

KAJIAN MODEL PERTANIAN EFISIEN KARBON BERBASIS TANAMAN PADI

(Assessment of Rice Based Carbon Efficient Farming Model)

Ade Ruskandar

¹Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Jalan Raya 9 Sukamandi-Subang 41256

ABSTRAK

Komponen utama ICEF adalah pemanfaatan hasil samping (*by product*) pertanian dan pengintegrasian beberapa sub sistem untuk meningkatkan nilai tambah *by product* tersebut menjadi pupuk organik, pembenah tanah, pakan ternak dan bahan bakar terbarukan. Ternak sapi dan tanaman padi merupakan dua unsur yang saling bersinergi satu sama lain. Tanaman padi memerlukan unsur hara dan lahan subur untuk hidup sedangkan ternak memerlukan pakan. Kajian model ICEF dilakukan di KP Sukamandi dengan luas lahan sawah 100 ha dan pemeliharaan ternak sapi dalam kandang kelompok sebanyak 124 ekor. Kajian dilaksanakan 2 tahun dari 2011-2012. Hasil kajian ICEF di Sukamandi menunjukkan bahwa sistem pertanian efisien karbon berbasis padi dapat meningkatkan produksi beras 300% dari 155 ton menjadi 619 ton per tahun dalam luasan 100 ha. Di samping itu sistem pertanian efisien karbon juga meningkatkan efisiensi penggunaan air berkisar 30-48%, dari 0,9-1,5 kg/m³ menjadi 1,2-2,2 kg/m³ melalui penerapan irigasi berselang. Namun demikian fluks CH₄ pada berbagai perlakuan pengairan menunjukkan pola yang beragam karena bahan organik yang diaplikasikan masih relatif kecil. Lebih lanjut sistem pertanian efisien karbon berbasis padi mampu meningkatkan nilai tambah jerami untuk pakan ternak dan berpengaruh positif terhadap produktivitas ternak dengan suplementasi tepung gamal dan ikan. Pertambahan berat sapi berkisar antara 433-600 gram/hari.

Kata kunci: pertanian efisien karbon, padi, sapi, hasil samping, kompos

ABSTRACT

The main ICEF component is the utilization of by-product and the integration of several sub agricultural systems to increase the value-added of by-product into organic fertilizer, soil conditioner, animal feed and renewable fuels. Livestock and rice crop are the two elements that work in synergy with each other. Rice plants require nutrients and fertile ground for growing, while cattle require feed. Assessment of ICEF model was carried out in Sukamandi experimental station on 100 ha land and cattle raising under collective stable for 124 cows during 2011-2012. The results showed that the icef model could increase the rice milled production up to 300% from 155 ton to 619 ton annually under 100 ha rice filed.. In addition, icef also increased water use efficiency by 30-48%, from 0,9-1,5 kg/m³ to 1,2-2,2 kg/m³ through intermittent irrigation method. However, CH₄ emission under various treatments were varied due to the limited application of manure. Furthermore, icef increased value added of straw for feed and positively influenced the cattle productivity through supplementation of gliricidae and fish flour. The increment of cattle wieight ranged 433-600 g/day.

Keyword: *carbon efficient farming, rice, cattle, by product, manure*

PENDAHULUAN

Pembangunan pertanian Indonesia ke depan dihadapkan pada tantangan bagaimana meningkatkan produksi dan memantapkan ketahanan pangan nasional yang berkelanjutan dan meningkatkan kesejahteraan petani, sekaligus juga harus menjaga keberlanjutan (*sustainability*) dan kelestarian sumberdaya, serta tercapainya *millenium development goals* (MDG's) yang mencakup penurunan angka kemiskinan, pengangguran dan rawan pangan. Sementara itu pada skala global, sektor pertanian dituntut untuk meningkatkan kepedulian terhadap ancaman pemanasan global melalui usaha adaptasi dan mitigasi penurunan emisi gas rumah kaca (GRK). GRK terdiri dari gas CO₂, CH₄, N₂O, dan tiga gas-gas industri yang mengandung fluor (HFC, PFC, dan SF₆). Efek dari GRK akan meningkatkan suhu permukaan bumi yang menyebabkan pemanasan global, yang akhirnya mengakibatkan perubahan iklim yang sangat ekstrem di bumi.

Tantangan nasional dan global tersebut diharapkan dapat dijawab melalui pengembangan pertanian efisien karbon (*Indonesian carbon efficient farming, ICEF*) atau pertanian hijau (*green farming*). Pertanian hijau merupakan bagian dari program *green economy* yang memprioritaskan pertumbuhan ekonomi dengan tetap memperhatikan kelestarian lingkungan. ICEF dapat didefinisikan sebagai sistem pertanian yang memanfaatkan secara optimal karbon yang dikandung oleh bahan organik sisa tanaman dan limbah ternak sehingga memberikan nilai tambah berupa peningkatan produktivitas, pendapatan petani dan efisiensi energi serta penurunan emisi gas rumah kaca dan perbaikan lingkungan.

Komponen utama ICEF adalah pemanfaatan hasil samping (*by product*) pertanian dan pengintegrasian beberapa sub sistem untuk meningkatkan nilai tambah

hasil samping tersebut menjadi pupuk organik, pembenah tanah, pakan ternak dan bahan bakar terbarukan. Melalui penerapan ICEF diharapkan penggunaan pupuk buatan, energi tidak terbarukan, serta emisi GRK dan pencemaran lingkungan dapat dikurangi. Sistem pertanian yang mirip dengan ICEF dalam skala tertentu (mikro) mungkin sudah mulai diterapkan, namun belum berkembang dan belum diterapkan dalam skala ekonomi.

