Indonesia pada tahun 2014 sebesar 70,83 juta ton gabah kering giling (GKG), sedangkan produksi jerami padi yang dihasilkan dapat mencapai 50 persen dari produksi gabah kering panen atau sekitar 35,46 juta ton. Di beberapa daerah sentra produksi padi, jerami memang telah dimanfaatkan sebagai hijauan pakan ternak sapi. Namun demikian di banyak daerah yang populasi ternak sapi rendah, jerami yang semestinya dapat diolah menjadi kompos untuk memperbaiki kandungan hara dan struktur tanah justru dibakar. Pembakaran banyak dilakukan petani dengan alasan praktis karena lahan akan segera diolah untuk penanaman pada musim tanam berikutnya.

## PERAN BIOMASSA JERAMI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF

Bahan baku untuk proses produksi bioetanol dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu gula, pati, dan selulosa (Ge *et al.*, 2011). Sumber gula berasal dari gula tebu, gula bit, molase dan buah-buahan, dapat langsung dikonversi menjadi etanol. Sumber dari bahan berpati seperti jagung, singkong, kentang dan akar tanaman

harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi gula. Sumber lainnya, yaitu selulosa yang berasal dari kayu, limbah pertanian, limbah pabrik pulp dan kertas, semuanya harus dikonversi menjadi gula.



**Gambar 1. Pembakaran jerami padi di sawah (www.antaranews.com)**

Penggunaan sumber gula dan bahan berpati jika dikonversi terus-menerus menjadi bioetanol dapat menimbulkan permasalahan baru karena bahan-bahan tersebut juga berpotensi sebagai bahan pangan (Linnet *al.*, 2006). Pada ketiga jenis bahan baku bioetanol tersebut, terdapat bahan lignoselulosa yang jarang digunakan karena cukup sulit diuraikan menjadi bioetanol. Hal ini disebabkan adanya lignin yang merupakan senyawa polifenol sehingga lebih sukar diuraikan dan mempersulit pembentukan glukosa dan jumlahnya sedikit (Khairani, 2007).

Produksi etanol nasional pada tahun 2006 mencapai 200 juta liter. Kebutuhan etanol nasional pada tahun 2007 diperkirakan mencapai 900 juta kiloliter (Surendro, 2006). Saat ini bioetanol diproduksi dari tetes tebu, singkong maupun dari jagung. Biomassa berselulosa sebenarnya merupakan salah satu alternatif bahan baku pembuatan bioetanol. Biomassa berselulosa merupakan sumber daya alam yang berlimpah dan murah, serta memiliki potensi untuk diproduksi secara komersial dalam industri bahan bakar seperti etanol dan butanol. Biomassa berselulosa dapat diperoleh dari limbah pertanian, perkebunan maupun kehutanan.

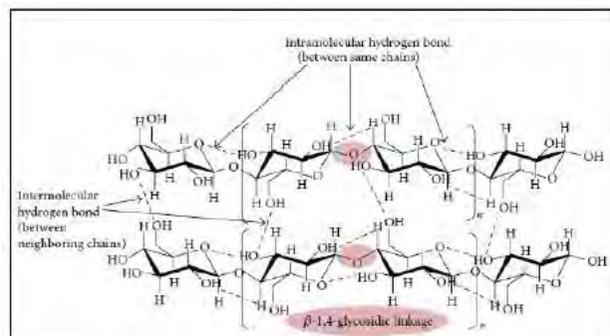
Sebagai biomassa berselulosa, jerami juga dapat diproses menjadi bioetanol sebagai sumber energi alternatif terbarukan. Produksi jerami padi dapat mencapai 12-15 ton/ha/musim tanam, tergantung pada lokasi dan jenis varietasnya. Sebagaimana pada tanaman lain, komponen kimia jerami pada dasarnya terbagi menjadi dua bagian, yaitu isi sel (*neutral detergent soluble/NDS*) dan dinding sel (*neutral detergent fiber/NDF*). NDF berisi serat dinding sel dengan komponen-komponen berupa selulosa, hemiselulosa, lignin, silika dan beberapa protein yang terikat serat. Fraksi NDS merupakan bagian isi sel yang mengandung lipida, gula, pati, asam organik, senyawa nitrogen non protein, peptida, protein yang mudah larut dan bahan lain yang mudah larut dalam air (Cullison, 1979).

Jerami padi mengandung kurang lebih 39 persen selulosa dan 27,5 persen hemiselulosa (dasar berat kering). Kedua bahan polisakarida ini, sama halnya dengan tetes tebu dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana yang selanjutnya dapat difermentasi menjadi bioetanol. Jika jerami padi dalam keadaan basah dengan kadar air kurang lebih 60 persen, diolah seluruhnya menjadi *fuel grade ethanol* (FGE), potensi produksinya kurang lebih mencapai 766-1.148 liter/ha FGE (Komarayati dan Gusmailina, 2010).

Proses pembuatan bioetanol dari jerami padi masih menghadapi berbagai kendala. Hal ini dikarenakan, jerami padi tidak dapat langsung difermentasi oleh mikroba menjadi etanol sebab jerami padi masih mengandung struktur lignoselulosa yang kompleks. Harunsyah dan Ridwan (2013), mengatakan biomassa berselulosa mengandung 3 komponen utama meliputi selulosa, hemiselulosa dan lignin. Struktur lignoselulosa yang kompleks ini harus didegradasi terlebih dahulu untuk melepaskan lignin dari struktur lignoselulosa dan hanya menyisakan selulosa dan hemiselulosanya. Setelah itu, selulosa dan hemiselulosa baru dapat dihidrolisis untuk dikonversi menjadi gula sederhana yang selanjutnya akan difermentasi oleh mikroba untuk menjadi etanol (<http://digilib.unila.ac.id>).

## Selulosa

Selulosa merupakan senyawa organik yang paling banyak ditemukan di alam, karena struktur bahan seluruh tumbuhan terdiri atas sebagian besar selulosa. Suatu jaringan yang terdiri atas beberapa lapis serat selulosa adalah unsur penguat utama dinding sel tumbuhan. Selulosa merupakan senyawa polisakarida yang mempunyai rumus  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , dimana  $n$  berkisar dari 2000-3000. Selulosa terdapat dalam tanaman sebagai komponen penyusun dinding sel. Sifat-sifat selulosa adalah : (1) tidak berwarna, (2) tidak larut dalam air dan alkali, (3) hidrolisa sempurna dalam suasana asam menghasilkan glukosa, (4) hidrolisa tak sempurna menghasilkan maltosa. Struktur kimia selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.

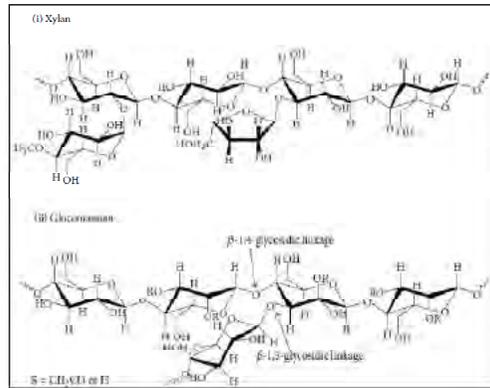


Gambar 2. Struktur Selulosa (Lee *et al.*, 2014)

## Hemiselulosa

Hemiselulosa termasuk polisakarida yang terdapat bersama-sama dengan selulosa. Bila dihidrolisa, hemiselulosa menghasilkan bermacam-macam sakarida

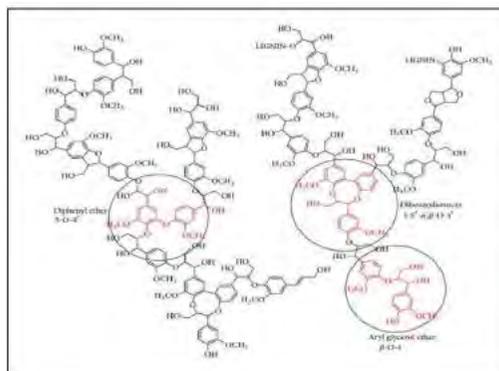
seperti hektosa dan pentosa. Sifat-sifat dari hemiselulosa : (1) larut dalam alkali encer dan air panas, (2) terhidrolisa oleh asam encer membentuk pentosa dan hektosa. Struktur kimia hemiselulosa dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3. Struktur Hemiselulosa (Lee *et al.*, 2014)**

## Lignin

Lignin adalah polimer yang kompleks dengan berat molekul tinggi dan tersusun atas limit-limit propan, meskipun tersusun atas karbon, hydrogen dan oksida, tetapi lignin bukanlah karbohidrat. Lignin terdapat diantara sel-sel dan didalam dinding sel, lignin berfungsi sebagai pengikat untuk sel secara bersama-sama. Lignin yang terdapat didalam dinding sel sangat erat hubungannya dengan selulosa yang berfungsi untuk memberikan ketegaran pada sel, lignin juga tidak larut dalam air. Struktur kimia lignin dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Struktur Lignin (Crestini *et l.*, 2010)**

Potensi etanol dari jerami padi menurut Kim and Dale (2004) adalah sebesar 0,28 L/kg jerami. Sedangkan kalau dihitung dengan cara Badger (2002) adalah sebesar 0,20L/kg jerami. Dari data ini bisa diperkirakan berapa potensi etanol dari jerami padi di Indonesia, yaitu: berdasarkan perhitungan menurut Kim and Dale (2004) dengan menggunakan bahan baku jerami padi sebanyak 54,70 juta ton dapat

menghasilkan etanol sebanyak 15,316 juta liter dan bahan baku jerami padi sebanyak 82,05 juta ton dapat menghasilkan etanol sebanyak 22,974 juta liter. Sedangkan perhitungan menurut Badger (2002) dengan menggunakan bahan baku jerami padi sebanyak 54,316 juta ton dapat menghasilkan etanol sebanyak 10,940 juta liter dan bahan baku jerami padi sebanyak 82,05 juta ton dapat menghasilkan etanol sebanyak 16,410 juta liter. Hasil penelitian pembuatan bioetanol dari beberapa bahan hayati dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Rendemen Bioetanol dari Beberapa Bahan (Hasil Penelitian)**

No	Jenis Bahan	Kuantitas Bahan(Kg)	Rendemen etanol(Liter)	Sumber
1	Jerami	1	0.28	Kim and Dale (2004)
2	Jerami	1	0.2	Badger (2002)
3	Jerami	50	12.89	Andayana dan Ramli (2010)
4	Molases	1000	250	Yumaihana dan Qurrata Aini
5	Ubi kayu	50	7	Yakinudin
6	Tongkol Jagung	10	0.6	fitri (2013)
7	Serbuk kayu	10	0.017-0.448	Irawati <i>et al.</i> (2009)
8	Batang Jagung	50	2.67	Yonas <i>et al.</i> , 2016

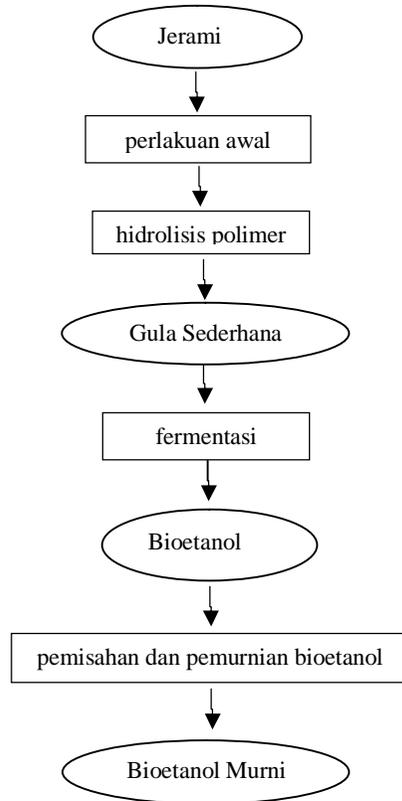
## PROSESING JERAMI PADI MENJADI BIOETANOL

Bioetanol sebagai etanol yang dibuat dari bahan tumbuhan, umumnya menggunakan proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme. Etanol atau etil alkohol ( $C_2H_5OH$ ) merupakan cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar bila bocor. Bioetanol memiliki kelebihan dibanding dengan BBM, diantaranya mengurangi emisi mesin, meningkatkan performa mesin, menstimulasi ekonomi, terbuat dari berbagai bahan terbarukan dan ada kesetimbangan energi yang positif. Disamping itu, etanol juga lebih ramah lingkungan dari pada buster oktan yang lain seperti timah dan metil tertier butil eter (MTBE).

Selulosa dan hemiselulosa tersusun dari monomer-monomer gula sama seperti gula yang menyusun pati (glukosa). Masalahnya selulosa berbentuk serat-serat yang terpilin dan diikat oleh hemiselulosa, kemudian dilindungi oleh lignin yang sangat kuat. Akibat dari perlindungan lignin dan hemiselulosa ini, selulosa menjadi sulit untuk dipotong-potong menjadi gula (proses hidrolisis) (Novia *et al.*, 2014). Salah satu langkah penting untuk mengkonversi jerami menjadi etanol adalah memecah ikatan lignin dengan selulosa dan hemiselulosa.

Menurut Howard *et al.* (2003), ada 4 tahap yang harus dilalui untuk pembuatan bioetanol, yaitu; (1) perlakuan awal (*pretreatment*) secara fisik, kimia,

dan biologi; (2) hidrolisis polimer (selulosa, hemiselulosa) menjadi gula sederhana (heksosa, silosa); (3) fermentasi gula oleh mikroba untuk menghasilkan etanol, dan (4) pemisahan dan pemurnian etanol yang dihasilkan. Diagram alir pembuatan bioetanol dari jerami padi ditunjukkan pada diagram dibawah ini.



**Gambar 5. Diagram alir proses pembuatan bioetanol**

### **1. Perlakuan awal (*pretreatment*)**

Jenis perlakuan awal yang sering digunakan pada substrat jerami padi ialah dengan menggunakan bahan kimia maupun dengan kombinasi bahan kimia dan perlakuan panas (tipe fisik-kimia). Berdasarkan penelitian dari Harunsyah dan Ridwan (2013) Metode perlakuan awal bahan lignoselulosa sekarang ini telah mengkonsumsi 30-40 persen biaya total untuk produksibioetanol. Perlakuan awal jerami dengan pencacahan berpengaruh nyata terhadap jumlah gula pereduksi yang dihasilkan, paling maksimal 20 mash dan dihidrolisis selama 5 jam.

### **2. Hidrolisis**

Proses hidrolisis pada biokonversi jerami padi menjadi etanol bertujuan untuk memecah polimer karbohidrat, yaitu selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer-monomer gula reduksi. Pada proses hidrolisis, polimer selulosa dan hemiselulosa

dipecah menjadi gula-gula sederhana yang selanjutnya akan difermentasi oleh mikroba menjadi etanol. Gula-gula reduksi hasil pemecahan selulosa dan hemiselulosa memiliki perbedaan struktur. Gula reduksi hasil pemecahan selulosa cenderung memiliki struktur heksosa, sedangkan gula reduksi hasil pemecahan hemiselulosa cenderung memiliki struktur pentosa. Hal ini berdasarkan perbedaan dari senyawa-senyawa penyusun selulosa dan hemiselulosa (Mergner *et al.*, 2013).

Terdapat dua metode hidrolisis yang sering digunakan pada proses konversi bahan ber-lignoselulosa menjadi gula reduksi untuk substrat fermentasi simultan. Metode tersebut ialah hidrolisis menggunakan asam dan hidrolisis menggunakan enzim (Mergner *et al.*, 2013). Saat ini, penelitian mengenai proses hidrolisis pada bahan ber-lignoselulosa lebih banyak dilakukan dengan metode hidrolisis enzimatis dibandingkan dengan hidrolisis secara asam. Hal ini dikarenakan adanya kelemahan dari penggunaan asam pada proses hidrolisis yaitu dapat menimbulkan degradasi hasil gula di dalam reaksi hidrolisis dan pembentukan produk samping berupa inhibitor yang tidak diinginkan seperti furfural, 5-hydroxymethylfurfural (HMF), asam levulinat (levulinic acid), asam asetat (acetic acid), dan beberapa senyawa lain serta menimbulkan korosi pada lingkungan (Tahezadeh dan Karimi, 2007).

Proses hidrolisis dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya suhu dan pH. Berdasarkan hasil penelitian dari Widjaja dan Gunawan (2012), proses perlakuan awal tidak memberikan hasil terbaik pada proses hidrolisis. Perlakuan awal akan mempermudah akses enzim menuju selulosa, tetapi tidak otomatis akan mengoptimalkan gula reduksi yang dihasilkan dalam proses hidrolisis. Pengaruh kondisi operasi pada proses hidrolisis terlihat lebih berpengaruh terhadap hasil hidrolisis dibandingkan dengan pengaruh konsentrasi lignin atau selulosa awal. Pengaruh temperatur hidrolisis sangat signifikan dimana kenaikan temperatur dari 30°C ke 60°C, dapat meningkatkan perolehan gula reduksi hampir satu setengah kali lipat. Demikian juga hidrolisis pada pH 3.0 menghasilkan perolehan gula yang jauh lebih tinggi dari hidrolisis pada pH 5,5.

### 3. Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses konversi gula reduksi menjadi etanol yang secara biologis dilakukan oleh mikroorganisme. Proses fermentasi yang sering terjadi pada industri maupun secara alami ialah proses perubahan satu mol glukosa menjadi dua mol etanol dan dua mol CO<sub>2</sub>. Selain itu, fermentasi dapat terjadi pada monomer heksosa lainnya seperti galaktosa maupun fruktosa dengan proses konversi atau perubahan yang hampir sama. Proses fermentasi seperti ini merupakan proses konversi yang telah lama diaplikasikan pada industri seperti roti, minuman bir maupun bahan kimia murni (Mergner *et al.*, 2013).

Mikroorganisme yang sering digunakan untuk fermentasi adalah *Z. mobilis bacterium* (Novitasari, 2015), *Saccharomyces cerevisiae* yang diinokulasikan terlebih dahulu pada larutan gula (Mulyono *et al.*, 2011; Yulianto *et al.*, 2009), *S. cerevisiae* yang diinkubasi dengan medium nutrient broth yang terdiri atas vitabro 1 g/l, vitamineral 4 g/l, sukrosa 7 g/l, ekstrak kasar taoge dengan perbandingan 1:1 sebanyak 100 mL/L (Irfan, 2013). *S. cerevisiae* adalah

mikroorganisme yang terdapat dalam ragi roti. Contoh proses fermentasi jerami dapat dilihat pada Gambar 5.



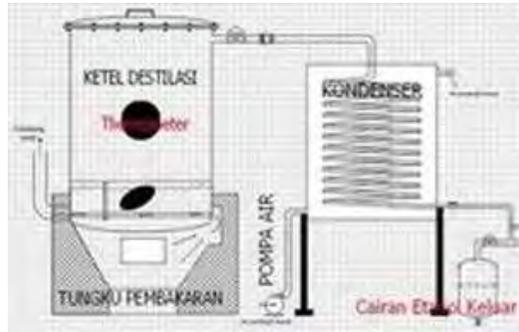
**Gambar 6. Fermentasi bahan baku bioethanol (www.indobioethanol.com)**

Kondisi proses fermentasi merupakan faktor penting yang akan mempengaruhi produk etanol yang dihasilkan. Proses konversi gula heksosa seperti glukosa umumnya memerlukan kondisi anaerobik untuk memaksimalkan pembentukan etanol. Sedangkan dengan kondisi aerobik, proses fermentasi akan menghasilkan gas  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan energi. Berdasarkan penelitian Mulyono *et al.* (2011), fermentasi jerami padi pada kultur padat (*solid state fermentation, SFF*) dengan metode sakarifikasi-fermentasi-filtrasi (SFF) dan sakarifikasi-fermentasi secara simultan (SFS) menghasilkan etanol optimum pada hari kedua dengan kadar etanol masing-masing 1,054 dan 3,222 persen.

Berdasarkan penelitian dari Irfan (2013), waktu fermentasi pembuatan bioetanol bergantung pada bahan baku substrat, metoda dan volume fermentasi. Peningkatan konsentrasi substrat tidak semestinya dapat meningkatkan perolehan etanol yang didapat tetapi justru sebaliknya. Hal ini berkaitan erat dengan sifat-sifat fermentasi. Peningkatan skala produksi dari 1 liter eksperimen menjadi 20 liter justru menurunkan kadar bioetanol yang dihasilkan.

#### **4. Pemisahan dan pemurnian etanol**

Proses pemurnian etanol dilakukan dengan memisahkan bioetanol dari larutan hasil fermentasi. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan etanol dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Proses pemurnian dapat dilakukan dengan cara penyulingan/destilasi. Penyulingan/destilasi merupakan metode pemisahan larutan berdasarkan perbedaan kemudahan menguap (*volatilitas*) suatu zat kimia. Proses penyulingan ini dapat menghasilkan kadar etanol hingga 95 persen (Sanyoto, 2013). Contoh proses destilasi dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



**Gambar 7. Proses penyulingan ethanol dengan alat konvensional**  
([www.indobioethanol.com](http://www.indobioethanol.com))



**Gambar 8. Penyulingan (distilasi) ethanol menggunakan distillator model kolom reflux**  
([www.indobioethanol.com](http://www.indobioethanol.com))

Bioetanol pada umumnya digunakan sebagai bahan baku berbagai industri turunan alkohol, misalnya sebagai campuran untuk minuman keras, farmasi, serta bahan baku kosmetika. Berdasarkan kadar alkoholnya, bioetanol dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas industri dengan kadar alkohol 90-94 %, kelas netral dengan kadar alkohol 96-99,5 % (umumnya digunakan untuk minuman keras atau bahan baku farmasi), dan kelas bahan bakar dengan kadar alkohol di atas 99,5% (Hambali *et al.*, 2007).

## **PENUTUP**

Pembuatan bioetanol dari jerami berpotensi besar untuk dikembangkan, karena jerami adalah biomassa yang melimpah dan bernilai ekonomi rendah. Pemanfaatan ini bisa meningkatkan nilai ekonomi jerami padi. Ditingkat petani

pembuatan bioetanol dapat dibuat secara sederhana yaitu dengan perlakuan awal pencacahan maksimal 20 mash, dilanjutkan dengan hidrolisis dengan enzim, kemudian difermentasi dengan *S. Cerevisiae* menghasilkan etanol dan langkah terakhir adalah penyulingan untuk mendapatkan bioetanol murni.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andayana, Y dan Ramli, L. Tanpa Tahun. Pembuatan Ethanol dari Jerami Padi dengan Proses Hidrolisis dan Fermentasi. [http://eprints.upnjatim.ac.id/1648/1/File\\_1.pdf](http://eprints.upnjatim.ac.id/1648/1/File_1.pdf). [25 Januari 2016].
- Anonim. Tanpa tahun. Tinjauan Pustaka. <http://digilib.unila.ac.id/>.
- Anonim. 2010. Proses Pembuatan Bioethnol Menggunakan Bahan Baku Ubi Kayu (Singkong-Cssv). [www.indobioethanol.com](http://www.indobioethanol.com).
- BPS Indonesia. 2014. Badan Pusat Statistik. 2014. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id).
- Badger, PC., 2002. Ethanol from Cellulose: A General Review. In Trend in New Crops and New Uses., J. Jannick and A. Whipkey (eds). ASHS Press, Alexandria, VA.
- Cullison, A.E. 1979. Feeds and Feeding. 2<sup>nd</sup> Ed. Reston Publ. Co. Inc. Virginia.
- Crestini, C., Crucianelli, M., Orlandi, M., Saladino, R. 2010. Oxidative Strategies in Lignin Chemistry: a New Environmental Friendly Approach for the Functionalisation of Lignin and Lignocellulosic Fibers. [journal Homepage: www.elsevier.com/locate/cattod](http://www.elsevier.com/locate/cattod). *Catalysis Today* 156 (2010) 8–22.
- Fitriani, Syaiful Bahri, dan Nurhaeni. 2013. Produksi Bioetanol Tongkol Jagung (*Zea Mays*) dari Hasil Proses Delignifikasi. *Online Jurnal of Natural Science*, Vol 2 (3) : 66-74 ISSN: 2338-0950 Desember 2013.
- Ge, L., Peng, W., and Haijin, M. 2011. Study on Saccharification techniques of seaweed wastes for the transformation of ethanol. *Renewable Energy*. 36: 84-89.
- Hambali, E., S. Mujdalipah, A.H. Tambunan, A.W. Pattiwiri, dan R. Hendroko. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Harunsyah dan Ridwan. 2013. Pengaruh Perlakuan Awal Biomassa Jerami Padi Untuk Merecoveri Gula Reduksi Dengan Metode Hidrolisa Secara Enzymatis.
- Hidayati, M. 2011. Pemanfaatan Ampas Tahu Menjadi Bioetanol Dengan Proses Fermentasi dan Hidrolisa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. <http://eprints.undip.ac.id/>.
- Howard, R.L., E. Abotsi, J.E.L. Van Rensburg, and S. Howard. 2003. Lignocellulose Biotechnology: Issues of Bioconversion and Enzyme production. *Afr. J. Biotechnol* 2(12): 602–619.

- Irawati, D, Azwar, N.R, Syafii, W dan Artika, I.M. 2009. Pemanfaatan Serbuk Kayu untuk Produksi Etanol dengan Perlakuan Pendahuluan Delignifikasi Menggunakan Jamur *Phanerochaete Chrysosporium*. Jurnal Ilmu Kehutanan Volume III No. I – Januari 2009.
- Irfan, M. 2013. Pengembangan Produksi Bioetanol dari Limbah Pertanian. Kutubkhanah, Vol. 16 No. 1, Januari–Juni 2013. [www. ejournal.uin-suska.ac.id](http://www.ejournal.uin-suska.ac.id).
- Khairani, R. 2007. Tanaman jagung sebagai bahan bio-fuel. <http://www.macklintmip-unpad.net/>.
- Kim, G. S. and Dale B.E. 2004. Global Potential Bioethanol Production From Wasted Crops and Crops Residues. Elsevier: Biomass and Bioenergy. 26, 36-375.
- Komarayati, S dan Gusmailina. 2010. Bioetanol Sebagai Pengganti Minyak Tanah. <http://www.pustekolah.org/>.
- Lee, V.H., Hamid, S.B.A dan Zain, S.K. 2014. Conversion of Lignocellulosic Biomass to Nanocellulose : Structure and Chemical Process. The Scientific World Journal: Hindawi Publishing Corporation.
- Lin, Yan, and S. Tanaka. 2006. Ethanol Fermentation from Biomass Resources: Current State and Prospects. Appl. Microbiol. Biotechnol. 69: 627-642.
- Mulyono, A.M.W., Handayani, C.B., Tari, A.I.N., dan Zuprizal. 2011. Fermentasi Etnol dari Jerami Padi. Proceedings Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Masyarakat. <http://lppmbantara.com/PROSIDING-26-02-2011-23-28.pdf>.
- Mergner, R., Janssen R., Rutz D., de Bari I., Sissot F., Chiaramonti D., Giovannini A., Pescarolo S., dan Nistri R. 2013. Lignocellulosic Ethanol Process and Demonstration. A Handbook Part I. WIP Renewable Energies. Munich.
- Novia A., Amri A., Utami, SP. 2014. Hidrolisis Mikroalga Tetraselmis Chuii Menjadi Glukosa Menggunakan Enzim Selulase. <http://jom.unri.ac.id/>.
- Sanyoto, S.A. 2013. Dehidrasi Bioetanol dengan Menggunakan Molecular Sieve untuk Mendapatkan Bioetanol Fuel Grade. (Thesis). Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Purwokerto.
- Surendro, H. 2006. Biofuel. DJLPE. Jakarta.
- Taherzadeh, M.J., and Karimi, K. 2007. Acid-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials: A review. BioResources 2(3): 472-499.
- Yakinudin, A. Tanpa Tahun. Bioetanol Singkong Sebagai Sumber Bahan Bakar Terbaharukan dan Solusi Untuk Meningkatkan Penghasilan Petani Singkong. <http://www.ipb.ac.id>. [25 Januari 2016].

- Yonas, M.I, Isa, I, Iyabu, H. Tanpa Tahun. Pembuatan Bioetanol Berbasis Sampah Organik Batang Jagung. [http:// repository.ung.ac.id/.../Pembuatan-Bioetanol-Berbasis-Sampah-Organik-Batang-Jagung-Penulis3.pdf](http://repository.ung.ac.id/.../Pembuatan-Bioetanol-Berbasis-Sampah-Organik-Batang-Jagung-Penulis3.pdf). [25 Januari 2016].
- Yulianto, M.E., Diyono, I., Hartati, I., Santiko, R., Putri, F. 2009. Pengembangan Hidrolisis Enzymatis Biomassa Jerami Padi Untuk Bioetanol. Simposium Nasional RAPI VIII 2009. ISSN : 1412-9612.
- Yumaihana dan Qurrata Aini. Tanpa tahun. Pembinaan Petani Tebu Melalui Teknologi Pembuatan Bioetanol dari Molases dan Tebu. <http://repository.unand.ac.id/3416/1/YUMAIHANA.pdf>. Tanggal Akses 25 Januari 2016.
- Widjaya, A dan Gunawan, S. 2012. Pengembangan Teknologi Produksi Bioetanol Generasi 2 Melalui Pemanfaatan Selulosa dan Hemiselulosa dalam Jerami Padi. Prosiding insinas 2012. <http://biofarmaka.ipb.ac.id/>.

# PEMANFAATAN LIMBAH BIOETANOL SEBAGAI PUPUK PADA TANAMAN PADI

*Agus Supriyo dan Afrizal Malik*

Sektor pertanian hingga saat ini masih sangat strategis. Sektor ini terbukti mampu bertahan dan tumbuh positif ketika sektor lainnya tumbuh negatif pada masa krisis ekonomi. Namun demikian secara umum usaha pertanian belum mampu meningkatkan kondisi perekonomian dan kesejahteraan petani ke tingkat yang lebih baik. Indikasinya banyak desa berbasis pertanian rakyat, terutama sub tanaman pangan, jauh tertinggal di bidang ekonomi dibandingkan di perkotaan.

Sasaran pembangunan sub sektor tanaman pangan adalah meningkatkan kesejahteraan petani dan masyarakat yang tinggal di pedesaan yang dicerminkan oleh meningkatnya pendapatan petani, produktivitas tenaga kerja, berkurangnya penduduk miskin, meningkatnya ketahanan pangan masyarakat, serta turunnya ketimpangan pendapatan di wilayah pedesaan. Untuk mencapai sasaran pembangunan tersebut maka konsistensi pertumbuhan pembangunan merupakan suatu keharusan agar misi pembangunan, yaitu pemerataan, pengentasan kemiskinan dan peningkatan ketahanan pangan masyarakat dapat terwujud.

Ketahanan pangan menjadi salah satu *issu* paling strategis dalam konteks pembangunan nasional, karena pangan merupakan makan pokok. Berbagai program kebijakan pembangunan pada sub sektor ini telah dilaksanakan diantaranya melalui program intensifikasi dan perluasan areal yang diusahakan secara simultan untuk mendukung peningkatan produktivitas tanaman pangan. Salah satu alternatif upaya yang dapat ditempuh adalah melalui inovasi teknologi. Perubahan sistem perekonomian pedesaan akibat inovasi teknologi akan merangsang inovasi kelembagaan, perubahan sistem nilai, inovasi institusi, dan semuanya mengarah kepada perputaran ilmu pengetahuan ke tingkat yang lebih tinggi (Malik dan Kadir, 2013).

Upaya untuk meningkatkan produksi dan produktivitas pangan terus dilakukan. Upaya ini sekaligus merupakan bagian dari pencapaian target swasembada pangan (padi, jagung dan kedelai) yang terus digalakkan oleh pemerintah pada tahun 2017. Pencapaian target pemerintah dituangkan di dalam upaya khusus (UPSUS) program peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai (Pajale). Dalam UPSUS padi, salah satu strategi peningkatan produksi dan produktivitas yang diterapkan adalah dengan mengembangkan pendekatan PTT dan SRI (*System of Rice Intensification*).

Hasil aplikasi PTT di lahan sawah irigasi yang dilakukan oleh Balai Besar Penelitian Tanaman Padi sejak tahun 1999 dan menunjukkan peningkatan hasil yang diperoleh berbeda menurut tingkat dan skala luasan usaha. Pada tingkat penelitian dan demonstrasi pada luasan terbatas (1-1,25 ha) dapat meningkatkan hasil rata-rata 37 persen. Peningkatan cenderung berkurang pada tingkat pengkajian dengan luasan

1-5 ha menjadi 27 persen dan 16 persen (Badan Litbang Pertanian, 2007). Namun Sarlan (2011) melaporkan bahwa evaluasi antara penerapan PTT padi dengan SRI pada empat lokasi selama dua musim tanam menunjukkan bahwa produktivitas padi dan kualitas beras (rendemen, butir pecah dan butir mengapur), tingkat keuntungan penerapan PTT padi selalu lebih tinggi dibandingkan dengan penerapan SRI.

