

## SISTEM PERTANIAN TERPADU BIOCYCLOFARMING SEBAGAI ALTERNATIF TEKNOLOGI BUDIDAYA PERTANIAN RENDAH EMISI GAS RUMAH KACA UNTUK MITIGASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM GLOBAL

Munandar<sup>1)</sup>, Fritra Gustiar<sup>2)</sup>, Yakup<sup>1)</sup>, dan Renih Hayati<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Fakultas Pertanian Univertas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32,  
Ogan Ilir 30662, Sumatera Selatan, [munandar\\_mun@ymail.com](mailto:munandar_mun@ymail.com)

<sup>2)</sup> Balai AgroTeknologi Terpadu Palembang (ATP) Kementrian Riset dan Teknologi,  
Jl Raya Palembang-Prabumulih KM 45, Ogan Ilir 30662,Sumsel

---

### Abstrak

Sektor pertanian menawarkan potensi sebagai mitigator dampak perubahan iklim. Sistem pertanian terpadu biocyclofarming (BCF) merupakan sistem yang memadukan tanaman-ternak diatur bersinergi sehingga terjadi siklus biologis. Karakteristik sistem BCF terkait dengan mitigasi dampak perubahan iklim adalah: adanya pengembalian limbah organik ke lahan, daur ulang yang memanfaatkan limbah, sistem pertanian tanpa limbah dengan menginstalasi bio-digester yang menghasilkan biogas. Makalah ini membahas sistem pertanian BCF berbasis tanaman jagung-ternak, dan mengevaluasi dampak aplikasinya terhadap penambatan C dalam tanah dan tanaman serta terhadap penurunan emisi gas CH<sub>4</sub>. Hasil kajian menunjukkan pengembalian bahan organik ke lahan meningkatkan penambatan CO<sub>2</sub> dalam tanah dalam bentuk bahan organik tanah. Peningkatan C organik tanah berdampak positif terhadap kesuburan tanah, produksi biji dan biomas tanaman. Kandungan carbon tanah meningkat dari 2,04% atau setara dengan CO<sub>2</sub> tertambat 40,80 ton/ha, menjadi 3,32% atau setara dengan 66,40 ton/ha pada tahun ke-6 aplikasi BCF, terjadi peningkatan carbon dalam tanah sebesar 3,65 ton/ha/th atau setara dengan penambatan 12,28 ton/ha/th gas CO<sub>2</sub>. Produksi biji jagung meningkat dari 2,1 t/ha menjadi 5,9 t/ha pada tahun ke 5 aplikasi BCF. Total biomasa tanaman meningkat dari 6 t/ha menjadi 16,8 (ton/ha). Sistem daur ulang teknologi BCF yang memanfaatkan limbah dari system usahatani yang satu menjadi input produksi usahatani menghasilkan produk yang menyimpan carbon merupakan teknologi mitigasi penambatan carbon dengan memperlambat konversi carbon menjadi gas CO<sub>2</sub> atmosfer. Instalasi biodigester dalam teknologi BCF yang memanfaatkan limbah kotoran ternak guna menghasilkan biogas serta modifikasi ransum pakan pada ternak sapi merupakan teknologi mitigasi yang mampu menurunkan emisi gas CH<sub>4</sub> dari kegiatan budidaya ternak sapi.

*Kata kunci: perubahan iklim, gas rumah kaca, mitigasi, pertanian terpadu biocyclofarming*

---

### Pendahuluan

Salah satu masalah umat manusia terkait penyediaan pangan adalah adaptasi terhadap perubahan iklim global dan upaya mengurangi sektor pertanian sebagai kontribusi utama emisi GRK. Perubahan iklim global (*global warning*) merupakan hal yang tidak dapat dihindari, dan berdampak serius terhadap produktivitas pertanian dan ketahanan pangan nasional. Selain yang

menerima dampak negative dari perubahan iklim global, pertanian dipersalahkan sebagai sumber emisi gas rumah kaca (GRK) yang menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim global. Sector pertanian yang terdiri dari kegiatan produksi tanaman dan peternakan memberikan kontribusi 14% terhadap total emisi global GRK. Pertanian memberi kontribusi terhadap emisi tiga jenis gas rumah kaca nyang

utama, yaitu CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O dan CH<sub>4</sub>. (Smith, *et al.*, 2007; Smith and Olesen. 2010; Nigli, *et al.* 2009; Ching, 2011).

