

EFISIENSI ENERGI DAN PRODUKSI PADA USAHATANI PADI DI LAHAN SULFAT MASAM POTENSIAL

Efficiency of Production and Energy on Rice Farming in Acid Sulphate Soil Potential

Sudirman Umar, Linda Indrayati

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa Jalan Kebun Karet PO Box 31, Loktabat Utara, Banjarbaru 70712
E-mail : sudirman_pbr@yahoo.co.id

ABSTRAK

Lahan rawa pasang surut merupakan lahan alternatif yang potensial untuk mengatasi kekurangan pangan akibat menciutnya lahan subur yang telah beralih fungsi ke penggunaan non pertanian sehingga petani pun semakin tidak menentu dalam mencari pekerjaan. Umumnya dalam usaha pertanian, tenaga kerja petani digunakan mulai dari persiapan lahan hingga kegiatan pascapanen. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Belandean, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan pada bulan April hingga September 2009. Tujuan penelitian untuk mengevaluasi sebaran dan konsumsi energi dalam mengelola usahatani di lahan sulfat masam potensial dengan teknologi introduksi pada musim kemarau. Penelitian dilakukan dengan melakukan penanaman padi unggul dengan teknologi introduksi dan teknologi petani. Analisis konsumsi energi dan biaya usahatani dilakukan untuk semua tahapan proses produksi dengan basis satuan luas (ha). Hasil analisis menunjukkan bahwa budidaya padi di sawah pasang surut lahan sulfat masam potensial secara keseluruhan menggunakan energi fisik (tenaga manusia) tanpa mesin traktor dan perontok sebanyak 253,116,80-195.170,55 k.kal ha⁻¹. Kebutuhan energi total untuk mengelola lahan sulfat masam seluas satu hektar dengan teknologi introduksi sebesar 274.858,90 k.kal ha⁻¹, 1,41 kali lebih besar daripada teknologi petani. Biaya tenaga kerja dengan teknologi introduksi sebesar 56,92 % dari total biaya produksi. Dengan masukan biaya dari energi fisik dan kimia dalam proses produksi, output energi yang dihasilkan sebesar 20.799.900 k.kal ha⁻¹ dan output biaya sebesar Rp.14.325.000 atau kenaikan 48,15%. Berdasarkan masukan energi dan output energi diperoleh efisiensi produksi 9,02% (introduksi) dan 9,73% (petani). Dengan masuknya teknologi introduksi pada sistim usahatani di lahan sulfat masam potensial input energi meningkat 1,54 kali dan produksi 1,15 kali. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pemakaian sarana produksi (berupa bahan kimia) semakin tinggi dan dengan pemanfaatan purun tikus (*eleocharis dulcis*) dan amelioran serta aliran air satu arah input energi dengan teknologi produksi meningkat 54,31%.

Kata kunci: Energi, lahan sulfat masam, padi

ABSTRACT

Tidal swamp land is a potential land to overcome in the future national food security as a result of land conversion. Generally, in farming system, farmer labor is used from land preparation till postharvest. Experiment was conducted at experimental station of Belandean, Barito Kuala regency, South Kalimantan in April until September 2009. The object of experiment was to evaluate distribution and consumption of energy for managing farming system on acid sulphate soil potential with introduction technology at dry season. Energy consumption was analyzed on all steps of production process. Result of analysis showed that rice cultivation on potential acid sulphate soil utilized physical energy (man power) without tractor and power thresher as 253,116.80-195,170.55 k.cal ha⁻¹. Total energy for managing one hectare of that area was 274.858,90 k.cal ha⁻¹ with introduction technology or 1.41 times more than by farmer technology. Comparing with total of cost production, cost of man power with introduction technology was 56,92 %. In production process, by applying input of physical and chemical cost, produced energy output as 20,799,900 k.cal ha⁻¹ and Rp 14,325,000 of cost output or increased as 48.15 %. Based those input and output of energy was obtained production efficiency as 9,02% and 9,73 % for introduction and farmer technology. On farming system in potential tidal swamp the energy input and production increased 1.54 and 1.15 times by addition introduction technology. Result

of evaluation showed that utilization production capital becoming more increase utilization of purun tikus (*eleocharis dulcis*), ameliorant and one way flow, production technology input increased as 54.31%.