Pada pendekatan PTT, sebagai upaya peningkatan produktivitas petani didorong untuk menerapkan varietas unggul baru (VUB). Berdasarkan beberapa hasil kegiatan pendampingan SL-PTT di Jawa Tengah pada Tahun 2010, rerata produktivitas VUB yang di-*display*-kan lebih tinggi dibandingkan produktivitas padi di hamparan non SL-PTT dengan kenaikan antara 9,5–21,1 persen. Demikian pula untuk lokasi demplot, kenaikan mencapai kisaran 1,3–2,3 ton/ha atau rerata 1,76 ton/ha lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi non SL-PTT. Penerapan komponen PTT sistem tanam jarak legowo (2:1) di beberapa lokasi demfarm antara 0,32–2,30 ton/ha GKP atau naik rata-rata sebesar 13,14 persen dibandingkan sistem tegel dengan jarak 20 x 20 cm (Kushartanti *et al.*, 2010). Variasi capaian produktivitas padi yang cukup besar pada antar lokasi disebabkan oleh adanya perbedaan kondisi biofisik dan manajemen usahatani yang berbeda.

Upaya meningkatkan ketahanan pangan juga terkait dengan upaya pemenuhan produksi energi. Hal ini disebabkan limbah pertanian, sebagai sumber biomassa, dapat diolah menjadi bioetanol sebagai sumber energi terbarukan. Peningkatan jumlah penduduk yang berjalan seiring dengan peningkatan kebutuhan energi, mendorong mendesaknya upaya untuk mencari sumber energi terbarukan karena menipisnya cadangan bahan bakar fosil. Pengembangan sumber energi terbarukan dengan menggunakan sumber bahan yang mudah dan murah menjadi semakin mendesak.

Bioetanol adalah etanol yang berasal dari sumber hayati. Bioetanol memiliki beberapa keunggulan diantaranya mampu menurunkan emisi CO<sub>2</sub> hingga 18 persen (Hidayati, 2011). Etanol sendiri, secara kimia tersusun dari dua rantai atom Carbon (C) dan mengandung satu gugus karboksilat. Etanol dapat diproses menggunakan berbagai sumber bahan yang mengandung C rantai panjang dan kompleks seperti jerami, nira, sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, sagu, jagung, bonggol jagung dan kayu yang merupakan rantai polisakarida kompleks. Dalam pembuatan etanol, digunakan bahan aditif lain yang berfungsi sebagai katalisator untuk mempercepat proses sehingga diperoleh hasil yang optimal. Namun demikian, selama proses pembentukan etanol sebagai produk utama, seringkali dihasilkan produk samping.

Bioetanol pada umumnya digunakan sebagai bahan baku berbagai industri turunan alkohol, misalnya sebagai campuran untuk minuman keras, farmasi, serta bahan baku kosmetika. Berdasarkan kadar alkoholnya, bioetanol dibagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas industri dengan kadar alkohol 90-94 persen, kelas netral dengan kadar alkohol 96-99,5 persen (umumnya digunakan untuk minuman keras atau bahan baku farmasi), dan kelas bahan bakar dengan kadar alkohol di atas 99,5 persen (Hambali *et al.*, 2007).

Secara khusus, pada produksi etanol dengan bahan dasar tetes tebu akan dihasilkan produk samping atau limbah yang disebut dengan *Badeg*. Kata *badeg*

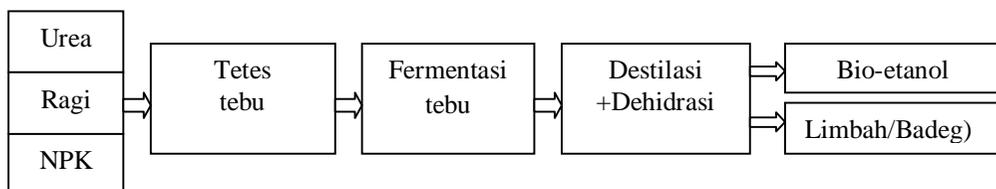
lazim digunakan oleh masyarakat etnis jawa, terutama di Jawa Tengah. Badeg dalam jumlah besar dapat menimbulkan dampak negatif berupa bau tidak sedap dan bila mengalir ke lingkungan perairan atau saluran irigasi berdampak negatif terhadap lingkungan persawahan.

Badeg sebagai limbah, sebenarnya mengandung sejumlah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Unsur C dalam badeg dapat digunakan sebagai sumber carbon terutama untuk tanah persawahan yang kahat (*deficent*) bahan organik. Oleh karena itu dari aspek lingkungan, badeg sebagai limbah dalam pembuatan etanol dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hayati cair dengan memperkaya mikroba di dalamnya. Salah satu pupuk hayati cair yang menggunakan bahan baku badeg adalah *Ciunik*. Pupuk merupakan salah satu masukan (*input*) di dalam produksi padi yang penting. Pupuk diperlukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi.

Sebagai pupuk alternatif yang diperkaya mikrobia, penerapan Ciunik sebagai pupuk hayati. diharapkan dapat meningkatkan kualitas tanah sawah yang selama hampir empat dasawarsa mengalami pelandaian produktivitas terutama padi sawah di Pulau Jawa. Pelandaian produktivitas terjadi karena terutama kandungan C organik dalam tanah umumnya rendah (<2,0 persen) sementara intensitas pertanamannya tinggi, sehingga terjadi ketidakseimbangan dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman. Perbaikan keseimbangan dalam penyediaan unsur hara mempunyai peran yang strategis karena hampir 65 persen produksi padi nasional masih bergantung pada lahan sawah yang berada di Pulau Jawa. Pemanfaatan limbah bioetanol berupa badeg yang diproses menjadi pupuk hayati diharapkan dapat menopang peningkatan produktivitas padi yang ramah lingkungan serta memperbaiki kualitas tanah.

## BIOETANOL DARI TETES TEBU

Bioetanol merupakan energi alternatif yang ramah lingkungan dan banyak diproduksi dibandingkan dengan energi alternatif lain (Riyanti, 2013). Berbagai biomassa dapat sebagai bahan bioetanol, salah satunya adalah tetes tebu (molase). Tetes tebu sendiri merupakan produk samping dari pabrik tebu yang mempunyai kadar gula lebih dari 50 persen, Bahan tambahan yang diperlukan dalam pembuatan bioetanol dari tetes tebu tersebut antara lain adalah Urea, NPK, ragi roti (yeast), dan air. Adapun tahapan utama dalam pembuatan bioetanol dari tetes tebu adalah (1) pengenceran tetes tebu, (2) penambahan pupuk Urea dan NPK, (3) penambahan ragi, (4) fermentasi, dan (5) destilasi dan dehidrasi (Gambar 1).



**Gambar 1. Tahapan utama pembuatan bioetanol dari tetes tebu**

Secara rinci langkah-langkah pembuatan bioetanol meliputi:

1. Pengenceran tetes tebu

Kadar gula molase dibuat menjadi 14 persen dengan cara melarutkan 26 kg (22,5 liter) molase dengan 72 liter air dan diaduk sampai merata. Volume air menjadi sekitar 94,5 liter. Apabila kadar gula awal <50 persen, penambahan air dilakukan sesuai dengan kadar gula awalnya, yang terpenting kadar gula akhir <14 persen. Cairan kemudian dimasukkan kedalam fermentor.

2. Penambahan Pupuk Urea dan NPK

Pupuk Urea dan pupuk NPK merupakan nutrisi bagi ragi. Sebanyak 0,5 persen Urea dan 0,5 persen NPK atau masing-masing setara dengan 70 gram pupuk Urea dan 14 gram pupuk NPK dihaluskan dan ditambahkan dalam larutan fermentor serta diaduk sampai merata..

3. Tambahkan Ragi.

Ragi roti mengandung khamir *Scharomyces cerevisae*. Ragi sebanyak 0,2 persen (sekitar 0,28 gram) dimasukkan kedalam larutan gula dalam molase. Sebelumnya ragi ditambahkan air suam kuku dan diaduk sampai berbusa, baru kemudian dimasukan kedalam fermentor dan ditutup rapat.

4. Fermentasi

Proses fermentasi berlangsung selama 66,0 jam atau setara dengan 2,5 hari. Diusahakan agar selama proses fermentasi berlangsung, suhu dipertahankan < 36<sup>0</sup>C dan pH larutan antara 4–5 dan tidak terjadi gelembung udara.

5. Destilasi dan Dehidrasi

Setelah fermentasi selesai, Larutan fermentasi dimasukkan ke dalam *evapentor boiler*. Larutan dipanaskan pada suhu 79–80<sup>0</sup>C hingga terbentuk uap etanol, kemudian didestilasi I akan menghasilkan etanol dengan konsentrasi <95 persen, dilanjutkan destilasi II hingga menghasilkan etanol dengan konsentrasi sebesar 95 persen.

## LIMBAH BIOETANOL

Limbah industri pembuatan etanol (alkohol), baik dalam bentuk cair maupun padat, sering menimbulkan pencemaran lingkungan, baik berupa bau yang tidak sedap. Limbah etanol berwarna gelap seperti koloid. Apabila penampungan kurang memadai, limbah akan mengalir ke saluran sekunder (seperti selokan atau sungai) maupun saluran tertier serta pada lahan persawahan yang mengakibatkan terjadinya pencemaran pada air irigasi (Gambar 2). Akibatnya warna air berubah menjadi hitam dengan bau tidak sedap.



**Gambar 2. Limbah bioetanol (*Badeg*) yang mencemari saluran irigasi di sawah**

Limbah industri pembuatan alkohol (etanol) yang diproduksi di beberapa lokasi yaitu di Desa Bekonang, Desa Cakalan dan Desa Cangkol, Kecamatan Mojolaban, dan Desa Ngombakan, Kecamatan Polokarto, Kabupaten Sukoharjo Jawa Tengah disebut limbah Ciu. Bila limbah dibiarkan mengikuti aliran air irigasi, warna hitam pekat limbah seperti koloid akan menyebabkan warna air irigasi juga menjadi berwarna hitam dan berbau kurang sedap. Oleh masyarakat setempat limbah tadi dinamakan dengan badeg.

Potensi limbah pembuatan alkohol di empat desa tersebut diperkirakan mencapai 120.000 liter/hari. Karena industri etanol di lokasi tersebut telah berlangsung cukup lama, limbahnya tidak hanya mencemari air irigasi tetapi juga telah mencemari lingkungan pemukiman penduduk. Bau limbah yang tidak sedap telah mengakibatkan terganggunya proses pernapasan. Untuk mengatasinya beberapa produsen etanol telah berusaha membuat pengolahan limbah (Gambar 3). Limbah ditampung dalam kolam dan diproses sebagai bahan dasar dalam pembuatan pupuk hayati Ciunik.



**Gambar 3. Penampungan *Badeg* (limbah pembuatan Ciu) sebagai bahan pembuatan pupuk hayati Ciunik.**

Limbah badeg ini diproses dengan menambahkan sejumlah mikroba untuk menghasilkan bahan yang disebut pupuk hayati Ciunik. Ciunik berasal dari kata Ciu (alkohol) dan nik (diperkaya dengan jasad renik atau mikroba). Pupuk hayati Ciunik sampai saat ini telah banyak diuji pada tanaman padi sawah dengan membuat demplot di lapangan.

Proses pemanfaatan badeg menjadi pupuk hayati cair (Ciunik) (Gambar 4) adalah:

1. Badeg ditambahkan dengan air dengan perbandingan 1:1. Ke dalam tangki dengan volume 6.000 liter, dimasukkan sebanyak 2.500 liter badeg ditambah 2.500 liter air.
2. Ditambahkan 5 liter larutan yang mengandung sejumlah mikroba.
3. Larutan di inkubasikan (didiamkan) selama 48 jam.
4. Larutan dikompresor selama 1–2 jam, dan diinkubasikan kembali selama 7 hari.
5. Pada hari ke delapan, pupuk hayati Ciunik sudah terbentuk dan kemudian dikemas dalam botol plastik dengan volume 1 liter maupun 5 liter (Gambar 5). Pupuk dalam kemasan ini siap digunakan sebagai pupuk hayati cair.

Kandungan unsur hara dari pupuk Ciunik (Tabel 1) menunjukkan bahwa tingkat kemasaman pupuk pH ( $H_2O$ ) 4,22 tergolong masam, Kandungan C-organik 4,68 persen, sedangkan kandungan unsur hara N-total 0,56 persen, sedangkan kandungan unsur P yang ditunjukkan oleh  $P_2O_5$  0,004 persen dan kandungan unsur K 0,114 persen.

Berdasarkan standar mutu pupuk cair yang diatur dalam Permentan No 70/Permentan/ SR.140/10/2011, maka baik kandungan unsur C-organik, N-total, P dan K total masih di bawah standard mutu yang ditetapkan oleh SK Permentan No. 70/SR 140/10/10/2011. Sedangkan kandungan unsur mikro Fe, masih masuk dalam persyaratan mutu yang dikeluarkan oleh Permertan tersebut sedangkan kandungan unsur mikro Mn dan Cu masih dibawah kisaran yang ditetapkan oleh Permentan tadi. Mengingat kandungan unsur hara N, P dan K merupakan unsur esensial dan sangat diperlukan oleh tanaman padi, maka pupuk hayati Ciunik ini perlu menjadi perhatian serius bilamana izin peredaran dari Kementerian Pertanian diperluas untuk dikembangkan dalam skala besar.

Berdasarkan hasil pengujian mutu pupuk hayati menunjukkan bahwa jumlah mikroba yang paling banyak yaitu jenis bakteri *Rhizobium* sp sebanyak  $2,70 \times 10^8$  cfu/ml dan *Azotobacter* sp sebanyak  $1,51 \times 10^6$  cfu/ml, sedangkan golongan jamur didominasi oleh *Actinomycetes* sp sebanyak  $1,01 \times 10^7$  cfu/ml. Sedangkan untuk golongan jamur yang ditemukan adalah *Penicillium* sp sebanyak  $6,00 \times 10^5$  cfu/ml (Tabel 2). Hal ini berkorekuensi bahwa untuk mendukung aktivitas pupuk hayati ini diperlukan pupuk organik sebagai sumber energi awal bagi proses aktivitas mikroba di dalam tanah.



**Gambar 4. Tangki fermentor pembuatan pupuk hayati Ciunik dari bahan limbah tetes tebu(badeg).**

**Tabel 1. Kandungan unsur hara pupuk hayati Ciunik**

No	Kandungan unsur hara	Nilai	Standard*
1	pH H <sub>2</sub> O	4,22	(4–9)
2	pH KCl	3,60	(4–9)
3	C-org (%)	4,68	(6,00)
4	N-total(%)	0,57	(3–6 %)
5	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0,004	(3–6%)
6	K <sub>2</sub> O (%)	0,114	(3–6%)
7	Fe (ppm)	658,90	(90–900 ppm)
8	Mn (ppm)	20,67	(250–500ppm)
9	Cu (ppm)	34,39	(250–500 ppm)

\*) Standard mutu No 70/Permentan/SR 140/10/2011



**Gambar 5. Pupuk hayati Ciunik kemasan 5 liter, hasil fermentasi limbah bioetanol**

**Tabel 2. Komposisi dan kandungan mikroba dalam Pupuk Hayati Ciunik2013**

No	Parameter (Jenis mikroba)	Jumlah (cfu/ml)
1	<b>Mikroba</b>	
	<i>Rhizobium</i> sp	$2,70 \times 10^6$
	<i>Azotobacter</i> sp	$1,62 \times 10^6$
	<i>Bacillus</i> sp	$1,51 \times 10^5$
2	<b>Actinomycetes</b>	$1,01 \times 10^7$
	<i>Streptomyces</i> sp	$1,70 \times 10^3$
	<b>Total Bakteri</b>	$4,54 \times 10^8$
	<b>Total Fungi</b>	$1,10 \times 10^4$
	<i>Penicillium</i> sp	$6,00 \times 10^3$

Sumber : Laboratorium Biologi Tanah, Balittanah (2013)

## PEMANFAATAN LIMBAH BIOETANOL (CIUNIK)

Menurut informasi beberapa petani, Ciunik sebagai pupuk hayati cair sudah digunakan petani dalam budidaya tanaman padi sawah pada skala hamparan di wilayah Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo karena Ciunik tersebut telah memiliki izin edar dari Kementerian Pertanian. Menurut Dinas Pertanian Kabupaten Sukoharjo (2014), dari luas total tanaman padi seluas 23.300 hektar, terdapat terdapat 10–15 persen diantaranya telah menggunakan pupuk hayati Ciunik ini.

Petani memberikan informasi bahwa ciunik dapat meningkatkan produktivitas padi sawah. Pengujian efektivitas Ciunik sebagai pupuk hayati juga telah dilakukan pada tanaman padi sawah. Dalam pengujian, diterapkan budidaya padi sawah irigasi

dengan pendekatan PTT (Pengelolaan Tanaman Padi Terpadu) serta dengan memanfaatkan sumberdaya lokal secara partisipatif.

Metode (cara, takaran dan waktu aplikasi) pupuk hayati Ciunik yang diuji pada tanaman padi meliputi (a) cara aplikasi pupuk Ciunik adalah dengan disemprotkan ke arah tanah di antara rumpun tanaman. (b). Takaran pupuk hayati Ciunik adalah 15 liter/ha tiga kali aplikasi, di mana setiap 1 liter Ciunik diencerkan dalam 50 liter air dan didiamkan minimal 4 jam sebelum aplikasi. (c) Waktu aplikasi pupuk hayati Ciunik dilaksanakan melalui tiga tahapan yaitu setelah digaru (0-3 hari sebelum tanam), kedua pada umur 14 hari setelah tanam (hst) dan aplikasi ketiga pada umur 25–30 hst. Aplikasi pupuk hayati Ciunik pertama (sebelum tanam) diterapkan agar aktivitas mikroba dapat bekerja lebih awal pada saat olah tanah (sehabis bajak kedua) sehingga aktivitas mikroba dapat membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara terutama unsur P dan N.

Setiap kali aplikasi pupuk hayati Ciunik takarannya setara dengan aplikasi 5 liter/ha. Aplikasi Ciunik yang dikombinasikan dengan 75 % rekomendasi pemupukan PUTS dapat meningkatkan jumlah anakan produktif/rumpun sebesar 13,0 persen di atas kontrol (jumlah anakan produktif 11,50 /rumpun) (Supriyo *et al.*, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa untuk pertumbuhan generatif (pembungaan dan pembentukan biji), diperlukan ketersediaan unsur hara makro terutama unsur P yang cukup untuk pembentukan biji, dan unsur K yang diperlukan untuk transportasi asimilat dari daun menuju ke biji serta N. Ketersediaan unsur tersebut pada perlakuan 75 persen rekomendasi NPK berdasarkan PUTS dikombinasikan dengan tambahan unsur hara dan mikrobia (*Azotobacter* sp dan *Penicilium* sp) yang terkandung dalam Ciunik dapat menopang pertumbuhan anakan produktif.

Pada perlakuan pemupukan berdasarkan rekomendasi Permentan No 47 Tahun 2007, jumlah anakan produktif meningkat sebesar 30,4 persen diatas kontrol. Maknanya bahwa untuk pertumbuhan tanaman sampai pertumbuhan generatif (pembentukan dan pengisian malai) diperlukan ketersediaan unsur makro yang cukup agar penyerapan unsur hara terutama P dan K ke dalam tanaman lebih lancar dan pembelahan sel-sel pada jaringan muda lebih cepat (Machener, 1986).

Kombinasi 3 kali semprot pupuk hayati cair Ciunik dengan takaran masing-masing 5 liter/ha dengan 75 persen rekomendasi PUTS meningkatkan hasil padi secara nyata (Tabel 1). Peningkatan hasil padinya adalah sebesar 26,94 persen di atas kontrol (hasil kontrol 5,219 ton/ha). Hal ini didukung oleh jumlah anakan produktif yang tinggi pada kombinasi perlakuan tersebut (Tabel 1). Artinya bahwa dengan mengurangi takaran hingga hanya 75 persen rekomendasi pemupukan NPK berdasarkan PUTS (127,5 kg Urea ditambah 187,5 kg Phonska)/ha dengan dikombinasikan 3 x 5 liter/ha Ciunik hasil padi dapat ditingkatkan sebesar 26,94 persen diatas pemupukan menurut takaran petani/kontrol .

Aplikasi pupuk hayati Ciunik yang dikombinasikan dengan 50–75 persen rekomendasi pupuk berdasarkan PUTS tidak mengubah pH tanah (nilai pH ( $H_2O$ )= 5,48–5,79). Nilai pH ini termasuk kategori agak masam, walaupun pH pupuk Ciunik semula sangat masam dengan nilai pH 4,22 dan pH tanah sebelum tanam 5,70 atau tergolong agak masam (Supriyo *et al.*, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa

penggunaan pupuk Ciunik tidak berpengaruh terhadap perubahan kemasaman tanah (pH tanah).

Aplikasi pupuk hayati Ciunik dikombinasikan dengan 75 persen rekomendasi pupuk berdasarkan PUTS juga tidak menyebabkan terjadinya perubahan pH tanah. Kisaran nilai pH (H<sub>2</sub>O) adalah 5,48–5,79 atau termasuk kategori agak masam. Beberapa sifat kimia tanah lain seperti kandungan C-organik tanah, N-total, P-total dan K-total tidak terpengaruh akibat aplikasi pupuk Ciunik. Kalau pun ada perbedaan nilai pada beberapa sifat kimia tanah, status haranya masih sama, seperti kandungan C-organik status sangat rendah, N-total status rendah, dan kandungan unsur P-total pada aras (level) sangat tinggi.

**Tabel 3.. Aplikasi pupuk Ciunik terhadap hasil Padi varietas Mentikwangipada lahan sawah irigasi di Desa Gempol, Kab. Klaten MK I 2015**

Perlakuan	Hasil (ton/ha)				Rerata (ton/ha)
	I	II	III	IV	
<b>Po-Kontrol(pupuk petani)*</b>	5,835	5,385	4,976	4,680	5,219a**
<b>P1-Rekomendasi PUTS</b>	7,439	7,569	7,892	7,925	7,706 def
<b>P2-Rek. Permentan 40 Th 2007</b>	6,935	7,180	7,454	7,650	7,304 d
<b>P3-Ciunik</b>	6,215	5,530	5,730	5,758	5,808 ab
<b>P4- 50% Rek. PUTS + Ciunik</b>	6,356	6,125	6,056	6,363	6,625 bc
<b>P5- 75% Rek PUTS + Ciunik</b>	7,245	7,150	7,620	7,785	7,450 de
<b>Nilai Tengah (U)</b>					6,635
<b>KK (%)</b>					15,68

Keterangan:

\*) Rekomendasi PUTS (kg/ha) : 170 Urea+250 Phonska  
 Rekomendasi Permentan No. 40, 2007 (kg/ha): 200 Urea+250 Phonska+500 Petroganik  
 Pemupukan Petani (Kontrol) (kg/ha): 150 Urea +200 Phonska.

\*\*\*) Angka sekolom yang diikuti huruf sama tak berbeda berdasarkan UBD (a = 0,05).

Sumber : Supriyo *et al.* (2015)

## PENUTUP

Limbah bioetanol yang dibuat tetes tebu yang berupa bahan padat (Badeg) dapat diproses menjadi pupuk yang diperkaya dengan sejumlah mikroba, baik berupa bakteri (*Azotobacter* sp, *Rhizobium* sp), maupun fungi (*Penicillium* sp, *Actinomicetes*). Pupuk dari limbah bioetanol tersebut disebut sebagai pupuk hayati Ciunik.

Pemanfaatan pupuk hayati Ciunik yang dikombinasikan dengan setengah rekomendasi pupuk berdasarkan PUTS pada tanaman padi sawah irigasi meningkatkan hasil padi sebesar 26,9 persen di atas kontrol/takaran pupuk petani (kontrol 5,219 ton/ha). Pemupukan dengan Ciunik juga dapat meningkatkan

pertumbuhan tanaman padi (tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif) yang lebih baik dibandingkan dengan pemupukan menurut cara petani. Pemanfaatan pupuk hayati Ciunik dengan demikian dapat dikembangkan pada tanaman padi untuk mendukung program swasembada beras.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 2007. Petunjuk Teknis Lapangan: PTT Padi Sawah Irigasi. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 40 p.
- Badan Perencana Pembangunan Nasional. 2010. Indonesia Climate Change Sektoral Roadmap : Sektor Pertanian. Jakarta. 94 hal.
- Dinas Pertanian Kabupaten Sukoharjo. 2015. Laporan Tahunan Dinas Pertanian Kabupaten Sukoharjo. 125 Halaman.
- Eny I. D., Ivan K dan Ira Y. 2007. Pemberian berbagai konsentrasi Algifert sebagai upaya peningkatan hasil tanaman Brokoli. Buletin Agronomi 3 (63–75).
- Eny I. D. 2013. Biomassa sebagai Bahan Bioetanol. Balai Besar Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor. Laporan Hasil Penelitian BB Biogen, Bogor. 15 Halaman.
- Hastuti, RD dan Ginting, RCB. 2007. Enumerasi Bakteri, Cendawan, dan Aktinomisetes. p 10–18 dalam Saraswati, R., Husen E, Simanungkalit RDM. (Eds.) Metode Analisis Biologi Tanah. Bogor: Balai Penelitian Tanah. Departemen Pertanian. 271 Halaman.
- Hidayati, M. 2011. Pemanfaatan Ampas Tahu Menjadi Bioetanol dengan Proses Fermentasi dan Hidrolisa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. <http://eprints.undip.ac.id/>.
- Hambali, E., S. Mujdalipah, A.H. Tambunan, A.W. Pattiwiri, dan R. Hendroko. 2007. Teknologi Bioenergi. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Kartikawati, R., H.L. Susilowati, M. Ariani dan P. Setyanto, 2011. Teknologi Mitigasi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Lahan Sawah. Agroinovasi Nomor 3423 : 2011. Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. Jakarta. Hal 7 -12.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2007. Rencana Aksi Nasional dalam Menghadapi Perubahan Iklim. Jakarta. 103 hal.
- Kushartanti, E., T. Suhendrata, S. Bahri. 2010. Laporan hasil Pendampingan PTT padi, Jagung, Kedelai dan Kacang Tanah di Jawa Tengah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Tengah.
- Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Hogher Plants. Acc Press. Harcourt Jovanovich Publishers. London, San Diego, New York, Berkeley, Boston, Sydney, Tokyo, Toronto. 673 Halaman.

- Malik, A dan S. Kadir. 2013. *Rekayasa dan Pengembangan Agribisnis Perdesaan. Bunga Rampai Pengembangan Agribisnis. Inovasi Teknologi dan Perbaikan Sistem Dalam Pengembangan Agribisnis.* Penerbit Kristal Multimedia Bukittinggi, April 2013.
- Peraturan Menteri Pertanian No 70/SR.140/10/2011. *Kriteria Pupuk Organik dan Pupuk Hayati dan Standarisasi Mutu.* Kementerian Pertanian.
- Saraswati, R., Husen E, Simanungkalit RDM. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah.* Bogor .Balai Penelitian Tanah. Departemen Pertanian. 271 hlm.
- Sarlan, A. 2011. *Peran Pendekatan Teknologi dan Input Produksi Terhadap Hasil Padi.* Penelitian Pertanian. Bogor Volume 20: (6–12).
- Sugiyanta., R. Ekawati dan M. Budiman. 2013. *Pengujian Lapangan efektivitas pupuk hayati Ciunik Terhadap Hasil Tanaman Brokoli.* Laporan Kerjasama Penelitian Departement Agronomi Faperta IPB – PT Rizqi Semesta. Bogor. 24 hlm.
- Supriyo A., R. Nurlaily., Y. Hindarwati, dan Warsito. 2015. *Pengujian Pupuk Hayati Ciunik pada Tanaman Padi Sawah Irigasi.* Laporan internal (*un published*). BPTP Jawa Tengah. 16 Hal.
- Sumarno, I.G. Ismail, dan S. Partohardjono. 2000. *Konsep Usahatani Ramah Lingkungan dalam Makarim et al.,(eds). Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

**BAB IV**

**PEMANFAATAN  
MOL RUMEN SEBAGAI  
FERMENTOR DAN  
DEKOMPOSER**



# MOL RUMEN: PROSES PEMBUATAN DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI DEKOMPOSER KOMPOS DAN PUPUK CAIR

*Forita Dyah Arianti, Heri Kurnianto, dan Jon Purmiyanto*

**L**imbah peternakan meliputi semua hasil samping dari usaha peternakan. Limbah ini merupakan semua jenis buangan dari usaha peternakan yang bersifat padat, cair dan gas (Soehadji, 1992 *dalam* Budi *et al.*, 2005). Limbah padat merupakan semua limbah yang berbentuk padatan atau dalam fase padat (kotoran ternak, ternak yang mati, atau isi perut dari ternak yang dipotong). Sementara itu, limbah cair adalah semua limbah yang berbentuk cairan atau berada dalam fase cair (air seni atau urine, dan air pencucian alat-alat), sedangkan limbah gas adalah semua limbah yang berbentuk gas atau berada dalam fase gas.

Pemanfaatan limbah sebagai pakan ternak maupun pupuk organik dapat mengurangi risiko negatif akibat dari keberadaan limbah bagi lingkungan, khususnya terkait dengan pencemaran lingkungan yang ditimbulkannya. Melalui pemanfaatan limbah, pembangunan yang berwawasan lingkungan dapat diwujudkan (Istiqomah *et al.*, 2010; Muhasin dan Purwaningsih, 2010; Wahyono dan Hardianto, 2007).

Pada saat ini permintaan akan produk pertanian organik sangat pesat. Peningkatan ini seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan bahaya mengkonsumsi makanan yang mengandung bahan-bahan sintetik/kimia. Banyak bukti menunjukkan bahwa banyak penyakit yang ditimbulkan oleh residu bahan sintetik/kimia yang terkandung di dalamnya, misalnya penyakit kanker yang diakibatkan oleh bahan-bahan karsinogenik. Konsumen bersedia membayar lebih untuk pangan organik agar terjaga kesehatannya.

Pertanian organik, menurut pengertiannya, adalah sistem produksi pertanian yang holistik dan terpadu, yang mengoptimalkan kesehatan dan produktivitas agro-ekosistem secara alami, sehingga mampu menghasilkan pangan dan serat yang cukup, berkualitas, dan berkelanjutan. Menurut Peter dan Herniwati (2009), pertanian organik merupakan cara tepat untuk rangka mengatasi dampak negatif teknologi modern sehingga pembangunan pertanian dapat terus berjalan secara berkelanjutan. Arianti dan Wahab (2014) mengatakan bahwa pertanian organik merupakan bagian dari bioindustri berkelanjutan sehingga tidak hanya sebatas meniadakan penggunaan input sintesis, tetapi juga pemanfaatan sumberdayaalam secara berkelanjutan, produksi makanan sehat, dan penghematan energi.

Untuk menghasilkan produk pangan organik diperlukan pengelolaan pertanian yang menerapkan prinsip pertanian organik. Berbagai bentuk bahan organik seperti jerami padi, pupuk kandang, kompos, pupuk hijau, sekam padi dan pupuk organik dapat diberikan, tergantung pada ketersediannya di lapangan atau di tingkat petani. Syukur *et al.* (2008) menyatakan bahwa penambahan bahan organik akan

meningkatkan aktivitas enzim dan mikrobial, mempercepat mineralisasi C dan N serta semua faktor yang mempengaruhi siklus hara.

Produk *decomposer/starter* (misal EM 4, Stardec, Probiol, Bioplus, Bioruminant, Bio One dan Orgadec) sering digunakan pada pembuatan kompos, karena dapat mempercepat proses pengomposan bahan organik, meningkatkan kandungan hara, maupun meningkatkan daya cerna/kandungan nutrisi bahan pakan, serta banyak tersedia di pasaran. Namun demikian, sebenarnya *decomposer/starter* dapat dibuat sendiri dan lebih dikenal dengan nama Mikro Organisme Lokal (MOL). Pembuatan MOL relatif murah dan mudah, sehingga diharapkan inovasi teknologi pembuatan MOL dapat diadopsi oleh petani. Menurut Mudita *et al.* (2009), sebaiknya teknologi yang didiseminasikan merupakan teknologi aplikatif yang relatif murah dan mudah diaplikasikan oleh masyarakat termasuk oleh petani-peternak.

