

PEMETAAN KARBON ORGANIK TANAH LAHAN SAWAH DI KECAMATAN PALLANGGA KABUPATEN GOWA

Mapping Of Organic Carbon In Rice Land In Pallangga District, Gowa Regency

Saida*, Anwar Robbo, Rani Iswanti A

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia

Corresponding author: *saida.saida@umi.ac.id anwar.robbo@umi.ac.id

ABSTRACT

Carbon is an important nutrient for building soil organic matter which is needed in agricultural activities. Cultivation activities in paddy fields increase carbon gas emissions into CO₂ into the atmosphere, especially in irrigated rice fields. This study aims to determine the level of content and map the distribution of organic carbon in paddy fields in Pallangga District, Gowa Regency. The research was carried out in Pallangga District, Gowa Regency from December 2021–January 2022. The research method used the free grid method with a total of 33 samples and map interpolation using ArcGIS software. The results showed that the status of the level of organic carbon content was in the very low to low criteria. The level of organic carbon content is very low, namely T8 8.83 tons/ha, T9 7.85 tons/ha, T10 9.74 tons/ha, and T11 9.20 tons/ha. While the low organic carbon content is T1 which is 12.76 tons/ha, T2 points 11.76 tons/ha, T3 10.92 tons/ha, T4 12.98 tons/ha, T5 12.90 tons/ha, T6 11.66 tons/ha, and T7 is 13.06 tons/ha. The mapping area of low criteria organic carbon distribution is only 27% or 850 ha of the total area, while 73% or 2,338 ha is categorized as very low. Based on these results, it is necessary to take action on agricultural land management, especially rice fields that are friendly to carbon emissions, one of them is stabilizing the use of chemical and organic fertilizers, the organic material produced by such cultivation activities as straw is not burned and returned to the soil so that it could maintain fertility and quality of soil and improve the physical, chemical, and biological conditions needed for sustainable agricultural development.

Keywords: Carbon; Soil; Rice Fields; Mapping.

PENDAHULUAN

Karbon merupakan unsur hara penting pembentukan bahan organik di sektor pertanian, sebagian besar atau sekitar 58% bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik. Karbon organik tanah (SOC= *Soil Carbon Organic*) menurut Nishina, *et al* (2013), merupakan stok karbon terbesar di ekosistem darat dan memainkan peran kunci dalam umpan balik biosfer untuk peningkatan karbon dioksida atmosfer di dunia. Sehingga mengetahui stok karbon pada berbagai tipe lahan sangat penting, menurut Usmadi *et al* (2015) bahwa cadangan karbon dapat digunakan untuk menduga besarnya penyerapan karbon dioksida (CO₂) oleh tumbuhan termasuk di tanah dan pemanfaatan lahan harus dievaluasi salah satunya dengan riset untuk mengetahui kondisi tanah dan cadangan karbon organik tanah.

Hasil penelitian PPLH-IPB dalam Agenda Nasional dan Rencana Aksi 2017 menyatakan bahwa secara sektoral, pertanian menyumbang 99.515,24 Gg CO₂-eq atau setara dengan 13,4 % dari keseluruhan emisi gas rumah kaca. Hasil penelitian Balingtan tahun 2017 menunjukkan bahwa CO₂ yang dilepas oleh lahan sawah irigasi selama satu musim tanam berkisar antara 4,2-3,5 ton/ha/musim tanam pada berbagai sistem pertanian padi. Gas CO₂ yang ditimbulkan yaitu berasal dari tanah sawah beririgasi, pembakaran pada aktivitas pertanian, pemupukan urea, pengelolaan limbah ternak, serta penggunaan kapur petanian (Annisa *et al*, 2016).

Peningkatan emisi karbon ke atmosfer disebabkan karena berubahnya pola tanam pada lahan sawah, dimana lahan yang awalnya tergenang menjadi tidak tergenang sehingga memungkinkan terjadinya perubahan karbon organik

terserap pada tanah. Dengan memiliki luas areal persawahan ± 34.238 ha dan sekitar 68,08 persen telah beririgasi, tahun 2020 Kabupaten Gowa memiliki luas panen lahan sawah sebanyak 61.139 ha. Luas panen lahan sawah terbanyak berada di Kecamatan Pallangga seluas 6.156,10 ha atau sekitar 10,06 % luas panen lahan sawah di Kabupaten Gowa (BPS, 2023). Kondisi seperti ini memungkinkan untuk mengetahui besarnya simpanan karbon organik tanah pada lahan sawah Pallangga.