Keywords: Energy, acid sulphate land, rice

PENDAHULUAN

Dengan semakin banyaknya lahan-lahan sawah di pulau Jawa yang beralih fungsi ke penggunaan non pertanian, maka sebagai alternatif untuk mengatasi kekurangan pangan berupa beras sebagai bahan makanan pokok adalah dengan memanfaatkan lahan alternatif yang potensial seperti lahan rawa pasang surut, sehingga untuk peningkatan produksi pangan nasional di waktu mendatang tidak lagi mengandalkan lahan-lahan produktif yang ada di pulau Jawa. Luas lahan rawa pasang surut diperkirakan seluas 20,11 juta ha, yang terdiri dari 2,07 juta ha lahan potensial, 6,71 juta ha lahan sulfat masam, 10,89 juta ha lahan gambut dan 0,44 juta ha lahan salin (Balittra., 2011). Selain kondisi biofisik lahan yang marginal masalah lain yang dihadapi petani dalam mengembangkan usahatannya di lahan rawa pasang surut adalah terbatasnya tenaga kerja dan modal (Ananto dkk, 2000). Dengan keterbatasan modal dan tenaga kerja maka peningkatan efisiensi penggunaan energi di bidang pertanian melalui mekanisasi harus diterapkan. Masukan teknologi mekanisasi diharapkan dapat menekan waktu kerja, sehingga dapat menekan penggunaan energi langsung dari tenaga manusia per satuan luas.

Umumnya untuk mengerjakan usahatani padi baik di lahan sawah irigasi maupun tegalan, juga memerlukan tenaga kerja yang banyak serta waktu kerja yang lama. Menurut Umar dan Rina (2001), usahatani padi di lahan pasang surut Sumatera Selatan memerlukan waktu kerja sebesar 793 jam ha⁻¹ atau setara 226.560 k.kal ha⁻¹ selanjutnya Trimulyantara dan Hendriadi, (2004) menginformasikan bahwa kebutuhan tenaga kerja untuk usahatani adalah sebesar 997 jam ha⁻¹.

Di Phillipina, penggunaan tenaga kerja manusia dan hewan dalam memproduksi padi, total input energi sebesar 1.800.000 k.kal ha⁻¹ yang menghasilkan 1.650 kg ha⁻¹ padi setara 6.000.000 k.kal energi makanan (Pimentel. 1976 dalam Taylor dan Francis, 2008). Hasil padi rata-rata di Amerika Serikat adalah 7.367 kg ha⁻¹ (26.5000.000 k.kal). Hasil ini lebih besar dan nyata dibanding dengan sistim usahatani tanaman lainnya. Walaupun demikian input energi yang yang dihasilkan relatif tinggi yakni sebesar 11.800.000 k.kal ha⁻¹ dengan rasio output/input = 2,2:1 (Pimentel, 2006). Selanjutnya bila dibandingkan untuk memproduksi Sorghum di Sudan energi yang digunakan hanya 240 j ha⁻¹ setara dengan 1140 j ha⁻¹ untuk memproduksi jagung di Meksiko (Anonymous, 1974 dalam Taylor dan Francis, 2008.).