METODOLOGI

1. Lokasi dan Tata Letak Kajian

Lahan sawah yang dirancang dengan model *Indonesian Carbon Efficient Farming (ICEF)* seluas 100 ha, terdiri dari sekitar 67 ha yang dikelola oleh Koperasi dengan tujuan produksi benih dan konsumsi dan 33 ha dikelola oleh KP Sukamandi sebagai lahan penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Denah lahan sawah dan kandang ternak sapi peranakan Ongole pada Model ICEF di Sukamandi

Sawah ditanami dengan pola padi-padi-bera dan cara tanam yang diterapkan adalah sistem tanam jajar legowo 4:1. Varietas padi ditanam pada MK 2011 pada lahan yang dikelola oleh Koperasi adalah Inpari 1, Inpari 13, Ciherang, dan Mekongga sedangkan pada lahan penelitian yang dikelola oleh KP Sukamandi ditanam beberapa varietas padi yang sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu Inpari 10, Situ Bagendit, Sintanur, Inpari 7, Mekongga dan Ciherang (Blok F2), Inpari 13, Inpari 6, Inpari 1, Bondoyudo dan Sarinah (Blok E2), Display varietas dan Galur padi sawah (Blok D2) dan penelitian padi hibrida (Blok C1). Pengolahan tanah sawah pada setiap musim dilakukan secara sempurna dengan menggunakan traktor tangan (*hand tractor*).

Pengelolaan air pada pertanaman padi sawah sebagian besar dilakukan dengan sistem *intermittent* dan pemupukan menggunakan dosis 60-83,5 kg N/ha (dari sumber urea dan Phonska), 15 kg P₂O₅/ha dan 15 K₂O/ha (dari sumber

Phonska). Sebagian besar jerami padi ditinggalkan di lahan dan hanya sebagian kecil dari batang padi terbawa oleh proses perontokan. Sisa batang padi dari *thresher* dibakar sebelum dilakukan pengolahan tanah.

2. Pengukuran Gas Rumah Kaca

Pengambilan sampel gas rumah kaca dilakukan secara purposive sesuai dengan tujuan penelitian yaitu pemanfaatan limbah pertanian untuk model pertanian ICEF. Variabel yang menjadi pertimbangan pemilihan lokasi adalah input berupa penggunaan bahan organik, varetas padi, kondisi air, serta hasil padi. Selain bahan organik yang berasal dari pemanfaatan limbah hasil pertanian dan ternak, varietas padi dan pengairan dijadikan pertimbangan karena faktor ini berpengaruh pada emisi gas rumah kaca. Plot yang diukur berjumlah 6 plot dengan ulangan 5 kali (Tabel 1).

Tabel 1. Deskripsi plot pengambilan sampel

Plot	Bahan Organik	Varietas	Kondisi air R	Hasil (t/ha)	Lokasi	Luas (ha)	Tanggal tanam
1	BO setara 5 ton/ha	Hibrida	Tergenang	6-7	Plot 32	5	9 nov 2011
2	BO setara 5 ton/ha	Ciherang	Intermittent	6-7	Plot 34	2,3	9 nov 2011
3	BO berupa jerami mentah	Ciherang	Intermittent	6-7	Belakang saung agro	14,2	9 nov 2011
4	BO setara 5 ton/ha	Inpari 1,6, 13, Hipa 5 dan Hipa 6	Intermittent	6-7	Visitor Plot	1,0	10 nov 2011
5	Tanpa BO	Inpari 13	Intermittent	6-7	Blok G2 (barat kantor,	40	15 nov 2011
6	Tanpa BO	Ciherang	Intermittent	6-7	Belakang perumahan	10,5	15 nov 2011

Pengukuran emisi gas menggunakan cara manual. Sampel gas diambil pada tiga fase pertumbuhan tanaman padi yaitu fase anakan aktif, fase primordia dan fase berbunga. Contoh gas diambil pada pagi hari mulai jam 06.00 pagi. Keluaran contoh gas CH₄ ditampung dalam boks ukuran 50 x 50 x 103 cm, sedangkan contoh gas CO₂ dan N₂O ditampung dalam boks ukuran 20 x 40 x 30 cm. Pengambilan contoh gas menggunakan jarum suntik polypropylen ukuran 10 ml dengan interval waktu 3,6,9,12,15,18,21 dan 24 menit untuk gas CO₂ dan CH₄ dan 5,10,15,20,25, 30 dan 35 menit untuk sampel gas N₂O. Sampel gas dianalisis dengan kromatografi gas (GC). Analisis gas CH₄ menggunakan GC Shimadzu 8A yang dilengkapi dengan *Flame Ionization Detector* (FID), dan analisis gas N₂O menggunakan GC Shimadzu 14A yang dilengkapi dengan *Electron Capture Detector* (ECD). Sedangkan analisis gas CO₂ menggunakan Micro GC Varian CP4900 yang dilengkapi dengan *Thermal Conductivity Detector* (TCD).

3. Pengukuran Produktivitas Ternak Sapi

Pengukuran produktivitas ternak dilakukan terhadap 15 ekor sapi PO dengan jenis kelamin betina dan dalam kondisi tidak bunting. Sapi yang digunakan memiliki bobot hidup 307 ± 32 kg. Ternak ditempatkan dalam kandang individu yang dilengkapi tempat pakan dan tempat air minum. Sapi diberi pakan dasar berupa jerami padi kering dan konsentrat, dan sebagai perlakuan ditambahkan tepung daun gamal dan tepung ikan untuk meningkatkan kadar protein kasar konsentrat. Ada 3 perlakuan yang diuji yaitu: RK (Ransum kontrol) = jerami padi + konsentrat RK; RG = jerami padi + konsentrat RG (yang mengandung tepung gamal) dan RI = jerami padi + konsentrat RI (yang mengandung tepung ikan). Imbangan antara jerami dan konsentrat yang diberikan sebesar 50:50. Air untuk minum selalu tersedia di tempat air minum. Pengamatan dilakukan selama 8 minggu dan pengumpulan data diawali dengan 2 minggu masa adaptasi pakan. Pakan percobaan diberikan dua kali dalam sehari, yaitu pagi jam 07.00 dan siang jam 15.00. Pertumbuhan ternak percobaan dihitung berdasarkan penimbangan bobot hidup ternak setiap minggu sebelum diberi pakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil utama dan hasil samping padi sawah.