Petani di Kecamatan Pallangga dalam upaya mencukupi kebutuhan pangan dan meningkatkan pendapatan menerapkan pola tanam monokultur dan tumpang gilir setiap tahunnya. Oleh sebab itu, semakin intensif pengolahan lahan maka semakin terjadi penurunan kualitas atau produktivitas tanah yang mempengaruhi efisiensi penggunaan pasokan (input) bahan organik, mengurangi hasil pertanian, memperburuk keadaan pangan dan semakin tinggi pula pelepasan karbon tanah ke atmosfer. Berdasarkan hal tersebut maka penting untuk mengetahui jumlah simpanan SOC (*Stok Organic Carbon*) yang dapat meningkatkan kualitas tanah sehingga dilakukan survei dan analisis tanah untuk memetakan sebaran karbon organik tanah lahan sawah di Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kandungan karbon organik tanah lahan sawah di Kecamatan Pallangga Gowa dan hasilnya bisa dipetakan sebaran karbon organik tanah lahan sawah di Kecamatan Pallangga Gowa.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian di Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa. Analisis sampel tanah dilaksanakan di Laboratorium Tanah dan Konservasi Lingkungan, Fakultas Pertanian,

Universitas Muslim Indonesia. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2020 sampai Januari 2021.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Global Position System* (GPS), *ring soil sampler* (ring sampel), bor tanah, kantong plastik, karet gelang, label, peralatan tulis, kamera serta peralatan analisis tanah di laboratorium. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berbagai peta dan kuisisioner petani serta bahan kimia untuk analisis C-organik tanah.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ada beberapa tahapan seperti tahap persiapan yaitu berupa perancangan rencana penelitian dan dilanjutkan tahap pengumpulan data disesuaikan dengan tujuan dari penelitian, dimana sifat penelitian ini adalah studi eksplorasi pemetaan karbon organik tanah lahan sawah.

Pengambilan sampel tanah dilakukan tahapan yang mengacu standar dari BSN (2011), hal tersebut untuk mengetahui kandungan C-organik. Kuisisioner dilakukan secara acak terhadap petani yang tinggal disekitar persawahan untuk melakukan wawancara mengenai teknik pengolahan lahan yang mereka lakukan.

Analisis laboratorium untuk C-organik menggunakan metode *Walkley and Black*, sedangkan metode perhitungan karbon tanah organik berdasarkan perkalian dari persentase C-organik, kerapatan lindak (*bulk density*) dan kedalaman tanah yang mengacu pada persamaan (BSN, 2011). Perhitungan tersebut juga pernah diterapkan oleh Olsson *et al.* (2009), dan Abera dan Meskel (2013) sebagai berikut:

$$C_t = K_d \times p \times \% C \text{ organik} \dots\dots\dots (\text{gram/cm}^2)$$

Keterangan:

- C_t = kandungan karbon tanah, dinyatakan dalam gram (gram/cm^2)
 K_d = kedalaman contoh tanah, dinyatakan dalam centimeter.
 P = kerapatan lindak (bulk density), dinyatakan dalam gram per centimeter kubik (g/cm^3).
 $\%C \text{ organik}$ = nilai persentase kandungan karbon, menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium.

$$C_{\text{tanah}} = C_t \times 100 \dots\dots\dots (\text{ton/ha})$$

Keterangan :

- C_{tanah} = kandungan organik per hektar, dinyatakan dalam ton per hektar (ton/ha)
 C_t = kandungan karbon tanah (g/cm^2)
 100 = faktor konversi dari g/cm^2 ke ton/ha .

Adapun kriteria kandungan karbon organik berdasarkan penilaian Staf Pusat Penelitian Tanah (1993), sebagai berikut:

1. Sangat rendah < 10,08 ton/ha
2. Rendah 10,08-20,16 ton/ha
3. Sedang 20,16-30,24 ton/ha
4. Tinggi 30,34-50,40 ton/ha
5. Sangat Tinggi > 50,40 ton/ha

analisis spasial ArcGIS dengan teknik interpolasi. Interpolasi merupakan metode untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang telah diketahui dengan proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak diukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan analisis sampel tanah lahan sawah di laboratorium maka diperoleh tingkat kandungan C-organik dan BD (*bulk density*).

