

**NERACA KARBON PADA SISTEM PERTANIAN BERBASIS
PENGUNAAN ABU SISA DARI BAKARAN DI LAHAN GAMBUT PEDALAMAN
(Studi kasus pada Budidaya Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*) di Kalampangan)**

Carbon Balance in Farming Systems Based the Use of Ash of Burnt on Inland Peat
(The Case Study on Cultivation of Tomato (*Solanum lycopersicum*) in Kalampangan)

Surawijaya, P.¹⁾ dan Yovita²⁾

¹⁾Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

²⁾Jurusan Agribisnis UPBJJ-Universitas Terbuka Palangka Raya

Telpon : Email: surawijayapanji@gmail.com

Diterima : 19 Desember 2015

Distujui : 22 Maret 2016

ABSTRACT

This study aims to: (1) analyzing the balance of carbon in the combustion materials to produce ash burnt on the cultivation of tomato plants (2) analyze the effect of the ash of burn on the physical and chemical properties of peat ombrogen. The results showed that the net balance obtained from this study is negative, this is because the value of the carbon is lost during an emissions in the combustion process wood / roots, weeds urchins and groundcover plants prior to obtaining the ashes of burnt of litter is 0.581 t of carbon/ha is larger than the value of the carbon that is successfully moored by weeds urchins 0.61 t of carbon/ha and litter previous crop (litter plant sweet corn) is 0.437 t of carbon/ ha, only 65, 34% carbon successfully tethered.

Keywords: Balance of carbon, peat ombrogen, ash ameliorant and tomato plants.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis neraca karbon pada pembakaran bahan-bahan untuk menghasilkan abu bakaran pada budidaya tanaman tomat (2) menganalisis pengaruh abu bakaran terhadap sifat fisik dan kimia tanah gambut ombrogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa neraca karbon yang diperoleh dari hasil penelitian ini bernilai negatif, hal ini dikarenakan nilai karbon yang hilang saat terjadi emisi pada proses pembakaran kayu/akar, gulma bulu babi dan serasah tanaman sebelumnya untuk memperoleh abu bakaran dari serasah adalah 0,581 t karbon/ha ini lebih besar dari nilai karbon yang berhasil ditambat oleh gulma bulu babi 0.61 t karbon/ha dan serasah tanaman sebelumnya (serasah tanaman jagung manis) yaitu 0,437 t karbon/ha, hanya 65,34% karbon yang berhasil ditambat.

Kata Kunci: Neraca karbon, gambut ombrogen, abu amelioran dan tanaman tomat.

PENDAHULUAN

Kalimantan Tengah merupakan provinsi dengan lahan gambut yang luas yaitu sekitar 3 juta ha atau 52,18% daritotal gambut di Kalimantan (Wahyunto, *et al.*, 2004). Lahan gambut di Kalimantan Tengah sebagian besar merupakan lahan gambut ombrogen, yaitu lahan gambut yang kondisi hidrologisnya hanya

dipengaruhi oleh curah hujan dan tingkat kesuburan tanah sangat rendah.

Salah satu kendala utama petani dalam pengelolaan lahan gambut untuk pertanian adalah tingkat kemasaman yang tinggi. Kurnain (2005) menunjukkan bahwa sumber utama kemasaman pada lahan gambut adalah hasil dissosiasi asam-asam organik.

Pada umumnya upaya petani dalam penurunan tingkat kemasaman adalah

memberikan abu bakaran serasah tanaman. Abu hasil pembakaran selanjutnya dicampur dengan bahan amelioran lainnya, kemudian diberikan ke dalam lobang tanam.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa petani di lahan gambut sudah cukup lama mempraktekkan pembakaran bahan-bahan tersebut secara terkendali, guna memperoleh abu sebagai bahan penyubur terpenting bagi tanaman yang dibudidayakan. Pembakaran tersebut dikhawatirkan berdampak pada simpanan karbon di lahan gambut, sehingga diperlukan suatu kajian untuk menilai keberlanjutan usahatani berbasis abu bakaran di lahan gambut. Keberlanjutan tersebut dapat didekati dengan menganalisa perubahan kualitas tanah gambut dan peningkatan produktivitas sebagai akibat pemberian abu bakaran. Selain itu juga dapat di analisis dari neraca karbon pada sistem pertanian berbasis abu bakaran di lahan gambut ombrogen.

