



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN
ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654
JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Evaluasi Kinerja dan Energi pada Aktivitas Penyemprotan Padi di Sumatera Barat Energy and Performance Evaluation on Spraying Activity Paddy in Sumatera Barat

**Muhammad Iqbal Abdi Lubis^{1*}, Renny Eka Putri¹, Ashadi Hasan¹, Feri Arlius¹,
Santosa¹**

¹ Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Andalas, Padang (25163),
email: m.iqbalabdilubis.ua@gmail.com

ABSTRAK

Teknik penyemprotan adalah salah satu aktivitas yang berperan dalam mengoptimalkan pertumbuhan padi. Penyemprotan dilaksanakan petani untuk melindungi padi dari hama, penyakit, dan juga untuk menstimulasi pertumbuhan padi dan biasanya dilakukan pada 15 HST. Selama kegiatan produksi pertanian, energi *input* selama kegiatan berlangsung dapat diketahui berdasarkan beberapa parameter energi. Beberapa *input energi* yang dievaluasi pada aktivitas penyemprotan adalah energi pestisida dan energi operator (manusia). Tujuan dari penelitian ini mengevaluasi energi dari aktivitas penyemprotan, analisis teknis kerja, dan membandingkan energi manusia yang dihitung dengan alat (*Garmin forerunner 35*) dan faktor konversi. Aktivitas penyemprotan pada penelitian ini dianalisis pada 5 petak sawah pada 15 HST. Total pestisida yang digunakan dan rata-rata energi pestisida adalah 0,3419 kg/ha dan 67,6612 MJ/ha. Pada saat penyemprotan operator menggunakan *knapsack* manual (kap. 16 liter). Kapasitas kerja efektif untuk penyemprotan adalah 51,9759 l/ha. Energi operator yang dihitung menggunakan alat dan faktor konversi adalah 5,2480 dan 2,4243 MJ/ha. Hal ini menunjukkan bahwa energi terbesar pada aktivitas penyemprotan terdapat pada energi pestisida dan yang paling kecil adalah energi manusia.

Kata kunci: evaluasi energi, aktivitas penyemprotan, padi

Energy and Performance Evaluation on Spraying Activity Paddy in Sumatera Barat

**Muhammad Iqbal Abdi Lubis^{1*}, Renny Eka Putri¹, Ashadi Hasan¹, Feri Arlius¹,
Santosa¹**

¹ Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Andalas, Padang (25163),
email: m.iqbalabdilubis.ua@gmail.com

ABSTRACT

Spraying technique is one of the activities in optimize the growth of rice plants. Spraying is doing by farmers to protecting paddy from pest, disease, and also to stimulate growth up of the paddy usually since paddy at 15 DAP. In the process of agricultural production input production facilities can be assessed as an energy parameter. Some energy input which evaluating in spraying activities are pesticides and labour energy. The objectives of this study are evaluated energy of spraying activity, analyzed technical performance, and

compared between labour energy analyzed by tools (*Garmin forerunner 35*) and conversion factor. The spraying activity in this study has analyzed on five plots of paddy field at 15 DAP. The results shown 0.3419 kg/ha and 67.6612 MJ/ha for pesticides used and the average of pesticides energy, respectively. For spraying activity, the labour used manual knapsack (cap. 16 liters). The effective work capacity for spraying is 51.9759 l/h. The labour energy which calculated by tools and conversion factor are 5.2480 and 2.4243 MJ/ha. It means which on spraying activity the largest input energy came from pesticides and the lowest one is labour energy.

Keywords: energy evaluation, spraying activity, paddy

PENDAHULUAN

Penyemprotan adalah salah satu kegiatan yang sangat penting untuk dilaksanakan pada budidaya padi, karena berguna bagi proteksi padi dari hama dan penyakit tanaman (HPT). Hal lainnya yang juga sangat penting adalah penyemprotan mampu mengoptimalkan pertumbuhan padi. Sukristiyonubowo *et al.* (2013) memaparkan bahwa dalam pengendalian HPT perlu identifikasi yang cepat. Baik hama ataupun penyakit yang telah diidentifikasi harus segera dikendalikan dengan memberikan perlakuan penyemprotan pestisida. Penggunaan pestisida disesuaikan pada jenis hama dan penyakit padi, serta harus tepat dalam waktu pemberian dan konsentrasinya. Mengacu pada penelitian Sholeh (2011), aktivitas pengendalian dari HPT harus dilakukan berkala (periodik). Hama yang biasa mengganggu padi adalah ulat, belalang, wereng, tikus, dan lainnya. Sementara penyakit yang sering menyerang padi adalah bercak daun, busuk daun, dan noda api.