Beberapa bentuk teknologi untuk mengatasi permasalahan turunya produksi padi di lahan pasang surut sudah banyak diintroduksikan. Teknologi tata air mikro merupakan salah satu bentuk teknologi yang diperkenalkan untuk mengatasi keterbatasan penyediaan air di musim kemarau. Keracunan besi pada lahan yang ditanami padi juga berdampak pada penurunan hasil padi di lahan pasang surut. Dengan pengaturan tata air disertai penanaman tanaman penyerap unsur besi seperti purun tikus (*eleocharis dulcis*) pada saluran tata air mikro diprediksi dapat memperbaiki kualitas air yang masuk ke petak sawah, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Teknologi introduksi adalah suatu masukan beberapa teknologi berupa pengaturan tata air mikro (sistem satu arah) termasuk pembuatan saluran biofilter, pemanfaatan gulma purun tikus untuk perbaikan kualitas air, amelioran (kompos jerami) diharapkan dapat meningkatkan produksi. Selain itu masukan teknologi alat dan mesin pertanian dalam sistim usahatani padi di lahan pasang surut sangat diharapkan untuk menekan jumlah pemakaian tenaga kerja langsung agar produksi dapat ditingkatkan. Berdasarkan Trimulyantara dan Hendriadi (2004) bahwa usahatani yang menggunakan “*full mechanization*”, energi yang digunakan meningkat 4 kali lipat lebih besar dibanding cara tradisional, sedangkan dengan mekanisasi sebagian penggunaan energi hanya meningkat 1,5 kali. Input biaya *full mechanization* dan mekanisasi sebagian lebih rendah dibanding input biaya dengan cara tradisional. Untuk pertumbuhan dan perkembangan usahatani khususnya, permintaan energi dapat dibagi ke dalam energi langsung dan tidak langsung, yang dapat diperbaharui dan tidak dapat diperbaharui (Alam dkk, 2005). Efisiensi kerja dari sistim pertanian di lahan sulfat masam potensial telah dievaluasi berdasarkan rasio energi antara input dan output karena pada umumnya penggunaan tenaga kerja di lahan pasang surut relatif banyak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan besaran dan sebaran serta konsumsi energi dari rakitan teknologi introduksi antara lain pengaturan tata air, amelioran dan pemupukan dalam mengelola usahatani di lahan sulfat masam potensial,

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga September 2009 di Kebun Percobaan Belandean, Kabupaten Barito Kuala Provinsi Kalimantan Selatan. Penelitian

dilakukan dengan melakukan penanaman padi menggunakan varietas unggul melalui teknologi introduksi yaitu penggunaan alat-mesin, biofilter yang berupa tanaman penyaring purun tikus dan pemberian kompos dan irigasi satu arah serta teknologi petani.

Tabel 1. Besaran energi yang digunakan dalam kegiatan usahatani di lahan sulfat masam potensial. Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan 2009

No.	Uraian	Satuan	Nilai (k.kalori)
1.	Tenaga kerja	HOK	2.000
2.	Padi : - gabah	kg	3.700*
	- produksi	kg	3.630**
3.	Pupuk : - Nitrogen	kg	15.946*
	- P ₂ O ₅	kg	4.127*
	- K ₂ O	kg	3.243*
	- Kompos jerami	kg	3.346***
4.	Herbisida/Pestisida	liter	24.255

Sumber : *) Pimentel, (2006); ** Hashimoto, dkk (1992); *** Winugroho (2007)

Penyiapan lahan dilakukan sesuai dengan perlakuan komponen teknologi yang digunakan. Pada perlakuan paket teknologi introduksi sistem trata air pada petak percobaan ditata dengan sistem aliran air satu arah, menggunakan pintu otomatis. Air dari saluran tersier masuk melalui pintu ke saluran yang ditanami purun tikus selanjutnya diteruskan ke

petakan sawah. Bibit padi varietas Indragiri ditanam setelah semaian berumur 21 hari dengan jarak tanam 20 x 20 cm pada luasan 31 x 32 m.

