

SKRIPSI

PENGARUH PUPUK UREA DAN MINERAL ZEOLIT TERHADAP EMISI GAS KARBON DIOKSIDA PADA PERTANAMAN PADI CIHERANG DI TANAH GAMBUT

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian pada
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Hendri Dunand
05021381520003**

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019 |**

SUMMARY

HENDRI DUNAND "Effect of Urea and Zeolite Mineral Carbon Dioxide Emission From Paddy Ciherang on Peat Soil" (Supervised by **MUH BAMBANG PRAYITNO** and **DWI PROBOWATI SULISTYANI**).

Efforts to increase rice production are faced with various problems, one of the problems being the increasingly limited productive land due to the conversion of paddy fields. These problems can be overcome by utilizing marginal land such as peatlands. But it must be realized that the use of peatlands has environmental risks, because peat is very vulnerable to degradation. Therefore, the concept of sustainable peatland management must be carried out by maximally increasing productivity and reducing the level of emissions caused to a minimum. The way to manage peatlands is by applying appropriate amelioration and fertilization. This study aims to determine the increase in CO₂ gas emissions in rice farming in peat soils that are affected by urea fertilizer and zeolite minerals, and find out the type of treatment that affects the highest CO₂ gas emissions. The study was conducted in the greenhouse of the Agriculture Training Center (ATC) Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Inderalaya, South Sumatra province from September to December 2018. Analysis of CO₂ gas was carried out at the Agricultural Environment Research Institute, Ministry of Agriculture, Pati, Central Java. This study used an experimental method with 9 treatment combinations where the dose of urea combined with the dose of zeolite used was 125 kg, 250 kg, 375 kg. The results of this study indicate that the treatment of all phases after averaged was obtained 125 kg/ha urea fertilizer treatment and 125 kg/ha zeolite mineral was the highest CO₂ gas emission of 3.01 kg/m²/day. While the lowest CO₂ gas emissions after averaged over all phases were in the treatment of 250 kg/ha fertilizer and 250 kg/ha zeolite minerals at 2.60 kg/ m²/day.

Keywords: Peatlands, CO₂ Emissions, Paddy, Urea Fertilizers, Zeolite Mineral.

SUMMARY

HENDRI DUNAND "Effect of Urea and Zeolite Mineral Carbon Dioxide Emission From Paddy Ciherang on Peat Soil" (Supervised by **MUH BAMBANG PRAYITNO** and **DWI PROBOWATI SULISTYANI**).

Efforts to increase rice production are faced with various problems, one of the problems being the increasingly limited productive land due to the conversion of paddy fields. These problems can be overcome by utilizing marginal land such as peatlands. But it must be realized that the use of peatlands has environmental risks, because peat is very vulnerable to degradation. Therefore, the concept of sustainable peatland management must be carried out by maximally increasing productivity and reducing the level of emissions caused to a minimum. The way to manage peatlands is by applying appropriate amelioration and fertilization. This study aims to determine the increase in CO₂ gas emissions in rice farming in peat soils that are affected by urea fertilizer and zeolite minerals, and find out the type of treatment that affects the highest CO₂ gas emissions. The study was conducted in the greenhouse of the Agriculture Training Center (ATC) Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Inderalaya, South Sumatra province from September to December 2018. Analysis of CO₂ gas was carried out at the Agricultural Environment Research Institute, Ministry of Agriculture, Pati, Central Java. This study used an experimental method with 9 treatment combinations where the dose of urea combined with the dose of zeolite used was 125 kg, 250 kg, 375 kg. The results of this study indicate that the treatment of all phases after averaged was obtained 125 kg/ha urea fertilizer treatment and 125 kg/ha zeolite mineral was the highest CO₂ gas emission of 3.01 kg/m²/day. While the lowest CO₂ gas emissions after averaged over all phases were in the treatment of 250 kg/ha fertilizer and 250 kg/ha zeolite minerals at 2.60 kg/ m²/day.

Keywords: Peatlands, CO₂ Emissions, Paddy, Urea Fertilizers, Zeolite Mineral.