Umumnya penyemprotan dilakukan petani tatkala padi telah terserang dan ini tidak baik untuk pertumbuhan padi. Hal ini yang membuat penulis tertarik dalam melakukan kajian energi dan evaluasi kinerja pada aktivitas penyemprotan. Saat ini, evaluasi energi telah menjadi salah satu topik yang sedang hangat dibicarakan. Evaluasi energi dapat meningkatkan produksi dengan cara menggunakan teknologi secara intensif (Wangke *et al.*, 2011) dan meminimalisir energi manusia (Esengun *et al.*, 2007). Evaluasi energi dalam bentuk energi telah dilakukan (Muazu *et al.*, 2015), beberapa diantaranya adalah audit energi pada pertanian kentang (Zangeneh *et al.*, 2010) dan mentimun (Mohammadi dan Omid, 2010) di Iran, tomat di Turki (Ozkan *et al.*, 2011), dan padi di Malaysia (Bockari-gevaio *et al.*, 2005 dan Muazu *et al.*, 2015).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi konsumsi energi pada saat penyemprotan, analisis kinerja teknis, membandingkan energi manusia yang dihitung dengan alat dan faktor konversi, dan mengkategorikan aktivitas penyemprotan pada kerja ringan, normal, atau berat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada lima petak sawah yang berada pada koordinat $0^{\circ}40'41.63'' - 0^{\circ}40'37.15''$ LS dan $100^{\circ}16'39.64'' - 100^{\circ}16'46.38''$ BT, dengan rata-rata luas 953,25 m² (Gambar 1). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah ekperimental. Adapun bahan dan alat yang digunakan adalah petak sawah, bahan kimia (fungisida), air, *knapsack* manual, apron dan masker, stopwatch, *garmin forerunner 35*, heart rate monitor-strap (HRM), GPS, dan laptop.



Gambar 1. Petakan sawah

Aktivitas penyemprotan dianalisis pada saat 15 hari setelah tanam (HST) dengan beberapa parameter pengamatan, diantaranya adalah energi pestisida dan manusia, massa pestisida yang digunakan, dan kapasitas kerja efektif. Beberapa rumus yang digunakan pada analisis data adalah:

Energi Pestisida

Energi pestisida adalah analisis energi berdasarkan jumlah pestisida yang digunakan per satuan luas lahan. Perhitungan energi pestisida dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan berikut (Muazu *et al.*, 2015):

$$PE = \frac{P_w \times C_{fp}}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dimana PE adalah energi pestisida (MJ/ha), P_w adalah total pemakaian pestisida (kg), C_{fp} adalah faktor konversi (energi ekuivalen) untuk pestisida yang dipakai (MJ/kg) dapat dilihat pada Tabel 1, dan A adalah luas sawah (ha).

Tabel 1. Energi ekuivalen

Item	Unit	Energi Ekuivalen (MJ.unit ⁻¹)	Sumber
Herbisida	kg	288,00	Deike <i>et al.</i> (2008)
Fungisida	kg	196,00	Deike <i>et al.</i> (2008)
Insektisida	kg	237,00	Deike <i>et al.</i> (2008)
Manusia	jam	0,79	Abdullah <i>et al.</i> (1985)

Energi Manusia

Energi manusia pada penelitian ini diselesaikan dengan dua cara. Pertama, dengan cara perhitungan manual atau faktor konversi dan yang kedua adalah secara *realtime* dengan menggunakan alat garmin *forerunner* 35 dan HRM. Perhitungan manual dapat diselesaikan dengan persamaan 2 (Muazu *et al.*, 2015) dan pengukuran *realtime* menggunakan persamaan 3:

$$HE_m = \frac{n \times T \times C_{fm}}{A} \dots\dots\dots (2)$$

$$HE_e = \frac{Cal \times (4.1868 \times 10^{-3})}{A} \dots\dots\dots (3)$$

dimana HE_m energi manusia manual (MJ/ha), n adalah banyaknya pekerja (decimal), T adalah waktu kerja (h), C_{fm} adalah faktor konversi energi manusia (MJ/h) dapat dilihat pada Tabel 1, HE_e adalah energi manusia dengan alat (MJ/ha), Cal adalah energi manusia yang tertera di alat (kkal), 4.1868×10^{-3} (konstanta yang digunakan untuk mengubah kkal ke MJ/kkal), and A adalah luas sawah (ha).