Salah satu MOL yang terkait dengan komoditas padi sapi adalah MOL rumen. Disebut sebagai MOL rumen karena bahan utama pembuatannya adalah rumen sapi. Rumen sapi selama ini merupakan limbah pada rumah pemotongan hewan (RPH) yang tidak dimanfaatkan. Isi rumen sapi (IRS) merupakan salah satu limbah dari rumah potong hewan yang kaya akan nutrisi sehingga sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai pupuk. Kandungan nutrisi IRS cukup tinggi karena zat makanan yang terkandung belum terserap sehingga kandungan nutrisi tidak jauh berbeda dengan zat makanan yang berasal dari bahan bakunya (Hungate, 1971 dalam Soepraniondo, 2005). Misalnya, kadar protein IRS mencapai 9,13% dengan kadar serat kasarnya 34,68%. Sebagai pembanding, kadar protein rumput raja mencapai 10,5% dengan kadar serat kasarnya 29,7% (Soepraniondo, 2002). Dengan memanfaatkan isi rumen sebagai *decomposer/starter*, dapat diperoleh beberapa manfaat, antara lain: (1) mempercepat proses fermentasi pupuk organik padat dan cair; (2) meningkatkan jumlah dan kandungan nitrogen alami; (3) menghambat serta menekan pertumbuhan patogen pada tanah pertanian; (4) memperbanyak senyawa-senyawa organik di dalam tanah; dan (5) tidak ada ketergantungan dengan pupuk kimia/anorganik.

## PROSES PEMBUATAN MOL RUMEN

*Decomposer/starter* untuk pembuatan kompos menggunakan bahan baku utama rumen sapi. Rumen sapi merupakan limbah yang banyak tersedia di RPH. Bahan utama rumen sapi ini ditambah dengan beberapa bahan lain yang terdiri dari bekatul padi, tetes tebu/molase, daun singkong, dan air. Proses pembuatan MOL rumen tidak sulit. Pertama-tama daun singkong dibersihkan, kemudian dirajang/dipotong-potong dan ditumbuk atau diblender. Selanjutnya daun singkong yang telah dihancurkan dimasukkan dan dicampurkan ke dalam drum plastik berisi rumen sapi. Berturut-turut, bahan-bahan lain (bekatul padi, tetes tebu, dan air) dimasukkan ke dalam drum (Gambar 1) dan diaduk hingga rata. Drum sebaiknya dipilih yang dilengkapi dengan klem agar dapat tertutup rapat.



Daun singkong

rumen sapi

bekatul

tetes tebu

**Gambar 1. Bahan-bahan MOL rumen**

Setelah semua bahan dimasukkan ke dalam drum, drum kemudian ditutup dan diklem. Perlu diusahakan agar di dalam drum benar-benar tercipta kondisi anaerob. MOL akan siap digunakan dalam waktu sekitar 14 hari dengan indikasi hilangnya bau rumen. Cairan MOL selanjutnya dapat dikemas untuk disimpan dan digunakan untuk berbagai keperluan. Pemanenan MOL dapat diulang berkali-kali. Caranya, dalam pemanenan hanya cairan MOL yang diambil. Untuk itu dilakukan penyaringan, dan sebagian cairan disisakan tetap berada dalam drum. Selanjutnya ditambahkan kembali bekatul padi tetes tebu serta air. Aduk hingga rata dan drum ditutup kembali dengan rapat. Setelah 1 minggu cairan MOL dapat dipanen kembali.



**Gambar 2. Proses pembuatan MOL rumen**



**Gambar 3. MOL rumen siap panen dan MOL dalam kemasan**

Untuk mengetahui sejauh mana jumlah mikrobia yang ada didalam MOL dan berbagai produk dekomposer lainnya, dilakukan uji total bakteri atau *total plate count* (TPC). Analisis menggunakan metode *plating* pada media *nutrient* agar. Hasil uji ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Analisis Jumlah Mikrobia Pada Berbagai Dekomposer Cair.**

Biodekomposer cair	Total Plate Count (TPC)
MOL Rumen	$8,86 \times 10^3$
Bio Ruminant	$5,50 \times 10^2$
MA-11	$1,17 \times 10^3$
Flora One	$8,63 \times 10^4$
EM 4 (Kuning)	$4,13 \times 10^1$
Campuran*	$7,06 \times 10^2$
EM 4 (Coklat)	$8,50 \times 10^2$

Sumber: Hermawan *et al.* (2015)

Keterangan :

\* Campuran 5 jenis decomposer (MOL Rumen+Bio Ruminant+MA-11+Flora One+EM4 Kuning) dengan perbandingan= 1:1:1:1:1

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa MOL Rumen memiliki jumlah total bakteri terbanyak kedua dibandingkan probiotik lainnya. Menurut hasil penelitian Pradhan (1994), jumlah total bakteri pada rumen sapi adalah  $11,62 \times 10^8$  CFU/ml. Beberapa jenis bakteri rumen yang dilaporkan Hungate (1966) dalam Hifiziah (2013) diantaranya a) bakteri pencerna selulosa (*Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus flavafaciens*, *Ruminococcus albus*, dan *Butyrifibrio fibrisolvens*), (b) bakteri pencerna hemiselulosa (*Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bacteroides ruminocola*, dan *Ruminococcus* sp), (c) bakteri pencerna pati (*Bacteroides ammylophilus*, *Streptococcus bovis*, *Succinimonas amylolytica*), (d) bakteri pencerna gula (*Triponema bryantii*, *Lactobasilus ruminus*), (e) bakteri pencerna protein (*Clostridium sporogenus*, *Bacillus licheniformis*). Menurut Thalib *et al.* (2001), mikroba anaerobik sensitif terhadap faktor lingkungan seperti suhu, udara dan pH. Oleh karena itu metode dan masa penyimpanan menjadi faktor penting yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi keefektifan mikroba itu sendiri.

Total bakteri pada masing-masing probiotik komersial apabila dibandingkan dengan kandungan bakteri yang tertera pada label kemasan tidak sama bahkan jumlahnya sangat berbeda jauh. Secara spesifik tiap produk memiliki kandungan spesies dan jumlah mikroba yang berbeda sehingga kemungkinan memiliki mekanisme kerja yang berbeda pula (Wina, 2005). Pada dasarnya proteksi terhadap mikroba anaerobik perlu dilakukan agar tetap stabil. Salah satu teknik proteksi yang berkembang yaitu berupa penyalutan atau *coating* (Thalib *et al.*, 2001). Namun demikian, teknik tersebut memerlukan proses yang lama serta biaya yang tidak murah sehingga lebih tepat diaplikasikan pada skala industri seperti yang telah diterapkan pada industri makanan.

Secara khusus pengkajian terhadap formulasi MOL rumen dan bahan penyusun lainnya telah dilaksanakan. Pengkajian dilakukan dengan membandingkan beberapa rasio antara rumen (kg): daun singkong (kg): bekatul (kg): dan molase (liter), sementara jumlah airnya tetap, yaitu sebanyak 30 liter. Formulasi MOL yang diuji berupa perbandingan antara rumen (kg): daun singkong (kg); bekatul (kg); molase (liter) tersebut adalah 5:2:2:2 (MOL 1), 5:3:2:2 (MOL 2), dan 5:3:1:1 (MOL 3). Setelah 14 hari proses fermentasi, dilakukan pengamatan terhadap jumlah dan jenis mikrobia. Jenis mikroorganisme yang diamati antara lain bakteri selulolitik, proteolitik, amilolitik, penambat nitrogen, dan *total plate count*. Metode analisis yang digunakan adalah *plating* pada media agar yang berbeda (*cellulose* agar, *skim milk* agar, *starch soluble* agar, *N-free malat* agar, dan *nutrient* agar). Hasil analisis mikrobiologi tersebut selengkapnya tersaji pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Analisis Mikrobiologi Terhadap Beberapa Formulasi MOL Rumen**

Parameter	MOL 1	MOL 1 (stlh disimpan 3 bulan)	MOL 2	MOL 3
<b>Bakteri Selulolitik</b>	$6,53 \times 10^5$	$6,60 \times 10^4$	$3,56 \times 10^4$	$7,80 \times 10^5$
<b>Bakteri Proteolitik</b>	$8,46 \times 10^1$	$6,83 \times 10^1$	$1,66 \times 10^3$	$5,50 \times 10^3$
<b>Bakteri Amilolitik</b>	$4,60 \times 10^1$	$3,56 \times 10^1$	$1,45 \times 10^2$	$1,50 \times 10^2$
<b>Bakteri penambat Nitrogen</b>	$1,21 \times 10^3$	$8,13 \times 10^2$	$1,16 \times 10^3$	$7,83 \times 10^3$
<b>Total Plate Count (TPC)</b>	$7,26 \times 10^5$	$5,76 \times 10^6$	$3,80 \times 10^6$	$7,36 \times 10^6$

Sumber: Hermawan *et al.* (2015)

Keterangan : Perbandingan rumen (kg): daun singkong (kg); bekatul (kg); molase (liter); MOL 1 = 5:2:2:2; MOL 2 = 5:3:2:2; MOL 3 = 5:3:1:1

Pada Tabel 2 diketahui bahwa formula MOL 3 memiliki jumlah kandungan mikroba lebih banyak dibandingkan formula lainnya. Formula pada MOL 3 lebih sedikit menggunakan jumlah tiap bahan campurannya dibandingkan dengan formula MOL 1 dan 2. Dengan demikian, secara nyata MOL 3 lebih ekonomis. Menurut Pradhan (1994) jumlah bakteri selulolitik dalam rumen sapi sebanyak  $2,58 \times 10^8$  CFU/ml dan total bakterinya  $11,62 \times 10^8$  CFU/ml.

Hasil analisis kandungan mikroba pada MOL yang telah disimpan selama 3 bulan menunjukkan terjadinya penurunan jumlah mikroba. Hal tersebut terjadi karena selama pengambilan MOL, pengemasan, dan transportasi MOL rumen, telah terjadi interaksi dengan oksigen, terdapat perbedaan suhu lingkungan, serta intensitas pencahayaan. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sudaryanto *et al.* (2014), pembuatan MOL rumen tanpa penambahan bekatul jumlah total bakteri dan selulolitik pada umur penyimpanan 1 bulan hanya berjumlah  $1,1 \times 10^3$  dan  $1,1 \times 10^2$  CFU/ml.

## PEMANFAATAN MOL RUMEN SEBAGAI DECOMPOSER LIMBAH ORGANIK

Pemanfaatan limbah peternakan (kotoran ternak) sebagai pupuk kandang merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat untuk mengatasi kelangkaan dan kenaikan harga pupuk. Sampai saat ini pemanfaatan pupuk kandang belum dilakukan petani secara optimal, kecuali di daerah-daerah sentra produksi sayuran. Sementara itu pada kawasan ternak tetapi bukan sentra produksi sayuran, kotoran ternak justru banyak tertumpuk di sekitar kandang karena belum banyak dimanfaatkan.

Keluhan petani pada saat terjadi kelangkaan pupuk atau harga pupuk anorganik mahal, seharusnya dapat diatasi dengan menggiatkan kembali pembuatan dan pemanfaatan pupuk kompos. Kompos adalah bahan-bahan organik (sampah organik) yang telah mengalami proses pelapukan karena adanya interaksi antara mikroorganisme (bakteri pembusuk) yang bekerja di dalamnya. Bahan-bahan organik tersebut antara lain berupa dedaunan, rumput, jerami, sisa-sisa ranting dan dahan, kotoran ternak, serta air kencing.

Agar kompos dapat terkumpul dalam jumlah besar dan dalam waktu singkat, dikembangkan teknologi pembuatan kompos. Salah satu bahan dasar pembuatan kompos adalah kotoran ternak sapi yang didekomposisi dengan bahan pemacu mikroorganisme dalam tanah (misalnya *stardec*, MOL rumen atau bahan sejenis lainnya) ditambah dengan bahan-bahan untuk memperkaya kandungan kompos seperti serbuk gergaji, sekam, jerami padi, abu atau kalsit/kapur. Menurut Wahyuni (2008), kotoran ternak (sapi) dipilih selain baik untuk kompos, kotoran ternak tersedia banyak di petani dan juga memiliki kandungan nitrogen dan potassium.

Penggunaan pupuk kompos dalam usaha pertanian dapat memberikan keuntungan dan manfaat, diantaranya: (1) memperbaiki sifat fisik tanah. Bahan organik membuat tanah menjadi gembur dan lepas-lepas, sehingga aerasi menjadi lebih baik serta lebih mudah ditembus oleh akar tanaman. Pada tanah yang bertekstur berpasir, bahan kompos akan meningkatkan pengikatan antar partikel dan meningkatkan kapasitas mengikat air; (2) memperbaiki sifat kimia tanah. Kapasitas tukar kation (KTK) dan ketersediaan hara meningkat dengan penggunaan bahan organik. Asam yang dikandung kompos akan membantu meningkatkan proses pelapukan bahan mineral; (3) memperbaiki sifat biologi tanah. Bahan organik akan menambah energi yang diperlukan oleh kehidupan mikroorganisme tanah. Tanah yang kaya bahan organik akan mempercepat perbanyakan fungi, bakteri, mikro flora dan mikro fauna tanah lainnya; dan (4) memperbaiki kondisi sosial. Daur ulang limbah ternak akan mengurangi pencemaran dan meningkatkan penyediaan pupuk kompos.

Kandungan unsur hara dalam kotoran ternak yang penting untuk tanaman antara lain unsur N, P dan K. Ketiga jenis unsur hara ini sangat penting diberikan pada tanaman karena masing-masing memiliki fungsi yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Unsur N berfungsi untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, terutama batang, cabang dan daun. Pembentukan hijau daun

juga berkaitan erat dengan unsur N. Selain itu, unsur N cukup berpengaruh dalam pembentukan protein, lemak dan berbagai persenyawaan organik lainnya.

Unsur P bagi tanaman banyak berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya akar tanaman muda. Beberapa jenis protein tertentu memerlukan unsur P sebagai bahan mentahnya. P juga berfungsi untuk membantu asimilasi dan pernafasan, sekaligus mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah. Satu lagi unsur yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah cukup banyak yaitu unsur K. Kegunaan utamanya adalah membantu pembentukan protein dan karbohidrat. Pemberian unsur ini akan memperkuat tanaman sehingga daun, bunga dan buah tidak mudah gugur. Selain itu, kalium juga membuat tanaman tahan terhadap kekeringan dan penyakit.

MOL rumen sapi dapat diaplikasikan sebagai *decomposer* dalam pembuatan kompos dari bahan organik padat dari limbah hijauan dan limbah kandang berupa kotoran ternak dan sisa pakan sehingga menjadi pupuk organik padat maupun limbah cair menjadi pupuk organik cair (POC) yang penting bagi tanaman. Menurut Purwasmita dan Kunia (2009), larutan MOL adalah larutan hasil fermentasi yang menggunakan bahan dasar dari berbagai sumberdaya yang tersedia di lokasi setempat. Larutan MOL mengandung unsur hara mikro dan makro dan juga mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan, dan sebagai agen pengendali penyakit maupun hama.



**Gambar 4. Aplikasi MOL rumen sebagai *decomposer* limbah kandang (kiri), penngomposan limbah pada kondisi kedap udara dengan plastik (tengah) atau ditutup terpal (kanan)**

Pada pembuatan kompos, MOL rumen diaplikasikan dengan menyebar limbah kandang/limbah pertanian menjadi tumpukan setebal  $\pm 20$  cm. MOL rumen dicampur dengan molase/cairan gula pasir atau gula merah serta air disiramkan dan dicampur secara merata. Proses tersebut diulangi hingga limbah mencapai ketinggian sekitar 1 meter. Tutup limbah organik yang telah dicampur dengan MOL hingga tercapai kondisi *anaerob*. Menurut pengamatan, waktu pengomposan tergantung pada jenis limbah, tetapi secara umum kompos siap/jadi dalam waktu 21-30 hari.

Hasil penelitian Barus dan Basri (2010) menunjukkan bahwa penggunaan dekomposer BeKa, Stardec, Promi, dan EM-4 pada jerami padi membutuhkan waktu berturut-turut 35 hari, 30, hari, 32 hari, dan 36 hari untuk menjadi kompos. Waktu

pengomposan bergantung pada temperatur, kelembaban, frekuensi aerasi, dan kebutuhan konsumen. Rasio C/N serta frekuensi aerasi adalah cara memperpendek periode pengomposan (Anonim, 2011).

Mikroba dalam MOL (mikroorganisme lokal) memiliki peran sebagai dekomposer. Untuk mengetahui efektivitas MOL rumen sebagai dekomposer dalam pengolahan kotoran ternak, dilakukan pengkajian di KP Bandongan. Teknik pembuatan pupuk organik menyesuaikan panduan dalam label masing-masing produk dekomposer. Dekomposer selain MOL yang digunakan yaitu MA-11 dan EM 4 (kuning). Dari ketiga dekomposer tersebut dibuat dalam kantong plastik anaerobik (Gambar 4) dan pembongkaran disesuaikan dengan petunjuk masing-masing produk. Waktu pemeraman kotoran yang ditambah dengan MOL, MA-11 dan EM 4 berbeda beda yaitu 21 hari, 7 hari dan 4 hari. Setelah selesai pemeraman dilakukan pembongkaran dan diambil sampel untuk dianalisis di laboratorium. Analisis dilakukan di Laboratorium Kimia BPTP Jawa Tengah. Hasil analisis disajikan pada Tabel 3 .

**Tabel 3. Hasil Analisis Pupuk Organik Pada Limbah Kandang**

Parameter	Standar Mutu *	Feses Sapi Murni	Jerami padi bekas media jamur	Feses sapi + MOL rumen	Feses sapi + EM 4	Feses sapi + MA 11
Kadar air (%)	15 – 25	45,6	17	60,4	62,04	60,7
pH H <sub>2</sub> O	4 – 9	8,87	10,06	8	8,2	8
pH KCL	4 – 9	8,02	9,06	7,8	7,6	7,5
C-Organik (%)	Min 15	31,86	30,33	24,09	23,15	22,55
N-Total (%)	Min 4	1,68	1,06	1,63	2,13	1,81
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Min 4	2,7	0,52	1,85	1,8	0,94
K <sub>2</sub> O (%)	Min 4	1,02	1,1	0,66	1,49	0,07
Ca	-	-	-	0,17	-	-
Mg	-	-	-	0,11	-	-

Sumber : Hermawan *et al.* (2015)

Keterangan:

\* Standar mutu No.70/Permentan/SR.140/10/2011

Setelah kompos jadi, selanjutnya dilakukan pengayakan untuk memudahkan pengemasan kompos untuk keperluan penyimpanan dan transportasi. Pengemasan dalam skala kecil dengan plastik kompos yang berkapasitas sekitar 3 kg atau dalam skala lebih besar dengan karung berkapasitas sekitar 20-25 kg (Gambar 5).

Dari hasil analisis pada Tabel 3 diketahui bahwa ketiga sampel memiliki nilai hara yang tidak jauh berbeda. Hasil tersebut masih dalam kategori skala standar mutu pupuk organik kecuali hasil kadar air ketiga sampel percobaan lebih dari 60% (Standar 15–25%) (Permentan No. 70 tahun 2011). Kadar air yang tinggi disebabkan karena penggunaan kantong plastik transparan dimana dapat

menimbulkan embun, selain itu pembungkusan rapat secara total menyebabkan kelembaban bertambah. Pada pembuatan pupuk organik dengan MOL rumen ditambahkan analisis berupa kandungan Ca dan Mg hasilnya yakni 0,17% dan 0,11%. Menurut Yuwono (2012) kedua unsur tersebut merupakan hara makro sekunder yang dibutuhkan dalam jumlah yang cukup besar bagi tanaman namun lebih sedikit dibanding dengan N dan K.



**Gambar 5. Pengemasan kompos dalam kemasan plastik (sekitar 3 kg) (kiri dan tengah) atau sak (25 kg) (kanan)**

## **PEMANFAATAN MOL RUMEN SEBAGAI *DECOMPOSER* PADA PEMBUATAN BIO URINE SAPI**

Urine merupakan salah satu limbah kandang. Urine sapi, sebagaimana halnya urine ternak lainnya, dapat diolah dengan cara difermentasi menjadi pupuk organik cair (POC). Agar urine dapat terkumpul tanpa banyak tercampur oleh feses sapi, lantai kandang sapi dibuat miring ke belakang. Pengumpulan urine sapi dilakukan dengan memasang pralon yang ditanam pada bagian belakang ternak, berlawanan dengan tempat pakan sapi. Urine dapat dialirkan keluar kandang dan ditampung pada bak/ember yang telah disediakan (Gambar 6).

Urine merupakan salah satu limbah cair yang dapat ditemukan di tempat pemeliharaan hewan. Urine dibentuk di daerah ginjal setelah dieliminasi dari tubuh melalui saluran kencing dan berasal dari metabolisme nitrogen dalam tubuh (urea, asam urat, dan keratin). Sebanyak 90 % urine terdiri dari air. Urine yang dihasilkan ternak dipengaruhi oleh makanan, aktivitas ternak, suhu eksternal, konsumsi air, musim dan lain sebagainya (Strauch 1982 dalam Oman 2003).



**Gambar 6. Pemasangan pralon di bagian belakang kandang sapi untuk mengumpulkan urine (kiri) dan urine sapi yang telah terkumpul di luar kandang (kanan)**

Setelah urine terkumpul, urine diperkaya dengan cara fermentasi dengan mencampurkan 10% MOL dan molases/tetes tebu. Fermentasi adalah reaksi dengan menggunakan biokatalis untuk mengubah bahan baku menjadi produk. Proses fermentasi dilakukan dalam media fermentasi yang disebut bioreaktor atau fermentor. Umpan yang masuk dalam fermentor disebut substrat. Substrat utama adalah sumber karbon yang digunakan oleh mikroorganisme untuk memberikan energi yang digunakan untuk pertumbuhan dan produksi produk akhir. Mikroorganisme juga membutuhkan nutrient lainnya. Fermentasi dengan menggunakan bakteri anaerobik dilakukan dengan tidak adanya udara. Mikroorganisme ini mendapatkan oksigen dari bahan substrat yang memiliki ikatan kimia dengan oksigen (Heru, 2011).



**Gambar 7. Proses pembuatan biourine: penambahan MOL rumen (kiri), penambahan molase (tengah), urine difermentasi dan dialirkan dengan pompa dalam instalasi pembuatan biourine (kanan) selama 14-21 hari**

Secara teratur larutan urine diaduk secara manual atau otomatis dengan pompa. Untuk mengurangi polusi udara akibat bau yang ditimbulkan maka dapat dibuat instalasi yang terdiri dari beberapa drum yang ditata secara bertingkat dan dihubungkan satu sama lain dengan pipa pralon (Gambar 7). Setelah dilakukan fermentasi sekitar 14 hari, larutan urine (Bio urine) dapat dipanen dan bisa langsung

dimanfaatkan atau dikemas untuk berbagai keperluan. Pengemasan juga akan memudahkan dalam pengangkutan untuk penggunaan Bio urine yang lebih banyak pada lahan pertanian yang lebih luas (Gambar 8).



**Gambar 8. Pengemasan biourine**

Urine yang dihasilkan ternak sebagai hasil metabolisme mempunyai nilai yang sangat bermanfaat yaitu (a) kadar N dan K yang sangat tinggi, (b) urine mudah diserap tanaman, dan (c) urine mengandung hormon pertumbuhan tanaman (Endah *et al.*, 2010). Menurut Sutejo (1994) yang disitasi oleh Endah *et al.* (2010), kandungan unsur hara urine yang dihasilkan ternak sangat tergantung dari mudah atau sukarnya makanan dalam perut hewan dapat dicernakan. Selanjutnya dikemukakan bahwa urine pada ternak sapi terdiri dari air 92%, N 1,00%, P 0,2 % dan K 1,35%. Menurut Budi *et al.* (2012), kandungan kalium pada urine sapi mengalami peningkatan, yaitu dari awalnya sebesar 1,03% menjadi 1,20% dengan waktu fermentasi selama 15 hari. Namun demikian, kandungan kalium pada lama fermentasi 15 hari mengalami penurunan jika dibandingkan dengan lama fermentasi 12 hari yaitu sebesar 1,24%. Lama fermentasi optimum untuk urine sapi agar kandungan kalium terbesar adalah 12 hari (Budi *et al.*, 2012)

## **PENUTUP**

Pemanfaatan limbah ternak sebagai pupuk organik dapat mengurangi dampak negatif khususnya yang terkait dengan pencemaran lingkungan akibat dari limbah yang tidak ditangani dengan semestinya. Mikro Organisme Lokal (MOL) dengan bahan utama rumen sapi dapat digunakan sebagai alternatif *decomposer* pada pembuatan pupuk organik padat maupun cair. Berdasarkan analisis mikrobiologi MOL menunjukkan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan beberapa produk *decomposer* komersial lainnya. MOL Rumen memiliki jumlah total bakteri sebanyak  $8,86 \times 10^3$ .

Proses pembuatan MOL dan aplikasinya yang relatif sangat mudah dan murah, secara nyata akan mengurangi biaya produksi pada pembuatan pupuk organik. Hasil aplikasi MOL pada pembuatan pupuk organik menunjukkan kualitas

pupuk yang lebih baik dan masih dalam skala Standar mutu No. 70/Permentan/SR.140/10/2011. Oleh karena itu, pemanfaatan MOL sebagai *decomposer* perlu terus dikembangkan dalam rangka usaha untuk meningkatkan kesejahteraan petani serta dalam rangka mendukung pertanian organik ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. Tinjauan Pustaka. [http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/51751/2011nic\\_BABII\\_TinjauanPustaka.pdf?sequence=5](http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/51751/2011nic_BABII_TinjauanPustaka.pdf?sequence=5). [22 Desember 2015].
- Arianti, F.D., dan I. Wahab. 2014. Pengembangan Pertanian Organik sebagai Bagian dari Pembangunan Bioindustri Berkelanjutan. IAARD Press, Jakarta.
- Barus, J., dan E. Basri. 2010. Keragaan Hasil Analisis Kompos Berbahan Baku Insitu. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna Agroindustri Polinela 2010, Bandar Lampung, 5-6 April 2010. hlm. 261-266.
- Budi, R., E. Sutrisno, dan S. Sumiyati. 2012. Studi Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Fermentasi Urine Sapi (Ferisa) dengan Variasi Lokasi Peternakan yang Berbeda. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Endah, P., T. Martinsari, dan Y. Wijayanti. 2010. Optimalisasi Fermentasi Urine Sapi dengan Aditif Tetes Tebu (Mollases) untuk Menghasilkan Pupuk Organik Cair yang Berkualitas Tinggi. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Gustiani, E., I. Nurhayati, dan Y. Haryati. 2007. Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Pakan Ternak dalam Sistem Usahatani Tanaman-ternak. Prosiding Lokakarya Nasional Pengembangan Jejaring Litkaji Sistem Integrasi Tanaman – Ternak. Puslitbangnak, Bogor. hlm. 51-54.
- Haryanto, B., I. Inounu, I.G.M. Budiarsana, and K. Diwyanto. 2003. Panduan Teknis Integrasi Padi-Ternak. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Hermawan, A., I. Ambarsari, H. Kurnianto, A.C. Kusumasari, A. Sutanto, Sudadiyono, Muryanto, Subiharta, F.D. Ariani, J. Pramono, Suryanto, J. Purmiyanto, dan Ngadimin. 2015. Model Biosiklus Terpadu Padi-Sapi di KP Bandongan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Laporan Kegiatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Ungaran.
- Heru, N. 2011. Diktat Bioteknologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Hifiziah, A. 2013. Perbandingan Efektifitas Inokulum Cairan Rumen Kerbau dan Sapi Pada Jerami. Jurnal Teknosains 7(2): 175-188.

- Istiqomah, L., A. Febrisianto, A. Sofyan, E. Damayanti, H. Julendra, dan H. Herdian. 2010. Respon Pertumbuhan Sapi yang diberi Pakan Silase Komplit Berbasis Bahan Pakan Lokal di Sukoliman, Gunungkidul. Prosiding Seminar Nasional. Fakultas Peternakan Universitas Jendral Sudirman, Purwokerto. hlm. 133-140.
- Lingga, P., dan Marsono. 2001. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Masnun. 2016. Teknologi Jerami Fermentasi sebagai Pakan Ternak. <http://www.bppjambi.info/dwnpublikasi.asp?id=135>. [19 Januari 2016].
- Mudiata, IG., N. Kayana, N.W. Siti, I.W. Wirawan, dan I.B.G. Partama. 2011. Desiminasi Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pengembangan Usaha Peternakan Kompetitif dan Berkelanjutan di Desa Banjaringan. Udayana Mengabdikan 13(2): 76-80.
- Mudita, I.M., A.A.P.P. Wibawa, I.W. Wirawan, I.G.L.O. Cakra, dan N.W. Siti. 2009. Desiminasi Teknologi Biofermentasi Sumber Daya Lokal Asal Limbah menjadi Pakan Sapi Berkualitas di Subak Dlod Banjaringan, Kabupaten Klungkung. Laporan Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat. Fakultas Peternakan. Universitas Udayana, Denpasar.
- Muhasin, A., dan H. Purwaningsih. 2010. Profil Dinamika Kelompok Peternak Sapi Potong di Kabupaten Banyumas. Prosiding Seminar Nasional. Fakultas Peternakan Universitas Jendral Sudirman, Purwokerto. p: 410-413.
- Oman. 2003. Kandungan Nitrogen (N) Pupuk Organik Cair dari Hasil Penambahan Urine Pada Limbah (*Sludge*) Keluaran Instalasi Gas Bio dengan Masukan Feces Sapi. IPB, Bogor.
- Peter, T., dan Herniwati. 2009. Prospek Pengembangan Pertanian Organik di Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Nasional Serealia 2009.
- Prabowo, A., A.E. Susanti, dan J. Karman. 2013. Pengaruh Penambahan Bakteri Asam Laktat Terhadap pH dan Penampilan Fisik Silase Jerami Kacang Tanah. Prosiding Seminar Puslibangnak, Bogor. hlm. 495-499.
- Pradhan, K. 1994. Rumen Ecosystem in Relation to Cattle and Buffalo Nutrition. Wanapat, M., and K. Sommart (Eds.). Proc. First Asian Buffalo Association Congress, Khon Kaen, 17-21 January 1994. p: 221-242.
- Russel, J.B., J.D. O'connors, D.G. Fox, P.J. Van Soest, and C.J. Sniffen. 1992. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: Ruminant fermentation. J. Anim. Sci. 70: 3551-3561.
- Simanungkalit, R.D.M. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Soepranianondo, K. 2005. Dampak Isi Rumen Sapi sebagai Substitusi Rumput Raja terhadap Produk Metabolit pada Kambing Peranakan Etawa. Media Kedokteran Hewan 21(2).

- Sudaryanto, B., U. Nuschati, H. Kurnianto, A. Hermawan, dan J. Purmiyanto. 2014. Pengkajian Peningkatan Produktivitas Sapi Potong. Laporan Kegiatan. BPTP Jawa Tengah, Ungaran.
- Sunen, E., B. Fernandez-Galian, and C. Aristimuno. 2001. Antibacterial Activity of Smoke Wood Condensates Against *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterocolitica* and *Listeria monocytogenes* at Low Temperature. *Food Microbiology* 18: 387-393.
- Syekhfani. 1993. Pengaruh Sistem Pola Tanam Terhadap Kandungan Bahan Organik dalam Mempertahankan Kesuburan Tanah. Prosiding Seminar Nasional Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Universitas Lampung, Bandar Lampung. [www.eprints.uns.ac.id](http://www.eprints.uns.ac.id). [30 Desember 2015].
- Syukur, A., dan E.S. Harsono. 2008. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan NPK terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah Pasir Bantul. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 8(2): 138-145.
- Thalib, A.B. Haryanto, Kuswandi, H. Hamid, dan Mulyani. 2001. Teknik Penyiapan Sediaan Mikroba Anaerobic Bakteri Selulolitik Batang. *JITV* 6: 153-157.
- Utomo, B., R. Oelviani, dan Subiharta. 2015. Peningkatan Performa Pedet Sapi Peranakan Ongole Pasca Sapih Melalui Perbaikan Manajemen dengan Pemanfaatan Sumber Daya Lokal. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 1(4): 838-842.
- Utomo, R. 2015. Konservasi Hijauan Pakan dan Peningkatan Kualitas Bahan Pakan Berserat Tinggi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wahyuni, S. 2008. Biogas. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Wahyono, D.E., dan R. Hardianto. 2007. Pemanfaatan Sumberdaya Pakan Lokal untuk Pengembangan Usaha Sapi Potong. <http://peternakan.litbang.deptan.go.id/download/sapipotong/sapo04-12.pdf>. [30 Januari 2007].
- Wina, E. 2005. Teknologi Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Pakan untuk Meningkatkan Produktivitas Ternak Ruminansia di Indonesia: Sebuah Review. *Wartazoa* 15(4): 173-186.
- Yuwono, N.W. 2012. K, Ca, Mg, S. <http://nasih.staff.ugm.ac.id/wp-content/uploads/2012-Kesuburan-Bab-3.3.-K-Ca-Mg-S>. [19 Januari 2016].