Tahap Pembuatan Peta

Pembuatan peta sebaran karbon organik tanah sawah menggunakan

Tabel 1. Hasil analisis C-organik dan BD (*Bulk Density*) Tanah Sawah di Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa:

No.	Kode Sampel	C-Organik (%)	BD (g cm^{-3})
1	T1	0,37	1,15
2	T2	0,38	1,03
3	T3	0,28	1,30
4	T4	0,37	1,17
5	T5	0,31	1,29
6	T6	0,36	1,08
7	T7	0,33	1,32
8	T8	0,31	0,95
9	T9	0,22	1,19
10	T10	0,29	1,12
11	T11	0,26	1,18
Total		3,48	12,78

Sumber: Data diolah 2022

Data pada Tabel 1 menunjukkan nilai terendah C-organik tanah sawah terdapat pada sampel T9 yaitu 0,22% dan nilai tertinggi pada sampel T2 yaitu

0,38%. Nilai terendah BD (*Bulk Density*) terdapat pada sampel T8 yaitu $0,95 \text{ g/cm}^3$ dan nilai tertinggi pada sampel T7 $1,32 \text{ g/cm}^3$.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Karbon Organik Tanah Sawah

No.	Kode Sampel	Karbon Organik (Ton/Ha)	Kriteria
1	T1	12,76	Rendah
2	T2	11,74	Rendah
3	T3	10,92	Rendah
4	T4	12,98	Rendah
5	T5	12,90	Rendah
6	T6	11,66	Rendah
7	T7	13,06	Rendah
8	T8	8,83	Sangat Rendah
9	T9	7,85	Sangat Rendah
10	T10	9,74	Sangat Rendah
11	T11	9,20	Sangat Rendah
Total		121,63	

Sumber: Data Diolah, 2022

Tabel 2 terdapat kriteria karbon organik tanah sangat rendah dan rendah. Nilai karbon organik tanah sangat rendah terdapat di titik sampel T8 yaitu 8,83 ton/ha, T9 7,85 ton/ha, T10 9,74 ton/ha dan titik T11 9,20 ton/ha. Sedangkan nilai karbon organik tanah kriteria rendah terdapat pada sampel T1 yaitu 12,76 ton/ha, titik T2 11,76 ton/ha, T3 10,92 ton/ha, titik T4 12,98 ton/ha, T5 12,90 ton/ha, T6 11,66 ton/ha, dan T7 yaitu 13,06 ton/ha.

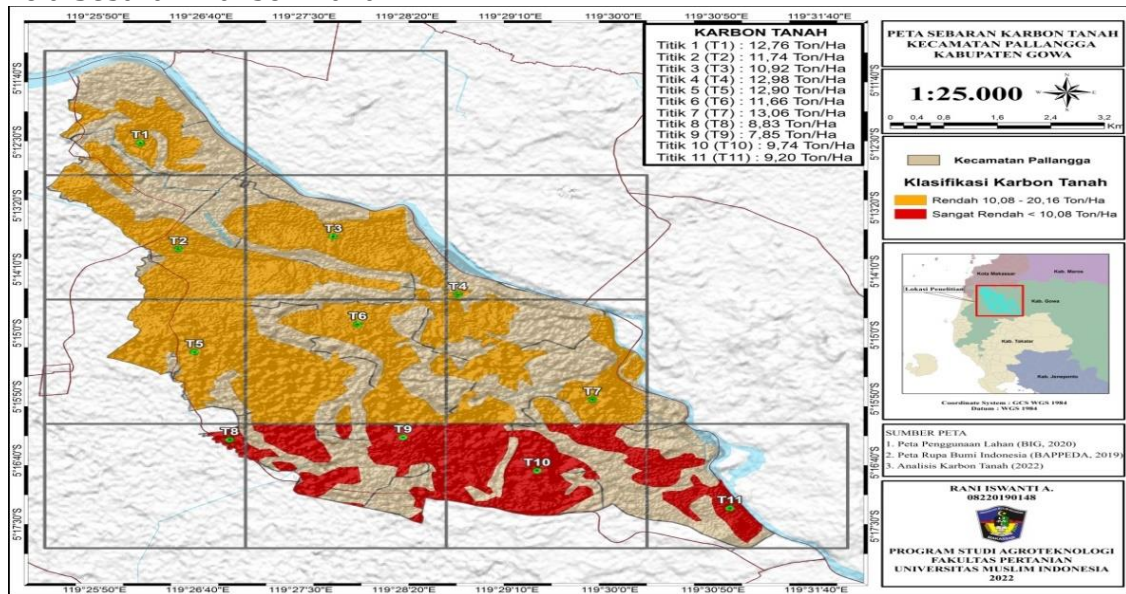
Tabel 3. Sebaran Luas Wilayah Status Kandungan Karbon Organik Tanah Sawah