Tantangan sektor pertanian dalam konteks menghadapi perubahan iklim global adalah mengurangi emisi GRK dengan cara melakukan upaya strategi mitigasi. Mitigasi adalah intervensi manusia yang bertujuan untuk mengurangi emisi GRK terutama N<sub>2</sub>O dan CH<sub>4</sub> dan aksi yang akan meningkatkan penambatan GRK atmosfer terutama CO<sub>2</sub> dalam berbagai bentuk penimbunan carbon (sink) dalam bahan organic tanah dan biomass tanaman. Sektor pertanian berperan positif dalam membantu mengurangi CO<sub>2</sub> di atmosfer, dengan cara menambatkan atau menyimpan carbon dalam vegetasi tanaman, dan dengan meningkatkan kandungan carbon dalam tanah dalam bahan organic tanah. Caranya adalah dengan melakukan praktek budidaya konservasi yang dapat menambah lebih banyak carbon dikembalikan ke lahan dan memperlambat laju proses konversi carbon dalam bahan organic menjadi gas CO<sub>2</sub>. (Smith, *et al.*, 2007; Smith and Olesen. 2010). Salah satu alternative teknologi pertanian tersebut adalah sistem pertanian terpadu biocyclo-farming (BCF). System ini memadukan tanaman dan ternak diatur bersinergi sehingga terjadi siklus biologis. Karakteristik sistem BCF terkait dengan teknologi mitigasi GRK adalah: sinergi daur ulang yang memanfaatkan limbah, pengembalian limbah ke lahan pertanian, sistem pertanian yang tanpa limbah dengan menginstalasi fasilitas biogester yang menghasilkan biogas (Mae-Won Ho, 2006). Makalah ini melaporkan kajian yang membahas sistem pertanian BCF berbasis tanaman jagung-ternak yang ramah iklim, dampak aplikasinya BCF terhadap penambatan emisi gas rumah kaca CO<sub>2</sub> oleh tanah dan tanaman serta terhadap penurunan gas CH<sub>4</sub>.

## Bahan dan Metoda

Kajian dilakukan di Balai AgroTechnoPark Palembang, Kementerian Negara Riset dan Teknologi, Palembang Sumatera Selatan. Instalasi BCF terdiri lahan jagung, instalasi peternakan, kompos dan biogas, budidaya jamur, cacing dan sayuran, dan kolam budidaya ikan. Data yang disajikan berdasar pada hasil kajian aplikasi BCF selama 6 tahun, sejak mulai dibuka awal pada tahun 2003 sampai dengan tahun ke 6. Lahan yang digunakan merupakan lahan marginal bekas perkebunan kelapa. Sampel tanah diambil awal kajian dan selama kajian dikompositkan dan dianalisa di Laboratorium Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Komponen kesuburan yang diamati selama 6 tahun aplikasi BCF adalah : C-organik, pH, , kandungan N, P-Bray dan Ca. Setiap tahun, pertanaman jagung ditanam dengan jarak tanam 65 x 20 cm, diberi pupuk kotoran sapi 5 ton/ha, pupuk dasar 100 kg/ha ZA, 100 kg/ha SP 36 dan 50 kg/ha KCI serta pupuk susulan 250 kg/ha Urea. Produksi biji pipilan kering, janggel dan jerami jagung diperoleh dari rata-rata produksi per tahun. Berdasarkan hasil analisa C organik tanah dan total biomasa jagung (biji, janggel dan jerami), maka penambatan CO<sub>2</sub> di dalam tanah yang ditanami jagung dan penambatan CO<sub>2</sub> oleh tanaman jagung dihitung. Menurut McConkey, *et al.*, (2005) setiap 1 ton carbon organic yang ditambatkan dalam tanah atau tanaman ekuivalen dengan 3,667 ton CO<sub>2</sub> atmosfer. Data penurunan emisi gas CH<sub>4</sub> dari ternak sapi didasarkan pada hasil percobaan modifikasi pakan pada ternak sapi. Perlakuan modifikasi komposisi bahan kering ransum yang diberikan pada ternak sapi : 60% Hijauan + 40% Konsentrat; D : 40% Hijauan + 60% Konsentrat; E: 20% Hijauan + 80% Konsentrat.