Adapun parameter yang diukur antara lain Konsumsi energi (k.kal ha⁻¹), Biaya tenaga kerja (Rp/ha). Selanjutnya dalam proses produksi tenaga kerja yang digunakan selama tahapan kegiatan dicatat kemudian dilakukan analisis. Analisis konsumsi energi dan biaya usahatani dilakukan untuk semua tahapan proses produksi dengan basis satuan luas (ha). Energi dan biaya usahatani dihitung sebagai input sedangkan pendapatan usahatani dihitung sebagai output. Berdasarkan perbandingan dari output-input, efisiensi penggunaan energi, produktivitas energi dan perhitungan spesifik energi (Demircan dkk., 2006 ; Satori dkk., 2005), bahwa Efisiensi energi = output energi/input energi (k.kal ha⁻¹), Produktivitas energi = hasil (kg ha⁻¹)/input energi (k.kal ha⁻¹) dan Spesifik energi = input energi (k.kal ha⁻¹)/hasil (kg ha⁻¹).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membedakan paket teknologi introduksi dengan paket teknologi petani adalah adanya kegiatan usahatani menggunakan tata air mikro, biofilter yakni tanaman purun tikus (*eleocharis dulcis*) sebagai penyaring racun besi dan pemberian kompos termasuk alat-mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hari orang kerja (HOK)

Tabel 2. Penggunaan input dan biaya sarana produksi pada usahatani padi pada dua sistem pengelolaan tanaman di lahan sulfat masam potensial, Kabupaten Batola Kalimantan Selatan 2009

No	Komponen masukan	Teknologi introduksi			Teknologi petani		
		Jumlah	k.kal ha ⁻¹	Biaya (Rp/ha) (x 000)	Jumlah	k.kal ha ⁻¹	Biaya (Rp/ha) (x 000)
A. Inputs							
1.	Benih padi (kg/ha)	35,00	280.000,00	105,00	35,00	280.000,00	105,00
2.	Pupuk (kg/ha)						
	Nitrogen	45,00	717.570,00	130,00	45,00	717.570,00	130,00
	P ₂ O ₅	70,00	288.890,00	160,00	70,00	288.890,00	160,00
	K ₂ O	50,00	162.150,00	800,00	25,00	81.075,00	400,00
	- Kompos	2.500,00	901.425,00	450,00	--	--	--
3.	Obat-obatan (l/ha)						
	- Herbisida	1,35	35.169,75	283,50	2,25	54.573,75	472,00
	- Pestisida	9,90	240.124,50	308,25	11,10	269.230,50	486,75
4.	T. Kerja (HOK/ha)						
	- Manusia	128,42	274.858,90	5.504,25	95,07	195.170,55	4.530,25
	- Traktor	1,71	13.817,40	800,00	--	--	--
	- Thresher	1,29	7.924,70	736,50	1,14	7.044,60	654,55
	Total input energi		2.921.930,25	9.669,06		1.893.554,40	6.939,05
B. Outputs							
	Gabah (kg/ha)	5.730	20.799.900	14.325,00	4.990	18.113.700	7.625,00
	Jerami (kg/ha)	16.617	5560.048,20		14.471	4.841.996,60	
	Total output energi		26.359.948,20			18.427.271,60	
	Efisiensi produksi		7,12	1,48		9,56	1,80

dalam menyelesaikan satu periode pertanaman padi dengan teknologi introduksi di lahan sulfat masam potensial menggunakan waktu kerja sebanyak 899,0 j ha⁻¹ atau besaran energi 274.858,90 k.kal ha⁻¹ yang didalamnya termasuk energi dari mesin traktor dan power thresher sebesar 21.742,10 k.kal ha⁻¹. Sedangkan teknologi petani tanpa tata air mikro, biofilter dan kompos, waktu kerja yang digunakan sebanyak 665,50 j ha⁻¹ atau menggunakan besaran energi 195.170,55 k.kal ha⁻¹.

Penggunaan energi dengan cara petani sebesar 71% dibanding teknologi introduksi. Dengan demikian penggunaan energi fisik langsung selama proses produksi di lahan sulfat masam potensial baik teknologi petani maupun teknologi introduksi secara keseluruhan menggunakan energi antara 195.170,55 – 274.858,90 k.kal ha⁻¹ (Tabel 2).