Kriteria Karbon Organik	Luas (ha)	Presentase (%)
Sangat Rendah	850	27
Rendah	2.338	73
Total	3.188	100

Sumber: Staf Pusat Penelitian Tanah, 1993

Tabel 3 menunjukkan bahwa status kandungan karbon organik tanah sawah di Kecamatan Pallangga memiliki dua kriteria yaitu sangat rendah dan rendah. Kriteria sangat rendah memiliki luasan 850 ha atau 27% dari total wilayah dan kriteria rendah memiliki luasan 2.338 ha atau 73% dari total wilayah.

Pola Sebaran Karbon Tanah



Gambar 1. Peta Sebaran Karbon Organik Tanah Sawah di Kecamatan Pallangga, Kabupaten Gowa

Pembahasan

Karbon Organik Tanah Sawah

Berdasarkan hasil analisis tingkat kandungan karbon organik tanah sawah di Kecamatan Pallangga terdiri dari dua kriteria menurut Staf Pusat Penelitian Tanah (1993) yaitu kandungan karbon organik sangat rendah dan rendah. Kandungan karbon organik sangat rendah pada lahan sawah karena kurangnya SOC (*Soil Organic Carbon*) di tanah dan lebih banyak yang diemisikan ke atmosfer. Dalam penelitian (Edwin, 2016) menyatakan bahwa penyimpanan SOC (*Soil Organic Carbon*) di tanah sawah bergantung pada kedalaman tanah yang mempengaruhi secara linier terhadap stok SOC, begitu juga kandungan C-organik dan BD (kerapatan lindak) cukup berpengaruh terhadap SOC (*Soil Organic Carbon*).

Kandungan C-organik di Kecamatan Pallangga di semua titik pengambilan sampel sangat rendah, dimana tingkat C-organik tanah sawah di lokasi tersebut <1,00%, hal ini disebabkan karena pengelolaan tanah lahan sawah didominasi penggunaan input (pupuk dan

pestisida) kimia yang banyak sehingga berakibat pada penurunan kandungan unsur hara dan simpanan C-organik tanah sangat rendah (Iowa State University, 2009). Sebagaimana diketahui bahwa sistem pertanian padi sawah adalah sistem yang sepenuhnya menggunakan pupuk kimia dan pestisida sintetik, oleh karena itu simpanan C-organik rendah dan mengakibatkan adanya emisi karbon ke atmosfer (Booshan and Prasad, 2011).

Besarnya penurunan C-organik tanah sawah karena penggunaan pupuk kimia rata-rata (urea dengan dosis 165 – 250 kg ha⁻¹) yang diberikan secara terus menerus pada setiap musim tanam tanpa dibarengi dengan pemberian pupuk organik dapat mengakibatkan degradasi kandungan C-organik. Selanjutnya Crews dan Peoples (2004) juga mengemukakan bahwa pengaplikasian pupuk ke tanah menyediakan nutrisi baru secara efektif menghilangkan pertimbangan strategi jangka panjang untuk mempertahankan dan mengisi hara tanah dan karbon organik tanah. Pemupukan juga merupakan salah satu perhatian utama yang harus dipertimbangkan pada

pertanian lahan sawah. Emisi metana dan dinitrogen oksida masing-masing merupakan emisi GRK (Gas Rumah Kaca) paling penting kedua dan ketiga setelah karbon dioksida (CO₂) (IPCC, 2007), dan emisi tersebut dari bidang pertanian sangat meningkat hingga saat ini.