Lahan gambut yang kaya bahan organik, dengan ketebalan minimal 50 cm memiliki kandungan karbon minimal 12-18%. Diperkirakan dalam setiap 1 meter gambut memiliki simpanan 700 ton karbon (Sitanggang, *et al.*, 2012). Hasil penelitian Rumbang (2013) menunjukkan rata-rata bahan organik pada lahan gambut di Kalampangan berkisar antara 98,01 – 98,68% dan kandungan C-organik berkisar antara 56,95 – 57,23%.

Konversi gambut sebagai lahan pertanian dihadapkan beberapa kendala; seperti pH rendah, KTK tinggi, KB rendah, dan rendahnya unsur makro atau mikro. Pemberian kapur (dolomit atau kalsit) mampu memperbaiki kondisi tersebut, berdampak pada terjadinya emisi CO₂ yang dilepas melebihi penambatannya. Juga berdampak pada efek gas rumah kaca, dan terancamnya keberadaan gambut sebagai gudang karbon. Salah satu alternatif yang digunakan oleh petani adalah memberikan abu bakaran. Sagiman (2007) menjelaskan bahwa abu bakaran dapat memperbaiki kesuburan tanah namun pembakaran harus dilakukan secara terkendali. Abu bakaran ternyata meningkatkan, kerapatan lindak, total kalsium, dan total fosfor (Sasli, 2011).

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang dikaji adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh abu bakaran terhadap kualitas fisik dan kimia tanah gambut ombrogen?
2. Bagaimana neraca karbon pada pembakaran bahan-bahan untuk menghasilkan abu bakaran pada budidaya tanaman tomat ?

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis neraca karbon pada pembakaran bahan-bahan untuk menghasilkan abu bakaran pada budidaya tanaman tomat (2) menganalisis pengaruh abu bakaran terhadap sifat fisik dan kimia tanah gambut ombrogen.

BAHAN DAN METODE

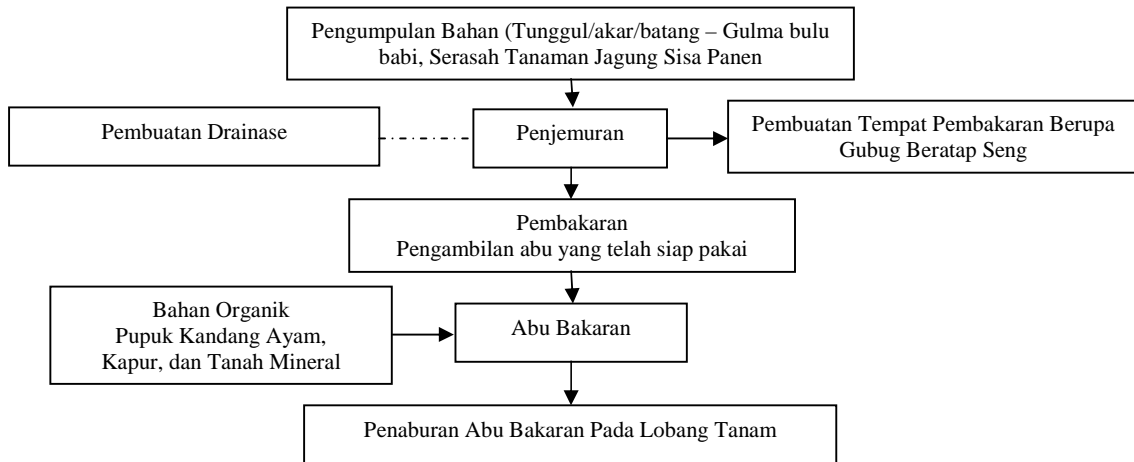
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Nopember 2013 sampai dengan bulan Januari 2014. Dilaksanakan dalam bentuk penelitian lapangan dan penelitian laboratorium. Penelitian lapangan ditetapkan titik sampel lahan petani di Kelurahan Kalampangan, Kecamatan Sebangau, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Sementara itu, untuk penelitian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Dasar dan Analitik Universitas Palangka Raya dan Laboratorium CIMTROP Universitas Palangka Raya.