Penggunaan Pestisida

Penggunaan pestisida penting untuk diketahui, karena berdasarkan hal ini kita dapat menentukan berapa banyak pestisida yang digunakan per hektar. Jumlah pestisida yang digunakan dapat dicari menggunakan persamaan berikut (Muazu *et al.*, 2015):

$$PU = \frac{\sum P_w}{\sum A} \dots\dots\dots (4)$$

dimana PU adalah penggunaan pestisida (kg/ha), $\sum P_w$ adalah massa total pestisida yang terpakai (kg), dan $\sum A$ adalah total luas sawah (ha).

Kapasitas Kerja Efektif

Kapasitas kerja efektif adalah rata-rata volume tangki *knapsack* yang dipakai per satuan waktu. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_c = \left[\frac{V_{tu}}{t} \right] \dots\dots\dots (5)$$

dimana E_c adalah kapasitas kerja efektif (l/h), V_{tu} rata-rata volume pemakaian tangki *knapsack* yang digunakan (l), dan t adalah waktu kerja (h).

Kategori Kerja

Aktivitas penyemprotan yang direkam oleh alat ukur *realtime* akan menampilkan detak jantung operator per menit. Detak jantung yang ditunjukkan pada setiap kegiatan penyemprotan selanjutnya dirata-ratakan dan dianalisis untuk mengetahui seberapa tinggi detak jantung operator dan mengkategorikan pekerjaan penyemprotan ini termasuk jenis kerja ringan, normal, atau berat. Aktivitas penyemprotan ini dikategorikan berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Kategori kerja

Kategori Kerja	Konsumsi Oksigen (l/menit)	Pemompaan aliran darah (l/menit)	Suhu Tubuh	Rata-rata detak jantung (bpm)
Ringan	0,5 – 1,0	11 - 20	37,5	75 - 100
Medium	1,0 – 1,5	20 - 31	37,5 – 38,0	100 – 125
Berat	1,5 – 2,0	31 – 43	38,0 - 38,5	125 – 150
Cukup berat	2,0 – 2,5	43 – 56	38,5 – 39,5	150 – 175
Sangat Berat	2,5 – 4,0	60 – 100	Besar dari 39	Besar dari 175

HASIL DAN PEMBAHASAN

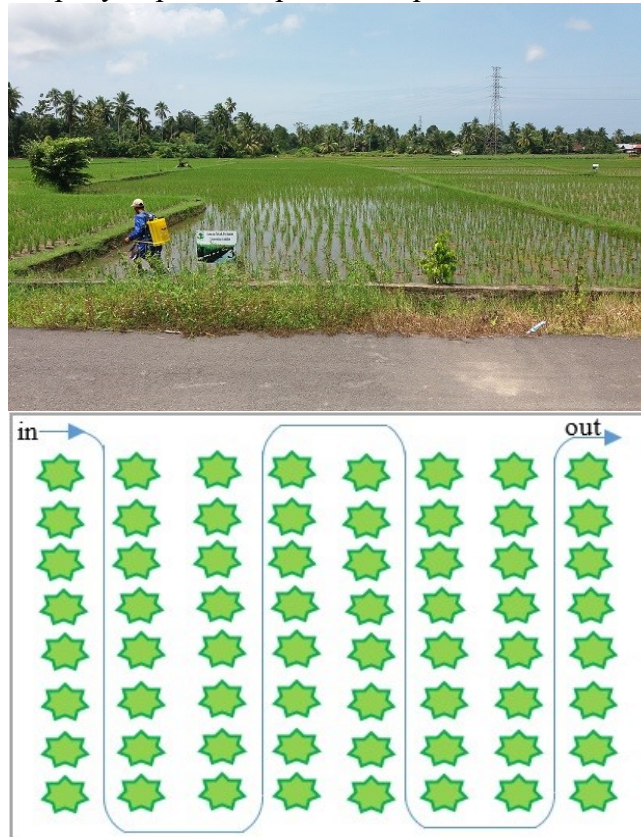
Penelitian ini membahas aktivitas penyemprotan yang telah dilaksanakan pada 5 lahan padi seperti yang tertera pada Gambar 1. Aktivitas penyemprotan sekurang-kurangnya menunjukkan dua *input* energi, yakni energi pestisida dan manusia. Evaluasi pendistribusian energi pad apenelitian ini dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3 Evalusai energi aktivitas penyemprotan