Kadar bahan organik pada tanah sawah di Pallangga rendah karena penguraian bahan organik sangat dipengaruhi oleh aerasi dan drainase tanah. Aerasi dan drainase yang baik sangat berpengaruh terhadap pertukaran udara di dalam tanah, yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap aktifitas mikroba tanah dalam peruraian bahan organik.

Kandungan BD (*bulk density*) tanah sawah di Kecamatan Pallangga juga berpengaruh terhadap stok karbon tanah. Nilai BD tertinggi terdapat pada sawah tadah hujan yaitu 1,32 g/cm³, dan nilai terendah terdapat pada sawah irigasi yaitu 0,95 g/cm³ hal ini karena pengolahan lahan pada sawah tadah hujan hanya dilakukan pada saat tersedia air seperti musim penghujan sehingga terjadi pengerasan tanah jika tidak dilakukan pengolahan lahan pada musim kemarau. Sedangkan pada lahan sawah irigasi lebih sering dilakukan pengolahan lahan dan bisa dilakukan sepanjang tahun karena ketersediaan air secara terus-menerus.

Berdasarkan hasil perhitungan kandungan karbon organik tanah sawah nilai tertinggi diperoleh 13,06 ton/ha, namun data tersebut masih tergolong kriteria rendah menurut Staf Pusat Penelitian Tanah (1993). Hal ini dikarenakan sistem pertanaman di lokasi tersebut dilakukan secara monokultur dan tumpang gilir, selain itu lahan sawah tersebut termasuk sawah tadah hujan dibanding lahan sawah lainnya. Meskipun sawah tersebut tadah hujan, namun dalam satu tahun dilakukan pergiliran tanaman

sayur-sayuran sehingga sering dilakukan pengolahan lahan.

Rendahnya tingkat kandungan karbon organik tanah pada lahan sawah di Kecamatan Pallangga disebabkan adanya beberapa proses yang dapat menyebabkan terjadinya kehilangan C-organik dari dalam tanah, yaitu melalui respirasi tanah, respirasi tanaman, terangkut panen, dipergunakan oleh biota, dan erosi. Menurut (McLaren dan Cameron, 1996) siklus karbon di dalam tanah meliputi konversi karbon dioksida atmosfer menjadi material tanaman melalui proses fotosintesis diikuti oleh dekomposisi sisa-sisa tanaman dan mikroba ke dalam tanah. Selama proses dekomposisi, transformasi karbon difasilitasi oleh aktivitas mikroba, oksidasi karbon menjadi karbon dioksida yang selanjutnya dikembalikan ke atmosfer. Beberapa karbon kemungkinan selanjutnya diasimilasikan oleh tanaman sebagai ion karbonat dan bikarbonat atau terangkut dari dalam tanah bahkan sampai ke laut. Setiap tahun, pergerakan karbon dalam jumlah besar dan terjadi perubahan dari satu fase ke fase lainnya pada siklus di dalam tanah termasuk pergerakan 10% karbon dari tanaman dan 5% karbon dari bahan organik tanah.

Sebaran Wilayah Karbon Organik Tanah

Kriteria sangat rendah memiliki luasan 850 ha atau 27% dari total lahan sawah dan kriteria rendah memiliki luasan 2.338 ha atau 73% dari total luas lahan sawah. Hal ini diakibatkan adanya perlakuan pembakaran jerami oleh beberapa petani di wilayah tersebut, sehingga tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kandungan bahan organiknya. Adanya pembakaran sisa jerami di lahan sawah mengakibatkan kehilangan unsur hara makro khususnya karbon. Jamil *et al.*, (2016) menyatakan bahwa pembakaran jerami sebelum diberikan ke tanah sawah seperti yang

biasa dilakukan petani dinilai sangat merugikan karena banyak unsur hara yang hilang seperti C, N, P, K, S, Ca, Mg dan unsur-unsur mikro (Fe, Mn, Zn, Cu). Pembakaran jerami akan mengakibatkan kehilangan hara C 94%, P 45%, K 75%, S 70%, Ca 30%, dan Mg 20% dari total kandungan hara dalam jerami.