Dalam kajian ini, masing-masing petani kooperator mengusahakan lahan seluas 1 ha dengan menanam benih varietas Ciherang, Inpari 1, Inpari 13, Inpari 10, Mekongga dan IR 64 yang dikelola dengan sistem tandur jajar legowo 4:1 dan sistem irigasi *intermittent*. Hasil gabah kering panen (GKP) padi dengan cara pengelolaan petani mencapai 12,64 t gabah kering panen/ha/tahun atau setara dengan 6,32 t/ha (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil utama dan hasil samping beberapa varietas padi dengan pola padi-padi-bera di KP Sukamandi, Subang.

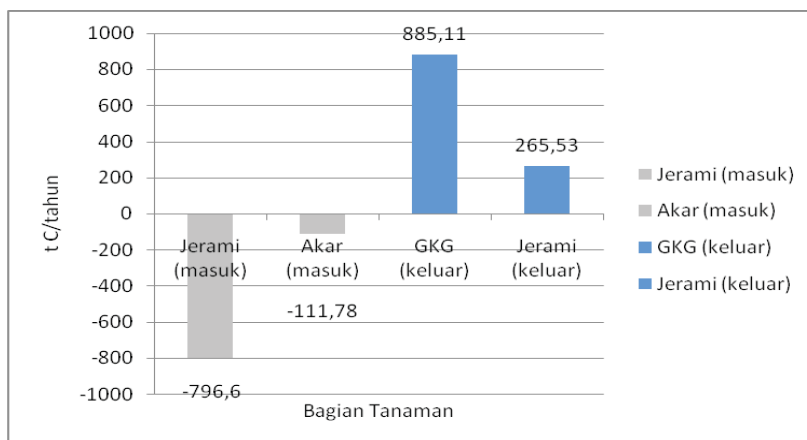
Petani	Varietas	Luas (ha)	Hasil (t/ha)			Hasil samping (t/ha)		
			GKP (k.a. 20%)	GKG (k.a. 14%)	Beras	Dedak	Jerami	Akar
1	Ciherang 1	1	14,0	9,8	6,9	2,9	16,8	1,1
2	Ciherang 2	1	14,2	9,9	7,0	3,0	17,0	1,1
3	Ciherang 3	1	12,8	9,0	6,3	2,7	15,4	1,0
4	Inpari 1	1	13,6	9,5	6,7	2,9	16,3	1,0
5	Inpari 10	1	14,6	10,2	7,2	3,1	17,5	1,0
7	Inpari 13	1	14,4	10,1	7,1	3,0	17,3	1,8
8	IR 64	1	15,8	11,1	7,7	3,3	19,0	1,8
9	Mekongga	1	14,4	10,1	7,1	3,0	17,3	1,2
Rata-rata		1	12,64	8,85	6,20	2,66	15,17	1,12
	Luas Lahan ICEF	100	1.264,44	885,11	619,58	265,53	1.517,3	111,78

Keterangan : Gabah:Jerami= 1:1,2. Dengan hasil 6 t GKP/ha, rata-rata berat akar sebesar 2,5 t

Tabel 2 menunjukkan bahwa lahan sawah Model ICEF di BB Padi Sukamandi (100 ha) yang diusahakan sebanyak 2 musim menghasilkan 1.264,44 t GKG/tahun yang setara dengan 885,11 t GKG/tahun. Produksi padi sawah tersebut dijual dalam bentuk gabah atau beras sehingga hasil serapan C dalam proses fotosintesis berupa gabah, sekam, beras dan dedak keluar dari sistem. Sedangkan jerami padi (1.517,3 t/tahun) dan akar tanaman padi (111,78 t/tahun) sebagai *by product* dalam sistem usahatani padi sawah sebagian besar kembali ke lahan. Jerami padi merupakan hasil sekuistrasi/serapan C melalui proses fotosintesis yang dapat dikembalikan secara langsung ke lahan atau sebagai pakan ternak yang akan menghasilkan kohe sebagai bahan baku *digester* gas bio, dimana *sludge* dan *slurry* hasil samping pembuatan gas bio tersebut dapat dikembalikan lagi ke lahan.

Sistem usahatani padi sawah model ICEF di BB Padi Sukamandi menghasilkan karbon (C) melalui proses fotosintesis berupa gabah kering (885,11 t GKG/tahun), jerami kering (sekitar 1.517,3 t/tahun) dan akar kering (111,78 t/tahun). Komponen *by product* (dedak) dari hasil gabah yang dijual berupa benih atau beras (sekitar 75%) ke luar dari sistem. Jerami padi (*by product*) yang dihasilkan diprediksi hanya digunakan sebanyak 25% (265,5 t/tahun) sebagai pakan ternak dan keluar dari sistem karena pupuk kandang tidak dikembalikan ke lahan, sedangkan sisa jerami sebanyak 1.251,5 t/tahun dan akar tanaman kembali ke lahan/sistem.

Dengan asumsi bahan organik mengandung 50% karbon (C), Tabel 1 menunjukkan bahwa total C yang diserap dalam sistem usahatani padi sawah seluas 100 ha mencapai 2.059 t C/tahun. Dari total C yang dihasilkan, sebesar 44,12% C kembali ke lahan dan 55,88% C hasil serapan proses fotosintesis berupa beras, dedak dan sebagian jerami keluar dari sistem (Gambar 2).