Petak Sawah	Energi Pestisida (MJ/ha)	Energi Manusia (MJ/ha)
1	41,761	6,298
2	73,549	4,577
3	61,661	6,262
4	81,100	5,333
5	80,234	3,771
Total	338,306	26,240
Rata-rata	67,661	5,248

Aktivitas penyemprotan menunjukkan energi pestisida lebih tinggi dari energi manusia, masing-masing adalah 67,661 dan 5,248 MJ/ha. Rata-rata energi manusia yang

dikeluarkan pada penelitian ini hanya 7,20% dari total seluruh energi. Energi pestisida sebagai energi terbesar pada kegiatan penyemprotan, sesuai dengan penelitian pada budidaya padi di Malaysia (Muazu *et al.*, 2015). Energi pestisida tertinggi dalam penelitian ini terdapat pada lahan 4. Hal ini dikarenakan luas area pada lahan ini yang paling kecil, dimana luas lahan berbanding terbalik dengan energi. Ketika luas lahan besar, akan mengakibatkan penurunan energi dan juga sebaliknya. Hal lain yang menyebabkan energi pestisida lebih besar dibandingkan dengan energi manusia adalah faktor konversi (dapat dilihat pada Tabel 1). Aktivitas dan teknik penyemprotan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas penyemprotan (atas) dan teknik penyemprotan (kiri)

Aktivitas penyemprotan pada penelitian ini dilakukan oleh 1 pekerja dan teknik penyemprotan berdasarkan Gambar 2 dapat dijelaskan secara rinci bahwa petani masuk ke lahan sawah dari “in” dan mengakhiri pekerjaan serta keluar dari “out”, dengan ketentuan hanya menyemprot empat rumpun padi pada sisi kanan dan kiri operator, serta tidak dilakukan dua kali penyemprotan pada rumpun yang sama. Jika kita merujuk pada Gambar 2 simbol bintang diartikan sebagai padi, dimana 1 simbol bintang mewakili 4 rumpun padi, sedangkan garis yang terbentuk dari in hingga out menunjukkan jalur kerja operator. Pada satu kali operasi penyemprotan rata-rata waktu yang dibutuhkan operator adalah 0,277 jam. Waktu tertinggi selama kegiatan penyemprotan terdapat pada lahan 2 (Tabel 4). Tinggi waktu kerja ini selain dipengaruhi luas lahan juga dipengaruhi jauh-dekatnya tempat pengisian ulang tangki semprot. Total massa pestisida yang digunakan adalah 0,342 kg per petak sawah untuk satu kali operasi dan rata-rata dari total pestisida yang digunakan pada setiap petak sawah dapat dilihat pada Tabel 3 yaitu 0,016 kg. Tabel 4 menunjukkan bahwa total kapasitas pestisida yang digunakan pada penelitian ini adalah 259,880 l/jam atau dengan rata-rata kapasitas pestisida adalah 51,976 l/jam.

Tabel 4. Analisis teknis kinerja penyemprotan

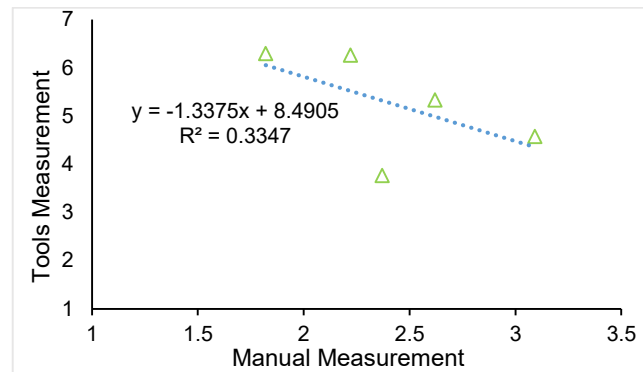
Petak Sawah	Volume (l)	Massa Pestisida (kg)	Waktu (h)	Kapasitas (l/h)
1	9	0,0056 0,0141	0,2129	42,2827
2	17	0,0106 0,0266	0,3616	47,0158
3	15	0,0094 0,0234	0,2931	51,1698
4	15	0,0094 0,0234	0,2629	57,0541
5	16	0,0100 0,0250	0,2566	62,3572
Total		0,1575	1,3871	259,8797
Rata-rata		0,0158	0,2774	51,9759
Total Penggunaan Pestisida per Luas Sawah		0,3419		