Pola pertanaman padi di Kecamatan Pallangga ada yang dilakukan 2 kali penanaman dalam setahun dan 3 kali penanaman tanpa pengembalian sisa-sisa panen berupa jerami ke dalam tanah yang menyebabkan terjadi nya penurunan kemampuan tanah dalam memproduksi padi. Hal ini sesuai dengan penelitian (Siburian, 2020) yang menyatakan bahwa pada lahan dengan pola tanam padi terjadi penurunan kesuburan tanah yang disebabkan pengangkutan bahan organik tanpa pengembalian lagi ke dalam tanah. Selanjutnya menurut (McCarl et al., 2007) stok karbon organik dalam tanah lebih banyak diemisikan ke atmosfer, karena sekitar setengah dari semua semua SOC dalam pengelolaan lahan telah hilang ke atmosfer selama dua abad terakhir dan kondisi tersebut merupakan kesempatan untuk penyimpanan karbon.

Penggunaan pupuk kimia yang dibarengi dengan pemberian pupuk organik juga dapat meningkatkan ketersediaan C-organik sehingga simpanan karbon dalam tanah tidak banyak diemisikan ke atmosfer. Menurut (Prihasto, 2018) meskipun emisi karbon organik tanah sangat tinggi pada pertanian padi tetapi karbondioksida akan digunakan kembali oleh tanaman saat berlangsungnya fotosintesis. Gas CO₂ yang dihasilkan dari sistem persawahan padi dikonversi ke bentuk biomassa tanaman, melalui proses fotosintesis sehingga emisi gas CO₂ tidak berdampak besar terhadap pembentukan GRK (Gas Rumah Kaca).

Selain itu, peningkatan kandungan organik dalam tanah bergantung terhadap

kualitas air, adalah signifikan, karena prosentase kandungan C-organik secara langsung berhubungan dengan kapasitas memegang air dari tanah tersebut. Dalam penelitian Hudson (1994) menyatakan bahwa peningkatan kandungan bahan organik 1% akan dapat menjamin bahwa tanah dapat memegang 160 m³ air yang dibutuhkan tanaman dalam 1 ha dengan kedalaman 30 cm (1 *foot depth*). Tanah dengan bahan organik yang tidak cukup tidak mungkin dapat memegang cukup air atau memberikan lingkungan bagi kehidupan mikroba yang menguntungkan.

Peningkatan bahan organik tanah akan menghasilkan situasi yang menguntungkan karena secara positif mempengaruhi kesuburan dan kualitas tanah serta mempertahankan kondisi fisik, kimia dan biologis yang dibutuhkan untuk praktek pertanian berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kandungan karbon organik sangat rendah yaitu T8 8,83 ton/ha, T9 7,85 ton/ha, T10 9,74 ton/ha, dan T11 9,20 ton/ha. Sedangkan kandungan karbon organik rendah yaitu T1 yaitu 12,76 ton/ha, titik T2 11,76 ton/ha, T3 10,92 ton/ha, T4 12,98 ton/ha, T5 12,90 ton/ha, T6 11,66 ton/ha, dan T7 yaitu 13,06 ton/ha.
2. Penyebaran karbon organik berdasarkan luas wilayah terdiri dari dua kriteria, yaitu kriteria rendah dengan luasan 2.338 ha atau 73% dan kriteria sangat rendah dengan luasan 850 ha atau 27% dari total luas wilayah.

Saran

Saran dari penelitian ini yaitu perlu adanya tindakan pengelolaan lahan pertanian khususnya padi sawah yang ramah emisi karbon, salah satunya menstabilkan penggunaan pupuk kimia dan organik, jerami dari sisa panen tidak