# PEMANFAATAN MOL RUMEN SEBAGAI FERMENTOR JERAMI UNTUK PAKAN TERNAK SAPI

*Heri Kurnianto dan Budi Utomo*

**L**imbah atau hasil samping pertanian sebagai salah satu produk ikutan dari suatu proses biologis dalam suatu sistem pertanian masih belum dimanfaatkan secara optimal sebagai pakan ternak. Salah satu hasil ikutan pertanian adalah jerami padi yang produksinya kurang lebih mencapai 12-15 ton/ha/panen tergantung dari varietas padi yang ditanam. Produksi jerami tersebut setara dengan 4-5 ton/ha/panen dalam bentuk bahan kering,

Jumlah jerami yang potensial digunakan sebagai hijauan pakan ternak tersebut sangat besar. Dalam satu tahun di Pulau Jawa saja produksi jerami padi diperkirakan dapat mencapai sekitar 20 juta ton (Thalib *et al.*, 1995). Menurut Soejono *et al.* (1988), jumlah jerami padi yang dimanfaatkan hanya sekitar 38% dari total produksi, sementara 62% jerami padi lainnya belum dimanfaatkan dan justru dibakar oleh petani.

Telah diketahui bahwa salah satu faktor penentu keberhasilan usaha peternakan adalah kualitas, kuantitas dan kontinuitas pakan. Peternak sering menghadapi kendala berupa sulitnya menyediakan pakan berkualitas tinggi dengan harga yang murah, mengingat biaya pakan mencapai 60-70% biaya produksi usaha peternakan. Untuk usaha ternak sapi, salah satu upaya yang dapat ditempuh untuk mengatasinya adalah dengan memanfaatkan jerami padi sebagai pakan. Masalahnya jerami padi sebagai pakan ternak umumnya berkualitas rendah, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan nilai gizi jerami. Salah satunya melalui fermentasi. Fermentasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan mutu jerami padi. Selama proses fermentasi, jerami mengalami perombakan struktur secara fisik, kimia dan biologis, sehingga bahan yang semula tersusun dari struktur yang kompleks menjadi berubah menjadi struktur yang sederhana. Perubahan struktur ini menyebabkan daya cerna ternaknya menjadi lebih efisien.

Pada proses fermentasi, diperlukan *starter/fermentor/probiotik* sebagai perombak. Sebetulnya sudah banyak *starter/fermentor/probiotik* yang beredar di pasaran, namun harganya relatif mahal sehingga diperlukan teknologi alternatif yang lebih murah dan mudah dibuat oleh peternak. Salah satu starter tersebut adalah Mikro Organisme Lokal (MOL) rumen sapi. Disebut MOL rumen sapi karena bahan utamanya berasal dari rumen sapi. Selama ini rumen sapi merupakan limbah padat pada rumah pemotongan hewan (RPH) yang tidak dimanfaatkan.

## MOL RUMEN SEBAGAI FERMENTOR JERAMI PADI

Proses fermentasi memerlukan *starter* sebagai perombak. *Starter* yang digunakan merupakan mikrobiotik atau campuran mikrobiotik. Beberapa mikrobiotik yang dapat digunakan untuk meningkatkan mutu limbah pertanian, antara lain adalah kapang jenis *Trichoderma* atau *Aspergillus* (Supriyati *et al.*, 2010). Sementara itu, Harfiah (2010) menyatakan bahwa salah satu cara yang cukup menjanjikan untuk meningkatkan nilai nutrisi dan daya cerna limbah pertanian dengan cara fermentasi adalah dengan meniru kondisi secara holistik di dalam rumen *reticulum* dengan memanfaatkan inokulum mikroba selulolitik, lignolitik, *Lactobasillus* sp., serta penggunaan ammonia/NH<sub>3</sub> (urea). Selanjutnya menurut Haryanto (2000) peningkatan daya cerna dan penurunan serat kasar jerami padi dapat dilakukan melalui fermentasi dengan menggunakan isi rumen dengan tambahan mineral dan bahan organik yang dibutuhkan mikroba. Metode tersebut telah digunakan oleh Winugroho *et al.* (1993) dalam proses fermentasi dengan memanfaatkan *starter* dari mikroba rumen kerbau sebagai biang bioplus.

Mengingat saat ini mulai jarang dilakukan pemotongan ternak kerbau, telah dilakukan kegiatan pengkajian pembuatan *starter* untuk fermentasi jerami padi berbahan baku rumen sapi. Rumen sapi merupakan limbah yang banyak tersedia di rumah potong hewan (RPH). Bahan utama MOL rumen adalah rumen sapi ditambah dengan beberapa bahan lain yang terdiri dari bekatul padi, tetes tebu/molase, daun singkong, dan air. MOL rumen dibuat pada kondisi *anaerob*.



**Gambar 1 : Proses pembuatan MOL**

Secara umum penambahan probiotik pada pakan atau minuman pada ternak ruminansia ditujukan agar rumen dapat mencerna pakan yang berserat tinggi secara lebih baik. Serat merupakan penyusun utama dinding sel tumbuhan yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Dilaporkan oleh Khusniati (2005) dalam Hifiziah (2013) bahwa pengolahan jerami padi menggunakan inokulum bakteri selulolitik akan meningkatkan kandungan protein kasar. Penelitian lain yang dilakukan oleh Hendraningsih (2011) dan disitasi oleh Hifiziah (2013) menunjukkan bahwa bakteri selulolitik dapat menurunkan secara nyata serat kasar jerami. Penggunaan probiotik dalam proses fermentasi jerami padi selama 3 minggu dapat

meningkatkan pencernaan serat NDF dan ADF masing-masing menjadi 53,97 dan 51,99% (Haryanto *et al.*, 2004). Berdasarkan hasil penelitian Harfiah (2010), proses pengolahan jerami padi dengan perlakuan alkali, amoniasi fermentasi dengan mikroba asam laktat, selulolitik, dan lignolitik mampu meningkatkan nilai nutrisi dan pencernaan jerami padi sebagai pakan ternak ruminansia.

Mol rumen digunakan sebagai fermentor jerami padi untuk meningkatkan daya cerna dan meningkatkan kandungan nutrisi pakan ternak. Cara aplikasinya sangat sederhana. Pertama-tama, jerami atau hijauan lain yang akan difermentasi disiapkan. Selanjutnya campur secara merata larutan MOL dengan molase atau cairan gula pasir/merah yang diencerkan dengan air. Semprotkan atau siramkan campuran larutan tersebut secara merata dengan jerami atau hijauan lain yang akan difermentasi.

Jerami yang telah disiram MOL ditumpuk hingga setinggi sekitar 1 meter. Agar tercipta kondisi anaerob, tumpukan jerami ditutup rapat dengan plastik atau terpal. Jerami fermentasi siap digunakan setelah 21 hari. Jerami fermentasi dapat langsung diberikan pada ternak sapi, baik dalam kondisi tanpa dicacah maupun dicacah. Pencacahan sangat penting untuk meningkatkan efektivitas pemberian pakan pada ternak.

Efektivitas MOL rumen sebagai *starter*, dibandingkan dengan tiga produk fermentor komersial yaitu EM-4 (coklat), Bio-Ruminant, dan Probion. Probion merupakan fermentor hasil inovasi teknologi dari Balai Penelitian Ternak Ciawi Bogor. Fermentor Probion berupa serbuk dan aplikasinya berbeda dengan yang lain yaitu secara aerob. Selain itu penggunaan probion ditambahkan urea sebagai sumber amonia yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroba (Budiarsana *et al.*, 2005 dalam Wina, 2005; Haryanto *et al.*, 2003). Pembuatan jerami fermentasi dilakukan sesuai petunjuk masing-masing kemasan yang tertera dalam label. Pengkajian dilakukan dalam skala kecil dengan menggunakan kantong plastik transparan. Setelah dilakukan pemeraman 21 hari, sampel dari masing-masing perlakuan dianalisis di laboratorium. Parameter yang diuji berupa proksimat dasar yang meliputi protein kasar, serat kasar dan derajat pH.

**Tabel 1. Hasil Analisis Proksimat Terhadap Jerami yang Difermentasi dengan berbagai biodekomposer.**

Parameter	Jerami	Jerami + MOL Rumen	Jerami + Bio Ruminant	Jerami + EM 4	Jerami + Probion
Kadar air (%)	12,04	27,2	28,46	19,81	16,36
Protein kasar (%)	8,43	11,04	12,05	9,48	8,54
Serat kasar (%)	34,99	30,01	30,03	32,26	59,01
pH (%)	8,74	5,17	9,43	9,63	8,74

Sumber: Hermawan *et al.* (2015)

Hasil analisis menunjukkan kandungan protein kasar tertinggi diperoleh pada jerami fermentasi yang menggunakan Bio Ruminant. Namun demikian semua

perlakuan *starter*, kandungan proteinnya lebih tinggi dibandingkan dengan sampel kontrol (jerami). Serat kasar pada perlakuan menggunakan MOL rumen tampak paling rendah dibandingkan dengan lainnya.

Hasil pengkajian ini sesuai dengan laporan Sutardi *et al.* (1982) bahwa cairan rumen sapi yang digunakan sebagai *starter* dalam pembuatan fermentasi jerami padi dapat meningkatkan kandungan protein, menurunkan serat kasar dan cenderung menaikkan pencernaan. Sutrisno *et al.* (1993) juga melaporkan penggunaan cairan rumen sebagai *starter* dalam proses fermentasi dapat meningkatkan protein, menurunkan lignin dan silika pada jerami padi.

Hasil penelitian Gustiani *et al.* (2007) menunjukkan bahwa penggunaan biostarter yang dikembangkan oleh BPTP Jawa Barat dalam pembuatan fermentasi dapat meningkatkan protein dari 3,96% menjadi 9,09% dan menurunkan serat kasar dari 27,82% menjadi 9,70%. Lebih lanjut terkait dengan derajat keasaman (pH) perlakuan MOL rumen menunjukkan sifat yang asam (5,19) sedangkan lainnya masuk dalam skala basa (lebih dari 7). Menurut Utomo (2015), pH menjadi turun disebabkan oleh asam organik yang dihasilkan oleh bakteri anaerob pada proses fermentasi gula dan protein. Penurunan pH akan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk

## **PEMANFAATAN JERAMI FERMENTASI UNTUK PAKAN SAPI**

Pemanfaatan jerami padi terfermentasi dalam jangka panjang dilaporkan berpengaruh terhadap reproduksi ternak karena sangat rendahnya karoten sebagai provitamin A (Wina, 2005). Selain itu menurut Martawidjaja *et al.* (2004), jerami tidak dapat dijadikan sebagai sumber pakan tunggal bagi ternak ruminansia. Oleh sebab itu, selain hijauan dan jerami padi (fermentasi), ternak diberikan pakan konsentrat. Pakan konsentrat terutama diberikan pada saat musim kemarau. Pada saat musim kemarau, ketersediaan hijauan sangat sedikit sehingga kebutuhan nutrisi ternak dikhawatirkan tidak tercukupi, sehingga pemberian konsentrat menjadi alternatif didalam penyediaan nutrisi ternak. Pakan konsentrat diberikan sebanyak 2 kg/ekor/hari. Pemberian konsentrat tidak sebanyak pada penggemukan karena sapi potong di KP Bandongan bertujuan untuk pembibitan. Di sisi lain jenis yang dibudidayakan yaitu sapi lokal PO yang adaptif terhadap pakan berkualitas rendah. Kandungan protein pakan tersebut sebesar 12% dengan pencernaan 60%. Teknis pemberian pakan (hijauan dan konsentrat) dilakukan secara bersamaan dengan tujuan untuk menjaga pH rumen normal sehingga pertumbuhan bakteri dapat optimal.

Jenis ternak yang dipelihara di KP Bandongan adalah sapi potong PO yang berasal dari Kebumen Jawa Tengah. Sapi PO Kebumen telah menjadi galur tersendiri karena memiliki ciri yang spesifik dan secara fenotipik memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dengan sapi PO lainnya. Dikarenakan sudah menjadi kelompok galur maka sapi PO Kebumen sudah dapat dikembangkan dalam rangka pemuliabiakan.

Sapi PO terkenal sebagai ternak sapi potong yang sangat adaptif dengan iklim di Indonesia bahkan sangat toleran terhadap pakan berkualitas rendah seperti halnya jerami padi. Performa (Y) sapi sangat dipengaruhi oleh genetik (G), lingkungan (E) dan interaksinya (I) bahkan dalam pengembangannya (*breeding*) dipengaruhi oleh kebijakan oleh pemerintah (M). Diwyanto (2013) merumuskan keterkaitan antar unsur tersebut yaitu  $P = (G + E + I) \times M$ . Secara umum bahwa genetik hanya menyumbang tidak lebih dari 20 % dan tidak kurang dari 80 % dipengaruhi oleh lingkungan seperti pakan, temperature, pemeliharaan dan cekaman lainnya.

**Tabel 2. Pertumbuhan bobot badan pada beberapa kategori ternak sapi pada prototipe biosiklus terpadu padi-sapi di KP Bandongan.**

Uraian	Induk (kg)	Pedet (kg)	
		Jantan	Betina
Rataan bobot badan awal	339,2	208	152
Rataan bobot badan akhir	352,0	246	192
Petambahan bobot badan	12,8	38	40
Pertambahan bobot badan harian	0,14	0,40	0,43

Sumber: Hermawan *et al.* (2015)

Hasil pemanfaatan jerami padi terfermentasi pada ternak sapi Peranakan Ongole (PO) pasca beranak (Gambar 2), menunjukkan bahwa penambahan bobot badan harian (PBBH) relatif sudah cukup baik (Tabel 4), apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Affandhy *et al.* (2010). Affandhy *et al.* (2010) melaporkan bahwa pada induk sapi pasca beranak dengan sistem pemeliharaan secara tradisional di tingkat peternak, PBBH induk sapi justru mengalami penurunan sebesar 0,077 kg/ekor/hari. Hasil ini memang berbeda dibandingkan dengan induk sapi pasca beranak dengan sistem pemeliharaan di tingkat peternak yang diberi pakan tambahan di akhir periode kebuntingan. Pada sistem pemeliharaan seperti ini, PBBH induk sapi mencapai 0,08 kg/ekor/hari. PBBH pedet jantan maupun betina yang dicapai sudah cukup baik apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Affandhy *et al.* (2010), bahwa PBBH pedet yang dipelihara di tingkat peternak sebesar 261,5 g/hari.



**Gambar 2 : Ternak sapi induk PO**

## PENUTUP

Mikro Organisme Lokal (MOL) rumen dibuat dari limbah RPH kualitasnya cukup baik. MOL rumen dapat bersaing dengan MOL yang ada di pasaran. MOL rumen dapat digunakan sebagai fermentor jerami padi sebagai pakan ternak sapi. MOL rumen sebagaimana agen hayati lainnya memiliki *life time* yang terbatas maka penyimpanannya harus diperhatikan dan pemakaian setelah masa kadaluarsa tidak dianjurkan.

Jerami fermentasi yang diberikan pada ternak sapi induk sebagai penghasil pedet dapat memberikan penambahan yang cukup baik. Namun demikian, sebaiknya pemberiannya tidak diberikan secara tunggal tetapi harus diimbangi dengan pakan hijauan lain dan pakan konsentrat pada periode tertentu agar kebutuhan nutrisi tubuh ternak sapi tercukupi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandhy, L., A. Rasyid, dan N.H. Krishna. 2010. Pengaruh Perbaikan Manajemen Pemeliharaan Pedet Sapi Potong terhadap Kinerja Reproduksi Induk Pasca Beranak (Studi Kasus pada Sapi Induk PO di Usaha Ternak Rakyat Kabupaten Pati Jawa Tengah). Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak, Badan Litbang Pertanian, Bogor. hlm. 40-46.
- Diwyanto, K. 2013. Strategi Peningkatan Produksi Daging Sapi di Jawa Tengah Secara Berkelanjutan. Makalah disampaikan dalam rangka Focus Group Discussion PSDS/K Sapi Potong di BPTP Jawa Tengah, 10 Oktober 2013.
- Gustiani, E., I. Nurhayati, dan Y. Haryati. 2007. Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Pakan Ternak dalam Sistem Usahatani Tanaman-Ternak. Prosiding Lokakarya Nasional Pengembangan Jejaring Litkaji Sistem Integrasi Tanaman – Ternak. Puslitbangnak, Bogor. hlm. 51-54.
- Harfiah. 2010. Optimalisasi Pakan Berserat Tinggi Melalui Sistem Perenggangan Ikatan Lignoselulosa dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Pertanian sebagai Pakan Ruminansia. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak, Bogor. hlm. 123-130.
- Haryanto, B. 2000. Penggunaan Probiotik dalam Pakan untuk Meningkatkan Kualitas Karkas dan Daging Domba. JITV 5: 1-5.
- Haryanto, B., I. Inounu, I.G.M. Budiarsana, dan K. Diwyanto. 2003. Panduan Teknis Integrasi Padi-Ternak. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Haryanto, B., Supriyati, A. Thalib, dan S.N. Jarmani. 2004. Peningkatan Nilai Hayati Jerami Padi melalui Bio-proses Fermentatif dan Penambahan Zinc Organik. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 473-478.

- Hermawan, A., I. Ambarsari, H. Kurnianto, A.C. Kusumasari, A. Sutanto, Sudadiyono, Muryanto, Subiharta, F.D. Ariani, J. Pramono, Suryanto, J. Purmiyanto, dan Ngadimin. 2015. Model Biosiklus Terpadu Padi-Sapi di KP Bandongan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Laporan Kegiatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Ungaran.
- Hifiziah, A. 2013. Perbandingan Efektifitas Inokulum Cairan Rumen Kerbau dan Sapi Pada Jerami. *Jurnal Teknosains* 7(2): 175-188.
- Martawidjaja, M., I-K. Utama, I-G.M. Budiarsana, dan T. Kostaman. 2004. Produktivitas Kambing PE yang Diberi Pakan Jerami Padi Fermentasi. Laporan Akhir Penelitian. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Soejono, M., R. Utomo, dan Widyantoro. 1988. Peningkatan Nilai Nutrisi Jerami Padi dengan Berbagai Perlakuan. *Dalam M. Soejono et al. (Eds). Bioconversion Project Second Workshop on Crop Residues for Feed and Other Purposes.* hlm. 21-35.
- Supriyati, T. Haryati, I-G.M. Budiarsana, dan I-K. Utama. 2010. Fermentasi Jerami Padi Menggunakan *Trichoderma viride*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak, Bogor. hlm. 137-143.
- Sutardi, T., W. Manalu, R. Jatmiko, S.N.D. Swandiastuti, N.A. Sigit, dan D. Sastrapradja. 1982. Efek Hidrolisis Basa, Prefermentasi Jamur (*Valvariella valvaceae*), Suplementasi Nitrogen Sulfur, Kalsium Fosfor dan Energi Protein terhadap Nilai Gizi Jerami Padi. Prosiding Seminar Penelitian Peternakan.
- Sutrisno, C.I., Pratiwihardjo, Nurwantoro, S. Mukodiningsih, dan B. Sulistiyanto. 1992. Perbandingan Kelompok-Kelompok Mikrobia dalam Bolus Sapi dan Kambing. *Buletin Sintesis* 4(2): 15.
- Thalib, A., H. Hamid, dan D. Suherman. 1995. Pembuatan Silase Jerami dengan Penambahan Cairan Rumen. Prosiding Seminar Nasional Agribisnis Peternakan dan Perikanan pada Pelita VI (Edisi Khusus). Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. hlm. 231-237.
- Utomo, R. 2015. Konservasi Hijauan Pakan dan Peningkatan Kualitas Bahan Pakan Berserat Tinggi. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wina, E. 2005. Teknologi Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Pakan untuk Meningkatkan Produktivitas Ternak Ruminansia di Indonesia: Sebuah Review. *Wartazoa* 15(4): 173-186.
- Winugroho, M., M. Sabrani, P. Punarbowo, Y. Widiawati, dan A. Thalib. 1993. Non-genetics Approach for Selecting Rumen Fluid Containing Specific Microorganisms (Balitnak Method). *Ilmu dan Peternakan* 6: 5-9.

**BAB V**

**PENGELOLAAN LIMBAH  
UNTUK MENDAPATKAN  
NILAI TAMBAH**



# PEMANFAATAN JERAMI PADI PADA BUDIDAYA JAMUR

*Agus Sutanto, Suryanto dan Agus Hermawan*

Pemanfaatan limbah usahatani padi untuk pertanian sudah banyak dilakukan, seperti dedak padi untuk makanan ternak, sekam untuk alas kandang ayam (*litter*), jerami padi untuk hijauan pakan ternak atau media jamur (Tangendjaja, 1991). Jerami adalah bagian batang padi setelah diambil gabah dari malainya. Saat ini padi biasanya dipanen dengan menggunakan sabit dan memotong malainya agak panjang, sehingga jerami padi terpotong di bawah daun kedua dari atas atau di bawah daun malai. Apabila pada saat panen padi dipotong sampai ke bawah dekat dengan tanah atau 5–10 cm dari permukaan tanah, cara panen ini akan menghemat pekerjaan dalam pengumpulan jerami. Akan tetapi cara panen padi potong bawah tersebut akan meningkatkan harga upah/borong panen padi.

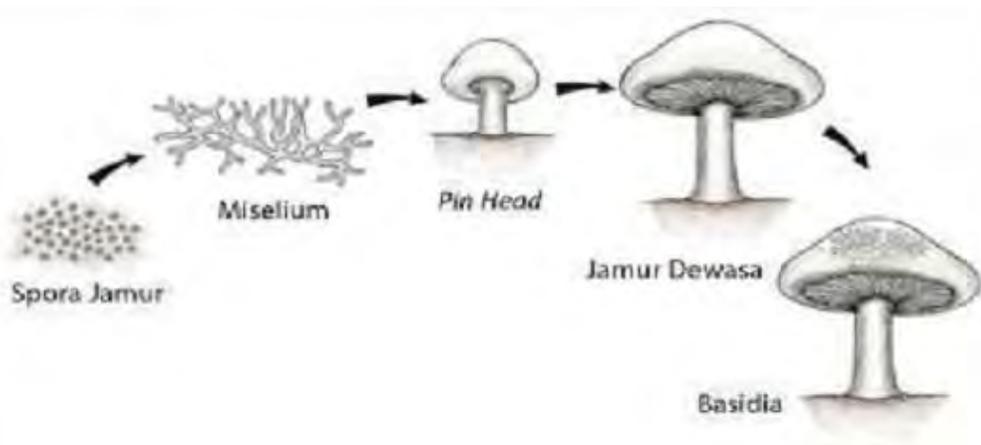
Sejalan dengan semakin dikenalnya manfaat dari jerami, maka semakin banyak orang yang menggunakan dan membutuhkan jerami. Menurut Haryanto dan Budiarsana (2008), potensi produksi jerami dalam satu hektar sawah adalah sekitar 5 ton/ha. Dalam kerangka penerapan konsep biosiklus pertanian skala rumah tangga, jerami padi merupakan limbah potensial yang dapat diolah agar petani memperoleh nilai tambah. Nilai tambah tersebut antara lain diperoleh dengan memanfaatkan jerami sebagai sumber hijauan pakan ternak. Kebutuhan jerami menjadi sangat penting untuk menunjang ketersediaan pakan ternak ruminansia besar, khususnya karena peternak harus mempunyai cadangan pakan untuk waktu 3–6 bulan. Peluang lainnya adalah dengan memanfaatkan jerami padi sebagai media tumbuh jamur merang.

## JAMUR MERANG

Secara biologis, jamur merang adalah fungi yang berbentuk seperti payung, tubuh buah berdaging, tidak berklorofil. Jamur merang tidak dapat melakukan fotosintesis dan tidak dapat secara langsung memanfaatkan sinar matahari untuk memproduksi energi guna kelangsungan hidupnya (pertumbuhan dan perkembangannya). Hasil produksi jamur merang merupakan hasil akhir dari kerjasama antara faktor biotik (bibit, gangguan hama, dan penyakit) dan berbagai faktor abiotik (cuaca, media bibit, dan media produksi).

Kehidupan jamur berawal dari spora (*basidiospora*) yang kemudian akan berkecambah membentuk hifa yang berupa benang halus. Hifa ini akan tumbuh ke seluruh bagian media tumbuh, menjadi kumpulan hifa atau miselium. Dari miselium ini akan terbentuk gumpalan kecil seperti simpul benang yang menjadi penanda tumbuhnya jamur mulai terbentuk. Simpul benang berbentuk bundar atau lonjong dan dikenal dengan stadia kepala jarum (*pinhead*) atau primordial. Pertumbuhan

selanjutnya akan membesar dan membentuk kancing kecil (*small button*) dan selanjutnya menjadi stadia telur (*egg*). Pada stadia ini tangkai dan tudung yang tadinya tertutup selubung universal mulai membesar. Selubung tercabik dan diikuti stadia perpanjangan (*elongation*). Cawan (*volva*) pada stadia ini terpisah dengan tudung (*pileus*) karena perpanjangan tangkai (*stalk*). Stadia terakhir adalah stadia dewasa tubuh buah (Gambar 1)



**Gambar 1. Siklus hidup jamur (Anonim, 2015)**

Sebagai organisme yang tidak berklorofil, jamur tidak dapat melakukan proses fotosintesis. Dengan demikian jamur tidak dapat memanfaatkan langsung energi matahari. Jamur mendapat makanan dalam bentuk jadi, seperti selulosa, glukosa, lignin, protein dan senyawa pati. Bahan makanan ini akan diurai dengan bantuan enzim yang diproduksi oleh hifa menjadi senyawa yang dapat diserap dan digunakan untuk tumbuh dan berkembangnya jamur. Semua jamur yang dapat dimakan (*edible*) bersifat saprofit, yaitu hidup dari senyawa organik yang telah mati (kompos). Jerami banyak mengandung zat gula dan garam mineral (N, P, K, dan sebagainya). Selama proses fermentasi, bahan organik karbohidrat dan mineral dapat diambil dalam pertumbuhan jamur (Sinaga, 2007).

Rata-rata produksi jamur merang petani di Indonesia lebih rendah (EB = 15–20 persen) dibandingkan dengan hasil petani di luar negeri (Tiongkok, Vietnam, India) dengan EB > 30 persen (Djuariah dan Sumiati, 2005). EB atau Efisiensi Biologis adalah nisbah antara bobot segar jamur merang yang dihasilkan dengan bobot segar substrat (*media*) yang digunakan dalam satuan persen, atau dalam bentuk formula, yaitu  $EB = A / B \times 100$  persen. Dimana A adalah bobot jamur merang yang dihasilkan dan B adalah jumlah substrat (*media*) yang digunakan. Persentase nilai efisiensi biologis suatu strain bibit jamur merang dalam mengkonversi atau memanfaatkan substrat untuk menghasilkan jamur merang (Oei, 2003). Hal ini memungkinkan limbah *media* jamur masih mengandung banyak unsur komposisi hara yang masih dapat dimanfaatkan lebih lanjut menjadi *media* tanam selanjutnya. Misalnya sebagai *media* tanaman sayuran, *media* tanam padi dan palawija dan *media* pemeliharaan belut, dan sebagainya. Untuk uji coba di KP

Bandongan, pemanfaatan limbah media jamur digunakan sebagai media pemeliharaan belut di kolam, sebagaimana pada Gambar 2.



**Gambar. 2. Aplikasi limbah media jamur sebagai media pemeliharaan belut**

## **PEMANFAATAN JERAMI SEBAGAI MEDIA JAMUR MERANG**

Jamur merang dapat tumbuh pada media yang merupakan sumber selulosa, misalnya pada tumpukan merang, dekat limbah penggilingan padi, limbah pabrik kertas, ampas batang aren, limbah kelapa sawit, ampas sagu, sisa kapas, kulit buah pala, dan lainnya terutama limbah pertanian (Sinaga, 2007). Artinya selain pada kompos jerami atau merang, jamur merang dapat tumbuh pada media kompos lain. Namun demikian, berdasarkan *standar operasional prosedur* (SOP) budidaya jamur merang, media jamur hanya berasal dari jerami padi saja (Dirjen Hortikultura, 2015). Jerami padi mengandung selulosa, glukosa, lignin, protein dan senyawa pati yang merupakan bahan makanan bagi jamur. Untuk satu rumah jamur (kumbung) berukuran panjang 6 m, lebar 4 m dan tinggi 4,5 m, diperlukan media jerami kering sebanyak 1–1,2 ton (Dirjen Hortikultura, 2015).

Jerami adalah bagian batang padi setelah diambil gabah dari malainya. Berdasarkan anatomi sel, jerami terdiri dari komponen dinding sel tanaman dan isi sel (protoplast). Kandungan zat gizi di dalam jerami selain komponen serat adalah protein, lemak, dan mineral. Kandungan protein jerami pada umumnya rendah, berkisar antara 3–4 persen dari bagian kering (Raharjo *et al.*, 1981; Sanasgala dan Jayasuria, 1984). Sedangkan kandungan lemak sangat kecil. Kandungan mineral yang utama adalah K yang dapat mencapai 1.53 persen dan Si sekitar 13 persen dari bahan kering (Tabel 1).

**Tabel 1. Kandungan mineral dalam jerami**

Mineral	Kandungan dalam bahan kering	
	mg/kg	persen
<b>Kalsium</b> <i>Ca</i>	3.700	0.37
<b>Magnesium</b> <i>Mg</i>	1.900	0.19
<b>Fosfor</b> <i>P</i>	1.400	0.14
<b>Kalium</b> <i>K</i>	15.300	1.53
<b>Natrium</b> <i>Na</i>	1.400	0.14
<b>Sulfur</b> <i>S</i>	400	0.04
<b>Silika</b> <i>Si</i>	130.000	13.0
<b>Tembaga</b> <i>Cu</i>	5	0.0005
<b>Besi</b> <i>Fe</i>	394	0.0394
<b>Mangan</b> <i>Mn</i>	381	0.0381
<b>Seng</b> <i>Zn</i>	64	0.0064

Sumber : Van Bruchem dan Soetanto, 1988

Seperti bagian tanaman pada umumnya, komposisi jerami dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi antara lain curah hujan, suhu, kesuburan tanah dan pemupukan. Pada umumnya pemupukan nitrogen yang tinggi akan menaikkan kandungan nitrogen dalam tanaman (Davendra, 1982). Cara pengumpulan dan kondisi setelah panen juga dapat mengubah komposisi jerami. Penyinaran oleh sinar matahari, pelarutan akibat hujan dan lamanya penyimpanan dilaporkan dapat menurunkan kualitas jerami. Hal ini dapat menyebabkan kemampuan media jerami sebagai media pertumbuhan jamur merang dapat menurunkan hasil produksinya.

Pemanfaatan limbah jerami padi sebagai media jamur dalam skala luas akan meningkatkan nilai ekonomi dari limbah tersebut. Pada sentra pembudidayaan jamur merang, jerami padi sudah dihargai cukup tinggi (Sutanto *et al.*, 2009). Jerami dibeli dalam satuan ikat, colt, dan truk. Harga satu truk jerami mencapai Rp 400.000 atau bahkan lebih. Hal ini disebabkan budidaya jamur memerlukan cukup banyak jerami. Untuk setiap kali budidaya, kebutuhan jerami bisa mencapai beberapa truk.

Sebelum mengembangkan budidaya jamur di suatu wilayah, perlu dilakukan analisis potensi ketersediaan jerami di wilayah tersebut. Misalnya adalah pengembangan budidaya jamur di Kecamatan Bandongan, Kabupaten Magelang. Kecamatan Bandongan merupakan salah satu kecamatan dari 21 kecamatan di Kabupaten Magelang. Kecamatan Bandongan terletak pada ketinggian 431 m dari permukaan laut.

Dari data potensi luas lahan keseluruhan sebanyak 4.579 ha, terdapat sawah seluas 2.601 ha (BPS Kabupaten Magelang, 2014). Dengan kata lain, Kecamatan Bandongan didominasi oleh agroekosistem lahan sawah. Tidak berlebihan apabila

potensi Kecamatan Bandongan sebagai penghasil jerami cukup besar, yang dapat dimanfaatkan sebagai media jamur merang maupun olahan limbah lainnya.

Pada tahun 2013 luas panen padi sawah di Kecamatan Bandongan mencapai 4.215 ha (Tabel 2). Dengan asumsi satu hektar sawah dapat menghasilkan sekitar 5 ton/ha (Haryanto dan Budiarsana, 2008), maka potensi produksi jerami di Kecamatan Bandongan mencapai sekitar 21.075 ton. Apabila seperempat potensi produksi jerami tersebut dimanfaatkan sebagai media jamur merang (5.269 ton), akan diperoleh jamur merang yang cukup besar. Ketersediaan jerami di luar Kecamatan Bandongan juga sangat potensial untuk mendukung penyediaan jerami sebagai media jamur, apabila suatu saat terjadi kekurangan jerami. Produksi jamur merang ini akan berdampak positif pada peningkatan pendapatan petani.