Pestisida sebagai salah satu sumber energi yang digunakan selama penyemprotan. Hal lainnya yang digunakan adalah energi manusia. Penelitian ini telah dilaksanakan dengan dua cara dalam pengukuran energi manusia, yakni secara manual dan *realtime*. Selanjutnya, hasil pengukuran ini akan dibandingkan untuk melihat korelasi diantara keduanya (Tabel 5).

Tabel 5. Perbandingan energi manusia

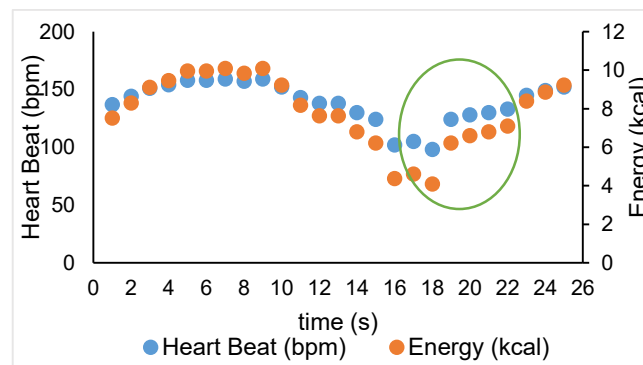
Petak Sawah	Energi Manusia	
	Alat (<i>realtime</i>)	Manual (konversi)
1	6.2983	1.8198
2	4.5765	3.0914
3	6.2621	2.2203
4	5.3325	2.6191
5	3.7706	2.3708
Total	26.2400	12.1216
Rata-rata	5.2480	2.4243
Std. Deviasi	1.0923	0.4725
Korelasi	-0.578533	

Berdasarkan tabel di atas, antara pengukuran manual (*conversion factor*) dan *realtime* diperoleh nilai korelasi antara keduanya sebesar 57,85%. Tetapi, pada penelitian ini diperoleh nilai korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa pada korelasi data terjadi fungsi penurunan (Gambar 3) dengan koefisien determinasi sebesar 33,47%. Data menunjukkan korelasi yang rendah, hal ini karena perbedaan yang sangat tinggi antara manual dan *realtime*. Hal ini disebabkan oleh waktu yang digunakan pada perhitungan manual dan *realtime* berbeda.



Gambar 3. Korelasi antara pengukuran energi manusia manual dan *realtime*

Pada perhitungan *realtime* waktu yang digunakan sejak operator memulai penyemprotan hingga berakhir, sedangkan pada perhitungan manual waktu yang digunakan hanya waktu efektif bekerja kecuali waktu hilang (pengisian tangki, penyetelan nozel penyemprotan, operator berhenti untuk sesaat, dan berbagai aktivitas lainnya selain menyemprot). Waktu yang terbuang pada perhitungan manual diambil menggunakan *stopwatch* dan kita dapat melihat detak jantung operator saat berhenti bekerja pada area lingkaran pada Gambar 4. Jadi, dapat disimpulkan bahwa waktu yang digunakan pada perhitungan manual lebih rendah dan hal ini yang menyebabkan energi manusia menjadi rendah. Selain itu, beberapa faktor lainnya yang mempengaruhi tinggi rendahnya energi manusia disebabkan pada perhitungan energi manual menggunakan nilai energi ekuivalen manusia secara umum tanpa memperhatikan faktor lingkungan dan kondisi fisik pekerja. Hal ini sesuai dengan pernyataan Muharja (2015) bahwa faktor yang dapat memicu peningkatan kinerja otot yang akan berdampak pada peningkatan denyut nadi sehingga memerlukan energi lebih adalah faktor lingkungan dan beban kerja operator yang disesuaikan terhadap fisik dan keahlian operator.