**Hasil dan Pembahasan**

**Instalasi Sistem Pertanian Terpadu BioCycloFarming (BCF)**

Sistem pertanian terpadu BioCyclo-Farming (Gambar 1) merupakan sistem memadukan unsur tanaman dengan unsur ternak sedemikian rupa sehingga dua unsur ini menjadi bersinergi satu dengan yang lainnya dan terjadi siklus biologis. Pada instalasi pertanian terpadu BCF skala petani 2,25 hektar, lahan ditata untuk rumah petani, lahan sekitar pekarangan digunakan untuk kandang

sapi menampung 8 ekor, kandang unggas 200 ekor, instalasi budidaya jamur dan cacing, instalasi biogas, tempat pengolahan silase dan pupuk organik. Instalasi biogas terdiri dari tabung biodigester (2 m<sup>3</sup>) terbuat dari bahan fiber yang ditimbun dalam tanah yang menampung kotoran sapi yang telah diencerkan dengan cara dicampur dengan air. Gas metan yang dihasilkan dari biodigester dialirkan dengan pipa paralon ke tabung plastic (1 m<sup>3</sup>), yang terhubung dengan kompor untuk masak.



Gambar 1. Bagan alir Sistem Pertanian Terpadu Biocyclofarming (BCF) berbasis Tanaman Pangan – Ternak

Jagung dipanen bijinya dan limbahnya berupa jerami, dedak dan janggel/tongkol jagung. Biji/buah dipanen dan di olah menjaadi bahan pakan ternak, ikan dan industri pangan. Limbah biomasa jerami dapat dikeringkan menjadi hay atau difermentasi terlebih dahulu menjadi jerami fermentasi (silase) untuk pakan sapi, dan media budidaya jamur merang. Dedak jagung (bagian halus limbah proses pemipilan jenggel jagung) secara langsung atau difermentasi terlebih dahulu dapat digunakan untuk ransum sapi dan unggas, dicampur dengan serbuk gergaji dimanfaatkan menjadi

media budidaya jamur tiram, guna menghasilkan jamur untuk konsumsi dan sisa log jamur untuk bahan pupuk organik Janggel tonggol jagung setelah di haluskan (di chruser) dan difermentasi dapat diberikan sebagai ransum sapi. Selanjutnya, ternak sapi dan unggas menghasilkan daging, susu dan telur yang dapat dikonsumsi atau dijual ke pasar.

Ternak sapi dan unggas juga menghasilkan limbah kotoran. Selanjutnya limbah kotoran ternak sapi dan ungas dapat dibuat kompos, bahan biogas dan vermikompos (budidaya cacing). Limbah kotoran sapi dan