Gambar 2. Siklus dan Neraca C pada Sistem Usahatani Padi Sawah di BB Padi Sukamandi

Jumlah C yang ke luar dari sistem sebesar 11,77 % lebih besar dibandingkan dengan C yang kembali ke sistem. Keadaan ini merupakan indikasi yang bisa digunakan sebagai prediksi bahwa kondisi kesuburan tanah sawah di BB Padi Sukamandi, khususnya kandungan C-organik tanah akan terus menurun sejalan dengan bertambahnya waktu pengelolaan.

2. Hasil utama dan hasil samping ternak sapi.

Pemeliharaan sapi PO pada model CEF di BB Padi Sukamandi pada awalnya sebanyak 100 ekor. Pada tahun 2011 dihasilkan 20 ekor anak sapi dan pada tahun 2012 berkembang menjadi 124 ekor seperti tertera pada Tabel 3. Berat badan rata-rata dari 124 ekor sapi tersebut adalah 264,25 kg/ekor dan menghasilkan kohe sebanyak 655 t/tahun.

Tabel 3. Jumlah ternak, kebutuhan pakan dan produksi kotoran (Kohe) Model ICEF di BB Sukamandi, 2012.

Kelas Ternak	Jumlah Ternak (ekor)	Berat badan (kg)	Kebutuhan Pakan (t/tahun)	Kotoran Hewan (kohe)	
				kg/ekor/hari	t/tahun
Betina Dewasa	76	446	1.237,2	15	416,1
Jantan Dewasa	4	356	51,9	15	21,9
Sapi Muda	20	225	164,3	10	73,0
Anak sapi	24	30	26,3	6	144
Jumlah	124	1057	1.479,7	46	655

Keterangan : Kebutuhan pakan = 10% berat badan/ekor/hari, Sumber : Ruskandar et al. (2011).

Pemeliharaan sapi sebanyak 124 ekor untuk tujuan reproduksi memerlukan ketersediaan sumber pakan yang memadai. Pada model integrasi tanaman ternak berbasis padi sawah irigasi tersebut, sumber pakan yang tersedia *in situ* adalah jerami padi yang diberikan pada pagi dan sore hari secara *adlibitum* dengan rata-rata konsumsi jerami padi sebanyak 11 kg/ekor/hari. Dengan total jerami padi yang dapat dihasilkan dari lahan sawah seluas 100 ha di BB Padi Sukamandi sebanyak 1.517,3 t/tahun dapat mencukupi kebutuhan pakan (1.475,3 t/tahun) untuk 124 ekor sapi. Namun demikian, konsumsi pakan jerami padi yang diberikan tergolong terlalu tinggi dibanding dengan kebutuhan pakan sapi jantan dengan berat 300 kg yang dianjurkan oleh Perry (1995), yaitu sekitar 2,4% (7,2 kg/ekor/hari) dengan kandungan protein pakan 8,6%. Nilai nutrisi dan pencernaan jerami padi relatif rendah, yaitu kandungan protein <5% dan pencernaan <50% (Van Soest, 2006). Oleh karena itu, untuk sapi yang diberi pakan dasar berserat tinggi dan mengandung protein yang sangat rendah seperti jerami padi perlu diberi suplemen sumber protein untuk mendukung aktivitas rumen mikroba agar pencernaan serat dapat optimal.

Dari pengukuran terhadap 15 ekor sapi yang memiliki rata-rata bobot hidup yang sama untuk setiap kelompok diperoleh pertambahan bobot hidup seperti tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Bobot hidup sapi awal, akhir pengamatan dan PBHH

Bobot Sapi	Perlakuan					
	RK		RG		RI	
BH awal (kg)	306,90	± 37,23	308,90	± 33,51	306,00	± 32,97
BH akhir (kg)	323,00	± 33,55	336,10	± 42,50	332,10	± 34,05
PBHH (kg/hari)	0,433	± 0,03	0,600	± 0,16	0,532	± 0,13
Konversi ransum	18,65a	± 0.30	14,03b	± 3,47	15,78b	± 4,48

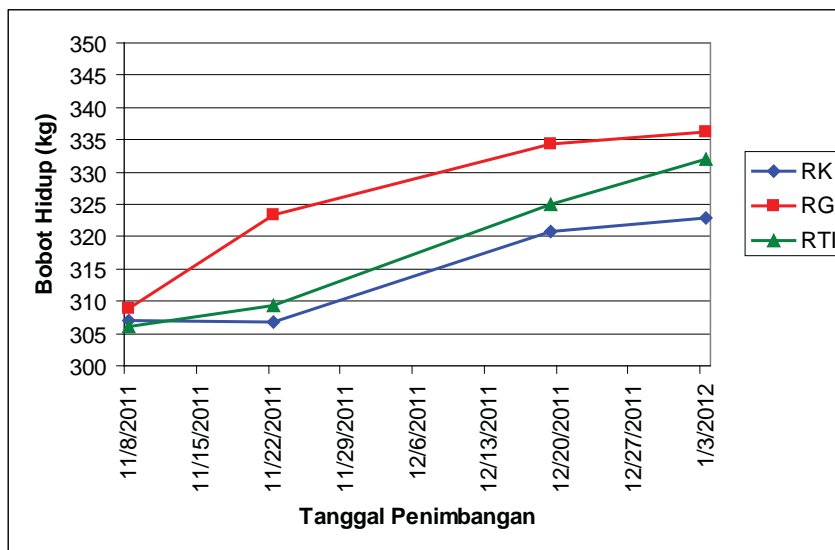
Keterangan: Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Meningkatnya kadar protein konsentrat (PK) dan gross energy (GE) dalam ransum gamal (RG) menghasilkan konsumsi PK dan GE yang tinggi pula. Peningkatan konsumsi energi dan protein ini menghasilkan pertambahan bobot hidup yang lebih baik yaitu 600 g/hari pada kelompok RG dan 532 g/hari pada kelompok ransum ikan (RI) dibandingkan dengan kelompok kontrol yaitu sebesar 433 g/h. Peningkatan pertambahan bobot hidup harian (PBHH) tercatat sebesar 38,57% setelah penambahan tepung daun gamal dan sebesar 22,86% setelah penambahan tepung ikan.