Penelitian ini dirancang dengan mengikuti rangkaian budidaya tanaman tomat sebagaimana yang dilakukan petani di Kelurahan Kalampangan. Dalam budidaya ini terlebih dahulu diawali dengan pembuatan abu bakaran yang dipergunakan sebagai amelioran pendukung usaha tani.

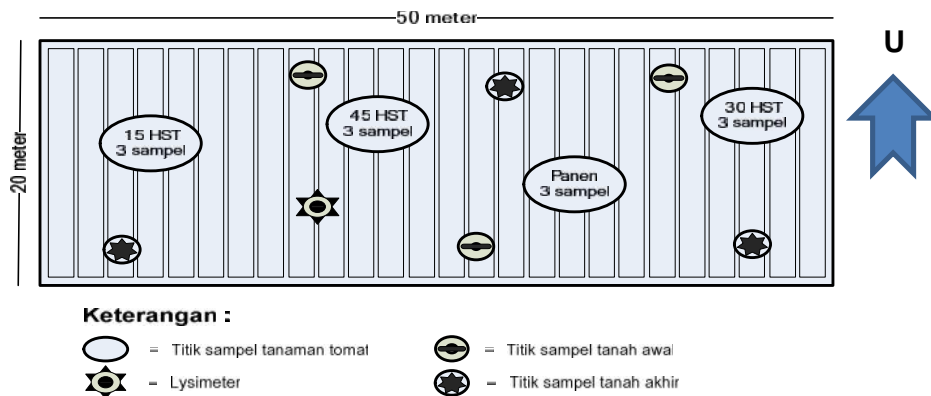
Proses pembuatan abu bakaran yang berasal dari bahan-bahan berupa bongkahan kayu/akar, gulma bulu babi, dan serasah tanaman sisa panen sebelumnya dapat di lihat pada Gambar 1.

Budidaya Tomat

Budidaya tanaman tomat atau usaha tani tanaman tomat, dengan menggunakan abu bakaran bekas tanaman jagung manis. Petakan tanaman tomat dapat dilihat pada Gambar 2. Parameter yang diukur pada usahatani tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Proses pembuatan abu bakaran sebagai bahan amelioran untuk Budidaya tanaman tomat



Gambar 2. Petakan tanaman tomat

Parameter yang diukur pada usahatani tomat meliputi:

1. Analisis awal kondisi tanah baik sifat fisik (kadar air, BD); sifat kimia (pH, DHL, N total, P Bray 1, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, KTK, KB), yang diamati pada awal tanam dan saat panen.
- 1) Analisis sifat fisik tanah umur 6 MST (kadar air, BD); sifat kimia (pH, DHL, N total, P Bray 1, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, KTK, KB) yang diamati pada awal tanam dan saat panen.
- 2) Berat basah tanaman tomat umur 15, 30, 45 HST dan saat panen (98 HST)

- 3) Berat kering tanaman tomat umur 15, 30, 45 HST dan saat panen (98 HST) (dioven pada suhu 105°C selama 48 jam).
- 4) Berat tanaman tomat umur 15, 30, 45 HST dan saat panen (98 HST) setelah dilakukan pengabuan (dioven pada suhu 900°C selama 5 jam)
- 5) Analisis akhir kondisi tanah setelah panen tanaman tomat baik sifat fisik (kadar air, BD); sifat kimia (pH, DHL, N total, P Bray 1, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, KTK, KB).

Metode Analisa Laboratorium, pada penelitian ini dilakukan 4 tahapan pengujian laboratorium. Untuk tahap I parameter yang ditetapkan yaitu pH (H₂O) abu, kandungan P,

K dan Ca untuk abu bakaran. Pada tahap II pengujian sifat tanah awal. Pada tahap III parameter yang dilihat yaitu uji total emisi karbon saat pembakaran serasah menjadi abu bakaran dan tahap IV parameter yang dilihat yaitu uji besarnya karbon tertambat oleh tanaman budidaya dan gulma pada lahan tersebut. Analisa abu bakaran seperti: Analisis pH, P, K, Ca.