unggas dimanfaatkan menjadi media budidaya cacing, menjadi pakan ikan, dan dimasukkan kedalam instalasi biodigester. Kotoran ternak sapi yang ditampung dalam biodigester guna menghasilkan biogas (gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>) untuk bi, oenergi, memasak dan penerangan. Setiap hari satu biodigester menghasilkan bioga yang cukup untuk memasak selama 4 jam. Kotoran ternak yang dimanfaatkan untuk budidaya cacing menghasilkan cacing untuk obat dan pakan serta limbah vermikompos. Limbah kotoran ternak, log bekas budidaya jamur, limbah cair buangan biodigester dan vermikompos selanjutnya diolah menjadi pupuk organik. Limbah bahan organik pupuk kandang, ngbuangan biogas, media jamur dan vermikompos dibuat pupuk organik dan dikembalikan ke lahan sebagai pupuk pengganti pupuk kimia pada budidaya tanaman jagung dan sayuran. Rantai kegiatan proses produksi yang diuraikan pada sistem pertanian terpadu BCF menunjukkan bahwa sistem produksi ini merupakan system pertanian ramah lingkungan biocyclofarming terkait dengan strategi mitigasi GRK adalah: adanya sinergi daur ulang secara biologi yang efektif dari bahan limbah sisa tanaman; Limbah dari system usahatani yang satu menjadi input usahatani yang lain; ketergantungan yang tinggi terhadap sumberdaya local, sedikit menggunakan pupuk dan pestisida sehingga lebih efisien (Ching, 2011). Pengelolaan zero waste tanpa limbah, yaitu dengan menginstalasi fasilitas bio-digester untuk menghasilkan biogas (Energi Terbarukan). Sistem ini juga mencakup didalamnya berbagai usahatani budidaya tanaman, peternakan dan ikan. Sistem

ini akan mengatasi ketahananann pangan dan masalah lingkungan melalui diversifikasi usahatani yang beragam dan pengelolaan limbah menjadi biogas dan input produksi (Mae-Won Ho,2006)

### **Teknologi BCF menambatkan CO<sub>2</sub> dalam bentuk carbon bahan organik tanah**

Karakteristik terpenting manfaat aplikasi sistem pertanian terpadu BCF terhadap penambatan CO<sub>2</sub> atmosfer adalah pengembalian bahan organik dalam bentuk pupuk organik kotoran ternak ke lahan. Pupuk organik kotoran ternak mengandung 40-60% carbon, pemberian pupuk orgaik kotoran ternak ke lahan akan meningkatkan penambatan carbon organik dalam tanah. Data dampak aplikasi teknologi BCF selama 6 tahun pertama terhadap kandungan C organik tanah dan ekuivalensi jumlah carbon gas CO<sub>2</sub> yang tertambat dalam tanah ditunjukkan pada Tabel 1.

Tanah yang digunakan kajian ini mempunyai sifat fisik dengan kandungan pasir tinggi (65,44 %). liat (18,84 %), dan debu (16,74 %) rendah, menunjukkan kelas tekstur lempung berpasir. Hasil kajian menunjukkan terjadinya peningkatan rata-rata kandungan carbon organik dan jumlah penambatan gas CO<sub>2</sub> atmosfer dalam tanah. Kandungan carbon organik dalam tanah yang pada tahun pertama aplikasi hanya 2,04% atau setara dengan CO<sub>2</sub> tertambat 40,80 ton/ha, meningkat menjadi 3,32% atau setara dengan 66,40 ton/ha pada tahun ke-6 aplikasi, setiap tahunnya rata-rata terjadi peningkatan carbon dalam tanah sebesar 3,65 ton/ha, atau setara dengan penambatan gas CO<sub>2</sub> dalam tanah 12,28 ton/ha.

Tabel 1. Dampak penerapan Sistem Pertanian Terpadu Biocyclofarming terhadap kandungan bahan organik dan penambatan GRK CO<sub>2</sub> dalam tanah

Tahun Aplikasi	C organik Tanah (%)	Carbon tertambat dalam tanah (ton/ha)	Peningkatan Carbon tanah per tahun (ton/ha)	Keterangan
1	2,04	40,80		Tanpa pupuk organik
2	3,17	63,40	22,60	
3	3,36	67,20	3,80	Pupuk organik 5 ton/ha di aplikasi
4	3,68	73,60	6,40	pada setiap tahun
5	4,19	83,80	10,20	jagung
6	3,32	66,40	-17,40	
Rata rata selama 6 tahun			3,65*	
Ekuivalen CO <sub>2</sub> atmosfer yang diserap			12,28	

\*1 ton carbon bahan organik ekuivalen dengan 3,667 ton CO<sub>2</sub> (McConkey, *et al*, 2005)