Nilai PBHH pada sapi betina PO sebesar 600 g/hari dapat dikategorikan cukup karena imbangannya antara jerami padi dan konsentrat 50:50. Laporan sebelumnya oleh Purnomoadi *et al.* (2007) menyebutkan bahwa sapi jantan PO dengan pemberian ransum yang terdiri dari 30% jerami padi dan 70% konsentrat menghasilkan PBHH 620 g/hari, sedangkan bila imbangannya jerami padi dan konsentrat diubah menjadi 50:50 maka PBHH yang dihasilkan menurun menjadi 450 g/hari. Hasil ini sejalan dengan laporan oleh Abdulrazak *et al.* (1997) dan Norton *et al.* (1992) bahwa suplementasi daun gamal pada level 15 sampai 30 % meningkatkan pertambahan bobot badan ternak lima sampai sembilan kali dari kelompok kontrol pada sapi yang diberi pakan basal tanaman limbah jagung.

Walaupun secara statistik tidak berbeda, lebih tingginya PBHH dari sapi yang mendapat ransum RG mengindikasikan penggunaan pakan yang lebih efisien, yang ditunjukkan oleh nilai konversi pakan (konsumsi BK/PBHH) yang paling rendah. Nilai konversi ransum RG sebanding dengan ransum RI, namun berbeda dengan RK ($P < 0,05$). Penambahan tepung gamal dan tepung ikan secara nyata meningkatkan efisiensi penggunaan pakan oleh ternak untuk produksinya. Ternak yang diberi jerami dan konsentrat saja memerlukan 18,65 gram bahan kering untuk setiap gram kenaikan bobot hidupnya. Sedangkan setelah penambahan tepung gamal dan tepung ikan, pakan yang diperlukan hanya 14,03 g dan 15,78 g untuk setiap gram kenaikan bobot hidup. Konversi BK dan BO tercerna untuk pertambahan bobot hidup menunjukkan tingkat efisiensi penggunaan pakan.

Terlihat bahwa penambahan tepung gamal menurunkan nilai konversi pakan sebesar 36,56% (untuk BK tercerna) dan 34,12% (untuk BO tercerna) lebih besar dibandingkan penambahan tepung ikan sebesar 21,49% (untuk BK tercerna) dan 20,75% (untuk BO tercerna). Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan tepung gamal dan tepung ikan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pakan oleh ternak. Penelitian oleh Bolagun dan Otchere (1995); Tangendjaja *et al.* (1992) menunjukkan peningkatan efisiensi dari pakan yang berkualitas rendah sampai 32% dan 65% setelah dilakukan suplementasi oleh *shrub legumes* kaliandra dan lamtoro sampai level 30% dan 40% dari total bahan kering ransum. Sedangkan suplementasi oleh gamal sampai level 15% dari BK pakan meningkatkan feed efisiensi sampai 71%. Peningkatan efisiensi dapat mencapai 83% setelah suplementasi gamal ditingkatkan menjadi 30% (Abdulrazak *et al.*, 1997). Kondisi ini bisa dilihat dari pola pertumbuhannya (Gambar 3) di mana sapi dengan ransum RK tergambar paling rendah sedangkan sapi dengan ransum RG dan RI lebih tinggi.



Gambar 3. Pola pertumbuhan sapi PO dengan sumber protein berbeda

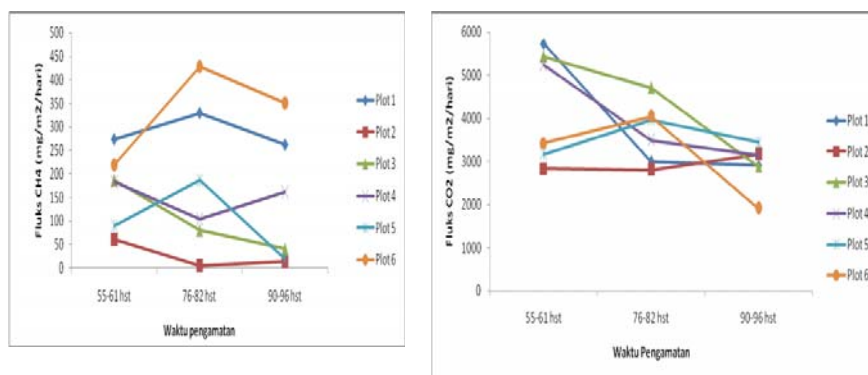
Hasil ini menunjukkan adanya keterkaitan antara peningkatan kandungan protein pakan dengan efisiensi penggunaan pakan. Peningkatan protein pakan sebagai akibat dari suplementasi tepung gamal dan tepung ikan menyebabkan meningkatnya keseimbangan antara ketersediaan nitrogen pakan dan energi pakan yang umumnya ditunjukkan dengan nilai ratio antara konsumsi nitrogen dan jumlah bahan organik tercerna. Ransum RK mempunyai ratio NI:DOMI hanya sebesar 0,02, sedangkan ransum RG dan RI mempunyai rasio NI:DOMI yang sama yaitu 0,03. Efisiensi penggunaan pakan yang optimum dapat dicapai

apabila ratio NI:DOMI sebesar 0,04 (Hogan dan Weston, 1970). Diantara ketiga perlakuan pakan, pakan RK mempunyai ratio NI:DOMI yang terendah sehingga mempunyai efisiensi penggunaan pakan yang terendah.

3. Emisi Gas Rumah Kaca Padi Sawah

Gas methana merupakan salah satu gas di atmosfer yang menyebabkan pemanasan global dan konsentrasinya meningkat dalam 150 tahun terakhir (Monteny *et al.*, 2006). Sumber utama GRK (CH_4 , CO_2 dan N_2O) dalam bidang pertanian adalah pertanaman padi sawah serta pemeliharaan ternak (ternak dan kotorannya).