**Tabel 2. Luas Panen, Produktivitas, dan Produksi Padi di Kab. Magelang**

Kecamatan	Luas panen (ha)	Produktivitas (kw/ha)	Produksi (ton)
Salaman	3.599	59,17	21.294
Borobudur	1.991	59,78	11.903
Ngluwar	3.299	64,62	21.318
Salam	2.607	60,99	15.900
Srumbung	2.866	60,64	17.378
Dukun	2.278	58,61	13.352
Muntilan	3.322	60,66	20.152
Mungkid	2.860	65,95	18.863
Sawangan	3.099	57,97	17.965
Candimulyo	1.494	60,62	9.057
Mertoyudan	3.367	60,86	20.490
Tempuran	2.340	61,11	14.299
Kajoran	4.926	50,58	24.918
Kaliangkrik	2.778	53,14	14.763
Bandongan	4.215	61,96	26.118
Windusari	2.962	55,88	16.551
Secang	4.663	61,92	28.872
Tegalrejo	2.327	61,50	14.311
Pakis	148	52,84	782
Grabag	4.039	63,85	25.789
Ngablak	184	48,42	891
<b>Jumlah 2013</b>	59.364	59,79	354.966
<b>2012</b>	57.715	59,96	346.042
<b>2011</b>	50.695	59,72	302.742
<b>2010</b>	54.889	59,76	328.040

Sumber : BPS Kab. Magelang (2014)

## BUDIDAYA JAMUR MERANG

Sebagaimana jamur pangan lainnya, jamur merang menggunakan limbah pertanian sebagai media tumbuhnya (Soepriaman, 1977). Sebelum digunakan sebagai media jamur merang, jerami padi harus dilapukkan, dikomposkan dan disterilisasi terlebih dahulu. Pelapukan jerami dilakukan dengan membersihkan dan merendam jerami dalam bak air dan kemudian menebarkan jerami hingga setinggi 30 cm. Tumpukan jerami kemudian ditaburi dengan bekatul dan kapur pertanian secara merata. Proses diulang hingga tumpukan mencapai 4-5 lapisan atau tinggi tumpukan mencapai sekitar 1,5 m. Tumpukan jerami kemudian ditutup dengan terpal plastik sehingga tercapai kondisi anaerob. Tumpukan jerami dibolak balik setiap 3-4 hari sekali dan pada setiap pembalikan ditambahkan kapur sebanyak 1 persen.

Periode pengomposan optimum jerami padi adalah 7 hingga 10 hari. Setelah menjadi kompos, media siap untuk dipindahkan ke dalam kumbung yang telah difumigasi dengan disinfektan. Kumbung adalah bangunan tempat tumbuh jamur merang. Di dalam kumbung disusun rak tempat media tumbuh jamur merang. Walaupun ketebalan jerami padi yang optimum bagi pertumbuhan substrat *Volvariella* adalah 20 cm, bila media kompos jerami tersebut ketersediaannya terbatas, ketebalan media dapat dikurangi hingga 5-10 cm. Media tersebut diletakkan pada rak-rak kumbung jamur.

Sebelum ditebari benih jamur, media disterilisasi dengan cara mengalirkan uap air panas selama 6 jam dan diupayakan suhu kumbung mencapai sekitar 70°C selama 4-6 jam. Benih jamur dapat disebar setelah suhu kumbung turun hingga menjadi 32-35°C. Secara teratur kumbung dan media jerami disemprot air dengan *sprayer* untuk menjaga kelembaban ruangan tetap pada 80 - 90 persen.

Pengontrolan dan stabilisasi kondisi optimal lingkungan abiotik merupakan salah satu titik kritis dari keberhasilan budidaya jamur. Agar jamur merang dapat tumbuh dan berkembang secara optimal, kumbung harus dijaga pada suhu udara 25-37°C dengan tingkat kelembaban (RH) tinggi (> 80 persen). Hal ini erat hubungannya dengan kebutuhan air atau uap air, aerasi udara (CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>) yang cukup serta kualitas nilai gizi dari sumber bahan organik sebagai substrat penumbuhan miselium/hifa bibit dan memproduksi tubuh buah (Quimo, 1981).

Setelah media jamur di dalam kumbung siap, dilakukan penebaran bibit jamur. Pemilihan bibit jamur yang berkualitas sangat penting karena akan menentukan produksi jamur, walaupun produktivitas jamur juga dipengaruhi oleh kualitas bahan jerami yang digunakan. Komposisi dan kepadatan bibit jamur dalam baglog sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur dalam rak kumbung.

Biasanya dalam satu rangkaian budidaya jamur, dapat dilakukan beberapa kali pemetikan jamur. Pemanenan jamur dengan demikian dilakukan secara periodik. Dalam satu pembudidayaan dapat dilakukan sampai 5-8 kali panen, sehingga bibit jamur yang digunakan mempunyai masa aktif yang cukup lama. Panen jamur merang dilakukan apabila bentuk jamur masih kuncup. Jamur dalam kondisi kuncup

mempunyai harga jual paling tinggi, sedangkan jamur yang dipanen dalam kondisi sudah mekar (bentuk payung) dihargai rendah.

## **PENGGOMBINASIAN MEDIA JAMUR MERANG**

Banyaknya permintaan jerami sebagai bahan pakan, media jamur, dan bahan baku olahan lainnya akan berdampak pada terjadinya kompetisi penggunaan jerami. Untuk itu perlu dicari bahan media alternatif sebagai media tanam jamur merang yang baik. Kombinasi dengan media alternatif akan mengurangi jumlah jerami yang dibutuhkan sebagai media jamur merang. Pemilihan bahan baku limbah yang sesuai untuk dikombinasikan menjadi satu formula media bibit dan substrat (media) tumbuh jamur sangat penting agar diperoleh produksi jamur merang yang maksimal.

Penggunaan jerami sebagai media jamur yang dikombinasikan dengan media lain banyak diterapkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap media utama (jerami). Dengan demikian jamur merang dapat dibudidayakan di daerah dengan jumlah jerami terbatas atau bahkan tidak tersedia jerami. Pembudidayaan jamur merang yang modern dapat dilepaskan dari ketergantungan yang tinggi terhadap jerami.

Media non jerami yang dapat digunakan sebagai media jamur merang misalnya adalah serbuk kayu, kapas, dedaunan, dan sabut kelapa (Parjimo dan Andoko, 2008). Di Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah, ketersediaan serbuk gergaji cukup melimpah, sementara di Kabupaten Purworejo ketersediaan sabut kelapa cukup melimpah karena kabupaten ini merupakan sentra produksi kelapa.

Pengujian produktivitas jamur merang pada beberapa kombinasi media telah dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP) Bandongan, Kabupaten Magelang sebagai bagian dari penjabaran konsep biosiklus terpadu padi-sapi. Dalam pengujian digunakan jerami kering yang sudah disimpan 1–5 bulan dengan kadar air 14 persen, berwarna kuning dan tidak berbau busuk. Jerami padi diperoleh dari limbah hasil tanaman padi di sekitar KP Bandongan. Selain jerami utuh atau jerami yang tidak dipotong-potong, juga diuji jerami cacah, yaitu jerami kering yang dipotong kecil berukuran 5 cm.

Dalam uji coba, media jamur merang (media merang utuh dan merang potong) dibandingkan dengan kombinasi non merang (sebagai media dasar) dan merang sebagai *'toping'* untuk tumbuhnya jamur. Pengujian dan penanaman bibit dilakukan sebanyak dua kali tanam, yaitu pada tanggal 5 September 2015 dan 13 Oktober 2015. Kombinasi media tanam yang diuji terdiri dari P1 = jerami utuh, jerami cacah, P2 = sabut kelapa + jerami cacah, P3 = sabut kelapa rakitan (keset) + jerami cacah, P4 = serutan kayu + jerami cacah, P5 = cocopeat + jerami cacah dan P6 = Oasis + jerami cacah.

Bibit jamur merang diperoleh dari pembibitan jamur di Sleman, Yogyakarta. Bibit jamur merang adalah jamur merang berwarna hitam, karena bibit ini lebih

mudah dibudidayakan. Jamur merang dibudidayakan dalam kumbung berukuran 4x6 m. Hasil perlakuan media jamur merang ditampilkan pada Tabel 3.

Rata-rata hasil jamur pada media jerami utuh dan kombinasinya (1.861,1 dan 1.124,5 g/ m<sup>2</sup> masing-masing untuk periode I dan II) lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan jamur cacah/potong dan kombinasinya (960,5 g/m<sup>2</sup>). Namun demikian, media jamur dari bahan jerami utuh (354,3 dan 1000 g/m<sup>2</sup>) hasilnya hampir sama dengan menggunakan jerami potong (1010,1 g/m<sup>2</sup>).

Penggunaan media tanam, baik yang dikombinasikan maupun yang tidak dikombinasikan, tidak banyak pengaruhnya terhadap produksi jamur merang, karena masih dibawah efisiensi biologisnya (EB). Terlihat bahwa produksi jamur pada penggunaan kombinasi media sabut kelapa rakitan + jerami; sabut kelapa + jerami dan cocofeat + jerami baik pada pertanaman pertama dan kedua masih cukup baik. Meskipun penggunaan media tanam kombinasi cocofeat + jerami relatif lebih baik, namun keunggulannya belum diukur secara teknis.

Hasil di atas mengindikasikan bahwa media yang digunakan masih mampu untuk memberikan/menyediakan makanan untuk pertumbuhan jamur merang. Oleh karena itu, tidak berlebihan apabila penggunaan media tanam jamur merang dapat menggunakan media dari beberapa limbah pertanian non jamur yang lebih mudah didapat dan lebih murah harganya. Penggunaan serbuk kayu gergaji untuk media jamur lebih banyak dan lebih disukai karena mudah didapat dan murah harganya (Wibowo, 1999).

**Tabel 3. Produksi Jamur Merang pada Beberapa Kombinasi Media Tanam**

Kombinasi media	Jerami Potong	Jerami utuh (gram/m <sup>2</sup> )		
	Produksi (gram/m <sup>2</sup> )	Produksi I	Produksi II	Rata-rata
1 Jerami potong	1.010,1	-	-	
2 Jerami utuh		354,3	1.000	677,1
3 sabut kelapa rakitan	981,6	2.650,0	761,3	1.705,6
4 sabut kelapa utuh	1.102,4	2.501,4	718,4	1.609,9
5 serutan kayu	920,4	1.477,1	1.622,4	1.549,7
6 coco feat	1.138,1	2.322,9	1.365,3	1.844,1
7 OASIS	610,1	-	1.279,6	1.279,6
Rata-rata	960,5	1.861,1	1.124,5	-

Sumber: data primer

Penggunaan media kombinasi cocofeat + jerami lebih tinggi (rata-rata = 1.844,1 g/m<sup>2</sup>) dibandingkan media kombinasi yang lain, yaitu sabut kelapa rakitan + jerami = 1.705,6 g/m<sup>2</sup>; sabut kelapa + jerami = 1.609,9 g/m<sup>2</sup> dan serutan kayu + jerami = 1.549,7 g/m<sup>2</sup>. Sedangkan untuk kombinasi OASIS + jerami hasilnya adalah 1.279,6 g/m<sup>2</sup>.

Berdasarkan hasil pengujian, secara teknis penggunaan kombinasi media dapat dilakukan. Pengkombinasian dimaksudkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap media jerami dari sentra produksi padi. Hal ini penting karena dengan telah banyak diketahuinya manfaat jerami, maka ketersediaan jerami untuk media jamur akan berkompetisi dengan berbagai kebutuhan lainnya.



**Gambar 4. Produksi jamur merang pada media kombinasi serutan kayu + jerami dan sabut kelapa + jerami**

## **KESIMPULAN**

Penggunaan media tanam jamur merang dengan media tunggal jerami, produksi mencapai =  $1.010,1 \text{ g/m}^2$  (jerami potong) dan  $677,1 \text{ g/m}^2$  (jerami utuh). Penggunaan media tanam jamur dengan kombinasi sabut kelapa rakitan + jerami; sabut kelapa + jerami dan cocofeat + jerami, dapat menghasilkan produksi jamur lebih tinggi. Rata-rata produksi tersebut adalah sabut kelapa rakitan + jerami =  $1.705,6 \text{ g/m}^2$ ; sabut kelapa + jerami =  $1.609,9 \text{ g/m}^2$  dan serutan kayu + jerami =  $1.549,7 \text{ g/m}^2$ . Sedangkan untuk kombinasi OASIS + jerami juga telah dicoba dengan hasil  $1.279,6 \text{ g/m}^2$ .

Penggunaan media jamur merang kombinasi dimaksudkan sebagai antisipasi apabila ketersediaan jerami sebagai media jamur merang menurun karena adanya kompetisi dengan industri lain yang juga menggunakan jerami sebagai bahan baku. Pada kondisi tersebut media tanam jamur merang dapat dibuat dengan beberapa kombinasi. Kombinasi dapat dilakukan dengan menyusun posisi media tanam dengan cara meletakkan media jerami sebagai *toping* dan media lain pada bagian bawahnya. Peletakan jerami pada bagian atas dari kombinasi media, perkembangan dan produksi jamur merang tidak terganggu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. Siklus Hidup Jamur Tiram. [http://2.bp.blogspot.com/-7Qm\\_mqpGIEM/URBj2Wbi0QI/AAAAAAAAAAyQ/vgELEAQUjvo/s1600/Siklus%2Bhidup%2Bjamur%2Btiram.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-7Qm_mqpGIEM/URBj2Wbi0QI/AAAAAAAAAAyQ/vgELEAQUjvo/s1600/Siklus%2Bhidup%2Bjamur%2Btiram.jpg). [11 Maret 2015].
- BPS Kabupaten Magelang. 2014. Kabupaten Magelang dalam Angka 2014. Badan Pusat Statistik Kabupaten Magelang, Magelang.
- Chang, S.T. 2005. Strategi for Further Development of Chinese Mushroom Industry. Mushworld.com.
- Davendra, C. 1982. Perspectives in The Utilization of Untreated Rice Straw by Ruminants in Asia. *In*: P.T. Doyle (Ed). The Utilization of Fibrous Agriculture Residues as Animal Feeds. The Univ. of Melbourne, Parkville, Australia. p: 7-26.
- Dimiyati, A. 2005. Kebijakan Departemen Pertanian dalam Pengembangan Jamur Pangan. Prosiding Pra Workshop Pengembangan Produk dan Industri Jamur Pangan Indonesia. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Bioindustri – Asean Sectoral Working Group on Crops. hlm. 1-8.
- Direktorat Jendral Hortikultura. 2015. Standar Operasional Prosedur (SOP) Budidaya Jamur Merang. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Djuariah dan E. Sumiati. 2005. Koleksi, Pemurnian, Identifikasi dan Konservasi Jamur Edible Komersial Asal dari Dalam dan Luar Negeri. Laporan Hasil Survey.
- Haryanto, B., dan I.G.M. Budiarsana. 2008. Pemanfaatan Limbah Padi untuk Pakan pada Sistem Integrasi Tanaman – Ternak. *Dalam* Darajad *et al.* (Ed.). Padi, Inovasi Teknologi Produksi. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Muhlisah, F., dan S. Hening. 2000. Sayur Bumbu Dapur Berkhasiat Obat. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Oei, P. 2003. Mushroom Cultivation. Appropriate Technology for Mushroom Grower. Backhuys Publishers, Leiden – The Netherlands. p: 366-384
- Pasaribu, T., D.R. Permana, dan E.R. Alda. 2002. Aneka Jamur Unggulan yang Menembus pasar. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Parjimo, H., dan A. Andoko. 2008. Budidaya Jamur (Jamur Kuping, Jamur Tiram dan Jamur Merang). AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Quimo, T.H. 1981. Philippines Mushrooms. Collage of Agriculture UPLB, National Institut of Biotechnology and Applied Microbiology.
- Raharjo, A., L.P.S. Patuan, Sulistioningsih, H. Prijanto, C. Gunawan, and Ig. Suharto. 1981. Preliminary Study of The Potency of Agriculture Waste and Agro Industrial Waste as Animal Feedstuff. Proc. 1st ASEAN Workshop on The Technology of Animal Feed Production Utilizing Food Waste Materials.

- Reyes, R.G., E.A. Abella, F. Eguchi, T. Iijima, M. Higaki, and T.H. Quimio. 2004. Growing Paddy.
- Sanasgala, K., and M.C.N. Jayasurya. 1984. Effect of Physiological and Morphological Characteristics on The Chemical Composition and In Vitro Digestibility of Different Varieties of Rice Straw. *In: P.T. Doyle (Ed.). The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds.* The Univ. of Melbourne, Parkville, Australia.
- Sinaga, M.S. 2007. Jamur Merang dan Budidayanya. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Soepriaman, J. 1977. Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Budidaya Jamur Merang. Prosiding Symposium Pangan III. Kinerja Penelitian Tanaman Pangan. Buku 6. hlm. 1916 – 1927.
- Sonnenberg, A. 2004. Standard Operation Procedures (SOP) of Edible Mushroom Cultivation. Applied Plant Research, Horst – The Netherlands.
- Sumiati, E., dan D. Djuariah. 2007. Teknologi Budidaya dan Penanganan Pasca Panen Jamur Merang. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Sumiati, E., E. Suryaningsih, dan Puspitasari. 2006. Perbaikan Produksi Jamur Tiram dengan Modifikasi Bahan Baku Utama Media Bibit. *Jurnal Hortikultura* 16 (2): 119 – 128.
- Sutanto, A., Budi Utomo, Hairil Anwar, Sutoyo, Isom Hadisubroto dan Warsito. 2009. Laporan Kegiatan. Prima Tani Lahan Sawah di Kabupaten Pati. BPTP Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian.
- Tangendjaja, B. 1991. Pemanfaatan Limbah Padi untuk Pakan. *Dalam Padi.* Puslitbang Pertanian, Bogor. hlm: 963-997.
- Van Bruchem, J., and H. Soetanto. 1988. Utilization of Fibrous Crop Residues – Asosiative Effect of Supplementation. *Proc. Crop Residues for Feed and Other Purposes.* Bioconversion Project Second Workshop Grati. p: 140-157.
- Wibowo, S. 1999. Panen Jamur dari Serbuk Gergaji. Trubus, Jakarta.



# PEMANFAATAN *BIOSLURRY* BIOGAS BERBAHAN KOTORAN SAPI UNTUK BUDIDAYA IKAN

*Sarjana, Sudadiyono, dan Suryanto*

**S**istem pertanian-bioindustri berkelanjutan berorientasi mandiri dalam input dengan cara mengandalkan sebesar-besarnya input internal dan input eksternal yang tersedia tidak 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). Sedangkan dari sisi output, sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan berorientasi pada maksimalisasi output yang bermanfaat bagi manusia (bernilai ekonomi) dan lingkungan, dengan dampak negatif yang minimal terhadap kelestarian sumber daya alam dan kualitas lingkungan (Kementerian Pertanian, 2014).

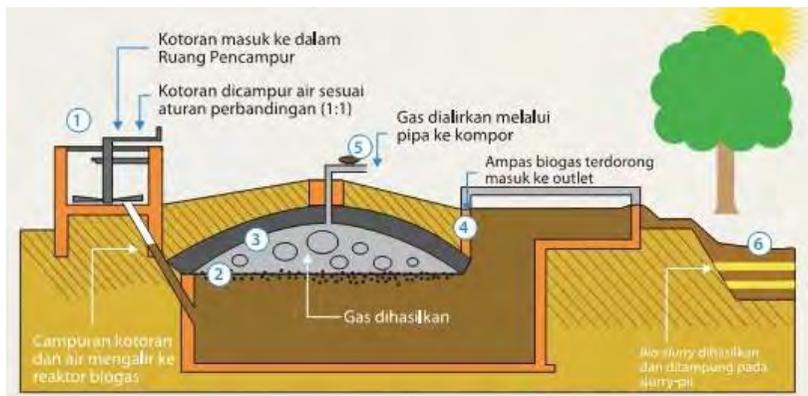
Sejalan dengan orientasi pengembangan sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan tersebut, tulisan ini memberi penjelasan tentang peluang-peluang untuk memaksimalkan output dari penggunaan sumberdaya (input) dalam produksi biogas berbahan baku kotoran sapi (feses dan urine), melalui pemanfaatan *bioslurry* untuk budidaya ikan. Makalah bertujuan melihat sistem integrasi ternak-ikan, biosiklus dan sistem pertanian berkelanjutan.

## MENGENAL *BIOSLURRY*

*Bioslurry* adalah produk dari sistem produksi biogas berbahan limbah organik (kotoran ternak, sampah organik, atau limbah organik lainnya) dan air melalui proses tanpa oksigen di dalam ruang tertutup (*anaerobic digestion*). Teknologi ini telah berkembang di daerah pedesaan China dan India pada abad ke-19 terutama untuk mengolah kotoran ternak dan limbah pertanian guna memenuhi kebutuhan energi untuk memasak dan penerangan (Gijzen, 2002). Gambar 1 menunjukkan bahwa campuran bahan organik dan air yang dimasukkan ke dalam digester biogas, setelah melalui proses dekomposisi anaerobik menghasilkan bahan bakar gas yang dinamakan biogas dan produk ikutan berupa lumpur yang dikenal sebagai *bioslurry*. Gambar 2 menunjukkan tampilan *bioslurry* cair dan *bioslurry* setelah dikeringkan.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa produk ikutan ini mengandung unsur hara dan zat kimia yang dapat dimanfaatkan sebagai input untuk menghasilkan produk-produk pangan primer lainnya, antara lain untuk pemupukan tanaman, dan bahan pakan ternak/ikan. *Bioslurry* dari proses biogas berbahan kotoran sapi antara lain mengandung C Organik 47,99%, N Total 2,92%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,21%, dan K<sub>2</sub>O 0,26%. Selain itu, *bioslurry* mengandung asam amino, asam lemak, asam organik, asam humat, vitamin B-12, hormon auksin, sitokinin, antibiotik, dan nutrisi mikro (Fe, Cu,

Zn, Mn, Mo) (Yunnan Normal University, 2010).



**Gambar 1. Alur proses produksi biogas dan bioslurry pada digester model *fixed dome***



**Gambar 2. Bioslurry cair (kiri) dan bioslurry kering (kanan)**

Dalam budidaya tanaman, bioslurry telah dimanfaatkan sebagai pupuk, pestisida, fungisida, atrazin herbisida dan klorpirifos insektisida (Groot and Bogdanski, 2013). Untuk memudahkan relokasi dan aplikasi di lahan, pemanfaatan bioslurry untuk budidaya tanaman biasanya dilakukan melalui proses rekondisi, antara lain dikeringkan dan dikomposkan. Proses rekondisi melalui pengomposan dimaksudkan untuk menghilangkan bahan-bahan beracun dan biji gulma dari sisa-sisa bahan organik yang belum tercerna secara sempurna. Kondisi ini sangat mungkin terjadi apabila bahan organik dalam digester yang belum tercerna secara optimal, terdorong keluar melalui saluran pembuangan (*outlet*) akibat penambahan bahan organik ke dalam saluran input (*inlet*). Masalah tersebut dapat dikurangi apabila pemasukan bahan organik ke dalam digester terjadwal dengan baik. Sebagai pupuk organik, kompos bioslurry berfungsi sebagai penyedia nutrisi, pembenah lahan, *bio-aktivator* mikroba probiotik, dan pengatur pertumbuhan tanaman.

## PEMANFAATAN *BIOSLURRY* DALAM BUDIDAYA IKAN

Pemanfaatan *bioslurry* dalam budidaya ikan merupakan bagian dari evolusi sistem integrasi produksi ternak-ikan. Di Cina, sistem produksi ternak-ikan terpadu telah didokumentasikan sejak Dinasti Ming (abad ke-14 hingga 17). Pada waktu itu sistem produksi ternak-ikan terpadu dikembangkan di bawah tekanan kepadatan penduduk yang tinggi dan sumber daya yang terbatas (Csavas, 1990). Salah satu sistem ternak-ikan terpadu khas Cina adalah integrasi budidaya ikan dengan beternak bebek. Bebek yang dibudidayakan di permukaan kolam menjatuhkan kotoran kaya nutrisi di kolam, selanjutnya ikan mendapatkan makanan alami dari ekosistem kolam atau mungkin mengkonsumsi langsung kotoran bebek. Sistem integrasi ternak-ikan khas Cina lainnya adalah integrasi ternak babi dengan budidaya ikan. Kandang babi ukuran kecil dibangun di atas kolam atau di tanggul-tanggul kolam. Kotoran babi langsung dialirkan ke kolam atau melalui penampungan terlebih dulu. Selanjutnya ikan mendapatkan makanan alami dari ekosistem kolam atau mungkin mengkonsumsi langsung kotoran babi.

Uraian ini memberi gambaran bahwa terdapat dua sasaran penerapan sistem integrasi ternak-ikan, yaitu memperpanjang rantai makanan dari usaha ternak (memaksimalkan output usaha ternak) sehingga diperoleh tambahan keuntungan dan atau meningkatkan keuntungan usaha budidaya ikan dengan cara memberikan pakan yang relatif murah (mandiri input dalam budidaya ikan). Analisis ekonomi dan studi kelayakan menunjukkan bahwa sistem integrasi produksi ternak-ikan bisa sangat menguntungkan dibanding apabila diusahakan secara individual (Edwards *et al.*, 1988; Hopkins dan Cruz, 1982; Maramba, 1978; Sevilleja, 1980).

Integrasi ternak-ikan, di sisi lain juga memunculkan permasalahan berupa kekhawatiran akan adanya bahaya bagi kesehatan masyarakat akibat makan ikan dari perairan yang tercemar limbah peternakan. Velasquez (1980) mengatakan bahwa dalam sistem produksi ternak-ikan terintegrasi, terdapat potensi membahayakan kesehatan masyarakat. Penyakit ini timbul dari infeksi bakteri seperti *erisipelas*, *leptospirosis salmonellosis*; infeksi protozoa seperti *amoebiasis*; infeksi cacing seperti *schistosomiasis* dan *heterophyiasis*; dan infeksi nematoda seperti *ascaris* dan *angiostrongylias*.

Bahasan di atas utamanya ditujukan untuk mengkritisi penggabungan sistem produksi ternak dan ikan, dimana petani memanfaatkan kotoran ternak secara langsung (tanpa rekondisi/proses) sebagai pakan ikan dan pemupukan kolam ikan. Penulis menekankan perlunya tanggung jawab petani dalam menjaga sanitasi dan kebersihan dan perlu adanya peraturan pemerintah mengenai langkah-langkah kesehatan yang diperlukan. Intinya, diperlukan berbagai upaya/teknik untuk mengurangi risiko transfer *pathogen* di semua tahapan produksi dan pengolahan, antara lain dengan menerapkan pendekatan yang berbeda dalam upaya memperpanjang rantai makanan.

Mark (2009) dalam tulisannya yang berjudul *The Integrated Biogas Agro-Ecological Farming Revolution* menjelaskan telah terjadi perkembangan yang nyata dalam sistem integrasi ternak-ikan. Konsep sistem integrasi ternak-ikan yang lebih

sehat dan berwawasan lingkungan telah dikaji dan berhasil diuji-cobakan, antara lain dengan memasukkan sistem produksi biogas dalam mata rantai siklus biomassa dalam sistem integrasi produksi ternak-ikan. Sebelum kotoran ternak dimanfaatkan untuk pakan ikan dan pupuk kolam, terlebih dahulu dilakukan proses dekomposisi anaerobik. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, dalam produksi biogas berbahan kotoran ternak melalui proses tanpa oksigen di dalam ruang tertutup (*anaerobic digestion*) dapat dihasilkan bahan bakar gas yang dinamakan *biogas* dan produk ikutan berupa lumpur yang dikenal sebagai *bioslurry*.

Secara teknis pemanfaatan *bioslurry* dalam budidaya ikan dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain sebagai pupuk kolam, sebagai pakan ikan (memanfaatkan *bioslurry* dengan/tanpa rekondisi sebagai pakan ikan), dan menjadikan *bioslurry* sebagai bahan baku pakan ikan (mencampur *bioslurry* dengan bahan-bahan lain untuk membuat pakan ikan). Menurut Maramba (1979) beberapa keuntungan yang diperoleh dari penggunaan lumpur biogas sebagai pupuk kolam ikan adalah: air kolam tidak berbau dan tidak mempengaruhi palatabilitas ikan. Aplikasi *bioslurry* juga merangsang pertumbuhan plankton yang lebih baik daripada pupuk kandang segar. *Bioslurry* membutuhkan biokimia oksigen (BOD) yang lebih rendah dibandingkan dengan pupuk kandang segar, sehingga oksigen yang tersedia untuk ikan di kolam menjadi lebih banyak. Hal yang perlu diperhatikan adalah jumlah lumpur yang ditambahkan ke dalam kolam harus terukur agar pertumbuhan alga tidak berlebihan dan kualitas air tetap terjaga. Hal ini disebabkan proses dekomposisi bahan organik dalam air dapat menyebabkan deplesi oksigen di dalam air.

### **Pemanfaatan *bioslurry* sebagai pupuk penumbuh pakan alami ikan**

Terdapat dua cara pemanfaatan *bioslurry* sebagai pupuk penumbuh pakan alami ikan, yaitu (1) Menebarkan/mengalirkan *bioslurry* ke dalam kolam terpisah dari kolam budidaya ikan dan (2) Menebarkan/mengalirkan *bioslurry* langsung ke dalam kolam ikan. Metode pertama bertujuan untuk membudidayakan pakan alami ikan, untuk kemudian dipanen dan diberikan sebagai pakan ikan. Sedangkan metode kedua bertujuan untuk menumbuhkan pakan alami ikan langsung di kolam ikan (berupa *phytoplankton*, *zooplankton*, alga, kutu air, dan lain-lain) dan menciptakan suhu, pH, serta keseimbangan *bio-aquatic* yang ideal untuk budidaya ikan. Aplikasi pemupukan pada metode kedua dilaksanakan sekitar 1 – 2 minggu sebelum benih ikan ditebar.

### **Pemanfaatan *Bioslurry* sebagai substitusi pakan pabrikan/pelet**

*Bioslurry* dapat dimanfaatkan untuk menggantikan pakan pabrikan. Terdapat beragam cara yang lazim dilakukan oleh petani ikan, yaitu: menebarkan langsung *slurry* cair ke kolam bergantian dengan pemberian pakan pabrikan, mengganti 100% pakan pabrikan dengan *slurry*, dan atau mencampur *slurry* dengan pakan pabrikan. Pada metode yang disebut terakhir, sebelum diberikan sebagai pakan ikan, *bioslurry* cair lebih dulu dicampur dengan pakan pabrikan/pelet. Campuran *slurry* dan pelet selanjutnya dikeringkan, lalu digunakan sebagai pakan ikan. Penerapan cara ini dapat mengurangi dosis pakan pabrikan sehingga dapat mengurangi biaya pakan.

Dengan asumsi kebutuhan nutrisi ikan dapat terpenuhi sehingga pertumbuhan ikan tetap normal, maka keuntungan budidaya ikan dapat ditingkatkan. Walaupun cara ini telah lazim diterapkan oleh petani ikan di beberapa daerah, tetapi belum ada kajian ilmiah yang dapat diacu sampai seberapa persen *slurry* dapat mensubstitusi pakan pabrikan. Seorang petani ikan lele menyatakan bahwa berdasarkan pengalamannya, penggunaan *slurry* dapat mengurangi dosis pelet sampai 80% dan memperpendek waktu budidaya. Untuk menghasilkan lele dengan ukuran 10-12 ekor/kg cukup dibutuhkan waktu pemeliharaan 50 hari, sehingga jumlah pakan yang dibutuhkan juga dapat dikurangi. Untuk mencapai ukuran tersebut, setiap pemeliharaan 1000 ekor bibit ikan lele biasanya minimal dibutuhkan 3 sak (@ 30 kg) pakan pabrikan, sedangkan dengan mencampur pakan dengan *slurry* jumlah pakan pabrikan dapat diturunkan menjadi hanya 1,5 sak pakan.

### **Pemanfaatan *Bioslurry* sebagai bahan baku pelet dalam budidaya ikan Nila**

Kajian pemanfaatan *bioslurry* sebagai bahan baku pakan ikan telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan pertimbangan mahalnnya harga pakan ikan. Penyediaan pakan merupakan komponen biaya tertinggi (60%) pada usaha budidaya ikan sistem intensif. Tingginya harga pakan sangat mempengaruhi kelangsungan usaha budidaya. Mahalnya pakan antara lain disebabkan oleh bahan baku pakan sebagian masih impor.

Limbah biogas dari kotoran sapi merupakan salah satu sumber bahan baku alternatif pakan ikan murah yang potensial dengan kualitas nutrien karbohidrat yang memadai disertai dengan jumlah dan ketersediaan yang terjamin sepanjang tahun. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemakaian limbah biogas dari kotoran sapi dengan dosis yang berbeda yaitu 0, 25, 50, 75, dan 100% sebagai pengganti tepung pollard dalam pakan ikan nila (*Oreochromis* sp.). Pakan yang dibuat merupakan pakan buatan jenis pelet tenggelam dengan kandungan protein 29%. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari menggunakan 15 akuarium berukuran 90x45x45 cm dengan tinggi air 35 cm. Bobot awal ikan rata-rata 22,05±3,69 g (Nugroho, 2010).