Penambatan carbon merupakan proses transfer CO<sub>2</sub> di atmosfer ke dalam tanah melalui pengembalian residu tanaman dan bahan organik padatan lainnya dan menambatkannya dalam bahan organik tanah, yang tidak segera diemisikan kembali ke atmosfer dalam bentuk gas CO<sub>2</sub>. Tingkat kandungan carbon tanah dan penambatan CO<sub>2</sub> pada lahan pertanaman jagung dengan mengaplikasikan teknologi BCF relatif cukup dibandingkan dengan yang dilaporkan oleh Franzluebbbers dan Doraiswamy (2004), yang hanya sekitar 10 ton/ha, waktu aplikasi 20 tahun. Sumber carbon pada sistem BCF ini bukan hanya dari pupuk organik yang diaplikasikan tetapi juga berasal dari residu tanaman dan akar tanaman. Penambatan carbon dalam tanah dengan mengaplikasikan sistem BCF merupakan proses penambatan carbon yang alami, efektif, dan ramah lingkungan. Jumlah carbon tanah juga bervariasi setiap tahunnya, barangkali menunjukkan terjadi pengurangan bahan organik tanah akibat dekomposisi oleh mikroorganisme tanah. Sekali carbon tertambat dalam tanah, maka carbon akan tetap dalam tanah, selama penggunaan lahan di restorasi, tanah dikelola tanpa olah tanah, dan diikuti dengan tindakan budidaya praktis yang baik. (Sundermejer Ian, Randall

Reeder and Rattan Lal 2004). SOC hilang dari lahan melalui proses dekomposisi oleh mikroorganisme, erosi permukaan, dan tersimpan dalam tubuh tanaman dan hewan. Selama proses dekomposisi, OC hilang dari tanah sebab mikroorganisme mengkonversi hampir setengah dari bahan organik menjadi gas CO<sub>2</sub>. Tanpa ada penambahan input bahan organik, OC dalam tanah akan menurun dengan berjalannya waktu karena mikroorganisme akan selalu mendekomposisi bahan organik tanah. Penambatan tergantung kepada tipe tanah (liat menambat lebih banyak daripada tanah berpasir), tergantung iklim, curah hujan dan suhu tinggi akan memicu proses dekomposisi. (Franzluebbbers and Doraiswamy 2004).

Pemberian pupuk organik pada lahan pertanaman pada sistem BCF juga berdampak positif pada peningkatan kesuburan tanah (Tabel 2). Peningkatan C tanah berpengaruh positif terhadap pH, kandungan N, P dan Ca tanah. Setelah aplikasi BCF terjadi peningkatan pH tanah, yaitu dari 4,9 pada tahun pertama menjadi 5,96 pada tahun ke 4, yaitu tahun 2006. Kandungan unsur hara N relatif bervariasi, namun kandungan P Bray meningkat dari 6,89 ppm pada tahun pertama, tetap rendah pada tahun

kedua (3,75%), mulai meningkat menjadi 25,1 ppm pada tahun ketiga, 57,7 ppm pada tahun keempat, dan mencapai 91,1 ppm pada tahun kelima. Kandungan

hara Ca meningkat berturut-turut selama lima tahun adalah: 0,42; 0,70; 0,62; 0,55 dan 1,14 cmol/kg.

Tabel 2. Dampak penerapan Sistem Pertanian Terpadu BCF terhadap beberapa parameter kesuburan tanah.

Tahun Aplikasi	pH tanah	Kandungan N tanah (%)	P Bray tanah (ppm)	Ca dd (Cmol/kg)
Awal	4,90	0,27	6,89	0,42
1	4,84	0,23	3,75	0,70
2	5,52	0,39	25,1	0,62
3	5,96	0,21	57,75	0,55
4	5,35	0,23	91,1	1,14
5	5,80	0,29	40,35	0,75

### **Teknologi BCF memacu penambatan CO<sub>2</sub> atmosfer oleh tanaman melalui peningkatan proses pertumbuhan, produksi biji dan biomass tanaman**