Sedangkan sebaran energi dari awal hingga akhir kegiatan ternyata energi untuk tanam tertinggi (59.997,00 k.kal ha⁻¹) dan (50.997,45 k.kal ha⁻¹) dan energi untuk angkut hasil adalah terendah (1.428,50 k.kal ha⁻¹) dan (1.142,80 k.kal ha⁻¹).

Input energi fisik tanpa traktor dan perontok yang digunakan secara keseluruhan hanya sebesar 253.116,80 k.kal ha⁻¹. Usahatani padi dengan paket teknologi introduksi di lahan sulfat masam terjadi peningkatan input energi sebesar 54,31%.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa dari hasil perhitungan ternyata proporsi terbesar yang menggunakan energi fisik untuk budidaya padi di lahan sulfat masam adalah pada kegiatan tanam untuk teknologi produksi dan teknologi petani sebesar 59.997,00 k.kal ha⁻¹ (21,83%) dan 50.997,45 k.kal ha⁻¹ (26,13%), panen 46.569,10 k.kal ha⁻¹ (16,93%) dan 45.712,00 k.kal ha⁻¹ (23,42%) serta membuat saluran biofilter (teknologi introduksi) 40.000,00 k.kal ha⁻¹ (14,55%). Konsumsi total energi untuk mengelola lahan sulfat masam dengan paket teknologi introduksi seluas satu hektar sebesar 2.921.930,25 k.kal ha⁻¹, sedangkan dengan teknologi petani 1.893.554,40 k.kal ha⁻¹ (Tabel 3).

Dengan menambah beberapa kegiatan yang sesuai dengan teknologi hasil penelitian, ternyata konsumsi energi secara total terjadi peningkatan sebesar 1,54 kali lebih tinggi daripada teknologi petani.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi energi fisik yang digunakan untuk meningkatkan produksi padi ha⁻¹ hanya sebesar 0,09.% (253.116,80 k.kal ha⁻¹) dibanding energi kimia sebesar 49,42% dengan teknologi introduksi (1.443.904,25 k.kal ha⁻¹) dan 74,53% teknologi petani (1.411.339,2% k.kal ha⁻¹). Dukungan energi kimia sangat dominan sehingga penggunaan energi fisik yang terpakai tidak terlihat pengaruhnya walaupun secara nyata konsumsi energi fisik dalam berproduksi di lahan sulfat masam potensial adalah besar, tapi bila dibanding dengan energi kimia, maka nilai kalori yang dihasilkan sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa peran energi kimia dalam memproduksi padi di lahan sulfat masam potensial sangat besar.

Dengan teknologi introduksi, input energi fisik dan energi kimia yang sangat tinggi yang menggunakan dosis pupuk 45 kg N, 70 kg P₂O₅ dan 50 kg K₂O serta pestisida dan herbisida menghasilkan output energi sebesar 20.799.900 k.kal ha⁻¹ dalam bentuk hasil panen 5.730 kg ha⁻¹ gabah kering giling (GKG) sedangkan teknologi petani dengan menghasilkan output energi 18.113.700 k.kal ha⁻¹ dalam bentuk hasil panen 4.990 kg/ha GKG. Dengan paket teknologi introduksi, pengaturan tata air mikro dengan pemanfaatan biofilter purun tikus yang ditanam pada saluran air masuk (irigasi) merupakan faktor pendukung meningkatnya hasil karena dapat menyediakan air untuk kebutuhan tanaman, membuang kelebihan air dan mencegah terjadinya elemen toksik. Selain itu kombinasi pemberian kompos jerami dengan kapur dapat memperbaiki reaksi tanah menjadi lebih baik, meningkatkan ketersediaan unsur hara serta mengaktifkan penambahan hara dari luar.