Kualitas air dijaga dengan melakukan penyiponan feses dan sisa pakan dan pergantian air 3 hari sekali sebanyak 70% dari volume total. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dan tiga ulangan. Data dianalisis dengan tingkat kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji Tukey untuk melihat perbedaan pengaruh perlakuan terhadap masing-masing peubah yang diamati, yaitu jumlah konsumsi pakan, laju pertumbuhan spesifik individu, efisiensi pakan, kelangsungan hidup, retensi protein, dan retensi lemak. Pakan yang menggunakan bahan baku dengan maupun tanpa limbah biogas tidak menyebabkan pengaruh yang berbeda pada parameter pertumbuhan ( $p>0,05$ ) (Nugroho, 2010).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah biogas dapat menggantikan bahan baku pollard dalam formulasi pakan ikan sampai dengan 100%. Penggantian komponen tepung pollard dengan *slurry* dalam beberapa tingkatan sampai dengan 100% tidak berpengaruh secara nyata terhadap laju pertumbuhan

ikan. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis proksimat terhadap *slurry* kering yang menunjukkan bahwa *slurry* mengandung protein 17,08%, lemak 0,81%, dan karbohidrat 38,85% (Nugroho, 2010).

### Pemanfaatan *Bioslurry* biogas untuk pendederan bibit ikan gurami

Kajian pemanfaatan *bioslurry* untuk pendederan bibit ikan gurameh sudah dilakukan di Kebun Percobaan BPTP Jawa Tengah di Bandongan Magelang (Hermawan *et al.*, 2015). *Bioslurry* dari bak penampungan lumpur biogas, secara kontinyu dialirkan ke dalam kolam terpal berukuran (panjang x lebar x tinggi) 6 x 2 x 1 m melalui biofilter. Untuk memperlancar aliran *bioslurry*, secara periodik dilakukan penambahan air pada bak penampungan *bioslurry*. Kolam terpal diberi pralon pengontrol volume air agar tetap setinggi 75 cm. Biofilter dibuat dari arang aktif yang dibungkus dengan kawat ram ukuran 1 x 1 cm yang dibentuk menjadi tabung berdiameter 3 inchi. Kedua ujung tabung ditutup dengan dop pralon. Biofilter dipasang di dalam bak air ukuran 1 m<sup>3</sup> yang ditempatkan pada inlet air ke dalam kolam ikan. Biofilter secara mekanis berfungsi untuk menjernihkan air dan secara biologis berfungsi untuk menetralisasi senyawa amonia yang toksik menjadi senyawa nitrat yang kurang toksik dalam suatu proses yang disebut nitrifikasi.

Jenis ikan yang dibudidayakan dipilih ikan gurameh (*Osphronemus gourami*, Lac) karena dikenal memiliki ketahanan dan mudah beradaptasi terhadap berbagai kondisi air dan lingkungan. Ikan gurameh termasuk kelompok *anabantoidei*, yaitu ikan yang memiliki labirin. Labirin adalah alat pernapasan tambahan berupa lipatan-lipatan epithelium pernapasan. Alat pernafasan tambahan ini menjadikan ikan dapat mengambil oksigen langsung dari udara bebas di atas permukaan air, selain dari oksigen terlarut. Dengan adanya alat pernapasan tambahan ini, ikan mampu hidup dan bertahan di perairan yang miskin oksigen terlarut. Ikan-ikan yang memiliki labirin mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi air dan lingkungan.



**Gambar 3. Pemasangan biofilter (kiri) sebagai penjernih air limbah (tengah) digester biogas pada kolam ikan gurameh (kanan)**



**Gambar 4. Penebaran bibit ikan pada kolam limbah digester**

Jenis gurame yang dibudidayakan antara lain adalah Gurame Jepun dan Paris. Gurame Jepun juga dikenal dengan nama Gurame Jawa Tengah atau Gurame Purwokerto. Ciri gurameh jenis ini adalah tubuhnya berwarna hitam dengan sisik kecil-kecil. Panjang optimal gurame Jepun mencapai 45 cm, dengan bobot sekitar 3,5-4 kg. Sedangkan tubuh gurameh Paris berwarna dasar merah muda dengan bintik-bintik hitam di seluruh tubuhnya. Bobot optimal gurame Paris hanya mencapai sekitar 1,5 kg.

Budidaya ikan gurameh difokuskan untuk pendederan bibit gurame umur 4-5 bulan, ukuran silet (kurang lebih 4-6 m) dengan bobot sekitar 5-10 gram. Target hasil yang ingin dicapai adalah bibit gurameh ukuran bungkus rokok (kurang lebih 8-11 cm) dengan bobot sekitar 50-55 gram. Target tersebut diharapkan dapat dicapai setelah pemeliharaan selama 4 bulan. Pada fase pertumbuhan ini diharapkan gurame dapat tumbuh dengan baik dengan memakan pakan alami berupa plankton/fitoplankton, jasad renik dan dapnia yang terkandung dalam limbah biogas. Kolam ditebari dengan bibit gurame ukuran silet sejumlah 420 ekor.

Pemeliharaan ikan gurameh selama empat bulan mempunyai tingkat kelolosan hidup relatif tinggi. Dari jumlah bibit gurameh 420 ekor dapat dipanen 405 ekor (96,42%). Pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa rata-rata panjang ikan gurameh dipanen untuk jenis Jepun mencapai 11,41 cm, sedangkan rata-rata panjang gurame Paris mencapai 10,5 cm. Ukuran ini memenuhi standar kelompok bibit gurameh ukuran bungkus rokok (8-11 cm). Walaupun demikian, rata-rata bobot ikan dipanen masih dibawah standar. Rata-rata bobot ikan gurameh dipanen, untuk jenis Jepun 25,04 g, sedangkan rata-rata bobot gurame Paris 20,60 g.

Rata-rata bobot gurame Jepun dan Paris tersebut lebih rendah dari bobot ideal bibit gurame ukuran bungkus rokok, yaitu 50-55 gram/ekor. Baik dari segi ukuran panjang maupun bobot ikan menunjukkan bahwa pertumbuhan gurame Jepun lebih baik dibanding Gurame Paris. Keragaan hasil panen ini menunjukkan bahwa air limbah biogas dapat menjadi media/habitat hidup yang baik untuk budidaya ikan gurameh, tetapi untuk memacu pertumbuhan bobot ikan gurameh masih diperlukan tambahan pakan, baik berupa daun-daunan (antara lain daun talas, ubi kayu, papaya, dll), maupun pakan buatan (pelet).

**Tabel 1. Pertumbuhan ikan gurameh Jepun dan Paris pada kolam limbah digester**

Kode		N	Mean	Std. Deviation	Mean Difference	Std. Error Difference	Signf
<b>Panjang (Cm)</b>	Hitam	25	11,41	1,328	0,908	0,356	0,021
	merah	5	10,50	0,529			
	Semua	30	11,26	1,271			
<b>Bobot (gram)</b>	Hitam	25	25,04	7,068	4,440	3,171	0,210
	merah	5	20,60	6,348			
	Semua	30	24,300	7,052			

Sumber: Hermawan *et al.* (2015)

Korelasi antara panjang dan bobot badan ikan adalah 0,731 dengan taraf nyata 0,000

## PENUTUP

Pemanfaatan *bioslurry* dalam budidaya ikan merupakan bagian dari evolusi sistem integrasi produksi ternak-ikan yang telah berkembang pada abad 14-17, dengan sasaran utama untuk memaksimalkan output dari usaha ternak dan meminimalkan input eksternal dalam budidaya ikan. Masuknya produksi biogas dalam mata rantai siklus biomassa dalam sistem integrasi produksi ternak-ikan dapat menjadi alternatif pendekatan untuk mengurangi bahaya penyebaran patogen/penyakit akibat makan ikan dari perairan yang tercemar limbah organik dari peternakan,

Proses dekomposisi *anaerobic* limbah ternak dapat menghasilkan energi alternatif berupa bio-gas dan produk ikutan berupa lumpur/*bioslurry* yang dapat dimanfaatkan dalam budidaya ikan. Beberapa alternatif metode pemanfaatan *bioslurry* dalam budidaya ikan, antara lain adalah sebagai pupuk penumbuh pakan alami ikan, substitusi pakan pabrikan dan substitusi polar/komponen bahan dalam pembuatan pelet ikan. Pengembangan inovasi pemanfaatan *slurry* untuk budidaya ikan perlu lebih mengedepankan pentingnya keamanan pangan dibandingkan sekedar maksimasi output ataupun minimasi input eksternal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Csavas, I. 1990. Regional Review on Livestock-Fish Production System in Asia. FAO/RAPA, Bangkok, Thailand. <http://www.fao.org/docrep/004/ac155e/AC155E05.htm>. [13 Maret 2016].
- de Groot, L., and A. Bogdanski. 2013. "Bioslurry = Brown Gold?" A Review of Scientific Literature on The Co-product of Biogas Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

- Edwards, P., R.S.V. Pullin, and J.A. Gartner. 1988. Research and Education for The Development of Integrated Crop-Livestock-Fish Farming Systems in The Tropics. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. ICLARM Studies and Reviews.
- Gijzen, H.J. 2002. Anaerobic Digestion for Sustainable Development: A Natural Approach. *Water Science and Technology* 45: 321-328,
- Hermawan, A., I. Ambarsari, H. Kurnianto, A.C, Kusumasari, A. Sutanto, Sudadiyono, Muryanto, Subiharta, F.D. Ariani, J. Pramono, Suryanto, J. Purmiyanto, dan Ngadimin. 2015. Model Biosiklus Terpadu Padi-Sapi di KP Bandongan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Laporan Kegiatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Ungaran,
- Hopkins, K.D., and E.M. Cruz. 1982. The ICLARM CLSU Integrated Animal-Fish Farming Project: Final Report. ICLARM Technical Reports 5. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, and the Freshwater Aquaculture Center, Central Luzon State University, Nueva Ecija, Philippines.
- Kementerian Pertanian. 2014. Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2015-2045: Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan. Solusi Pembangunan Indonesia Masa Depan. Biro Perencanaan, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Maramba, D.F. 1978. Biogas and Waste Recycling: The Philippine Experience, Maya Farms Division. Liberty Flour Mills, Inc., Metro Manila, Philippines. p: 230.
- Mark. 2009. The Integrated Biogas Agro-Ecological Farming Revolution. Prepared for: The Karoo Development Conference and Trade Fair, March 10, 2009.
- Nugroho, S.J. 2010. Pemakaian Limbah (Sludge) Biogas dari Kotoran Sapi sebagai Sumber Bahan Baku Pakan Nila *Oreochromis Niloticus*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/59509>. [3 April 2016].
- Perfecto. 2007. Organic Farming Yields as Good or Better. University of Michigan's School of Natural Resources and Environment. *Journal Renewable Agriculture and Food Systems*, July 2007.
- Sevilleja, R.C. 1980. Economic Analysis of Integrated Pig-Fish Farming Operations in The Philippines. *In: Aquaculture Economics Research in Asia: Proceedings of a Workshop, Singapore, 2-5 June 1981, IDRC-193.* p: 75-81.
- Velasquez, C.C. 1980. Health Constrains to Integrated Animal-Fish Farming in The Philippines. *In: R.S.V. Pullin and Z.H. Sheadeh (Ed.). Integrated Agriculture-Aquaculture Farming Systems. ICLARM Conference Proceedings 4, Manila, Philippines.* p. 103-111.
- Yunnan Normal University. 2010. Training Material of Biogas Technology.



## **BAB VI**

# **BUDIDAYA TANAMAN PANGAN DAN PAKAN SEBAGAI SUPLEMEN JERAMI PADI**



# STRATEGI PENGELOLAAN LAHAN KERING DENGAN PRINSIP SITT SEBAGAI ALTERNATIF LUMBUNG PANGAN

*Aryana Citra K, Agus Hermawan, Heri Kurnianto, dan Suryanto*

Sektor pertanian Indonesia sampai saat ini masih menghadapi tantangan berat untuk meningkatkan produksi pangan yang cenderung tidak dapat mengimbangi laju pertumbuhan penduduk Indonesia yang pada tahun 2010-2014 mencapai 1,4%/tahun (BPS, 2015). Hal ini dibuktikan dengan masih dilakukannya impor beras pada akhir tahun 2015, meskipun pemerintah menyatakan bahwa impor beras tersebut dimaksudkan untuk memastikan stok beras di dalam negeri cukup sampai Januari-Maret 2016 atau sebelum periode panen raya, dan untuk menjaga stabilitas harga beras (Detik Finance, 2015 dan Kompas, 2015).

Salah satu penyebab lambatnya laju peningkatan produktivitas bahan pangan di Indonesia adalah lahan pertanian yang semakin berkurang karena adanya konversi lahan. Laju konversi lahan pertanian kepada lahan non pertanian per tahunnya diperkirakan mencapai 100.000 hektar. Konversi lahan tersebut di Provinsi Jawa Tengah diperkirakan mencapai 400 ha/tahun (BPS, 2014). Dirjen Sarana dan Prasarana Kemtan (2013) menambahkan bahwa perluasan areal sawah baru (ektensifikasi) yang direncanakan setiap tahun tidak dapat memenuhi target karena adanya keterbatasan anggaran, misalnya pada tahun 2013 hanya mampu dibuat areal sawah baru seluas 40.000 hektar.

Salah satu upaya alternatif yang dapat dilakukan adalah mengoptimalkan lahan kering baik yang sudah digunakan untuk pertanian maupun yang belum digunakan. Menurut Abdurachman *et al.* (2008), pemanfaatan lahan kering untuk pertanian sering diabaikan oleh para pembuat kebijakan. Para pembuat kebijakan, lebih tertarik pada upaya peningkatan produksi beras pada lahan sawah. Hal ini dikarenakan terdapat anggapan bahwa peningkatan produksi padi sawah lebih mudah dan lebih menjanjikan dibandingkan pengembangan padi gogo di lahan kering yang memiliki risiko kegagalan lebih tinggi. Padahal lahan kering tersedia cukup luas dan berpotensi untuk menghasilkan padi gogo > 5 t/ha.

Lahan kering merupakan hamparan lahan yang tidak pernah tergenang/digenangi air pada sebagian besar waktu dalam setahun atau sepanjang waktu (Hidayat dan Mulyani, 2002). Lahan kering yang dapat digunakan untuk pertanian meliputi tegal/kebun (*dry field/garden*), ladang/huma (*shifting cultivation land*), dan lahan yang sementara tidak diusahakan (*temporarily unused land*).

Indonesia memiliki potensi lahan kering yang untuk pertanian yang cukup besar, demikian pula luas lahan kering di Jawa Tengah. Potensi lahan kering di Indonesia dan di Jawa Tengah pada tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Potensi lahan kering di Indonesia dan di Jawa Tengah Tahun 2013**

Lahan Kering	Indonesia (ha)	Jawa Tengah (ha)
Tegal/kebun	11.876.881	738.271
Ladang/huma	5.272.895	10.457
Lahan yang sementara tidak diusahakan	14.213.815	2483
<b>Total</b>	<b>31.363.591</b>	<b>751.211</b>

Sumber: BPS Jawa Tengah (2014); Pusdatin (2014)

Meskipun Indonesia memiliki potensi lahan kering yang cukup besar, namun selama ini yang menjadi lumbung pangan adalah lahan sawah. Lahan kering masih kurang mendapat perhatian untuk dapat menghasilkan tanaman pangan. Hal tersebut karena lahan kering memiliki keterbatasan-keterbatasan. Faktor-faktor pembatas pada lahan kering antara lain:

1. Sebagian besar lahan kering tingkat kesuburannya rendah, sumber pengairan terbatas dari curah hujan yang distribusinya tidak bisa dikendalikan sesuai dengan kebutuhan,
2. Topografi umumnya tidak datar, berada di daerah lereng dan perbukitan, memiliki tingkat erosi relatif tinggi yang berpotensi untuk menimbulkan degradasi kesuburan lahan,
3. Infra struktur ekonomi tidak sebaik di lahan sawah,
4. Keterbatasan biofisik lahan, penguasaan lahan petani, dan infrastruktur ekonomi menyebabkan teknologi usaha tani relatif mahal bagi petani lahan kering,
5. Kualitas lahan dan penerapan teknologi yang terbatas menyebabkan variabilitas produksi pertanian lahan kering relatif tinggi,

## STRATEGI PENGELOLAAN LAHAN KERING

Murtalaksono dan Syaiful (2014) menyatakan bahwa salah satu strategi pengelolaan lahan kering adalah melalui penerapan pertanian sistem terpadu antara lahan kering, tanaman pangan, dan ternak atau ada yang menyebutnya dengan istilah *Crops Livestock System (CLS)* atau sistem integrasi tanaman-ternak (SITT). Menurut Reijntjes *et al.* (1999), ciri utama integrasi tanaman-ternak (CLS) adalah sinergisme/keterkaitan yang saling menguntungkan antara tanaman dan ternak. Petani memanfaatkan kotoran ternak sebagai pupuk organik untuk tanaman, sedangkan ternak memanfaatkan limbah tanaman sebagai pakan ternak.

Berbagai jenis ternak seperti sapi sudah lama digunakan dalam kegiatan usahatani di pedesaan antara lain untuk membajak lahan, transportasi hasil tani, dan sebagai penyedia pupuk untuk produksi tanaman semusim. Selain itu ternak berfungsi juga sebagai penyedia pangan (sumber protein) dan sebagai tabungan

hidup. Namun demikian, hingga saat ini peran ternak tersebut di dalam sistem usahatani belum dapat dimanfaatkan secara optimal (Dwiyanto *et al.*, 2002). Sisa tanaman budidaya belum dimanfaatkan sebagai pakan ternak secara optimal, sehingga integrasi antara tanaman dan ternak belum berjalan dengan baik. Di lain pihak, isu kerusakan lingkungan akibat penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dan kecenderungan petani untuk meninggalkan penggunaan pupuk organik/kandang dalam berusahatani semakin menguat. Pada kondisi ini, keberadaan pupuk kandang menjadi salah satu poin penting untuk mengembalikan kesuburan tanah baik secara fisik maupun biologi tanah untuk mewujudkan budidaya tanaman yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Pengelolaan lahan kering dengan prinsip CLS pada sub kegiatan pengkajian biosiklus terpadu padi-sapi telah diaplikasikan di Kebun Percobaan Bandongan, Kabupaten Magelang, BPTP Jawa Tengah pada MK (Mei-Desember) tahun 2015. Pengelolaan lahan kering terintegrasi tersebut dilaksanakan pada lahan seluas 2.000 m<sup>2</sup>. Kegiatan tersebut meliputi:

## **1. Tindakan Konservasi Tanah dan Air**

Menurut Arsyad (2000), konservasi tanah merupakan tindakan menempatkan sebidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah. Dariah *et al.* (2015) menambahkan bahwa tujuan konservasi tanah yaitu (1) mencegah kerusakan tanah oleh erosi, (2) memperbaiki tanah yang rusak, (3) memelihara serta meningkatkan produktivitas tanah agar dapat digunakan secara lestari. Konservasi tanah erat kaitannya dengan konservasi air. Konservasi air pada prinsipnya adalah penggunaan air yang jatuh ke tanah untuk pertanian seefisien mungkin dan pengaturan waktu aliran sehingga tidak terjadi banjir yang merusak dan terdapat cukup air pada waktu musim kemarau (Dariah *et al.*, 2015).

Arsyad (2000) dan Dariah *et al.* (2015) menyebutkan bahwa terdapat tiga metode atau tindakan konservasi, yaitu (1) metode mekanik/sipil teknis, (2) metode vegetatif/biologi, dan (3) metode kimia. Tindakan konservasi yang diterapkan di lahan kering di KP Bandongan adalah (1) metode mekanik, yaitu dengan pengolahan tanah menurut kontur, pembuatan guludan dan teras, dan (2) metode vegetative, berupa penerapan pola tanam bervariasi, dan pemanfaatan sisa-sisa tanaman sebagai mulsa dan bahan organik. Mulsa yang digunakan berupa jerami. Penambahan biomassa/serasah/sisa tanaman (jerami) selain sebagai penutup tanaman juga dapat sebagai sumber bahan organik.

## **2. Pemilihan Komoditas Tanaman Yang Sesuai**

Bila dikelola dengan menggunakan teknologi yang efektif dan strategi pengembangan yang tepat, lahan kering berpotensi menghasilkan bahan pangan yang cukup dan bervariasi, tidak hanya padi gogo tetapi juga bahan pangan lainnya. Seperti telah diketahui, bahan pangan bukan hanya beras, tetapi meliputi antara lain jagung, sorgum, kedelai, kacang hijau, ubi kayu, dan ubi jalar. Kesemua komoditas tersebut dapat dibudidayakan di lahan kering (Abdurachman *et al.*, 2008).

Tanaman yang ditanam di lahan kering KP Bandongan dipilih dengan kriteria: (1) tanaman berumur pendek dan tahan kering, (2) tanaman sumber pangan utama (padi gogo) atau sumber pangan alternatif (singkong, sorgum, dan jali), (3) tanaman mudah dibudidayakan dengan sarana produksi yang murah (padi organik, singkong, sorgum, dan jali), (4) hasil sampingnya dapat dimanfaatkan sebagai pakan sapi (mengubah limbah (*waste*) menjadi sumber daya (*resources*)), dan (5) tanaman sudah jarang dibudidayakan oleh petani (seperti jali dan sorgum) serta belum banyak dimanfaatkan, sehingga sekaligus sebagai upaya menjaga kelestarian sumberdaya genetic.

Berdasarkan kepada beberapa hal di atas, tanaman palawija yang ditanam di lahan kering KP Bandongan meliputi padi gogo, singkong/ubi kayu, sorgum, dan jali.

### *Padi Gogo*

Sejak tahun 2008 penamaan varietas unggul padi inbrida yang dikembangkan oleh Badan Litbang Pertanian menggunakan nama awalan Inpa (singkatan dari Inbrida Padi) ditambah akronim ekosistem target daerah pengembangannya. Untuk padi lahan kering, varietas unggul padi menggunakan nama Inpago sebagai singkatan dari Inbrida Padi Gogo. Dalam rentang waktu 6 tahun terakhir, sebanyak 8 varietas unggul padi gogo telah dilepas oleh Badan Litbang Pertanian melalui Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Varietas unggul baru padi gogo yang dilepas dari tahun 2010-2015 yaitu Inpago 4 sampai dengan Inpago 10, dan Inpago 11 Agritan. Delapan varietas Inpago tersebut memiliki ketahanan terhadap ekosistem lahan kering yang baik (Hairmansis, 2015).

Pada lahan kering di KP Bandongan ditanam Inpago 5 yang telah dikukuhkan berdasarkan SK Menteri Pertanian Nomor 2561/kpts/SR.120/7/2010. Varietas Inpago 5, seperti VUB lain yang telah dilepas, merupakan perbaikan dari varietas sebelumnya. Berdasarkan deskripsi varietasnya, padi gogo varietas Inpago 5 memiliki umur panen  $\pm$  118 hari. Produktivitas hasil dapat mencapai 6,2 ton/ha GKG dengan rata-rata hasil sebesar 4,0 ton/ha GKG. Beberapa keunggulan Inpago 5 antara lain adalah toleran terhadap kekeringan, agak toleran terhadap keracunan Al (60 ppm), ketahanan terhadap penyakit beberapa ras penyakit blas dan mempunyai tekstur nasi sangat pulen (BB Padi, 2016).

Selain menghasilkan beras, tanaman padi namun juga memiliki hasil samping berupa jerami padi. Ada yang menyebut hasil samping ini sebagai limbah, namun sebenarnya limbah ini merupakan sumberdaya yang sangat potensial untuk dijadikan sumber hijauan pakan ternak sapi, khususnya pada saat musim kemarau. Jerami ini dapat diproses menjadi bahan utama wafer pakan ternak.

### *Singkong*

Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan tanaman yang berasal dari daerah Amerika selatan dan telah ditanam di daerah tropis dan subtropics. Tanaman ini terdapat hampir di seluruh wilayah Indonesia, dan merupakan salah satu tanaman semusim yang biasa ditanam di lahan kering.

Singkong merupakan sumber bahan makanan ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung (Feliana *et al.*, 2014). Singkong menjadi salah satu sumber pangan penting bukan hanya di Indonesia tetapi juga di dunia. Lebih dari 500 juta penduduk dunia di negara-negara berkembang menanam singkong di lahan sempit (pekarangan) sebagai sumber pangan (Anggraini, 2014),

Pemanfaatan singkong saat ini didominasi untuk bahan pangan (54,2%); industri tepung tapioka (19,7%); industri pakan ternak (1,8%); industri non pangan lainnya (8,5%) dan sekitar 15,8% diekspor. Sebagai bahan pakan, potensi singkong sangat luar biasa karena merupakan sumber bahan pakan yang saat panen jumlahnya melimpah dan harganya murah. Seluruh bagian tanaman dapat digunakan sebagai pakan ternak, termasuk limbah agroindustri seperti bonggol umbi (sisa pembuatan tape), kulit dan onggok (limbah industri tapioka). Daun singkong juga dapat digunakan sebagai bahan fortifikasi limbah untuk pakan ternak karena mengandung nilai protein yang cukup tinggi (Antari dan Umiyasih, 2011),

Singkong yang ditanam di lahan kering KP Bandongan mencapai 11 varietas singkong lokal yaitu terdiri dari Pandesi, Adira, Sulani, Marekan, Daplang, Markonah, Dadarbulan, Gatotkaca, IR Genjah, Gajah, dan Kaporo. Masing-masing varietas memiliki karakteristik berbeda-beda. Keragaan beberapa varietas singkong lokal dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Keragaan Beberapa Varietas Singkong Lokal**

### *Sorgum*

Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.) memiliki keunggulan dibandingkan jenis tanaman serealia lainnya, yaitu ketahanannya yang tinggi terhadap kekeringan. Tanaman ini mampu beradaptasi pada daerah yang luas, mulai dari daerah dengan iklim tropis kering (semi arid) sampai daerah beriklim basah. Tanaman sorgum ini masih dapat menghasilkan pada lahan marginal. Budidayanya mudah dengan biaya yang relatif murah. Sorgum dapat ditanam secara monokultur maupun tumpangsari, serta produktivitasnya sangat tinggi dan dapat diratun (Sumarno dan Karsono, 1996).

Tanaman sorgum termasuk tanaman pangan (biji-bijian), tetapi lebih banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak (*livestock fodder*). Tanaman sorgum manis

sering disebut sebagai bahan baku industri bersih (*clean industry*) karena hampir semua komponen biomassa dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan industri. Pemanfaatan sorgum manis secara umum diperoleh dari hasil-hasil utama (batang dan biji) serta limbah (daun) dan hasil ikutannya (*ampas/bagasse*) (Sumantri *et al.*, 1996 dalam Rahayu *et al.*, 2011).

Hasil samping sorgum (daun dan batang segar) dapat dimanfaatkan sebagai hijauan pakan ternak. Daun sorgum tidak dapat diberikan secara langsung kepada ternak, tetapi harus dilayukan dahulu sekitar 2–3 jam. Nutrisi limbah sorgum baik dari komposisi kimia, nilai daya cerna dan komponen serat dibandingkan dengan jerami jagung dan pucuk tebu tidak kalah (Sirappa, 2003). Untuk diketahui, konsumsi rata-rata setiap ekor sapi adalah 15 kg daun segar/hari (Direktorat Jenderal Perkebunan, 1996).



**Pemanenan Tanaman Sorgum**



**Tanaman yang tidak dipupuk limbah biogas (kiri), yang dipupuk (kanan)**

**Gambar 2. Penampilan Tanaman Sorgum**

Hasil pengujian proksimat pada tanaman sorgum yang dipupuk dan tidak dipupuk limbah biogas memberikan hasil yang berbeda. Penampilan tanaman yang dipupuk limbah biogas secara visual lebih subur dan hasilnya lebih banyak (Gambar 2). Tanaman sorgum yang diberi pupuk limbah biogas mengandung protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman sorgum yang tidak diberi. Dengan demikian pemberian limbah biogas selain dapat meningkatkan produksi juga dapat meningkatkan kandungan protein. Peningkatan kandungan protein akan meningkatkan kualitas sorgum sebagai bahan pakan ternak. Hasil analisa proksimat untuk mengetahui kadar air, abu dan protein disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Proksimat Tanaman Sorgum dengan Pemberian dan Tanpa Limbah Biogas**

Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Protein (%)
Tanaman sorgum dipupuk	7,50	10,50	5,39
Tanaman sorgum tidak dipupuk	8,50	11,00	3,75

### Jali

Jali atau biasa disebut *Coix lacryma-jobi* L. atau *Coix agrestis* Lour, termasuk dalam famili tumbuhan *Poaceae* (Gramineae). Tanaman ini juga dikenal dengan nama daerah sebagai singkoru batu, hanjeli, kemangge, bukehang, dan kaselore (Seputra, 2008 dalam Savitri, 2010).

Jali merupakan salah satu tanaman obat herbal di Cina. Di Indonesia sendiri jali belum banyak dimanfaatkan. Akar, daun, dan biji dari tanaman jali dapat dimanfaatkan sebagai obat. Biji jali mengandung senyawa-senyawa fitokimia yang berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antipiretik, antiseptik, antiplasmodik, antineoplastik, hipoglisemik, hipotensif, sedatif, vermifuge, dan imunomodulasi (Anonim, 2000).

Tidak hanya berpotensi sebagai obat, tumbuhan yang tergolong sebagai sereal ini juga berpotensi sebagai sumber pangan karena memiliki rasio protein-karbohidrat yang tinggi. Bila dibandingkan dengan gandum, biji jali memiliki jumlah fosfor dan besi yang lebih tinggi, kandungan lemak dua kali lipat lebih banyak, dan protein, vitamin B kompleks serta energi yang setara. Oleh karena itu, biji jali memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional (Savitri, 2010). Keragaan tanaman jali yang ada di lahan kering KP Bandongan dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Keragaan Tanaman Jali Menjelang Panen yang tidak dipupuk (kiri) dan dipupuk limbah biogas (kanan)**

### 3. Pengelolaan Kesuburan Tanah Dengan Pemanfaatan Pupuk Kandang/Limbah Biogas Ternak Sapi

Pada umumnya lahan kering memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah, terutama pada tanah yang tererosi, sehingga lapisan olah tanah menjadi tipis dan kadar bahan organik rendah. Kondisi ini makin diperburuk dengan terbatasnya penggunaan pupuk organik, terutama pada tanaman pangan semusim. Bahan organik memiliki peran penting dalam memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah. Meskipun kontribusi unsur hara dari bahan organik tanah relatif rendah, peranannya cukup penting karena selain unsur NPK, bahan organik juga merupakan sumber unsur esensial lain seperti C, Zn, Cu, Mo, Ca, Mg, dan Si (Suriadikarta *et al.*, 2002 dalam Abdurachman *et al.*, 2008).

Pengelolaan kesuburan yang dilakukan adalah dengan pemupukan berimbang dan pemupukan organik dari limbah biogas (*slurry* dan *sludge*). *Slurry* adalah limbah biogas cair, sedangkan *sludge* adalah limbah biogas yang berbentuk padat.

Limbah biogas adalah pupuk organik yang tepat guna dari limbah peternakan untuk produksi pertanian yang berkelanjutan, ramah lingkungan dan bebas polusi (Islam *et al.*, 2010). Karki (2001) dalam Utami *et al.* (2014) menyatakan bahwa limbah biogas dapat meningkatkan produksi pertanian karena kandungan hara, enzim dan hormon pertumbuhan yang terdapat didalamnya. Nugroho (2012) menambahkan bahwa pupuk limbah biogas mempunyai manfaat yang sama dengan pupuk kandang yaitu untuk memperbaiki struktur tanah dan memberikan unsur hara yang diperlukan tanaman.

Limbah biogas yang diberikan merupakan limbah biogas yang diambil dari saluran terakhir penampungan instalasi biogas tanpa melalui pemrosesan lanjutan, dengan waktu pendinginan minimal tujuh (7) hari. Hasil analisa unsur hara limbah biogas (*slurry* and *sludge*) dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Pengujian Limbah Biogas**

No	Parameter	Satuan	Hasil	Standart Mutu No:70/Permentan/SR.140/10/2011
1	pH (H <sub>2</sub> O)	-	7,14	4-9
2	pH (KCl)	-	7,00	4-9
3	C-Organik	%	2,61	Min 6
4	N-Total	%	0,19	3-6
5	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,176	3-6
6	K <sub>2</sub> O	%	0,029	3-6

Berdasarkan hasil analisis limbah biogas, limbah biogas KP. Bandongan memiliki kandungan C-Organik, N-Total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O yang rendah. Namun demikian beberapa hasil literatur menunjukkan bahwa limbah biogas kaya akan unsur hara baik makro maupun mikro dengan kualitas bahan organik yang bagus dan sangat penting bagi pertumbuhan tanaman.