Peningkatan kandungan carbon organik dan kesuburan tanah berdampak pada proses penyerapan dan penambatan CO<sub>2</sub> atmosfer tanaman. Penambatan CO<sub>2</sub> dari atmosfer oleh tanaman jagung melalui proses fotosintesis menghasilkan berbagai biomolekul yang kemudian ditimbun menjadi biji, tongkol buah dan biomass brangkasan/jerami. Produksi jagung meningkat dari 2,1 t/ha pada tahun pertama saat pertamakali lahan datanami, menjadi 3,18 t/ha tahun ke 2, 3,5 t/ha tahun ke 3, 5,2 t/ha tahun ke 4, 5,8 t/ha tahun 2007 dan 5,9 t/ha pada tahun ke 5 (Tabel 3). Total biomasnya meningkat dari 6 t/ha menjadi 16,8 (ton/ha). Total produksi biomassa tanaman dan serapan CO<sub>2</sub> meningkat setiap tahunnya sejak mulai diaplikasikan teknologi BCF masing-masing sebesar 2,16 dan 7,92 ton/ha. Kajian ini menunjukkan fakta bahwa tanah yang mengandung banyak bahan organik lebih produktif dibanding tanah yang sama yang kandungan bahan organiknya sedikit. Perbaikan teknologi budidaya dengan meningkatkan

kandungan C organik dan kesuburan tanah dapat memacu pertumbuhan tanaman yang selanjutnya berdampak pada peningkatan proses fotosintesis penyerapan CO<sub>2</sub> dari atmosfer oleh tanaman. Proses mitigasi dengan menerapkan teknologi pertanian terpadu BCF dapat memperbaiki kualitas sumberdaya tanah dan memacu produktivitas agronomi. Pengembalian pupuk organik dan kotoran ternak juga akan berdampak pengurangan penggunaan pupuk anorganik khususnya nitrogen, yang bersumber pada bahan fosil. Aplikasi teknologi BCF yang mengembalikan pupuk organik (kotoran ternak) ke lahan merupakan teknik mitigasi yang mengurangi Emisi GRK berkurang karena carbon disimpan dalam tanah dan dalam bentuk (carbon) biomas tanaman.

### **Teknologi BCF menambat carbon melalui penyimpanan CO<sub>2</sub> dalam berbagai produk organik dan memperlambat transformasi carbon menjadi gas CO<sub>2</sub>**

Seperti ditunjukkan pada Gambar 1, sistem BCF merupakan sistem sinergi mendaur ulang secara biologi dari bahan limbah. Limbah dari system usahatani yang satu menjadi input usahatani yang lain (Ching, 2011). Limbah jenggel dan

brangkasan jagung menjadi input proses produksi pembuatan pakan ternak, budidaya jamur. Limbah kotoran ternak menjadi input produksi pakan ikan, budidaya cacing dan instalasi biogas, sisa limbah residu tanaman, log jamur, kotoran ternak, limbah cairan biogas, bekas media budidaya cacing merupakan by-produk yang menjadi input produksi proses pengomposan untuk pembuatan pupuk organik. Kegiatan siklus

pemanfaatan limbah biomass pada sistem BCF guna menghasilkan product yang menyimpan lain merupakan kegiatan menambatkan CO<sub>2</sub> atau menyimpan carbon yang cukup lama dalam produk bahan organik dan proses yang dapat memperlambat konversi carbon menjadi gas CO<sub>2</sub> yang akan lepas ke atmosfer, serta merupakan kegiatan yang memacu transformasi carbon menjadi bahan organik tanah.