Pengukuran fluks GRK model ICEF di BB Padi Sukamandi dilakukan oleh peneliti Balingtan pada tahun 2011 (Balingtan, 2011) pada fase anakan aktif, fase primordia dan fase berbunga berdasarkan kriteria penggunaan bahan organik (0 dan 5 t/ha), varietas padi dan sistem pengairan (tergenang dan *Intermitten*). Hasil pengukuran fluks CH_4 dan CO_2 (Gambar 4.) tidak menunjukkan trend yang konsisten karena titik pengambilan contoh gas GRK yang akan dianalisis tidak sejalan dengan kriteria yang digunakan. Fluks CH_4 lebih rendah dibandingkan fluks CO_2 baik pada kondisi tergenang maupun *intermitten*, diduga karena varietas padi yang ditanam memberikan pengaruh yang menonjol terhadap fluks emisi GRK yang diukur. Sedangkan fluks N_2O tidak terdeteksi pada semua plot pengamatan karena emisi N_2O dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain faktor tanah (bahan organik, pH dll), iklim/lingkungan (oksigen) dan tanaman yang diusahakan.



Gambar 4. Fluks CH_4 dan CO_2 pada Sawah Irigasi di BB Padi Sukamandi, 2011

Sumber : Balingtan (2011): Laporan ICEF-GRK

Pengukuran fluks gas GRK model ICEF pada sistem pertanian sawah irigasi di BB Sukamandi perlu dianalisis berdasarkan pendekatan *whole farm approach* untuk menentukan pada lahan yang mana yang perlu dilakukan pengurangan emisi GRK dan *life cycle analysis* untuk mengetahui besarnya emisi GRK pada tingkat produksi padi yang dihasilkan.

Menurut hasil penelitian di Balingtan varietas padi sawah IR-64, Dodokan, Memberamo dan Way Apoburu mempunyai emisi CH_4 lebih rendah, demikian pula, varietas Inpari 1, dan Ciherang, (BBSDLP, 2009 dan Rina *et al.*, 2011). Faktor yang menyebabkan perbedaan emisi gas CH_4 antar varietas padi karena adanya perbedaan memproduksi eksudat akar, jumlah anakan dan kapasitas oksidasi akar (*root oxidizing power*).

4. Emisi Gas Rumah Kaca Ternak Sapi

Emisi CH_4 dari seekor sapi dewasa relatif tidak besar (sekitar 80 hingga 110 kg/th). Dengan pemeliharaan sapi sebanyak 124 ekor diprediksi akan mengemisikan CH_4 sebanyak 11.400 kg/tahun. Jika diasumsikan di Indonesia terdapat 508.633.000 ekor sapi (perah dan penggemukan) maka akan melepaskan sekitar 48.3 juta ton CH_4 /tahun (BPS, 2011).

Fermentasi *enterik* adalah sumber utama produksi CH_4 pada ternak ruminansia yang berkontribusi sebanyak 75-83% dari total produksi CH_4 . Menurut IPCC (1997) tingkat produksi CH_4 bergantung pada tingkat konsumsi pakan, jumlah energi yang dikonsumsi dan komposisi pakan. Kehilangan energi pakan pada sapi dalam bentuk gas methane (CH_4) berkisar antara 2-12 % dari gross energi pakan yang dikonsumsi (Johnson and Johnson, 1995). Sedangkan IPCC tier 2 memperkirakan kehilangan energi sebesar 6% dari gross energi pakan yang dikonsumsi sebagai CH_4 kecuali pada sistem pemeliharaan sapi *feedlot* dimana kehilangan hanya 3,5% dari gross energi pakan yang dikonsumsi (Bauchemin dan McGinn 2006).

Perbaikan manajemen pemberian pakan diharapkan dapat menurunkan produksi CH_4 karena terjadi peningkatan pencernaan pakan, peningkatan efisiensi sintesa mikroba rumen yang pada gilirannya dapat meningkatkan produktivitas sapi. Hasil penelitian perbaikan kualitas pakan jerami padi melalui suplementasi sumber protein dari tepung tanaman gamal dan tepung ikan yang dilaporkan oleh Balitnak (2011) menunjukkan bahwa suplementasi sumber protein tersebut hanya memberikan pengaruh positif terhadap produktivitas ternak dengan kenaikan bobot badan sapi antara 532-600 g/hari tetapi belum terlihat pada pengurangan emisi CH_4 karena level pemberian suplemen protein tersebut belum tepat.

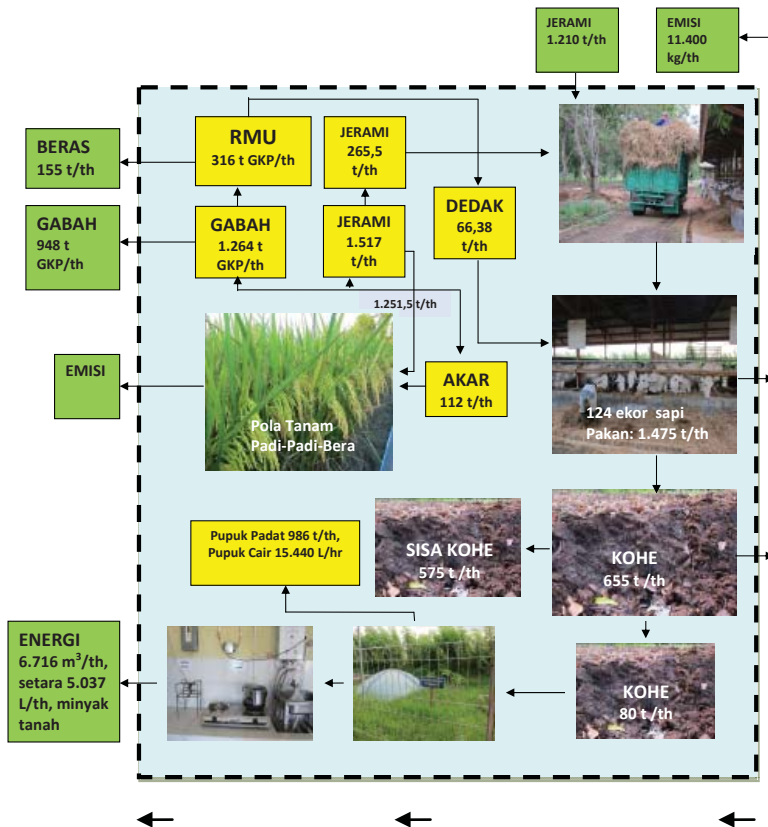
Menurut Monteny *et al.* (2006) terdapat 3 faktor penting dalam produksi CH_4 , yaitu 1) tingkat fermentasi bahan organik, 2) jenis asam lemak mudah terbang (*volatile fatty acid/VFA*) yang dihasilkan dari pakan karena jenis VFA sangat menentukan kelebihan hidrogen yang dihasilkan di dalam saluran pencernaan dan perlunya produksi CH_4 sebagai tempat penampungan kelebihan hidrogen, dan 3) efisiensi biosintesa mikroba sehingga dapat meningkatkan produktivitas ternak per gas methan yang diproduksi.