dibakar dan dikembalikan ke tanah, sehingga dapat mempertahankan kesuburan dan kualitas tanah serta mempertahankan kondisi fisik, kimia dan biologis yang dibutuhkan untuk petanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abera, G dan E.W. Meskel. 2013. *Soil Properties, and Soil Organic Carbon Stocks of Tropical Andosol under Different Land Uses*. <http://dx.doi.org/10.4236/ojss.2013.3301>. Journal of Soil Science, 2013, 3, 153-162.
- Agus, F., A. Adimihardja., S. Hardjowigeno., A. M. Fagi., dan W. Hartatik, 2004. Tanah Sawah Dan Teknologi Pengelolaannya. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Annisa, W. and Nursyamsi, D. 2016. Pengaruh Amelioran, Pupuk dan Sistem Pengelolaan Tanah Sulfat Masam terhadap Hasil Padi dan Emisi Metana. Jurnal Tanah dan Iklim, 40(2), pp. 135–145.
- Anny, M., D. Setyorini., S. Rochayati Dan I. Las, 2010. Karakteristik Dan Sebaran Lahan Sawah Terdegradasi Di 8 Provinsi Sentra Produksi Padi. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Balai Penelitian Tanah, 2008. Petunjuk Teknis Pengamatan Tanah. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Bhooshan, N., Prasad, C. 2011. *Organic Farming: Hope of posterity*. In: *Hope of Posterity*. editors. *Organic Agriculture. UP Council of Agricultural Research (UPCAR)*, Lucknow, India. p. 1-10.
- Bobihoe J, 2007. Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah. Inovasi Teknologi Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Padi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi. Jambi
- BPS. 2023. Kecamatan Pallangga dalam Angka 2023. Kabupaten Gowa:Badan Pusat Statistik.
- BSN, 2011. Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon –Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (ground based forest carbon accounting). SNI (Standar Nasional Indonesia), Badan Standadisasi Nasional, Jakarta.
- Chan, K.Y. 2008. *Increasing soil organic carbon of agricultural land*. (Prime Fact 735). New South Wales: NSW Department of Primary Industries.
- Chan, K.Y., Cowie, A., Kelly, G., Singh, B., & Slavich, P. 2008. *Scoping paper-soil organic carbon sequestration potential for agriculture in NSW*. NSW: DPI Science & Research Technical Paper.
- Crews, T.E. and M.B. Peoples. 2004. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: Ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture Ecosystems & Environment* 102:279-297.
- Damanik M.M., B. E Hasibuan., Fauzi., Sarifuddin Dan H. Hanum, 2010. Kesuburan Tanah Dan Pemupukan. Universitas Sumatera Utara Press. Medan.
- Diara I.W., 2017. Degradasi Kandungan C-Organik dan Hara Makro pada Lahan Sawan dengan Sistem Pertanian Konvensional. [Skripsi]. Isntitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Edwin, M. 2016. Penilaian Stok Karbon Tanah Organik pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan di Kutai Timur, Kalimantan Timur (*Jurnal*

- AGRIFOR Vol XV.No.2, Oktober 2016).
- Hairah, 2000. Agroforestri Pada Tanah Masam Di Daerah Tropika Basah: Pengelolaan Interaksi Antara Pohon-Tanah-Tanaman Semusim. ICRAF, Bogor.
- Halder, J.C. 2013. *Land Suitability Assessment for Crop Cultivation by Using Remote Sensing and GIS*. Department of Geography, University of Calcutta, Kolkata, India.
- Hudson B.D. 1994. *Soil organic matter and available water capacity*. *J Soil Water Conserv.* 49(2):189–194
- Iowa State University. 2009. *Determine your corn and soybean rotation*. Iowa State University Soybean Extension and Research Program. *Extension.agron.iastate.edu/soybean* /Mei 2009.
- IPCC (International Panel on Climate Change). 2007. “*Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*” 2007. Available at <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf> (last accessed on March 29, 2011).
- IPCC. 2016. *IPCC Guideline for national greenhouse gas inventories*. IGES: Japan
- Jamil, Muhammad. 2016. Pemetaan Karbon Organik Dan Salinitas Lahan Sawah Pada Pola Ip100 Dan Ip200 Di Desa Tanjung Rejo Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. *Vol.5.No.4, Oktober 2017 (117): 908- 91*.
- Kohnke, H. 2003. Korelasi antara Fraksi Pasir Debu dan Liat dengan Kadar Bahan Organik, Nitrogen dan Kadar Air Tanah dari Beberapa Contoh Tanah di Bali. *AGRITROP (Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian)*. 22. (2) : 67 - 72
- Lal, R. 2009. *The potential for soil carbon sequestration*. In *Agriculture and climate change: An agenda for negotiation in Copenhagen*. (Brief 5). *Focus 16*.
- McLaren, R. G., Cameron, K. C. 1996: “*Soil Science - Sustainable Production and Environmental Protection*”. Oxford University Press, 304 pp.
- Muhklis. 2007. Analisis Tanah Tanaman. USU Press. Medan.
- Nishina, Silvia, Subagyo K.A, dan Nata Suharta. 2013. Teknologi Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca dan Lahan Sawah. *Iptek Tanaman Pangan Vol.3 No.2*.
- Olsson M. T., M. Erlandsson, L. Ludin, T. Nilsson, Å. Nilsson and J. Stendahl. 2009. “*Organic Carbon Stocks in Swe-dish Podzol Soils in Relation to Soil Hydrology and Other Site Characteristics*,” *Silva Fennica*, Vol. 43, No. 2, 2009, pp. 209-222.
- Rayes, L. M. 2007. Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Robert, R. 2001. *Soil carbon sequestration for improved land management*. (World Soil Resources Reports 96). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Rossiter, D.G. 2000. *Methodology For Soil Resource Inventories*. *ITC Lecture Notes And Reference*. Soil Science Division International Institute For Aerospace Survey And Earth Sciences (ITC).
- Setyanto, Prihasto. 2018. Teknologi Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca dan Lahan Sawah. *Iptek Tanaman Pangan Vol.3 No.2*.
- Setyorini, D. 2003. Persyaratan mutu pupuk organik untuk menunjang budidaya pertanian organik. Disampaikan pada Seminar Sehari