Tabel 3. Dampak penerapan Sistem Pertanian Terpadu BCF terhadap produksi biomas dan serapan CO<sub>2</sub> oleh tanaman

Tahun aplikasi ke	Komponen Produksi biomassa (ton/ha)			Total Biomassa (ton/ha)	Ekuivalen CO <sub>2</sub> atmosfer yang diserap (ton/ha)
	Hasil jagung biji pipilan	Janggal (tongkol)	Brangkasan Jerami		
Awal	2,1	1,4	2,5	6,00	22,00 *
1	3,2	2,1	3,8	9,10	33,36
2	3,5	2,3	4,2	10,0	36,67
3	5,2	3,4	6,2	14,8	54,27
4	5,8	3,8	6,9	16,5	60,50
5	5,9	3,8	7,1	16,8	61,60
Rerata peningkatan/th	0,76	0,48	0,92	2,16	7,92

\*1 ton carbon bahan organik ekuivalen dengan 3,667 ton CO<sub>2</sub>(McConkey, *et al*, 2005)

### Teknologi BCF mengurangi emisi gas CH<sub>4</sub> dari limbah kotoran ternak dengan menginstal biodigester menghasilkan bioga

Limbah kotoran ternak dan bahan organik lain merupakan sumber gas CH<sub>4</sub>. Limbah yang menumpuk disekitar kandang dalam kondisi anaerob akan memproduksi gas rumah kaca CH<sub>4</sub> yang akan diemisikan ke atmosfer. Instalasi tabung biodigester pada sistem BCF yang memproses secara biologi limbah organik yang akan menghasilkan biogas. Biogas adalah campuran dari beberapa gas, (60% CH<sub>4</sub> dan 40% CO<sub>2</sub>) yg dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi tanpa oksigen (anaerob). Biogas dapat menyalakan bunga api, dgn energi 6400-6600 kkal/m<sup>3</sup> sehingga

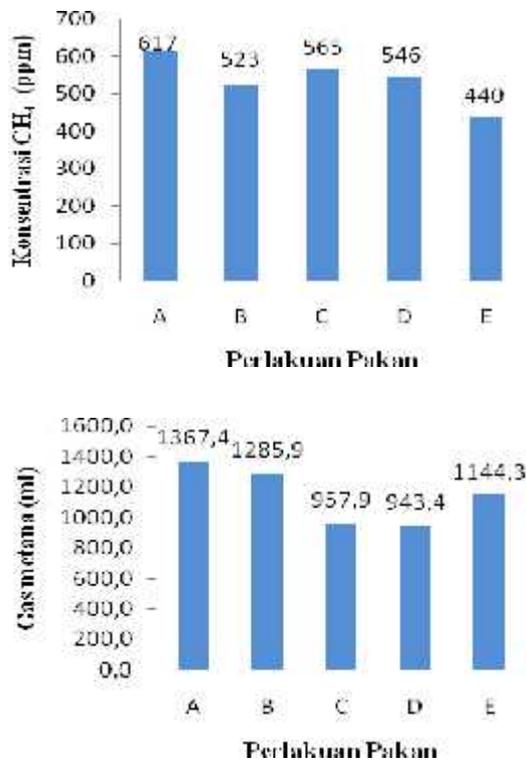
dapat dijadikan sumber energi alternatif yg ramah lingkungan dan terburukan, digunakan digunakan sbg bahan bakar gas (BBG) utk memasak, pemanas, penerangan dan penggerak generator pembangkit energi listrik. Produksi biogas pada kondisi anaerob didalam tabung biodigester terdiri dari beberapa tahap: 1. proses hydrolysis polimer bahan organik yang kompleks menjadi molekul organik monomer yang lebih sederhana; 2. proses fermentasi senyawa sederhana seperti gula, asam lemak dan asam amino melalui reaksi oksidasi anaerobik dan bantuan bakteri acetogenesis menghasilkan asam acetat; 3. asam acetat akan dirombak oleh bakteri methanogenesis menghasilkan gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. Teknologi BCF yang memanfaatkan limbah organik dengan

instalasi biodigester guna menghasilkan biogas merupakan teknik mitigasi yang dapat mengurangi atau menurunkan emisi gas rumah kaca CH<sub>4</sub> ke atmosfer.