Pengukuran karbon (C) tercuci dengan alat soil lysimeter (Barton, *et al.*, 2005; Hepperly, *et al.*, 2009). Lysimeter yang digunakan terbuat dari plat baja dengan ukuran lebar 20 cm panjang 30 cm. Alat ini digunakan di lapangan sebanyak 1 (satu) buah yang ditempatkan pada petak/plot penanaman, yaitu plot penanaman tomat. Alat ini diletakkan dibawah akar tanaman dengan kedalaman 15 cm dibawah permukaan tanah dengan kemiringan 15°C, alat ini dihubungkan ke jerigen penampungan air perkolasi dengan selang plastik dan diletakkan 25 cm dari permukaan tanah dan diberi pipa udara agar air perkolasi bisa masuk ke jerigen. Air perkolasi sebagai sumber data pencucian karbon (leaching) diukur sebanyak 4 kali yaitu pada saat tanaman berumur 15 hari, 30 hari, 45 hari dan saat panen (58-98 HST).

1. Pengukuran emisi karbon permukaan tanah gambut ombrogen, untuk mengetahui besarnya emisi karbon dengan metode chamber tertutup (*closed chamber method*) (Morishita, 2002).
2. Pengukuran emisi karbon saat pembuatan abu bakaran, proses pengukuran emisi saat pembuatan abu bakaran dengan menggunakan Chimney (cerobong) yang

- sudah disetting sebelum kegiatan pembakaran (Hamada., 2013a dan 2013b)
3. Penambatan karbon oleh serasah tanaman dan gulma bulu babi. Pengukuran jumlah karbon yang tertambat berdasarkan kehilangan bobot karena pemanasan. Kadar abu dapat dihitung dengan persamaan:

$$KA = \frac{(\text{Berat Awal Sampel} - \text{Berat Akhir Sampel})}{(\text{Berat Awal Sampel})} \times 100\%$$

Setelah nilai bahan kering serasah tanaman sisa panen dan gulma bulu babi serta kadar abu didapatkan maka kandungan karbon dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kandungan Karbon (C)} = \text{Kadar Bahan Kering} - \text{Kadar Abu.}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Karbon Tercuci

Besarnya karbon tercuci melalui air perkolasi akan sangat tergantung dengan besarnya air hujan yang turun pada lahan tersebut. Semakin banyak air hujan yang turun di lahan tersebut maka semakin besar jumlah karbon yang terlarut. Nilai karbon tercuci melalui air perkolasi pada masing-masing budidaya tanaman dalam siklus usaha tani tahunan dapat di lihat pada Tabel 1.

Emisi karbon permukaan tanah

Emisi karbon permukaan tanah gambut ombrogen di lahan budidaya tanaman tomat di Kalamangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Karbon tercuci melalui air perkolasi pada budidaya tanaman tomat

No.	Tanaman/ Waktu Pengukuran	Jml Air Perkolasi (l) [*]	Jumlah CO ₂ (mg/l) ^{**}	Jumlah CO ₂ terlarut (mg/tnm)	Populasi Tanaman	Total CO ₂ terlarut (mg/1000m ²)	Total CO ₂ terlarut (g/1000 m ²)	Total CO ₂ Tercuci (g/1000 m ²)
1.	15 HST	3.70	23.94	88.58	3.584	317.464	0,317	
2.	30 HST	8.52	36.96	314.90	3.584	1.128.598	1,129	
3.	45 HST	0.05	24.64	1.23	3.584	4.415	0,004	
4.	Saat Panen (98 HST)	10.94	21.12	231.05	3.584	828.094	0,828	
	Total	23.21	106.66	635.76	14.336	2.278.571	2,279	8.364

Tabel 2. Emisi karbon permukaan tanah gambut ombrogen di lahan budidaya tanaman tomat di Kalampangan

Ulangan	Budidaya Tanaman Tomat (g/1000 m ²)
1.	168.825
2.	173.310
3.	178.479
Jumlah	520.614
Rataan	173.538

Emisi karbon saat pembuatan abu bakaran

Emisi karbon saat pembakaran di lahan budidaya tanaman tomat di Kalampangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Emisi karbon saat pembakaran di lahan budidaya tanaman tomat di Kalampangan

Ulangan	Budidaya Tanaman Tomat (g/1000 m ²)
1.	479.646
2.	749.874
3.	513.630
Jumlah	1.743.150
Rataan	581.050

Penambatan karbon oleh gulma bulu babi dan serasah tanaman

Penambatan karbon oleh gulma bulu babi, dan serasah tanaman jagung manis sisa panen sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Penambatan karbon oleh gulma bulu babi sebesar 207.856 g per 1000 g berat segar atau berat basah gulma bulu babi saat ditimbang, jumlah gulma bulu babi yang diperoleh 295 kg sehingga penambatan untuk penanaman tomat sebesar 61.318 g/1000 m².