Limbah biogas memiliki kandungan unsur hara tersedia yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk organik yang didekomposisi dan yang tidak didekomposisi. Hasil kajian terhadap tanaman kapas, gandum, jagung, dan padi menunjukkan bahwa pemberian limbah biogas menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan yang diberikan dengan pupuk kandang segar (tidak didekomposisi) (Kumar *et al.*, 2015). Bahkan Kumar *et al.* (2015) menambahkan bahwa limbah biogas dapat dijadikan sebagai pengganti pupuk kimia. Hal ini sesuai dengan hasil kajian Kusumasari *et al.* (2012), yang menyebutkan bahwa pemberian limbah biogas (*slurry* dan *sludge*) tanpa proses dekomposisi terlebih dahulu pada tanaman bibit kopi dapat memberikan hasil baik dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang menggunakan pupuk anorganik. Hasil kajian penggunaan beberapa tanaman yang diberikan limbah biogas dan pupuk kandang sapi pada tanaman pangan yang ditanam di KP Bandongan disajikan pada Tabel 4 dan 5.

**Tabel 4. Pengaruh Penambahan Limbah Biogas dan Pupuk Kandang Terhadap Produksi**

No	Jenis Tanaman	Rerata Produksi		Ket Hsl Analisis Sidik Ragam Rerata Produksi
		+ Limbah Biogas	Tanpa	
1	Singkong (kg/tanaman)	5,87	2,64	**
2	Sorgum (kg/tanaman)	0,072	0,024	**
3	Jali (gram/tanaman)	10,918	9,222	**
		+ Pukan Sapi (dengan dosis 3 t/ha)	Rata-rata hasil sesuai deskripsi varietas (BB Padi, 2010)	
4	Padi Gogo (inpago 5) Organik (t/ha)	5,37		4,00

Keterangan: \*\* = berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil analisis data dengan uji t pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa pemberian limbah biogas pada tanaman singkong, sorgum, dan jali sebagai tambahan dari pemupukan dengan pupuk anorganik dapat memberikan hasil lebih tinggi yang signifikan dibandingkan tanpa pemberian limbah biogas. Padi gogo yang dibudidayakan secara organik juga dapat memberikan hasil lebih tinggi dari rata-rata potensi hasilnya,

Berdasarkan hasil analisis data dengan uji t pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa pemberian limbah biogas pada tanaman singkong, sorgum, dan jali sebagai tambahan dari pemupukan dengan pupuk anorganik dapat memberikan bobot brangkas basah lebih tinggi secara signifikan dibandingkan tanpa pemberian limbah biogas. Padi gogo yang dibudidayakan secara organik menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan padi yang dibudidayakan secara non organik. Dengan demikian, pemberian limbah biogas dan pupuk kandang sapi selain meningkatkan hasil juga meningkatkan bobot basah brangkas yang merupakan limbah yang akan digunakan sebagai bahan pakan ternak sapi.

**Tabel 5. Pengaruh Penambahan Limbah Biogas dan Pupuk Kandang Terhadap Bobot Basah Brangkasan**

No	Jenis Tanaman	Bobot Basah Brangkasan		Ket Hsl Analisis Sidik Ragam Rerata Produksi
		+ Limbah Biogas	Tanpa	
1	Singkong (kg/tanaman)	3,6	2,64	**
2	Sorgum (kg/tanaman)	0,59	0,28	**
3	Jali (kg/tanaman)	0,65	0,32	**
		Budidaya Organik dengan dosis 3 t/ha)	Budidaya Non Organik Eksisting Petani	
4	Padi Gogo (inpag 5) Organik (kg/rumpun)	0,20	0,25	TN

Keterangan: \*\* = berbeda sangat nyata dan TN= Tidak Nyata

## PENUTUP

Salah satu strategi pengelolaan lahan kering yaitu dengan penerapan pertanian sistem terpadu antara lahan kering, tanaman pangan, dan ternak. Penerapan sistem terpadu tersebut dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya lokal, memaksimalkan daur ulang (*zero waste*), meminimalkan kerusakan lingkungan (ramah lingkungan), dan menciptakan kemandirian. Oleh karena itu, perhatian yang lebih besar terhadap pengelolaan lahan kering sebagai alternatif lumbung pangan pada masa mendatang sangat penting untuk dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A. Dariah, dan A. Mulyani. 2008. Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. *Jurnal Litbang Pertanian* 27(2).
- Anggraini Abrina. 2011. Kajian Potensi Sumber Bioethanol dari Pemanfaatan Limbah Biomassa Sebagai Sumber Energy Alternatif. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII*. [www.its.ac.id](http://www.its.ac.id). [2 Februari 2016].
- Anonim. 2000. *Plants for The Future, Edible, Medicinal, Useful Plants for a Healthier World: Job's Tears (Coix lacryma-jobi – L.)*. <http://www.pfaf.org>. [30 Desember 2015].
- Antari, R., dan U. Umiyasih. 2011. Berprotein Tinggi Singkong Cocok Dibuat Ransum Sapi Potong. *Sinar Tani* Edisi 30 Maret - 5 April 2011 No. 3399 Tahun XLI.

- Arsyad, S. 2000. Pengamatan Tanah dan Air. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- BB Padi. 2016. Deskripsi Varietas Inpago. [www.bbpad.go.id](http://www.bbpad.go.id). [2 Februari 2016].
- BPS. 2014. Konversi Lahan Indonesia. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). [25 Januari 2016].
- BPS Jawa Tengah. 2014. Jawa Tengah Dalam Angka. Badan Pusat Statistik, Semarang.
- BPS. 2015. Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Provinsi. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). [25 Januari 2016].
- Dariah Ai, Achmad Rachmad, dan Undung Kurnia. 2015. Erosi dan Degradasi Lahan Kering di Indonesia. [www.balittanah.litbang.pertanian.go.id](http://www.balittanah.litbang.pertanian.go.id). [25 Januari 2016].
- Detik Finance. 2015. Jokowi Pastikan RI Impor Beras dari Thailand dan Vietnam. [www.finance.detik.com](http://www.finance.detik.com). [25 Januari 2016].
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 1996. Sorgum Manis Komoditi Harapan di Propinsi Kawasan Timur Indonesia. Risalah Simposium Prospek Tanaman Sorgum untuk Pengembangan Agroindustri, 17–18 Januari 1995. Edisi Khusus Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian 4: 6-12.
- Dirjen Sarana dan Prasarana Kemtan. 2013. Perluasan Areal Sawah Baru Menjadi Salah Satu Solusi Untuk Meningkatkan Volume Produksi Beras Dalam Negeri. [www.psp.pertanian.go.id](http://www.psp.pertanian.go.id). [25 Januari 2016].
- Diwyanto, K., R. Bambang, Prawiradiputra, dan D. Lubis. 2002. Integrasi Tanaman-Ternak dalam Pengembangan Agribisnis yang Berdaya Saing, Berkelanjutan dan Berkerakyatan. *Wartazoa* 12(1).
- Feliana Firga, Abd. Hakim Laenggeng, dan Fatmah Dhafir. 2014. Kandungan Gizi Dua Jenis Varietas Singkong (*Manihot esculenta*) Berdasarkan Umur Panen Di Desa Siney Kecamatan Tinombo Selatan Kabupaten Parigi Moutong, *Jurnal e-Jipbiol* 2(3).
- Hairmansis, A. 2015. Deskripsi Varietas Inpago 5. [www.bbpad.go.id](http://www.bbpad.go.id). [2 Februari 2016].
- Hidayat, A., dan A. Mulyani. 2002. Lahan Kering Untuk Pertanian: Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produksi dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.
- Islam, R., S.M.E. Rahman, M. Rahman, D. Hwan, C. Six. 2010. The Effects of Biogas Slurry on The Production and Quality Of Maize Fodder. *Turk J. Agric.* 34(2010): 91-99.
- Kompas. 2015. Beras Impor Akhirnya Masuk Ke Indonesia. [www.kompas.com](http://www.kompas.com). [25 Januari 2016].

- Kumar Sandeep, Lal Chand Malav, Mahesh Kumar Malav and Shakeel A Khan. 2015. Biogas Slurry: Source of Nutrients for Eco-friendly Agriculture International. *J. Ext. Res.* 2:42-44.
- Kusumasari, A.C., Muryanto, dan Pita Sudarajat. 2012. Pengkajian Pemanfaatan Limbah Biogas (Slurry and Sludge) Pada Bibit Tanaman Kopi. Prosiding Seminar Nasional: Peran Teknologi Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan dan Peningkatan Perekonomian Bangsa. UPN Veteran, Yogyakarta.
- Murtalaksono, Kukuh, dan Syaiful Anwar. 2014. Potensi, Kendala, dan Strategi Pemanfaatan Lahan Kering dan Kering Masam untuk Pertanian (Padi, Jagung, Kedele), Peternakan, dan Perkebunan dengan Menggunakan Teknologi Tepat Guna dan Spesifik Lokasi. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal, Palembang, 26-27 September 2014. [www.Pur.plso.unsriorg.pdf](http://www.Pur.plso.unsriorg.pdf). [30 Desember 2015].
- Nugroho, C. 2012. *Macam-Macam Pupuk Organik*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pusdatin. 2014. Statistik Lahan Pertanian Tahun 2009-2013. [www.pertanian.go.id](http://www.pertanian.go.id). [1 Desember 2015].
- Rahayu Muji, Samanhudi, dan Wartoyo. 2011. Uji Adaptasi Beberapa Varietas Sorgum Manis di Lahan Kering Wilayah Jawa Tengah dan Jawa Timur. [www.portalgaruda.org](http://www.portalgaruda.org). [2 Februari 2016].
- Reijntjes B., Haverkort, dan A.W. Bayer. 1999. *Pertanian Masa Depan, Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah*. ILEIA, Kanisius.
- Savitri. 2010. Substitusi Ketan (*oryza sativa glutinosa*) dengan Jali (*coix lacrym-jobi L.*) dan Konsentrasi Angka: Kajian Karakteristik Kimia dan Sensori Tapai. Skripsi Fakultas Pertanian UNS.
- Sirappa. 2003. Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia Sebagai Komoditas Alternatif Untuk Pangan, Pakan, dan Industri. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22(4).
- Sumarno, dan S. Karsono. 1996. *Perkembangan Produksi Sorgum di Dunia dan Penggunaannya*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Utami Sari Widya, Bambang Hendro Sunarminto, dan Eko Hanudin. 2014. Pengaruh Limbah Biogas Sapi Terhadap Ketersediaan Hara Makro-Mikro Inceptisol. *J. Tanah dan Air* 11(1): 12-21.

# PENGEMBANGAN RUMPUT UNGGUL DAN LEGUMINOSA SEBAGAI SUMBER PAKAN TERNAK SAPI

*Heri Kurnianto, Rini Nur Hayati, Sudadiyono dan Jon Purmiyanto*

**K**etersediaan pakan secara berkelanjutan merupakan faktor penentu keberhasilan usaha budidaya ternak sapi, baik usaha pembibitan, penggemukan maupun sapi perah. Dilaporkan oleh Abdullah *et al.* (2005) pada kurun waktu tahun 1990 – 2000 terdapat sebanyak 17 perusahaan sapi perah di Pengalengan dan Lembang Jawa Barat tidak beroperasi akibat terjadinya penurunan luas lahan produksi hijauan pakan.

Tidak hanya pemenuhan kuantitas pakan, namun kecukupan gizi (nutrisi) juga sangat menentukan produktivitas ternak. Produktivitas (P) ternak ditentukan oleh interaksi dua hal pokok yaitu genetik (G) dan lingkungan (E) atau dapat digambarkan dengan rumus  $P = G + E$ . Pakan merupakan salah satu faktor lingkungan yang dominan mempengaruhi produktivitas ternak. Lebih lanjut, pada usaha budidaya ternak sapi, biaya untuk pakan dapat mencapai sebanyak 75 % total biaya produksi.

Bahan pakan (*feedstuff*) utama pada ternak sapi adalah pakan berserat atau hijauan pakan ternak (HPT). Bahan pakan berserat adalah semua bahan pakan yang mengandung serat kasar (*crude fiber*) tinggi (diatas 18 %) dan memiliki dinding sel (NDF) diatas 35 % (Utomo, 2015). Ditinjau dari bahan keringnya, ternak ruminansia memerlukan hijauan pakan ternak (HPT) sebanyak 40 - 80 % dari total formula ransum pakan atau sekitar 1,5 – 3 % bobot hidup ternak (Abdullah *et al.*, 2005). Hijauan pakan ternak dapat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu (a) rumput lapangan (antara lain ilalang dan rumput teki), (b) rumput budidaya (antara lain rumput *brachiaria*, rumput gajah, dan rumput meksiko), dan (c) tanaman leguminosa (antara lain *glirisidia*, *kaliandra*, turi, dan sentro).

Hijauan pakan pada umumnya masih bersumber pada spesies-spesies liar/ lokal, belum tersentuh teknologi pemuliaan dengan produktivitas dan kualitas masih rendah. Daya dukung padang rumput gembalaan yang produktivitasnya rendah berujung pada rendahnya produktivitas daging per satuan luas padang gembalaan. Peningkatan produktivitas hijauan pakan ternak dapat dilakukan melalui perbaikan teknologi budidaya, pemupukan, proteksi hama dan penyakit tanaman serta ekstensifikasi di wilayah hutan, perkebunan dalam bentuk tumpangsari (Baihaki, 2005).

Penggunaan bahan pakan asal tanaman merupakan sumber nutrisi yang ekonomis terutama sebagai sumber energi (Utomo, 2015). Bahan pakan berserat dari tanaman yang dilakukan sebelum berbunga dikenal dengan sebutan *forages* sebagai contoh rumput-rumputan dan tanaman leguminosa. Tanaman yang dipotong setelah berbunga/berbuah disebut dengan nama *roughages* contohnya jerami padi,

tebon, dan jerami kacang-kacangan. Kandungan nutrisi (bahan kering, protein kasar, serat kasar, vitamin dan mineral) pada hijauan pakan ditentukan oleh umur pemotongan. Umur potong yang baik jika tanaman telah dewasa, tetapi sebelum atau menjelang berbunga karena merupakan paling optimal apabila ditinjau dari kandungan nutrisinya baik bahan kering, protein kasar, serat kasar, vitamin, dan mineral (Utomo, 2015).

Tanaman pakan juga memiliki peran penting lain, selain sebagai pakan ternak yaitu sebagai tanaman konservasi baik untuk pemanenan air (*water harvesting*) maupun sebagai tanaman penutup (*cover crops*) pada lahan perkebunan dan penahan erosi pada lahan – lahan miring. Menurut Prawiradiputra *et al.* (2006) beberapa alasan mengapa rumput dapat digunakan sebagai tanaman pakan ternak dan tanaman konservasi antara lain (a) rumput mampu membentuk tunas–tunas baru sebagai pengganti batang yang dimakan ternak atau dipotong. Tunas–tunas yang baru tumbuh pada pangkal batang, dekat dengan permukaan tanah sehingga tidak terjadi kerusakan saat pemotongan atau penggembalaan; (b) sebagian besar rumput mampu mempertahankan pertumbuhan vegetatif terus–menerus dan hanya berhenti pada musim kering; (c) banyak rumput yang berkembang biak dengan rimpang atau stolon yang dengan mudah membentuk akar–akar baru sehingga permukaan tanah dapat cepat tertutup; dan (d) sistem perakarannya mampu mengikat partikel–partikel tanah dan membentuk jalinan akar (*sod*).

Di samping untuk memenuhi kebutuhan pakan yang terus meningkat seiring meningkatnya populasi ternak dan target produksi ternak, pengembangan HPT juga berpotensi menjadi komoditas bisnis, terutama pada sentra-sentra peternakan yang mengalami kekurangan ketersediaan hijauan pakan. Oleh karena itu, upaya pengembangannya secara intensif perlu dilakukan.

## **POTENSI PENGEMBANGAN HPT DI LAHAN PERTANIAN DAN PERKEBUNAN**

Hampir semua lahan pertanian dapat ditanami oleh tanaman pakan ternak (TPT) seperti pada lahan kering yang mana sering kali ditanam secara tumpang sari dengan tanaman palawija. Jenis rumput yang diintroduksi merupakan rumput unggul seperti rumput gajah, rumput raja, dan setaria. Di lahan pertanian pedesaan tanaman tersebut banyak ditanam pada pematang sawah, tepi sungai, tepi jalan, saluran air dan lahan-lahan kosong di sekitar sawah atau tegalan. Pada sentra peternakan seperti di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, TPT telah dibudidayakan secara intensif. Lebih lanjut wilayah tersebut banyak menggunakan lahan pertanian sebagai lahan budidaya TPT karena lebih menguntungkan. Hasil wawancara dengan peternak di Kabupaten Boyolali menunjukkan bahwa harga satu kilogram rumput gajah segar mencapai sebesar Rp 1000,- (Komunikasi pribadi). Besarnya nilai HPT sudah tentu akan berdampak secara nyata terhadap biaya produksi.

Lahan perkebunan, sebagaimana halnya lahan pertanian pada umumnya, dapat digunakan bahkan dikembangkan untuk lahan budidaya tanaman pakan ternak.

Pengembangan tanaman pakan pada lahan perkebunan dapat diarahkan dengan sistem integrasi tanaman perkebunan dengan ternak. Pada umumnya lahan perkebunan dapat dimanfaatkan untuk ditanami tanaman leguminosa. Tanaman leguminosa yang telah dimanfaatkan sebagai tanaman penutup tanah biasanya adalah jenis leguminosa menjalar seperti kalopo atau sentro. Tanaman leguminosa pohon banyak digunakan sebagai tanaman pelindung seperti pada perkebunan kopi ditanam kaliandra, lamtoro dan gamal digunakan pada perkebunan lada (Prawiradiputra *et al.*, 2006). Produk yang dihasilkan oleh tanaman leguminosa yang ditanam di lahan perkebunan tersebut dapat menjadi sumber hijauan pakan ternak.

## DESKRIPSI BEBERAPA JENIS RUMPUT UNGGUL DAN TANAMAN LEGUMINOSA

### Rumput Gajah

Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dikenal dengan nama Kolonjono (Jawa), aspha (Sunda), *napier grass*, atau *elephant grass* (Gambar 1). Terdapat beberapa kultivar rumput gajah antara lain adalah (a) *P. Purpureum* Cv Afrika (tinggi dan produktif), (b) *P. Purpureum* cv Hawaii (lebih kecil dari Afrika), (c) *P. Purpureum* cv Trinidad (tidak tahan penyakit), (d) *P. Purpureum* cv Merkeri (tidak tinggi, daun dan batang kecil, tahan kering), (e) *P. Purpureum* cv Mott (kerdil, cocok untuk pengembalaan). Ciri rumput gajah yaitu tumbuh membentuk rumpun, perakaran cukup dalam, rhizoma pendek, pada umur 4–5 tahun akar membentuk bonggol, batang tegak, berbuku, keras (tua), tinggi tanaman bisa mencapai 1,8–4,5 meter, dengan diameter 3 cm, daun keras berbulu panjangnya bisa mencapai 90 cm dengan lebar 8 – 35 cm (Prawiradiputra *et al.*, 2006).



**Gambar 1. Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)**

Rumput gajah tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan yang tinggi (hingga 2500 mm per tahunnya). Pada daerah irigasi, hasil panen rumput gajah dapat mencapai 270.000 kg segar per ha per tahun (Utomo, 2012). Rumput gajah dapat ditanam dengan cara pols dan stek 20-30 cm (memiliki dua mata tunas), jarak tanam 1 x 1 meter. Rumput gajah dapat dipanen pertama pada umur 50–60 hari sejak tanam dan selanjutnya dipanen dengan interval 30–40 hari pada musim hujan,

sedangkan pada musim kemarau dengan interval 50–60 cm. Pemotongan tanaman pada saat panen disisakan sekitar 20 – 60 cm (Prawiradiputra *et al.*, 2006).

Di Indonesia produksi bahan kering rumput gajah berkisar antara 40-63 ton/ha/tahun (Siregar, 1989). Namun demikian rumput tersebut menurut Sajimin *et al.* (2005) memiliki kelemahan yaitu memerlukan kesuburan tanah yang tinggi dan harus selalu tersedia air. Di samping itu rumput gajah sulit diawetkan karena mempunyai persentase batang yang lebih besar daripada daun sehingga sulit dikeringkan.

## Rumput Setaria

Rumput setaria (*Setaria sp.*) dikenal dengan nama rumput Lampung. Terdapat beberapa kultivar rumput setaria, antara lain *S. Anceps* (tahan embun beku), *S. Nandi* (tahan terhadap tanah masam genangan air), *S. Kazungula* dan *S. Narok* (mengandung oksalat tinggi), *S. Spachelata* (tahan genangan air) (Gambar 2). Ciri dari rumput setaria adalah rhizoma pendek, stolon berbuku–buku, banyak menghasilkan anakan, daun agak lebar berbulu pada permukaan atas, tekstur daun halus dan sangat lunak, bunga tandan warna coklat keemasan (Prawiradiputra *et al.*, 2006). Rumput setaria hidup baik di daerah dengan ketinggian 1200 meter dpl dengan curah hujan 625 mm per tahun (Utomo, 2012).



**Gambar 2. Rumput Setaria (*Setaria Spachelata*)**

Rumput setaria toleran terhadap jenis tanah mulai yang berpasir hingga flat, agak tahan terhadap kekeringan serta responsif terhadap pemupukan dengan nitrogen. Rumput setaria dapat ditanaman dengan cara pols atau biji dengan dosis 2–5 kg/ha. Cara penanaman pols banyak digunakan, dengan jarak 40 x 40 cm. Rumput setaria dapat dipanen pertama pada umur 45-60 hari setelah tanam dan

panen berikutnya dengan interval 40–60 hari (Prawiradiputra *et al.*, 2006). Menurut Reksohadiprodjo (1985) rumput setaria dapat berumur panjang dan dapat digunakan sebagai penutup tanah/ pencegah erosi.

## Rumput Bebe

Rumput bebe atau brachiaria (*Brachiaria sp.*) merupakan rumput berumur panjang asal Afrika yang tumbuh merayap, mempunyai stolon yang panjang dan akan berakar pada setiap buku batang yang bersinggungan dengan tanah (Gambar 3). Rumput ini membentuk tanaman yang lebat (Utomo, 2012). Dikenal di kalangan masyarakat umum dengan nama rumput bebe. Terdapat beberapa jenis kultivar rumput Bebe, antara lain *B. mutica* (cocok untuk ditanaman pada tanah yang lembab), *B. humidicola* (cocok dilahan dataran rendah), *B. ruziziensis* (tahan terhadap kekeringan tidak lebih dari 3–4 bulan, *B. decumbens* (sangat sesuai untuk ditanaman pada padang penggembalaan dan di tanaman bersama dengan rumput *stylosinthes sp.*), *B. brizantha* (tumbuh baik pada lahan kering) (Prawiradiputra *et al.*, 2006).



**Gambar 3. Rumput Bebe (*Brachiaria sp.*)**

Lebih lanjut Prawiradiputra *et al.* (2006) menjelaskan ciri – ciri rumput bebe antara lain perakaran dangkal hingga dalam, batang kasar dan beruas pendek, bunga terbentuk mayang bendera. Rumput bebe tumbuh membentuk hamparan lebat, tinggi tanaman 20–250 cm (tergantung varietas tanaman). Tumbuh baik pada daerah dengan dengan curah hujan 1000 mm/tahun, toleran terhadap kekeringan dan jenis tanah dengan pH 6-7. Rumput ini dapat dibudidayakan dengan pols atau biji dengan jarak tanam 30 x 30 cm. Pemanenan pertama dapat dilakukan pada umur 60 hari setelah tanam dan selanjutnya dapat dipanen dengan interval 40 saat musim hujan dan 50–60 hari pada musim kemarau.

Perbanyakkan rumput ini biasanya menggunakan biji dengan kebutuhan 1,5–12 kg/ha tergantung kualitas biji, dapat pula menggunakan stek. Produksi rumput *Brachiaria* dipengaruhi oleh pemupukan juga dipengaruhi oleh tinggi pemotongan. Siregar (1982) melaporkan bahwa semakin tinggi pemotongan dari permukaan tanah produksi yang dihasilkan semakin tinggi. Produksi berdasar tinggi pemotongan 0,5 cm, 10 cm, 15 cm dan 20 cm berturut-turut adalah 25,10; 82,22; 70,58; 88,38 dan

94,78 g/rumpun. Selain sebagai hijauan pakan ternak, *Brachiaria* efektif mengatasi erosi tanah (Siregar, 1982).

### Rumput Meksiko

Rumput meksiko (*Euchlaena sp.*) merupakan rumput yang berasal dari Amerika Tengah dan Mexico (Gambar 4) mempunyai morfologi seperti tanaman jagung tetapi kaku dan berumur panjang. Rumput meksiko hidup baik pada daerah tropis basah dan subtropis yang berair (Utomo, 2012). Terdapat dua jenis kultivar yakni *E. mexicana* dan *E. perennis*. Rumput ini memiliki ciri-ciri antara lain rhizoma bersifat perenial, batang ruas pendek-pendek, daun pendek kaku dan kasar, bunga berbentuk mayang pada tanaman jagung. Rumput meksiko tidak tahan kekeringan. Penanaman dapat dilakukan dengan pols atau biji dengan jarak tanaman 1 x 1 meter. Daya kecambah bijinya dapat mencapai 90%. Umur panen pertama pada 60 hari setelah tanam dan selanjutnya dapat dipanen dengan interval 45 hari pada saat musim hujan dan 60 hari pada musim kemarau. Setelah dipotong memerlukan air yang cukup banyak (Prawiradiputra *et al.*, 2006).



**Gambar 4. Rumput Meksiko (*Euchlaena Mexicana*)**

### Turi

Turi (*Sesbania grandiflora*) merupakan tanaman legume pohon yang diduga berasal dari Asia Selatan dan Asia Tenggara (Gambar 5). Sekarang turi telah tersebar luas di seluruh daerah tropis. Turi banyak dimanfaatkan sebagai pohon peneduh jalanan atau pekarangan (Utomo, 2012). Daunnya sangat disukai ternak sapi. Terdapat dua jenis tanaman turi, yaitu turi yang berbunga merah dan putih. Tanaman ini memiliki ciri-ciri antara lain berupa pohon kecil, tubuh tegak, bercabang sedikit. Dapat tumbuh dengan ketinggian 3-4 meter. Pada umur muda dapat tumbuh dengan cepat, dalam 12 minggu pertama dapat tumbuh 2 meter, namun untuk mencapai ketinggian 8 meter diperlukan waktu lebih kurang 3 tahun. Berumur pendek 2-3 tahun. Dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian dataran rendah sampai ketinggian 800 meter dpl. Sangat beradaptasi pada musim kemarau panjang dan memerlukan kesuburan tanah relatif sedang (Prawiradiputra *et al.*, 2006).



**Gambar 5. Turi (*Sesbania glandiflora*)**

### **Glirisidea**

Glirisidea (*Gliricidia sepium*) atau gamal merupakan tanaman berukuran sedang dan cepat pertumbuhannya. Rumput ini berasal dari Amerika daerah tropis atau Amerika Selatan. Glirisidea memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sehingga baik untuk pakan, meskipun mengandung zat anti kualitas kaumarin (Utomo, 2012). Tanaman ini berbatang dengan warna coklat muda atau coklat keputihan, seringkali dijumpai keluar cabang dari bawah batang. Panjang tangkai daun 15–40 cm mengandung 7-17 helai daun. Di tempat asalnya tumbuh dengan baik pada curah hujan 900–1500 mm/tahun, namun demikian baik juga tumbuh dengan curah hujan 3500 mm/tahun tanpa musim kemarau. Toleran terhadap tanah masam dan alkalin. Tidak tahan genangan air dalam waktu lama (Prawiradiputra *et al.*, 2006).



**Gambar 6. Gamal (*Gliricidia sepium*)**

## Kaliandra

Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) merupakan legume semak (Gambar 7). Ada dua macam kaliandra yaitu kaliandra bunga merah dan putih. Kaliandra yang banyak dijumpai adalah bunga merah. Daun kaliandra mengandung protein tinggi namun juga mengandung anti-nutrisi berupa tannin (Utomo, 2012). Merupakan pohon kecil bercabang banyak, tinggi bisa mencapai 10 meter namun rata-rata 4-6 meter. Perakarannya dapat tumbuh dengan cepat dalam waktu 5 bulan dapat mencapai 2 meter. Tanaman legum ini berbunga sepanjang tahun, namun ber biji pada musim kemarau. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 400–800 meter dpl dengan curah hujan 2000–4000 mm/tahun. Kaliandra dapat beradaptasi pada tanah masam yang kurang subur. Biasanya ditanam dengan jarak 1 x 1 meter atau 50 x 50 cm. Tanaman ini dapat tumbuh 1–2 meter dalam enam bulan (Prawiradiputra *et al.*, 2006). Tanaman ini selain sebagai pakan ternak juga sebagai tanaman konservasi dan pelindung pada perkebunan kopi.



**Gambar 7. Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*)**

Tanaman kaliandra tumbuh dengan cepat setelah ditanam serta sangat toleran terhadap pemotongan bahkan akan meningkat jumlah anak cabangnya dibandingkan jenis tanaman legum lainnya (Macqueen, 1996 dalam Herdiawan, 2005). Ibrahim *et al.* (1988) melaporkan bahwa penanaman kaliandra dengan kepadatan 10,000 pohon/ha, tinggi potong 1 m dengan interval pemotongan 12 minggu menghasilkan produksi hijauan 10 ton/ha lebih tinggi dibanding turi maupun gliricidea. Umur pemanenan pertama untuk hijauan pakan ternak sebaiknya pada umur 9-12 bulan, dan menurut Paterson *et al.* (1997) dalam Herdiawan *et al.* (2005) selanjutnya dapat dipanen setiap 4-6 kali/tahun tergantung kondisi tanahnya.

Pemberian kaliandra yang paling baik adalah 30% dari total hijauan karena pemberian yang lebih banyak tidak memberikan pengaruh positif (Tangendjadja *et al.*, 1992). Kandungan tannin dalam kaliandra merupakan salah satu penghambat bagi pencernaan protein. Namun demikian Paterson (1996); Wina *et al.* (2000) melaporkan bahwa sistem *cowfeeding* yang diberikan pada sapi bunting tua memberikan hasil yang positif terhadap performans produksi dan reproduksi serta

memperpendek interval beranak. Produksi susu juga dapat meningkat pada pemberian terhadap sapi perah.

## Lamtoro

Lamtoro (*Leucaena leucephala*) merupakan tanaman yang berasal dari tanjung Yucatan (Gambar 8). Lamtoro lokal tingginya 2–10 meter, namun lamtoro gung (tipe Salvador) bisa mencapai 15–20 meter (Prawiradiputra *et al.*, 2006). Tumbuh tegak mulai yang bercabang banyak sampai dengan yang tidak bercabang banyak. Daun lebat dan bunganya berwarna putih. Tumbuh dari dataran rendah sampai ketinggian 762 meter dpl dengan curah hujan ideal 1651-2540 mm/tahun (Utomo, 2012). Tumbuh pada tanah dengan pH diatas 5 dan kurang toleran terhadap tanah yang banyak mengandung alumunium (Al). Masih dapat tumbuh pada tanah salin, kurang sesuai pada tanah yang tergenang. Terdapat beberapa cultivar yang tahan terhadap kutu loncat antara lain *L. diversifolia*, *L. pallid.* Dapat dibudidayakan dengan cara biji. Kecambah lamtoro tumbu relatif lama namun kemudian bisa tumbuh dengan cepat (Prawiradiputra *et al.*, 2006).

Peran *Leucaena spp.* dalam pertanian maupun *agroforestry* yang banyak dikenal adalah *alley cropping* (pertanian lorong), yaitu suatu sistem pertanaman yang terdiri atas tanaman pangan atau pakan sebagai pengisi lorong dan tanaman leguminosa perdu sebagai pembatas. Tanaman pagar dapat dipotong secara teratur dapat digunakan untuk pakan ternak (Purwantari *et al.*, 2005). Sistem ini prospektif diterapkan di daerah marginal dan mudah diaplikasikan oleh petani. Menurut Hawkins *et al.* (1990); Haryati *et al.* (1991); Wahid *et al.* (1995), sistem pertanaman ini efektif dalam menahan laju erosi. Hasil Penelitian Yuhaeni *et al.* (1997), pertanaman lorong antara rumput dan leguminosa pohon telah terbukti meningkatkan produksi rumput.



**Gambar 8. Lamtoro (*Leucaena leucephala*)**

*Leucaena* sebagai pakan sangat disukai ternak ruminansia, mempunyai kandungan protein yang tinggi dan kecernaannya dapat mencapai 60-70%. Kandungan mineral juga tinggi kecuali sodium dan iodine (Jones, 1997). Namun demikian kandungan serat kasarnya rendah dan mempunyai zat anti nutrisi berupa tannin yang dapat meningkatkan protein *by-pass*. Penelitian telah dilakukan guna mengatasi problem mimosine yang dianggap sebagai anti nutrisi, bakteri *Synergites jonesii* dapat mendetoksifikasi mimosine (Jones, 1994). Norton (1994) dalam Purwantari (2005) melaporkan *Leucaena* dapat digunakan sebagai pakan suplemen untuk pakan yang terdiri dari rumput dan limbah pertanian yang akan meningkatkan *intake* dan memperbaiki kecernaan.