Bersamaan dengan adanya teknologi introduksi yang diikuti dengan penggunaan alat dan mesin pertanian memperlihatkan adanya dorongan untuk meningkatkan input energi kimia (penggunaan pupuk an-organik) yang dapat menyebabkan output energi yang lebih tinggi. Dengan kata lain adanya teknologi pengaturan masuknya air ke petak sawah melalui penyaringan dengan tanaman purun tikus sebagai biofilter diharapkan tanaman padi dapat tumbuh lebih baik dengan kualitas yang lebih baik. Perbaikan kualitas air dengan sendirinya akan menyebabkan tersedianya unsur

Tabel 3. Penggunaan energi dan biaya, produksi dalam usahatani padi di lahan sulfat masam potensial, Belandean Kab. Batola, 2009

Jenis masukan	Satuan	Teknologi		Peningkatan output/ input	%
		Introduksi	Petani		
Masukan energi	(k.kal)	2.921.930,25	1.893.554,40	1.028.375,85	54,31
Masukan biaya	(Rp.)	9.669.060,00	6.939.050,00	2.730.010,00	39,34
Output energi	(k.kal)	20.799.900,00	18.113.700,00	2.686.200,00	14,83
Output biaya	(Rp.)	14.325.000,00	12.475.000,00	1.850.000,00	14,83
Produksi	(kg/ha)	5.730,00	4.990,00	740,00	14,83

Tabel 4. Hasil input-output energi dan biaya pada usahatani padi di lahan sulfat masam potensial, Belandean Kab. Batola, 2009

No	Macam input	Teknologi		Produksi bahan		Energi output		Rasio output/input	
		Introduksi	Petani	Introduksi	Petani	Introduksi (x 000)	Petani (x 000)	Introduksi	Petani
1.	Masukan energi (k.kal)	274.858,90	195.170,55	1.443.904	1.411.338,8	20.799,90	18.113,70	7,12:1	9,56:1
2.	Masukan biaya (Rp x 000)	9.669,06	6.939,05	2.338,75	1.753,75	14.325,00	12.475,00	1,48	1,80

Tabel 5. Rasio input-output pada produksi padi di lahan pasang sulfat masam potensial, Belandean Kab. Batola, 2009

Uraian	Satuan	Teknologi	
		Introduksi	Petani
Input energi	k.kal ha ⁻¹	2.921.930,25	1.893.554,40
Output energi (padi dan jerami)	k.kal ha ⁻¹	26.359.948,20	18.427.271,60
Hasil biji kering	kg ha ⁻¹	5.730,00	4.990,00
Efisiensi energi		9,02	9,73
Energi spesifik	k.kal kg ⁻¹	509,93	379,50
Produktivitas energi	kg k.kal	0,02	0,05
Energi bersih	k.kal ha ⁻¹	23.438.017,95	16.533.717,20
Rasio output/input		7,12:1	9,56:1

hara dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga terjadi peningkatan hasil. Peningkatan penggunaan energi khususnya energi kimia mengakibatkan terjadinya kenaikan produksi sekitar 740 kg ha⁻¹ atau peningkatan output biaya sebesar Rp 1.850.000,00 ha⁻¹ dicapai karena adanya kenaikan energi produksi sebesar 2.686.200,00 k.kal ha⁻¹ (Tabel 4).

Berdasarkan perhitungan input energi ataupun input biaya ternyata konsumsi energi selama kegiatan proses produksi yang menggunakan teknologi introduksi terjadi peningkatan input energi sebesar 54,31% (1.028.375,85 k.kal ha⁻¹) atau meningkat 1,54 kali. Input biaya yang digunakan selama proses produksi dengan teknologi introduksi sebesar Rp. 9.669.060,00 ha⁻¹ atau sekitar 39,34% lebih besar dibanding dengan teknologi petani dan produksi meningkat 1,15 kali.

Pupuk anorganik dan herbisida yang digunakan sebagai sarana produksi mempunyai nilai kalori yang sangat besar. Jelas terlihat bahwa masukan energi kimia dan biologi untuk usahatani di lahan sawah mempunyai peranan yang besar dalam menghasilkan output energi, namun demikian dalam penggunaannya harus lebih efisien. Untuk memperoleh efisiensi yang tinggi diharapkan dalam mengerjakan usahatani khususnya tanaman padi perlu alternatif penambahan energi biologi sehingga tidak menggunakan energi kimia yang terlalu tinggi, demikian juga dengan energi fisik.