Neraca karbon pada budidaya tanaman tomat

Pada budidaya tanaman tomat, emisi saat pembakaran kayu/akar, gulma bulu babi dan serasah tanaman sebelumnya 581.050 g/1000 m². Emisi permukaan tanah 173.538 g/1000 m²CO₂ tercuci (perkolasi) 8.364 g/1000m². Neraca karbon pada budidaya tanaman tomat dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 4. Penambatan karbon oleh gulma bulu babi di Kalampangan

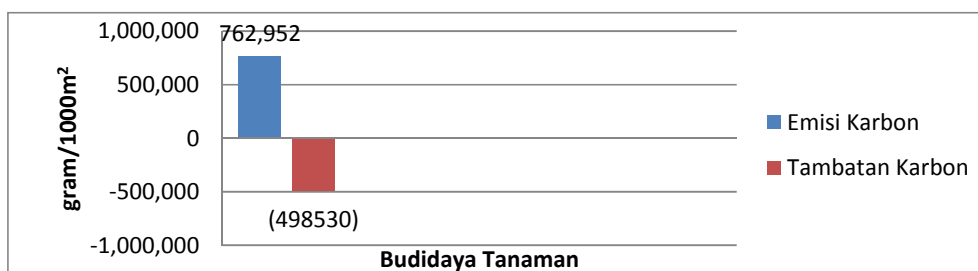
No.	Penambat	Bobot Karbon			Jumlah	Rataan	Kalibrasi 1000 g	Satuan bobot karbon
		1	2	3				
1.	Gulma Bulu Babi	25.57	35.12	18.78	80.96	26.987	207.856	g/kg BB

Tabel 5. Penambatan karbon oleh serasah tanaman jagung manis sisa panen sebelumnya di Kalampangan

Tanaman	Rataan				Populasi Tanaman	Bobot Karbon (g/1000 m ²)
	Bobot Basah (g)	Bobot Kering (g)	Bobot Abu (g)	Bobot Karbon (g)		
Serasah Jagung	527.09	129.37	7.38	121.99	3584	437.212

Tabel 6. Kebutuhan bahan organik per lobang tanam pada budidaya tanaman tomat

Fase Penanaman	Bahan Organik (BO)	Luas lahan (m ²)	Populasi Tanaman	Jumlah BO/lobang tanam (g)	Jumlah BO total (kg)
Tanaman Tomat	Abu serasah tanaman jagung manis, abu gulma bulu babi, abu batang/ tunggul/akar, pupuk kandang (ayam), kapur, tanah mineral	1.000	3.584	700	2.509



Gambar 3. Neraca karbon pada budidaya tanaman tomat

Tabel 7. Kebutuhan bahan organik pada masing-masing areal tanam

Tanaman Budidaya	Bahan Organik (gram)				Total (g)	Cadangan (kg)
	Abu bakaran (g)	Pupuk Kandang (g)	Kapur (g)	Tanah Mineral (g)		
Tomat	462.000	390.000	100.000	2.000.000	2.952.000	443

Tabel 8. Jenis dan banyaknya bahan serasah yang dibakar dan jumlah abu yang dihasilkan untuk budidaya tanaman tomat

No.	Bahan serasah yang dibakar	Lahan Budidaya Tomat
1	Kayu/akar	875 kg
2	Serasah gulma bulu babi	295 kg
3	Serasah tanaman sisa panen sebelumnya	3584 pohon
Abu yang dihasilkan		462 kg

Tabel 9. Analisis kualitas abu bakaran hasil pembakaran untuk budidaya tanaman tomat

No.	Tanaman Budidaya	Parameter			
		pH H ₂ O (1:2,5)	K-dd (me/100 g)	Ca-dd (me/100g)	P total (ppm)
1	Tomat	7.24	0.05	4.83	4041.53

Pengaruh abu bakaran terhadap sifat fisik dan kimia tanah tanah gambut ombrogen

Para petani di Kelurahan Kalamangan mengandalkan penggunaan abu bakaran dalam bercocok tanam. Hal ini dilandasi keyakinan dan pengalaman para petani itu sendiri bahwa abu bakaran memiliki kemampuan dalam mengatasi kendala kesuburan lahan gambut sehingga akan lebih mampu menjadikan tanaman tumbuh lebih baik.