## KANDUNGAN NUTRISI RUMPUT UNGGUL DAN TANAMAN LEGUMINOSA

Kandungan nutrisi menjadi bahasan penting dalam pemberian pakan terhadap ternak. Nutrisi atau gizi diperlukan oleh tubuh yang berperan penting sebagai bahan metabolisme. Pertambahan bobot pada ternak penggemukan dan kinerja reproduksi seperti *calving interval*, *service per conception*, *calving rate* menjadi parameter pada kecukupan gizi. Pengetahuan dasar mengenai kandungan kimia pada hijauan pakan menjadi penting dalam rangka menyusun formula sesuai kebutuhan fisiologis ternak dan ketersediaan bahan pakan itu sendiri, dan hal lain yang tidak kalah penting adalah pertimbangan harga dari masing-masing bahan pakan. Berikut kandungan gizi dari beberapa hijauan pakan (Tabel 1).

Secara umum tanaman leguminosa memiliki kandungan nutrisi lebih baik daripada rumput-rumputan. Hal tersebut dikarenakan hijauan yang berasal dari tanaman legum biasanya memiliki serat yang lebih rendah serta jumlah yang dikonsumsi ternak lebih banyak daripada rumput-rumputan (Ball *et al.*, 2001). Lebih lanjut Ball *et al.* (2001) serta Cherney dan Hall (2008) mengemukakan kualitas nutrisi hijauan pakan ternak (HPT) dipengaruhi beberapa faktor antara lain spesies dari HPT itu sendiri, umur panen, panen dan metode penyimpanannya, kesuburan tanah, pemupukan, iklim, dan kultivar dari spesies HPT.

Wilayah tropis pada umumnya memiliki dua musim, yakni musim kemarau dan musim hujan, sehingga produksi hijauannya sangat bervariasi. Pada musim hujan produksi hijauan sangat melimpah sehingga perlu dilakukan pengolahan. Tujuan daripada pengolahan hijauan pakan adalah untuk menyediakan pakan secara berkelanjutan terutama pada musim kemarau bahkan untuk meningkatkan kualitas nutrisi dan memaksimalkan konsumsi. Secara umum pengolahan hijauan pakan menurut (Utomo, 2015) dapat dibagi menjadi beberapa teknologi yaitu meliputi (a) penggilingan (*grinding*), (b) pembuatan pelet (*pelleting*), (c) pembuatan wafer (*wafering*), (d) perlakuan atau treatment (*pradigesting*), (e) pengurangan kadar air (*dehydration*), (f) pembuatan hijauan kering (*hay making*) dan (g) pembuatan silase (*ensiling*). Lebih lanjut Utomo (2015) menjelaskan bahwa teknologi yang sesuai untuk pengolahan hijauan pakan ternak (*forages*) adalah dengan *hay making*, silase, atau kombinasi keduanya (*haylage*).

**Tabel 1. Kandungan Nutrisi Rumput Unggul dan Tanaman Leguminosa**

Jenis Tanaman	BK (%)	PK (%)	SK (%)	TDN <sup>1</sup> (%)	DE <sup>2</sup> (Mcal/kg)	Ca (%)	P (%)
<b>Tanaman Leguminosa</b>							
<b>Turi (<i>Sesbania grandiflora</i>)</b>	17	25	20	71	3,130	1,60	0,53
<b>Gamal (<i>Gliricidia sepium</i>)</b>	27	19,10	18	76	3,340	0,67	0,19
<b>Kaliandra (<i>Calliandra sp.</i>)</b>	23	17	21,25	69	3,040	1,13	0,71
<b>Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i>)</b>	30	23,40	21,30	77	3,380	1,40	0,21
<b>Rumput – rumputan</b>							
<b>Rumput <i>Brachiaria sp.</i></b>	25	8,30	32,50	53	2,340	0,20	0,13
<b>Rumput Gajah (<i>Penisetum puerpureum</i>)</b>	21	8,30	33,50	50	2,220	0,59	0,29
<b>Rumput Sudan</b>	22	8,10	36,90	58	2,540	-	-
<b>Rumput Setaria (<i>Setaria sphacelata</i>)</b>	20	9,50	31,70	55	2,420	0,80	0,50

Sumber: Utomo, 2012.

## Silase

Silase merupakan tindakan pengawetan hijauan yang berprinsip pada fermentasi yang terkontrol dalam suasana anaerob sehingga dihasilkan asam laktat yang menyebabkan kondisi asam. Asam laktat yang dihasilkan selama fermentasi akan berperan sebagai zat pengawet sehingga dapat menghindarkan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk (Ridwan *et al.*, 2005). Utomo (2015) melaporkan bahwa sejarah teknologi silase bermula di Indonesia pada tahun 1916 oleh Metzelaar di Bangkalan, Madura dan percobaan selanjutnya pada tahun 1924 oleh Koch di Bogor, 1926-1928 oleh Vink di Madura, 1940 oleh Schaff di Bogor, 1949 oleh dokter hewan Grift di Mentawai, dan selanjutnya berkembang dan diadopsi hingga saat ini antara lain koperasi, dan pengusaha ternak. Peternak di pedesaan dewasa ini tidak banyak mengadopsi teknologi ini. Hal tersebut disinyalir karena kepemilikan ternak yang sedikit, di sisi lain hijauan pakan masih melimpah.

Hasil akhir dari proses pembuatan silase adalah pakan yang memiliki pH sebesar 3,8 sampai 4,2 (Ridwan *et al.*, 2005). Lebih lanjut (Ridwan *et al.*, 2005) menjelaskan kualitas silase yang baik diperlihatkan dengan beberapa parameter antara lain pH (3,8 – 4,2), jumlah asam laktat, warna (kuning kecoklatan), tekstur (lembut), suhu (< suhu lingkungan), persentase kerusakan (2 – 3 %) dan kandungan nutrisi yang hampir sama dengan bahannya. Kondisi asam yang rendah tidak akan menyebabkan perubahan nutrisi yang signifikan (Utomo, 2015). Terjadinya kegagalan pada proses pembuatan silase sangat mungkin terjadi, sehingga diterapkan strategi selama proses fermentasi dalam pembuatan silase.

Menurut Utomo (2015) dan Ridwan *et al.* (2005) strategi yang dapat dilakukan antara lain (a) Kadar hijauan pakan sekitar 65 % atau bahan kering sekitar 35 %, (b) Perlu dijaga pada kondisi kedap udara (*anaerob*), (c) kadar karbohidrat mudah larut atau karbohidrat nonstruktural sebagai substrat untuk terbentuknya asam laktat harus tinggi, (d) Bakteri asam laktat harus dominan, dan (e) sebaiknya digunakan bakteri asam laktat yang homofermentatif sehingga hanya menghasilkan asam laktat selama proses ensilase.

Teknologi silase memiliki keuntungan dan kerugian (Utomo, 2015). Keuntungannya apabila proses silase berhasil antara lain (a) hijauan pakan awetan yang berkualitas tinggi mirip dengan bahan asalnya dan tetap banyak mengandung air, (b) tahan lama selama berada dalam silo, (c) proses dan pemberian makanan dapat diberikan secara mekanis, (d) proses pembuatan tidak tergantung pada cuaca, (e) tidak mengandung endoparasit, dan (f) terjadi kenaikan palatabilitas. Kerugian pembuatan silase antara lain (a) membutuhkan modal (tempat dan peralatan) yang besar, (b) membutuhkan tenaga yang lebih banyak, (c) proses silase ada kemungkinan gagal yang mengakibatkan pakan tidak dapat diberikan pada ternak, dan (d) pemberian kepada ternak perlu adaptasi karena bila berlebihan dapat menyebabkan acidosis.

## Hay

*Hay* adalah hijauan yang diawetkan melalui proses atau tindakan pengeringan (*hay making*). Tujuan dari pembuatan *hay* antara lain (a) memanen hijauan pada umur optimum yaitu menjelang tanaman berbunga untuk mendapatkan nutrisi yang maksimal, (b) memanen hijauan pakan pada saat melimpah untuk persediaan saat kekurangan, (c) mengawetkan hijauan dengan jalan menurunkan kandungan airnya.

Sejarah pembuatan hay dimulai di Pennsylvania sejak 300 tahun yang lalu dan selama itu telah berkembang inovasi. Namun demikian di Indonesia pengeringan hijauan masih terbatas pada hasil samping tanaman pangan seperti jerami padi dan jerami kacang-kacangan dan proses pengeringannya masih cukup sederhana, yaitu dengan memanfaatkan sinar matahari. Metoda pembuatan hay yaitu (1) metode hamparan, merupakan cara yang sederhana yaitu dengan cara menghamparkan hijauan yang sudah dipotong dilapangan terbuka dibawah sinar matahari, (2) metode pod, merupakan pengeringan menggunakan rak sebagai tempat penyimpanan dan tidak dijemur langsung bawah sinar matahari selama 1–3 hari (kadar air 50 %) (Hanafi, 2008).

Hay, sebagaimana silase, juga memiliki keuntungan dan kerugian. Menurut Utomo (2015) keuntungan dan kerugian hay antara lain (a) mudah pembuatannya, (b) pemberian hay pada ternak tidak memerlukan adaptasi, (c) kualitasnya dapat diketahui secara langsung, (d) dapat disimpan lama dan mudah untuk dibawa dalam perjalanan, (e) dapat digunakan untuk suplementasi ternak yang diberi pakan silase, (f) hay dari tanaman legum dapat digunakan sebagai pakan untuk mengurangi konsentrat, (g) dapat digunakan untuk menstimulasi pertumbuhan rumen pada pedet. Kerugian pembuatan hay antara lain (a) sangat tergantung pada cuaca, (b) apabila tidak kering dapat berjamur, terjadi penangasan, (c) terjadi penurunan nutrisi pada

pro vitamin A dan bahan karbohidrat mudah larut, dan (d) apabila dikeringkan pada lahan pertanian dapat mengganggu pekerjaan pertanian lainnya. Hanafi (2008) menjelaskan bahwa kualitas daripada hay dapat secara mudah dapat dilihat dari (1) warna : kekuningan dan cerah, (2) bau : tidak tengik, (3) tekstur : tidak terlalu kering, dan (4) tidak berjamur dan bersih dari kotoran lainnya.

## **PERMASALAHAN DALAM PENGEMBANGAN HPT**

Terlepas dari manfaat maupun keunggulan dari masing – masing rumput unggul maupun tanaman leguminosa, pada kenyataannya penyediaan hijauan pakan ternak sulit berkelanjutan dan berkualitas tinggi. Menurut Abdullah (2005) hal tersebut disebabkan oleh (1) terbatasnya lahan untuk produksi karena secara umum lahan tersedia secara integratif dengan tanaman pangan, perkebunan dan kehutanan dan hanya sedikit yang intensif khusus untuk produksi HPT, (2) berkurangnya lahan produksi akibat alih fungsi lahan seperti prrperti dan industri, (3) sulitnya memperoleh bibit atau benih yang produktivitasnya tinggi dengan daya adaptasi lingkungan cukup baik pada pengembangan skala besar, (4) masih rendahnya dinamika bisnis hijauan pakan karena (a) produksi hijauan yang fluktuatif, (b) sifat fisik hijauan yang amba (*bulky*), dan (c) belum mapannya pasar hijuan pakan.

## **PERKEMBANGAN TEKNOLOGI HPT**

Teknologi dalam pengembangan hijauan pakan ternak (HPT) di Indonesia dalam perkembangannya tampak berjalan sangat lambat. Perhatian pemerintah terhadap pengembangan HPT juga sangat kecil, sementara upaya pemerintah dalam peningkatan populasi ternak terlihat sangat besar dan cenderung bersifat instan dengan anggaran cukup besar. Perlu diingat bahwa secara kodrati ternak, khususnya ruminansia, diciptakan memiliki kebutuhan dasar berupa pakan berserat yang tidak lain bersumber dari hijauan (rumput–rumputan dan leguminosa). Oleh karena itu, pemenuhan kebutuhan pakan berupa hijauan mutlak dipenuhi agar ternak dapat memproduksi maupun bereproduksi secara normal bahkan optimal.

Perkembangan teknologi HPT di Indonesia sudah dimulai sejak tahun 1960an. Abdullah *et al.* (2005) melaporkan bahwa pada tahun 1960–1970an pengkajian ilmu pengetahuan hijauan pakan menitik beratkan pada pemanfaatan padang gembala sebagai sumber hijauan pakan. Kemudian disusul dengan introduksi hijauan pakan unggul oleh balai penelitian maupun perguruan tinggi. Pada saat itu banyak dilakukan kajian terhadap daya adaptasi tingkat produksi, sistem produksi dan manajemen serta penemuan beberapa varietas HPT. Misalnya Djuned *et al.* (2004) telah menelaah beberapa spesies tanaman pakan yang dapat mentoleransi cekaman kekurangan air. Peranan mikrobiologi dalam produktivitas tanaman pakan cukup besar. Mikoriza dan Rhizobium dapat meningkatkan produksi dan kualitas tanaman pakan secara signifikan (Djuned, 2005). Selanjutnya untuk meningkatkan produktivitas hijauan pakan ternak (HPT), dapat ditempuh upaya intensifikasi pertanaman, perbaikan budidaya, proteksi terhadap hama penyakit dan penggunaan

bahan tanaman unggul yang bermutu (Baihaki, 2005). Ella (1998) menambahkan bahwa kepadatan tanaman, waktu pemotongan pertama, tinggi pemotongan dan frekuensi pemotongan berpengaruh terhadap produktivitas hijauan pakan.

Teknologi hasil penelitian dan pengkajian yang telah banyak ditemukan, selanjutnya didesiminasikan kepada masyarakat luas. Pada tahun 1980an pemerintah Indonesia menitikberatkan pada pengembangan sistem integrasi. Misalnya pada tahun 2015 melalui kegiatan Biosiklus Terpadu Padi–Sapi dicoba dilakukan pengembangan HPT di lahan KP Bandongan Magelang. Berdasarkan *landscape* di KP tersebut terdapat lahan kering dan berbatasan dengan sungai. Tanaman yang dikembangkan berupa rumput unggul dan tanaman leguminosa seperti rumput gajah, meksiko, bebe, sudan, turi, lamtoro, glirisidea. Hingga akhir kegiatan telah dilakukan panen terhadap beberapa jenis tanaman tersebut. Hasil produksi dari masing-masing jenis HPT tersaji pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data Produksi Koleksi Hijauan Makanan Ternak (HMT)**

Jenis Tanaman	Rumput (m <sup>2</sup> )/ Legum (pohon)	Panen		Rata-rata	Estimasi	
		1	2		Produksi BK (/ha/thn)	Daya Tampung (ST)
<b>Tanaman Leguminosa</b>						
<b>Turi (<i>Sesbania grandiflora</i>)</b>	15	38,22	43,6	40,91	1159,12	0,35
<b>Gamal (<i>Gliricidia sepium</i>)</b>	15	43,90	-	43,9	7902	2,41
<b>Kaliandra (<i>Calliandra sp.</i>)</b>	14	10,80	-	10,8	443,57	0,14
<b>Rumput – rumputan</b>						
<b>Rumput BR (<i>Brachiaria ruziziensis</i>)</b>	7	33,5	54,7	44,1	78750	23,97
<b>Rumput Bebe (<i>Brachiaria brizantha</i>)</b>	8,5	31,9	39,2	35,55	52279,4	15,91
<b>Rumput Sudan</b>	7	23	61,8	42,40	79954,3	24,34

Sumber: Hermawan *et al.* (2015)

Perlakuan awal pada lahan HPT yaitu hanya diberikan pupuk kompos dari kotoran sapi dan dilakukan penyiangan secara berkala. Rata-rata produksi daun segar setiap pohon pada tanaman turi, gamal dan kaliandra adalah 2,73 kg; 2,93 kg dan 0,77 kg, sedangkan pada rumput BR, Bebe dan Sudan produksi rumput segar setiap meternya yaitu 6,30 kg; 4,18 kg; 6,06 kg.

Berdasarkan berat kering (BK) masing-masing jenis tanaman (Tabel 2), produksi tanaman legume dan rumput – rumputan tertinggi dicapai oleh tanaman gamal dan rumput sudan yaitu 7902 kg dan 79954 kg per hektar (Tabel 1). Apabila dihitung perkiraan daya tampung ternaknya per satuan ternak dari tanaman yang

sudah dipanen diatas per hektar/tahunnya dapat menampung 67,12 ST ternak sapi potong. Kalkulasi tersebut berdasarkan kebutuhan berat kering sebesar 3% per ekor/harinya dan dengan asumsi bobot badan sapi potong 300 kg.

## **PENUTUP**

Perkembangan ilmu maupun teknologi dalam bidang hijauan pakan hingga saat ini belum mampu memberikan kontribusi terhadap penyediaan pakan. Menurut Abdullah *et al.* (2005) upaya yang harus dilakukan adalah (1) Mengubah paradigma tentang HPT menjadi komoditas komersial, (2) Memprioritaskan pengembangan HPT dalam rangka peningkatan produktivitas ternak, (3) Menerapkan iptek dan pengawalannya, serta (4) Didukung dengan kebijakan pemerintah untuk memberikan kesempatan pengembangan HPT pada lahan-lahan milik pemerintah dan melindungi lahan milik petani dari ancaman industrialisasi.

Pakan termasuk didalamnya hijauan pakan merupakan faktor penentu keberhasilan sebuah usaha peternakan sapi potong baik untuk pembibitan maupun penggemukan. Pemberian pakan sesuai kebutuhan status fisiologis ternak dan atau target produksi secara berkelanjutan akan menentukan produktivitas ternak itu sendiri. Oleh karena itu, pengembangan hijauan pakan dengan memanfaatkan lahan pertanian maupun perkebunan secara optimal serta memanfaatkan varietas rumput atau tanaman pakan unggul harus terus dilakukan dalam rangka untuk menekan input biaya produksi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdullah, L., P.D.M.H. Karti, dan S. Harjosoewingjo. 2005. Reposisi Tanaman Pakan Dalam Kurikulum Fakultas Peternakan. Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak. hlm. 11–17.
- Baihaki, A. 2005. Pemuliaan Tanaman Pakan Ternak. Prosiding Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak.
- Ball, D., M. Collins, G. Lacefield, N. Martin, D. Mertens, K. Olson, D. Putnam, D. Undersander, and M. Wolf. 2001. Understanding Forage Quality. American Farm Bereau Federation Publication.
- Cherney, J.H., and M.H. Hall. 2008. Forage Quality in Perspective. Agronomy Facts 30 The Pennsylvania State University.
- Hanafi, N.D. 2008. Teknologi Pengawetan Pakan Ternak. Karya Ilmiah. Universitas Sumatera Utara (USU) .
- Prawiradiputra, R., N.D. Sajimin, dan I.H. Purwantari. 2006. Hijauan Pakan Ternak di Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.

- Ridwan, R.S., G.K. Ratnakomala, dan Y.W. 2005. Pengaruh Penambahan Dedak Padi dan *Lactobacillus plantarum* 1 BL-2 dalam Pembuatan Silase Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*). *Media Peternakan* 28(3).
- Utomo, R. 2012. *Bahan Pakan Berserat Untuk Sapi*. PT. Citra Aji Parama, Yogyakarta.
- Utomo, R. 2015. *Konservasi Hijauan Pakan dan Peningkatan Kualitas Bahan Pakan Berserat Tinggi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wahid, P., A. Usman, dan I. Kusuma. 1995. Penerapan Teknik Budidaya Lorong Tanaman Industri di Lahan Kritis Sekitar Danau Singkarak. Seminar dan Temu Lapang Teknologi Konservasi Air Berwawasan Agribisnis.
- Wina, E., B. Tangendjadja, and B. Palmer. 2000. Free and Bound Tannin Analysis in Legume Forage. *In* J. Brooker (Ed.). *Tanin Livestock and Human Nutrition*. ACIAR Proceeding.
- Yuhaeni, N.P., N.D. Suratimin, T. Purwantari, Manurung, dan E. Sutedi. 1997. Pertanaman Lorong Leguminosa dengan Rumput Pakan Ternak, Pengaruh Jenis Rumput dan Jarak Larikan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Hijauan Pakan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Vet.* 2.

# INDEKS

## A

alih fungsi lahan, 27, 213  
alkohol, 106, 119, 123, 128, 130, 131, 132  
asap cair, 17, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111  
    kandungan zat volatil, 98  
    karbon terikat, 99  
    karbonil, 104, 106, 107, 108, 111  
    pengawet kayu, 108, 110  
    pengawet makanan, 110

## B

Bimbingan Massal, 3  
bio produk, 14  
*biocyclo farming*, 28  
biodekomposer, 17, 19, 29, 157  
*biodiversity*, 31  
bioetanol, 14, 17, 63, 64, 67, 115, 116, 117, 119, 120, 122, 123, 127, 128, 129, 130, 134, 136  
    limbah bioetanol, 129, 131, 136  
biofilter, 16, 182  
*biofuel*, 14, 25, 109  
biofungisida, 17  
biogas, 10, 15, 16, 19, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 86, 87, 37, 38, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 194, 196, 197  
    *bioslurry*, 10, 16, 76, 177, 178, 179, 180, 182, 184  
    digester, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 177, 178, 182, 183, 184  
    limbah biogas, 10, 181, 194, 196, 197  
bioindustri, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 49, 64, 141, 177  
biokultura, 15  
    paradigma biokultura, 15  
biomassa, 14, 15, 17, 19, 42, 44, 45, 63, 64, 67, 68, 70, 75, 91, 92, 96, 98, 100, 103,

109, 115, 116, 117, 128, 129, 180, 184, 191, 194

biomolekuler, 12  
*biorefinery*, 14, 15  
biosiklus terpadu padi-sapi, 1, 11, 15, 16, 17, 29, 32, 33, 49, 159, 171, 191  
biosistem, 12  
bioteknologi, 12, 13, 18, 152  
biourine, 151  
briket arang, 17, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100  
    briket arang sekam, 17, 97

## C

*crop-livestock system*, 4

## E

emisi gas rumah kaca, 33, 63

## F

*feedstuff*, 201  
Fenol, 106  
Fermentasi, 19, 56, 121, 122, 124, 125, 130, 137, 150, 152, 153, 155, 158, 161  
fermentor, 17, 19, 29, 130, 133, 150, 155, 157, 160  
fungisida alami, 110

## H

hara, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 29, 33, 41, 115, 129, 132, 133, 135, 142, 146, 147, 148, 151, 166, 177, 196, 197  
*hay*, 212, 213  
hemiselulosa, 17, 56, 63, 64, 93, 104, 105, 116, 117, 119, 120, 144, 156  
hidrolisis, 17, 119, 120, 121, 124, 161  
hijauan pakan ternak, 7, 201, 203

## I

ikan gurameh, 182, 183, 184

Integrasi tanaman dan ternak, 8, 49

Intensifikasi Massal, 3

*intensive mixed farming*, 5

## J

Jali, 195, 197, 198

jamur merang, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

media jamur, 15, 17, 148, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

limbah media jamur, 167

## K

kadar abu, 96

kadar air, 96, 148, 157

kandang, 56, 57, 60, 37, 38, 148, 154, 179, 196, 197, 198

*knowledge based development*, 25

kompos jerami, 33, 167, 170

kompos kotoran hewan, 33

komposisi nutrisi, 45

konservasi air, 191

konservasi tanah, 191

## L

lahan kering, 60, 189, 190

legume pohon, 19, 214

Glirisidea, 207

Kaliandra, 208, 211, 215

Lamtoro, 209, 211

turi, 206, 207, 211, 215

lignin, 17, 44, 56, 64, 93, 103, 104, 105, 106, 116, 117, 118, 119, 121, 124, 158, 166, 167

lignoselulosa, 64, 116, 117, 120, 121, 160

limbah jerami, 17, 44, 46

limbah jerami padi, 17, 42, 43, 44, 45, 46, 64, 115, 168

Limbah kandang, 15

Limbah rumen, 17

## M

mikro organisme lokal, 17

mikroba, 10, 12, 33, 44, 85, 117, 120, 121, 129, 132, 134, 135, 136, 144, 145, 156, 157, 178

MOL rumen, 17, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 155, 156, 157, 158, 160

## N

nilai kalor, 91, 94, 95, 96, 97, 99, 100

## P

padi gogo, 192, 197, 198

pakan konsentrat, 55, 158, 160

pakan ternak, 5, 6, 7, 9, 10, 17, 18, 19, 27, 29, 42, 43, 45, 64, 85, 115, 141, 155, 157, 160, 165, 177, 190, 191, 192, 193, 194, 197, 201, 202, 206, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 216

pemanfaatan limbah, 5, 6, 10, 19, 91, 100, 127, 141

Pengelolaan Tanaman Terpadu, 15, 20, 32, 41, 47

perbibitan sapi potong, 50, 53, 55, 57

perkawinan, 57, 58

kawin alam, 57, 58

kawin buatan, 57, 58

kandang perkawinan, 57

pertanian ekologis, 26

pertanian ekstensif, 3

pertanian intensif, 3, 27

pertanian konvensional, 4, 14, 30

pertanian organik, 26, 30, 31, 32, 34, 35, 141, 152

pertanian terdiversifikasi, 4

perubahan iklim, 8, 13, 14, 27, 28

pirolisis, 100, 101, 103, 104, 112, 113

*pluriculture*, 26

*plurifarming*, 27

probiotik, 56, 144, 155, 156, 160

produksi benih padi, 64, 66, 67, 70

pupuk anorganik, 3, 6, 9, 10, 15, 18, 146, 191, 197  
pupuk hayati cair, 129, 132, 134, 135  
    pupuk hayati ciunik, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138  
pupuk hijau, 30, 141  
pupuk kompos, 31, 146, 214  
pupuk organik, 3, 10, 18, 29, 31, 32, 33, 34, 42, 75, 76, 78, 80, 81, 37, 38, 103, 132, 141, 142, 147, 148, 149, 151, 178, 190, 191, 196, 197  
pupuk pelengkap cair, 18

## R

rendemen arang, 95  
*resource based development*, 25  
revolusi hayati, 13, 15  
revolusi hijau, 3, 4, 13, 18, 20  
*roughing*, 64, 65, 66, 67, 68  
rumput unggul, 19, 210, 222, 223  
    rumput bebe, 205  
    rumput gajah, 203  
    rumput meksiko, 206  
    rumput setaria, 204

## S

sapi potong, 42, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 80, 81, 158, 159, 160, 215  
    simental, 50, 51, 52  
    Limousine, 50, 51, 52  
    Ongole, 50, 52

    sapi peranakan ongole, 42, 44, 154  
    sapi peranakan *ongole* Kebumen, 54  
sekam, 65  
silase, 153, 161, 211, 216  
singkong, 124, 125, 192, 193, 197, 198, 199  
sistem integrasi tanaman-ternak, 4, 5, 6, 7, 15, 18, 190  
    sistem integrasi padi-sapi, 11, 18  
    sistem integrasi padi-ternak, 9  
sistem pertanian, 3, 4, 30  
sistem pertanian bioindustri, 14, 21, 22  
*soil fatigue*, 26  
*soil sickness*, 26  
sorgum, 193, 194, 195, 197, 198, 199, 200  
Strategi Induk Pembangunan Pertanian, 11, 18, 19, 35, 37, 49, 59, 185  
substitusi pakan, 184

## T

teknologi *flushing*, 55  
Teori Malthus, 3

## U

Urine, 149, 151, 152

## V

varietas unggul baru, 41, 43, 46, 128

## Z

*zero waste*, 26, 198



## SEKILAS TENTANG PENULIS

- Afrizal Malik.** Peneliti Madya bidang Sosial Ekonomi Pertanian pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. zea\_rizal@yahoo.co.id
- Agus Hermawan.** Peneliti Utama bidang Sistem Usaha Pertanian pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. ags\_hermawan@yahoo.com
- Agus Supriyo.** Peneliti Utama bidang Kesuburan dan Biologi Tanah pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. agsupriyo@yahoo.com
- Agus Sutanto.** Penyuluh Pertanian Madya bidang Mekanisasi Pertanian pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. susanto\_009@yahoo.com
- Aryana Citra K.** Peneliti Muda bidang Budidaya Tanaman pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. aryanacitra@yahoo.co.id
- Budi Utomo.** Peneliti Madya bidang Produksi Ternak pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. utomobudi@yahoo.co.id
- Eman Supratman.** Litkayasa bidang Budidaya Tanaman pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. emansupratman10@gmail.com
- Forita Dyah Arianti.** Peneliti Madya bidang Sistem Usaha Pertanian pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. dforita@yahoo.com
- Gama Noor Oktaningrum.** Penyuluh Pertanian Pertama bidang Teknologi Hasil Pertanian pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. okta\_arum@yahoo.co.id
- Heri Kurnianto.** Peneliti Pertama bidang Budidaya Ternak pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. kurniantoheri@litbang.pertanian.go.id
- Indrie Ambarsari.** Peneliti Muda bidang Teknologi Pasca Panen pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. indrie\_ambarsari@yahoo.com
- Intan Gilang Cempaka.** Peneliti Pertama bidang Pemuliaan Tanaman pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. intangilangcempaka@gmail.com

- Joko Pramono.** Peneliti Madya bidang Agronomi. pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [maspramono\\_64@yahoo.com](mailto:maspramono_64@yahoo.com)
- Jon Purmiyanto.** Litkayasa Pelaksana Lanjutan bidang Budidaya Ternak pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [jonpurmiyanto@gmail.com](mailto:jonpurmiyanto@gmail.com)
- Muryanto** Peneliti Utama bidang Produksi Ternak pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [mur\\_antok@yahoo.com](mailto:mur_antok@yahoo.com)
- Renie Oelviani.** Peneliti Muda bidang Sistem Usaha Pertanian pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [re.oelviani@gmail.com](mailto:re.oelviani@gmail.com)
- Restu Hidayah.** Calon Penyuluh Pertanian bidang Pasca Panen Peternakan pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [restuhidayah2016@gmail.com](mailto:restuhidayah2016@gmail.com)
- Rini Nur Hayati.** Peneliti Pertama bidang Budidaya Ternak pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [rininur\\_bptp@yahoo.com](mailto:rininur_bptp@yahoo.com)
- Sarjana.** Peneliti Madya bidang Sistem Usaha Pertanian pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [sarjana\\_aiatej@yahoo.com](mailto:sarjana_aiatej@yahoo.com)
- Subiharta.** Peneliti Utama bidang Produksi Ternak pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [subiharta@gmail.com](mailto:subiharta@gmail.com)
- Sudadiono.** Litkayasa Pelaksana Lanjutan bidang Budidaya Ternak pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [dadionoyon@gmail.com](mailto:dadionoyon@gmail.com)
- Suryanto, R.** Penyuluh Pertanian Pertama bidang Budidaya Tanaman pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [suryanto.bptp@gmail.com](mailto:suryanto.bptp@gmail.com)
- Syamsul Bahri.** Penyuluh Pertanian Madya bidang Sosial Ekonomi Pertanian pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Litbang Pertanian. [syamsulbhri@gmail.com](mailto:syamsulbhri@gmail.com)

# BIOSIKLUS TERPADU PADI-SAPI DI LAHAN IRIGASI

**V**isi pembangunan pertanian Indonesia ke depan berdasarkan dokumen Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) tahun 2013 - 2045 adalah *terwujudnya sistem pertanian bioindustri berkelanjutan yang menghasilkan beragam pangan sehat dan produk bernilai tambah tinggi dari sumberdaya hayati pertanian dan kelautan tropika*. Pada periode kedua (2015-2019), sasaran yang harus dicapai adalah terbangunnya fondasi sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan sebagai sistem pertanian terpadu yang berdayasaing, ketahanan pangan dan kesejahteraan petani. Salah satu pendekatan yang digunakan pada periode kedua adalah pertanian biosiklus di perdesaan.

Buku **Biosiklus Terpadu Padi-Sapi di Lahan Irigasi** ini menjabarkan konsep pertanian biosiklus dan hasil kajian inovasi teknologi pada prototipe pertanian-bioindustri berkelanjutan di Kebun Percobaan Bandongan, Kabupaten Magelang dengan basis komoditas padi-sapi sesuai dengan agroekosistem dominannya.

Buku ini menegaskan bahwa biosiklus terpadu dapat diterapkan di tingkat petani, sebagaimana ditulis pada buku sebelumnya (**Pengembangan Bioindustri di Tingkat Petani**). Buku ini juga menunjukkan bahwa bioindustri tidak sekedar integrasi antara tanaman dan ternak, tetapi merupakan upaya pemanfaatan seluruh organisme atau sumberdaya hayati yang ada. Inovasi teknologi yang dikemukakan dalam buku ini sangat aplikatif dan memenuhi prinsip-prinsip pertanian bioindustri. Prinsip-prinsip tersebut adalah pertanian dengan sesedikit mungkin limbah, input produksi dari energi dari luar, serta pengolah biomasa dan limbah menjadi bio-produk baru, terpadu dan ramah lingkungan, serta menjadi kilang biologi berbasis iptek.



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Jalan Ragunan No. 29, Pasarmingu, Jakarta 12540  
Telp. +62 21 7806202, Faks.: +62 21 7800644