Untuk meningkatkan produksi di lahan rawa pasang surut khususnya lahan sulfat masam, maka penggunaan energi

kimia perlu ditekan khususnya dalam penggunaan pupuk anorganik, obat-obatan dalam menanggulangi dominasi gulma dan serangan hama penyakit.

Tingginya penggunaan bahan kimia (obat-obatan) berdampak pada banyaknya residu dalam tanah yang dapat mempengaruhi mikroba tanah dalam proses pengemburan tanah. Dengan demikian penggunaan energi kimia dalam budidaya padi perlu ditekan seefisien mungkin untuk menghindari kelebihan output energi dan output biaya.

Bila diukur dari banyaknya tenaga kerja yang terpakai dalam usahatani padi baik teknologi introduksi maupun teknologi petani, efektivitas produksi masing-masing 44,62 dan 47,22. Semakin tinggi output energi yang dihasilkan dengan input energi yang relatif sama maka efisiensi produksi akan semakin tinggi, demikian juga dengan efektivitas produksi. Efisiensi produksi yang diperoleh pada usahatani padi dengan teknologi introduksi berdasarkan masukan energi baik fisik maupun kimia sebesar 7,12.% dengan teknologi petani 9,56%. Efisiensi produksi yang dihasilkan relatif rendah bila dilihat dari penggunaan energi kimia yang sangat tinggi (pupuk dan obat-obatan) dan efisiensi produksi yang dihasilkan di lahan sulfat masam lebih kecil dibanding efisiensi di lahan lebak. Jadi jelas terlihat bahwa semakin tinggi masukan energi kimia dalam usahatani padi, maka efisiensi produksi semakin rendah.

Hasil penelitian di lahan sulfat masam menunjukkan bahwa total input energi, total output energi dan energi bersih dengan teknologi introduksi masing-masing 2.921.930,25 k.kal ha⁻¹; 26.359.948,20 k.kal ha⁻¹ dan 23.938.017,95 k.kal ha⁻¹, sedangkan teknologi petani masing-masing 1.893.554,40; 18.427.271.60 k.kal ha⁻¹ dan 16.533.717,20 k.kal ha⁻¹. Efisiensi energi dan energi spesifik teknologi introduksi 9,02 dan 509,93 k.kal kg⁻¹ sedangkan teknologi petani 9,73 dan 379,50 k.kal kg⁻¹.

Prosentase biaya tenaga kerja pada usahatani dengan teknologi introduksi sebesar 56,92% sedangkan untuk usahatani dengan teknologi petani 65,28%. Terjadi peningkatan output biaya sebesar 14,83% pada usahatani padi dengan teknologi introduksi dengan input biaya Rp. 9.669.060,00 ha⁻¹. Pada Tabel 6 terlihat bahwa nilai rasio output-input dengan kedua teknologi tidak jauh berbeda hanya sebesar 7,12-9,56, karena perbandingan input energi dan output energi relatif besar

Dilihat dari rasio output-input dengan teknologi petani tanpa biofilter dan kompos ternyata output biaya yang diperoleh Rp. 12.475.000,00 ha⁻¹ (87,09%) bila dibanding dengan output energi, artinya usahatani tanpa menggunakan saluran penyerap besi (biofilter) dan kompos dalam proses produksi tidak akan mempengaruhi penambahan input energi.