Pembakaran bahan organik menjadi abu bakaran dilakukan menurut jenis bahan organik. Bahan organik yang diperlukan setiap fase penanaman dapat dilihat pada Tabel 6.

Kebutuhan bahan organik pada budidaya tanaman tomat serta jenis dan banyaknya bahan serasah yang dibakar dan

rasio abu yang dihasilkan untuk budidaya tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8. Analisis kualitas abu bakaran hasil pembakaran untuk budidaya tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 9.

Pengaruh Abu bakaran terhadap sifat fisik tanah gambut ombrogen

Karakteristik fisik tanah gambut yang penting dalam pemanfaatannya untuk pertanian meliputi kadar air, berat isi (*bulk density*), daya menahan beban (*bearing capacity*), penurunan permukaan (*subsiden*), dan mengering tidak balik (*irreversible drying*). Kadar air tanah gambut berkisar antara 100-1.300% dari berat keringnya (Mutalib *et al.*, 1991). Berat volume tanah gambut ditentukan antara lain oleh tingkat

kematangan bahan gambut dan kadar lengasnya. Hasil analisa tanah tingkat kematangan kedua lokasi penelitian yang tergolong saprik (matang), ialah gambut yang sudah melapuk lanjut dan bahan asalnya tidak dikenali, berwarna coklat tua sampai hitam, dan bila diremas kandungan seratnya < 15% (Radjaguguk, 1993 dan Rieley *et al.*, 1996).

Pengaruh abu bakaran terhadap sifat fisik tanah gambut ombrogen dalam budidaya tanaman tomat

Hasil pengujian terhadap sifat fisik tanah gambut ombrogen pada budidaya

tanaman Tomat di Kelurahan Kalamangan dapat dilihat sebagaimana Tabel 10.

Pengaruh Abu bakaran terhadap sifat kimia tanah gambut ombrogen

Hasil pengujian terhadap sifat kimia tanah gambut ombrogen pada budidaya tanaman tomat di Kelurahan Kalamangan dapat dilihat sebagaimana Tabel 11.

Produksi Tanaman Tomat

Produksi tanaman tomat yang diperoleh dari penghitungan panen salah seorang petani di Kelurahan Kalamangan dapat dilihat sebagaimana Tabel 12.

Tabel 10. Sifat fisika tanah gambut ombrogen pada budidaya tanaman tomat di Kelurahan Kalamangan.

No.	Parameter	Lahan Tanaman Tomat		
		Tnh Awal Tanam	6 MST	Saat Stlh Panen
1	Kadar Air (%)	58.86	58.35	63.01
2	Berat Isi	0.36	0.32	0.28

^{*)}MST = Minggu Setelah Tanam

Tabel 11. Sifat kimia tanah gambut ombrogen pada budidaya tanaman tomat di Kelurahan Kalamangan.

No.	Parameter	Tomat		
		Tnh awal tanam	6 MST ^{*)}	Tnh akhir panen
1.	pH H ₂ O (1:2,5)	3.64	5.08	3.53
2.	pH KCl (1:2,5)	3.29	4.45	2.41
3.	DHL (mS cm ⁻¹)	0.13	0.03	1.07
4.	N-Total (%)	0.40	0.45	0.78
5.	P-Bray I (ppm)	712.83	856.4	712.14
6.	K-dd (me/100g)	2.88	2.52	0.58
7.	Ca-dd (me/100g)	4.59	5.62	4.61
8.	Mg-dd (me/100g)	1.45	1.61	1.53
9.	Na-dd (me/100g)	0.27	0.20	0.21
10.	KB (%)	20.73	19.08	20.76
11.	KTK (me/100g)	133.81	146.3	132.96