Gambar 4. Denyut nadi operator

Gambar 4 adalah salah satu grafik denyut nadi pekerja yang direkam oleh alat, tepatnya pada petak sawah 1. Lingkaran pada Gambar 4 menunjukkan waktu hilang yang terjadi. Dalam kasus ini waktu hilang yang terekam adalah pada saat operator melakukan pengisian ulang tangki semprot (*knapsack*). Pada menit 14 – 15 adalah waktu hilang yang digunakan operator saat berjalan menuju tempat pengisian tangki, sementara menit 16 – 18 adalah waktu pengisian tangki, dan pada menit 18 – 19 adalah waktu yang hilang saat operator jalan menuju petak sawah kembali. Hal inilah yang menjadi faktor penyebab terjadinya penurunan korelasi antara pengukuran manual dan *realtime*.

Energi manusia yang diukur secara *realtime* adalah berdasarkan detak jantung pekerja. Ketika pekerjaan tersebut dikategorikan sebagai pekerjaan yang ringan maka detak jantung pekerja berdegup pelan dan jika tergolong sebagai kerja berat maka degup jantung cepat. Rata-rata denyut jantung operator pada penelitian ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekaman Detak Jantung Operator

Petak Sawah	Detak Jantung Pekerja (bpm)
1	139
2	102
3	111
4	120
5	115
Rata-rata	117

Berdasarkan Tabel 5. dapat kita lihat bahwa denyut jantung pekerja tertinggi terdapat pada lahan 1 sebesar 139 bpm. Berdasarkan tabel Christensen penyemprotan pada lahan 1 tergolong pada jenis pekerjaan berat. Namun, jika kita kategorikan kegiatan penyemprotan berdasarkan rata-rata nilai denyut jantung maka jenis pekerjaan ini adalah pekerjaan sedang (*medium working*). Hal ini disebabkan nilai denyut jantung pekerja berada pada rentang 100 – 125 bpm. Tinggi rendahnya denyut jantung pekerja tergantung pada jenis kelamin, tinggi, massa, dan keahlian pekerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa aktivitas penyemprotan sebagai salah satu faktor penting dalam budidaya padi. *Input* energi yang diberikan pada penelitian ini adalah energi pestisida dan manusia. *Input* energi terbesar berada pada energi pestisida dengan rata-rata 67,661 dan terendah pada energi manusia sebesar 5,248 Mj/ha. Kegiatan penyemprotan dikategorikan sebagai pekerjaan sedang (*medium working*) dengan rata-rata denyut jantung pekerja adalah 117 bpm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Universitas Andalas atas Grand dengan nomor 95/UN.16.17/PP.PGB/LPPM/2018 dalam mendukung fasilitas laboratorium dan finansial pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bockari-geva SM, Ishak W, Yahya A, Wan CC. 2005. Analysis of energy consumption in lowland rice-based cropping system of Malaysia. *Songklanakarin Journal Science Technology*. 27: 819–826.
- Esengun K, Gunduz O, Erdal G. 2007. Input-Output Energy Analysis in Dry Apricot Production of Turkey. *Energy Convers Manag*. 48(2): 592–598.
- Mohammadi A, Omid M. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Applied Energy*. 87(1): 191–196.
- Muazu A, Yahya A, Ishak WIW. 2015. Energy audit for sustainable wetland paddy cultivation in Malaysia. *Energy*. 87: 182–191.
- Ozkan B, Ceylan RF, Kizilay H. 2011. Comparison of energy inputs in glasshouse double crop (fall and summer crops) tomato production. *Renewable Energy*. 36(5): 1639–1644.
- Sholeh C. 2011. Analisis beban kerja pada budidaya padi sawah: studi komparasi antara metode konvensional dan organik. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sukristiyonubowo, Jamil A, Hastono DS. 2013. Budidaya Padi Pada Sawah Bukaak Baru.: IAARD Press, Jakarta.
- Wangke WM, Suzana BOLS, Siagian HA. 2011. Penerapan Teknologi Usahatani Padi Sawah di Desa Sendangan Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. *ASE*. 7(1): 53–57.
- Zangeneh M, Omid M, Akram A. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. *Energy*. 35(7): 2927–2933.