**Teknologi BCF Mengurangi emisi gas CH<sub>4</sub> dari ternak sapi dengan memodi-fikasi komposisi pakan**

Gas CH<sub>4</sub> dari pernafasan ternak sapi yang ransum pakannya dimodifikasi menunjukkan tertinggi (617 ppm), ditemukan pada sapi dengan pakan A (100% rumput); gas CH<sub>4</sub> paling rendah

(440 ppm) terdapat pada sapi dengan perlakuan pakan E (80% konsentrat) yaitu sebesar (Gambar 2a). Volume gas metana yang terkandung dalam feces ternak sapi dengan memperhitungkan jumlah feces dari ternak perlakuan, maka perlakuan A (100% rumput) akan berpotensi menghasilkan volume gas metana paling tinggi yaitu 1367,4 ml sedangkan potensi volume gas metana paling rendah ditemukan pada perlakuan D (60% konsentrat) yaitu 943,4 ml (Gambar 2b).



Gambar 2. Konsentrasi gas metana dari pencernaan sapi dan dalam feces sapi menurut perlakuan komposisi pakan yang diberikan

**Kesimpulan**

1. Merupakan alternatif teknologi mitigasi dampak perubahan iklim yang dapat menambatkan gas CO<sub>2</sub> atmosfer melalui kegiatan pengembalian pupuk organik dari residu tanaman dan limbah ternak ke lahan guna menyimpan carbon dalam bahan organik tanah, dan dalam biji/buah dan biomasa tanaman.
2. Sistem daur ulang dalam teknologi BCF yang memanfaatkan limbah dari system usahatani yang satu menjadi input usahatani yang lain dan menghasilkan produk organik yang

menyimpan carbon merupakan teknologi mitigasi yang menanamkan carbon dengan memperlambat konversi carbon menjadi gas CO<sub>2</sub> yang akan lepas ke atmosfer, serta merupakan kegiatan yang memacu transformasi carbon menjadi bahan organik tanah.

3. Instalasi biodigester dalam teknologi BCF yang memanfaatkan limbah kotoran ternak guna menghasilkan biogas serta modifikasi ransum pakan pada ternak sapi merupakan teknologi mitigasi yang mampu menurunkan emisi gas CH<sub>4</sub> dari kegiatan budidaya ternak sapi.

#### **Ucapan Terimakasih**

Kami menyampaikan terima kasih kepada Direktur P2M Dikti, Rektor, Ketua Lembaga Penelitian dan Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas bantuan dana dan izin penelitian, serta kepada Balai ATP Palembang Kementerian Riset dan Teknologi atas kerjasamanya.

#### **Daftar Pustaka**

Ching, Li Lim. 2011. Mitigating and Adaptation to Climate Change through Ecological Agriculture. Environmental & Development Series 11. TWN Third World Network Penang Malaysia.

Franzluebbers, Alan J. 2005. Carbon Sequestration and Land Degradation. Soil Tillage Res. 83:120-147

Mae-Won Ho. 2006. How to beat climate Change and be food and energy Rich- Dream Farm 2. Word Magazine, May-June 2006. Vol. 19 No 3. Institute in Science on Society.

McConkey, B., B.C. Liang, G. Padbury and W. Lindwall. et al, (2005). Carbon Sequestration and direct seeding. Semiarid Prairie Agricultural Research Center, Agriculture and Agrifood Canada.

Nigli, U. FlieBbach, A., Hepperly, P. and Scialabba, N. 2009. Low Green Agriculture: Mitigation and Adaptation Potential of Sustainable Farming Systems. FAO. April 2009. Rev. 2-2009.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, D., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scoles, B., O. Sitotenko. 2007. Agriculture, in Metz, B., Davidson, O. R., Bosch, P. R., Dave, R. and Meyer, L. A. (eds). Climate Change 2007. Mitigation. Contribution of Working Group III to Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, UK and New York NY USA.

Smith, P. and J. E. Olesen. 2010. Climate Change and Agriculture: Synergies between the mitigation of, and adaptation to, climate change in Agriculture. The Journal of Agricultural Science. Online publication June 07 2010.

Sundermejer, I., R. Reeder and R. Lal 2004. Carbon management and Sequestration. Science. 11(1623-1627).