^{*)}MST = Minggu Setelah Tanam

Tabel 12. Data Panen dan Produksi Tanaman Tomat

No.	Parameter yang dilihat	Tomat
1	Hasil panen	2629 kg (20x50m)
2	Harga jual	Rp. 3000-/Kg
3	Hasil jual (Rp)	7.887.000
4	Hasil bersih/luasan riil	5.100.420

KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Neraca karbon yang diperoleh dari hasil penelitian ini bernilai negatif, hal ini dikarenakan nilai karbon yang hilang saat terjadi emisi pada proses pembakaran kayu/akar, gulma bulu babi dan serasah tanaman sisa panen sebelumnya untuk memperoleh abu bakaran dari serasah adalah 0,763 t karbon ha⁻¹ ini lebih besar dari nilai karbon yang berhasil ditambat oleh gulma bulu babi dan serasah tanaman jagung manis yaitu 0,499 t karbon ha⁻¹, hanya 65,34% karbon yang berhasil ditambat.
2. Pemberian abu bakaran berpengaruh terhadap sifat kimia tanah gambut ombrogen seperti pH, P Bray 1, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, KTK dan KB, sehingga lahan gambut ombrogen Kalampangan bisa dimanfaatkan untuk lahan budidaya tanaman tomat.

DAFTAR PUSTAKA

- Barton, L., Schipper, L.A., Barkle, G.F and McLeod, M. 2005. Land Application of Domestic Effluent onto Four Soil Types: Plant Uptake and Nutrient Leaching. *Journal of Environmental* (34):635-643.
- Hamada, Y. 2013a. Procedure for gas/smoke emission measurement ver. 1.0 (Tentative).
- Hamada, Y. 2013b. Design of chimney for measuring crop residue burning emission.
- Hepperly, P., L. Don., U. C. Ziegler., S. Rita., R. Carolyn. 2009. Compost, Manure and Synthetic Fertilizer Influences Crop Yields, Soil Properties Nitrat Leaching and Crop Nutrient Content. *Compost Science & Utilization* (17):117-126.
- Kurnain, A.2005. Dampak Kegiatan Pertanian dan Kebakaran atas Watak Gambut Ombrogen. *Disertasi* Program Pascasarjana UGM. Yogyakarta.
- Morishita. 2002. How to Collect Soil Air. Hokkaido University. Sapparo Japan.
- Mutalib, A.A., J.J. Lim., M.H. Wong and L. Koonvai. 1991. Characterization, distribution and utilization of peat in Malaysia. Proc. International Symposium on tropical peatland. 6-10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.
- Radjaguguk, B. 1993. Peat Resource of Indonesia: its Extent Characteristics, and Development Possibilities. Makalah disajikan pada The Third Seminar On The Greening of Desert Entitled: Desert Greening With Peat. March, 17th, 1993, Waseda University, Tokyo.
- Rieley, J.O, Ahmad-Shah, A.A and Brady, M.A. 1996. The extent and nature of tropical peat swamps, E. Maltby, C. P. Immirzi and R. J. Safford, Eds. In proceeding of a workshop on integrated planning and management of tropical lowland peatlands. IUCN. Gland. Switzerland. P. 28.
- Rumbang, N. 2013. Kajian Emisi karbon Dioksida pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Gambut di Kalimantan. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 263.
- Sagiman, S. 2007. Pemanfaatan Lahan Gambut Dengan Perspektif Pertanian Berkelanjutan. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Sasli, I. 2011. Karakterisasi Gambut Dengan Berbagai Bahan Amelioran Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Guna Mendukung Produktivitas Lahan Gambut. *J. Agrovigor* volume 4 no.1 maret 2011.
- Sitanggang, G.T., R. Rahmawaty., R. Abdul. 2012. Pemetaan Potensi Karbon di Lahan Gambut Topogen Pada Berbagai Kecamatan di Kabupaten Humbang Hasudutan, Provinsi Sumatera Utara. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Wahyunto, S. Ritung dan H. Subagjo. 2004. Peta Sebaran Lahan Gambut, Luas dan Kandungan Karbon di Kalimantan / Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Kalimantan, 2000-2002. Wetlands International-Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada (WHC).