KESIMPULAN

- Sebaran energi untuk tanam baik teknologi produksi dan teknologi petani adalah tertinggi (59.997,00 k.kal ha⁻¹) dan (50.997,45 k.kal ha⁻¹) sedangkan energi untuk angkut hasil adalah terendah (1.428,50 k.kal ha⁻¹) dan (1.142,80 k.kal ha⁻¹).
- Dalam usahatani paket teknologi produksi masukan energi termasuk alat dan mesin sebesar 274.858,0 k.kal ha⁻¹ dan energi kimia 1.443.904,25 k.kal ha⁻¹ dan menghasilkan output energi sebesar 20.7992.900 k.kal ha⁻¹, sedangkan dengan teknologi petani diperlukan input energi fisik 195.170,55 k.kal ha⁻¹ dan energi kimia 1.411.339,20 k.kal ha⁻¹, output energi yang dihasilkan 18.113.700 k.kal ha⁻¹.
- Input biaya dengan teknologi introduksi Rp. 9.669.060,00 ha⁻¹ memperoleh output biaya sebesar Rp. 14.325.000,00 ha⁻¹ atau kenaikan 48,15% sedangkan input biaya dengan teknologi petani 6.939.050,00 output biaya yang dihasilkan sebesar 79,78%
- Teknologi introduksi berupa pembuatan tata air mikro dan saluran biofilter dengan tanaman purun tikus serta ameliorasi meningkatkan output energi 14,83%.
- Masuknya teknologi tata air mikro satu arah dan saluran penyaring dengan tanaman purun tikus serta ameliorasi pada sistim usahatani di lahan sulfat masam potensial, meningkatkan input energi sebesar 1,54 kali, dan menghasilkan peningkatan produksi 1,15 kali

DAFTAR PUSTAKA

Alam, M.S., Alam, M.R., dan Islam, K.K. (2005). Energy flow in agriculture; Bangladesh, *American Journal of Environmental Science* **1**(3): 213-220.

Ananto, E.E., Alihamsyah, T., Handaka dan Thahir, R. (2000). Strategi pengembangan alat dan mesin pertanian mendukung keberlanjutan pengembangan sistem usahatani di lahan rawa. *Makalah pada Seminar Nasional. Penelitian Pertanian di Lahan Rawa. Proyek Penelitian Pengembangan Pertanian Terpadu*. ISDP, Badan Litbang Pertanian Bogor.

Argasetya, G.H. (2011). Bioenergi. *Lokakarya Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. Institut Teknologi Bandung, Bandung, 21 Januari 2011.

Balittra (2011). Potensi luas lahan dan penyebarannya. Setengah Abad Balittra. "Rawa Lumbung Pangan Menghadapi Perubahan Iklim". Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.

Demircan, V., Ekinci, K., Keener, H.M., Akbolat, D. dan Ekinci, C. (2006). Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: a case study from Isparta Province. *Energy Convers Manage* **47**: 1761-1969.

Hashimoto, K., Heagler, A.M. dan McManus, B. (1992). Agricultural Economics and Agribusiness. Department of Agriculture National Agricultural. Oklahoma State University **64**(4): 16-29.

Pimentel, D. (2006). Impact of organic farming on the efficiency of energy use in agriculture. An Organic Center State of Science Review August 2006. http://www.organic-center.org/science.pest.php?action=view&report_id=59 [26 Juli 2012].

Satori, L., Basso, D., Bertocco, M. dan Oliviero, G. (2005). Energy use and economic evaluation of the three years crop rotation for conservation and organic farming in NE, Italy. *Biosystem Engineering* **91**(2): 77-88.

Taylor, M.A. dan Francis, L.C. (2008). Energy use in grain and legume production. *Food Energy, and Society* 99-119.

Trimulyantara, L. dan Hendriadi, A. (2004). Optimalisasi penggunaan energi pada budidaya di lahan pasang surut: studi kasus di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Hal. 147-153. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Lahan Rawa dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan*. Banjarbaru, 6-7 Oktober.

Umar, S. dan Rina, Y. (2001). Kajian tabel dan tapin pada usahatani padi di lahan pasang surut Sumatera Selatan. Hal. 603-611 *Prosiding Seminar Pengelolaan Tanaman Pangan Lahan Rawa*. Badan Litbang Pertanian, Puslitbangtan.

Winugroho, M., Suharyono dan Widyawati, Y. (2007). Pengaruh pemberian pakan suplemen multinutrien dan legor terhadap produktivitas sapi PO. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Hal 81-85.