Penghasil emisi dalam usaha peternakan sapi yang cukup besar adalah sendawa dari sapi dan kotoran yang dihasilkan. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak emisi dari usaha ternak sapi antara lain, memberi pakan dengan bahan

pakan yang rendah emisinya misalnya tanaman legum (gamal, kaliandra, lamtoro) pada dosis yang tepat. Sedangkan emisi yang dikeluarkan melalui kotoran sapi dapat dikurangi bahkan dieliminir dengan mengaplikasikan instalasi biogas. Dengan aplikasi ini akan dihasilkan sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk memasak, penerangan dan bahan bakar generator. Aplikasi biogas ini tidak hanya mengurangi dampak emisi, namun sekaligus menghasilkan sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk mendukung kehidupan masyarakat.

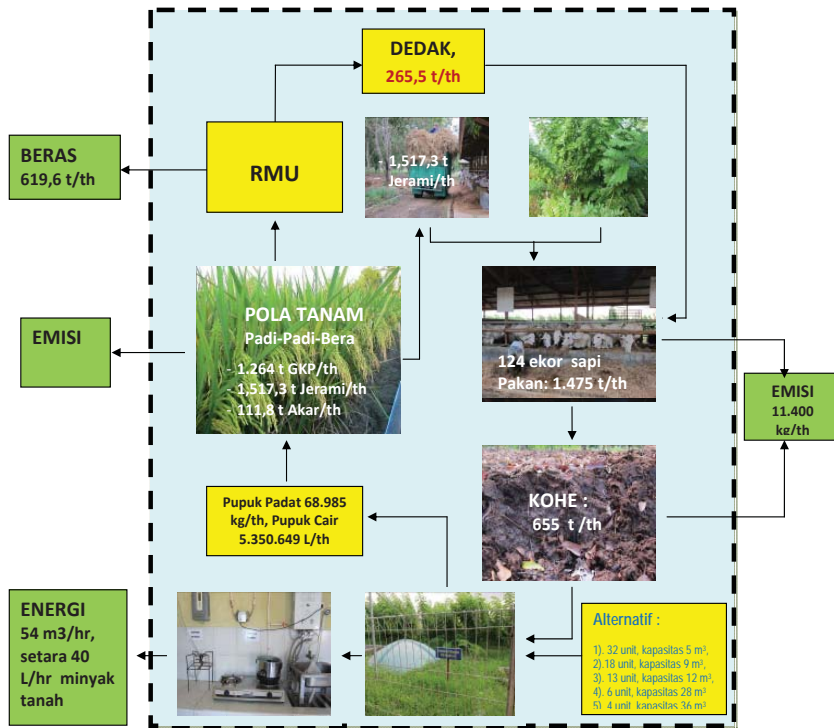
5. Diagram alir eksisting dan pilot plan model ICEF

Keterkaitan antar komponen penyusun sistem usahatani eksisting model ICEF di BB Padi Sukamandi menunjukkan bahwa sistem usahatani tersebut belum sepenuhnya melaksanakan konsep *zero waste*, GRK minimal, produktivitas tinggi, efisiensi penggunaan air dan keuntungan yang tinggi (Gambar 5).



Gambar 5. Diagram alir Model CEF padi irigasi dan ternak eksisting di BB Padi Sukamandi

Untuk mewujudkan sistem usahatani berbasis tanaman padi–ternak dengan konsep pertanian efisien karbon (ICEF), maka seluruh komponen penyusun sistem usahatani tersebut harus dioptimalkan dan diintegrasikan secara holistik. Dengan demikian diharapkan sistem usahatani berbasis padi–ternak tersebut dapat memenuhi konsep *zero waste*, produktivitas tinggi, pendapatan tinggi dan ramah lingkungan (Gambar 6).