- Penggunaan Pupuk Organik. BPTP Yogyakarta. Yogyakarta.
- Siburian, W. 2020. Pemetaan Status Hara Karbon Organik dan Fraksi Tanah pada Lahan Sawah di Daerah Irigasi Aek Simare Kecamatan Laguboti Kabupaten Toba Samosir. *Penelitian Tanaman Pangan*, 1(1), 27-28.
- Siregar, H. M., Priyambodo. 2017. Perkembangan populasi tikus sawah pada lahan sawah irigasi dalam pola indeks pertanaman padi 300. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1(2), 125-131.
- Soil Survey Division Staff. 1993. *Soil Survey Manual*. Soil Conservation Service. U.S. Department Of Agriculture (USDA).
- Surmaini, E., Runtunuwu, E. and Las, I. 2011. Upaya sektor Pertanian dalam Menghadapi Perubahan Iklim. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian
- Sutrisno, Wahyu. 2018. Jurnal Pemetaan dan Implikasi Kebutuhan Ruang Kelas Fasilitas Pendidikan Menyongsong Bonus Demografi di Purwokerto Barat: Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Vol 1 (1), pp 6-8.
- Sutanto, R. 2006. Penerapan Pertanian Organik. Kanisius. Jakarta
- Suwarno, Unang G. Kartasasmita, Dan Djuber Pasaribu. 2009. Pengayaan Kandungan Bahan Organik Tanah Mendukung Keberlanjutan Sistem Produksi Padi Sawah.
- Usmadi, D.S, et al. 2015. Potensi Bioassa dan Cadangan Karbon Kebun Raya Balikpapan, Kalimantan Timur. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-LIPI. *Buletin Kebun Raya Vol 18 No 1*.
- Wahyuni, A., Alamsyah, Z. and Damayanti, Y. 2018. 'Analisis Komparasi Pendapatan Usahatani Kelapa dalam Pola Monokultur dan Tumpangsari di Kecamatan Mendahara Kabupaten Tanjung Jabung Timur', *Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis*, 21(1), pp. 1-13.
- Walcott, J., Bruce, S. & Sims, J. 2009. *Soil carbon for carbon sequestration and trading: a review of issues for agriculture and forestry*. Canberra: Bureau of Rural Sciences, Department of Agriculture, Fisheries & Forestry.
- Wetria, O., Hermansah Dan N. E. Putri, 2013. Karakteristik Kesuburan Tanah Dan Potensi Hara Dari Bahan Organik Sisa Panen Padi Sawah Pada Beberapa Lokasi Di Sumatera Barat. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Teddle, C dan F. Yu. 2009. *Mixed Methods Sampling: A Typology With Examples*. *Journal of Mixed Methods Research*. DOI: 10.1177/2345678906292430. 2007; 1; 77.