Gambar 6. Diagram alir pilot plan model ICEF padi irigasi dan ternak di BB Padi Sukamandi

Perbandingan diagram alir sistem usahatani model ICEF eksisting dan diagram alir *pilot plan* model ICEF di BB Padi Sukamandi merupakan nilai tambah atau peningkatan yang akan dicapai apabila seluruh komponen penyusun sistem usahatani dioptimalkan produktivitas dan pemanfaatannya sehingga tercipta model ICEF yang ideal. Dengan diterapkannya *pilot plan* model ICEF di BB Padi Sukamandi, maka dari 100 ha lahan sawah dengan pola tanam padi-padi-bera yang diintegrasikan dengan 124 ekor sapi serta penanganan *product* dan *by product*, pengelolaan air, pemanfaatan *by product* untuk energi dan pengembalian bahan organik ke tanah, maka akan diperoleh hal-hal sbb:

1. Produksi beras meningkat dari 155 t/tahun menjadi 619 t/tahun beras (meningkat 300 %)
2. Hasil energi meningkat dari 5037 liter/tahun menjadi 14600 liter /tahun minyak tanah (meningkat \pm 200 %)
3. Efisiensi penggunaan air meningkat dari 0,9–1,5 kg/m³ menjadi 1,2–2,2 kg/m³ (meningkat 30–48 %)
4. Produksi pupuk padat meningkat dari 986 t/tahun menjadi 68.985 t/tahun (meningkat 680 %) dan pupuk cair dari 15.440 liter/hari menjadi 5.350.649 liter/th (14659 liter/hari)(meningkat 5 %).
5. Tidak terdapat sisa kohe karena seluruh kohe dipergunakan dan diproses melalui digester dengan kapasitas 160 m³.
6. *By product* berupa jerami tidak diangkut ke luar sistem melainkan diberikan ke ternak sebagai pakan ternak dan atau sebagian diberikan ke dalam tanah

KESIMPULAN

1. Sistem pertanian efisien karbon berbasis padi dapat meningkatkan produksi beras 300% dari 155 ton menjadi 619 ton per tahun dalam luasan 100 ha..
2. Sistem pertanian efisien karbon juga meningkatkan efisiensi penggunaan air berkisar 30-48%, dari 0,9-1,5 kg/m³ menjadi 1,2-2,2 kg/m³ melalui penerapan irigasi berselang. Namun demikian fluks CH₄ pada berbagai perlakuan pengairan menunjukkan pola yang beragam karena bahan organik yang diaplikasikan masih relatif kecil.
3. Sistem pertanian efisien karbon berbasis padi memanfaatkan jerami untuk pakan ternak dan berpengaruh positif terhadap produktivitas ternak dengan suplementasi tepung gamal dan ikan. Pertambahan berat sapi berkisar antara 433-600 gram/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrazak, S. A., R. W. Muinga, W. Thorpe, and E. R. Orskov. (1997). Supplementation with *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* on Voluntary Food Intake, Digestibility, Rumen Fermentation and Live Weight of Crossbred Steers Offered Zea Mays Stover. *Livestock Production Science*. 49: 53-62.
- Balingtan. 2011. Laporan ICEF GRK. 2011. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian 2011.
- Balitnak 2011. Laporan Hasil Pertanian Efisien Karbon Indonesia. Indonesian Carbon Efficient Farming. Tahun Anggaran 2011. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian 2011.

- BBSDLP, 2009. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Inovasi Sumberdaya Lahan. Bogor, 24-25 Nopember 2009. Buku I Kebijakan dan Informasi Sumberdaya Lahan dan Lingkungan Hal 213. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. 2010.
- Bolagun, R. O., and E. O. Otchere. 1995. Effect of Level of *Leucaena leucocephala* in the Diet on Feed Intake, Growth and Feed Efficiency of Yankasa Rams. *Tropical Grasslands*. 29: 150-154.
- BPS. 2011. Statistik Indonesia 2005/2006. Badan Pusat Statistik Jakarta. Indonesia.
- Beauchemin, K.A. and S. M. Mc Ginn. 2006. Effects of various feed additives on the methane emissions from beef cattle. In. *Greenhouse gases and animal agriculture: An update*. International Congress Series. 1293: 152-155. Elsevier.
- Hogan, J. P., and R. H. Weston. 1970. Quantitative Aspects of Microbial Protein Synthesis in the Rumen. In: A. T. Phillipson (ed.) *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*. p 474 - 485. Oriel Press Limited, England.
- IPCC, 1997. IPCC Revised 1996. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, vol. 3, Greenhouse Gas Inventories Reference Manual. IPCC WGI Technical Support Unit, Hadley Center. Meteorological Office, Bracknell.
- Johnson, K. A. , D. E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle, *J. Anim. Sci.* 73: 2483-2492.
- Monteny Gert-Jan, A. Bannink, D. Chadwick. 2006. Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture, Ecosystem and Environment*. 112: 163-170.
- Norton, B. W., F. K. Kamau, and R. Rosevear. 1992. The Nutritive Value of some Tree Legumes as Supplements and Sole Feed for Goats. In: C. Reodechs, S. Sangig and P. Bunyavetchewin (ed.) *Recent Advances in Animal Nutrition No. III*. Thailand. P. 151.
- Perry, Tilden Wayne. 1995. Nutrient requirement of beef cattle. In *Beef cattle feeding and nutrition*. (Tilden Wayne Perrye. Ed) 2nd edition. National Academic Press. pp: 352- 369.
- Purnomoadi, A., B.C. Edy, R. Adiwiranti and E. Rianto, 2007. The performance and energy utilization in Ongole Crossbred cattle rissed under two level supplementation of concentrate to the rice straw. *J. Indon. Trop. Anim. Agric.* 31(1): 1- 4.
- Rina Kartikawati, Helena Lina Susilawati, Miranti Ariani, Prihasto Setyanto. 2011. Teknologi Mitigasi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Lahan Sawah. *Sinar Tani, Agroinovasi Badan Litbang Pertanian, Balingtan*, Edisi 6-12 Maret 2011 No.3400 Tahun XLI.

- Ruskandar, A., Baiq Ulinuha Asiah dan I P. Wardana 2011. Analisis Keragaan Usahatani Efisien Karbon/SIPT. Laporan Akhir Tahun DIPA 2011. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian 2011.
- Tangendjaja, B., E. Wina, T. Ibrahim, and B. Palmer. 1992. Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) Dan Pemanfaatannya. Balai Penelitian Ternak, Indonesia and ACIAR, Canberra, Australia.
- Van Soest, P.J. 2006. Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. *Review. Anim. Feed Sci. Technol.* 130: 137-171.