SKRIPSI

[**PENGARUH PUPUK UREA DAN MINERAL ZEOLIT
TERHADAP EMISI GAS KARBON DIOKSIDA PADA
PERTANAMAN PADI CIHERANG DI TANAH GAMBUT**] [

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian pada
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Hendri Dunand
05021381520003**

] [
**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PUPUK UREA DAN MINERAL ZEOLIT TERHADAP EMISI GAS KARBON DIOKSIDA PADA PERTANAMAN PADI CIHERANG DI TANAH GAMBUT

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian pada
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Hendri Dunand
05021381520003

Indralaya, September 2019
Pembimbing II

Pembimbing I

Dr. Ir Muh Bambang Pravitno, M.Agr.Sc. Dra. Probowati Sulistyani, M.S.
NIP 196109201990011001 NIP 195809181984032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Pengaruh Pupuk Urea Dan Mineral Zeolit Terhadap Emisi Karbondioksida Pada Pertanaman Padi Ciherang di Tanah Gambut" oleh Hendri Dunand telah dipertahankan di hadapan Komisi Pengaji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juli 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim pengaji.

Komisi Pengaji

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Dr. Ir. Muh Bambang Prayitno, M.Agr.Sc. Ketua
NIP 196109201990011001 | (.....) |
| 2. Dra. Dwi Probowati Sulistyani, M.S. Sekertaris
NIP 195809181984032001 | (.....) |
| 3. Dr.Ir. Dwi Setyawan, M.Sc.
NIP 196402261989031004 | Anggota
(.....) |
| 4. Dr.Ir. Agus Hermawan, M.T.
NIP 196701111991032002 | Anggota
(.....) |

Indralaya, September 2019
Ketua Jurusan Tanah

Dr. Ir. Dwi Setyawan, M.Sc.
NIP 196402261989031004

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hendri Dunand

NIM : 05021381520003

Judul : Pengaruh Pupuk Urea dan Mineral Zeolit Terhadap Emisi Gas Karbondioksida Pada Pertanaman Padi Ciherang di Tanah Gambut

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, September 2019



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palembang pada tanggal 17 Juni 1997, Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Orang tua penulis ayah benama Pirman dan ibu bernama Tapsilah.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2009 di SD Negeri 87 Palembang, sekolah menengah pertama diselesaikan pada tahun 2012 di SMP Negeri 15 Palembang, dan melanjutkan di SMA Negeri 19 Palembang, selesai pada tahun 2015. Sejak Agustus 2015, penulis diterima sebagai mahasiswa program studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Penulis tergabung dalam organisasi yaitu Himilta sebagai anggota. Pada tahun 2016/2017 penulis dipercaya sebagai ketua umum Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HIMILTA), Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penulis juga tergabung pada organisasi nasional Forum Komunikasi Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (FOKUSHIMITI) sebagai anggota, dan penulis juga mengikuti kegiatan nasional di berbagai universitas lain misalkan Universitas Lampung, Institut Pertanian Bogor. Penulis juga dipercaya menjadi asisten pada mata kuliah, Pengelolaan Limbah Pertanian, Pengelolaan Lahan Rawa, Survei dan Evaluasi Lahan, dan Analisis Bentang Lahan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur di panjatkan atas kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan petunjuk-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Penelitian ini dengan judul “Pengaruh Pupuk Urea dan Mineral Zeolit Terhadap Emisi Gas Karbondioksida (CO_2) Pada Pertanaman Padi (*Oryza Sativa L*) di Tanah Gambut.”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Dr. Ir. Muh Bambang Prayitno, M. Agr. Sc. dan ibu Dra. Probowati Sulistyani, M.S. telah meluangkan waktunya membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan penelitian ini. Ucapan terimakasih yang sama besarnya penulis ucapkan kepada komisi penguji bapak Dr. Ir. Dwi Setyawan, M.Sc dan bapak Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T.

Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada kedua orang tua atas doa dan dukungan baik secara materi dan non materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya juga penulis ucapkan kepada teman-teman Ilmu Tanah angkatan 2015 yang telah banyak membantu selama penelitian dan penyusunan skripsi ini, sehingga segala yang berat terasa lebih ringan dan yang sulit menjadi lebih mudah.

Mudah-mudahan skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Hipotesis Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian dan Pembentukan Tanah Gambut	4
2.1.1 Klasifikasi Tanah Gambut.....	4
2.2 Tanaman Padi.....	6
2.2.1 Syarat Tumbuh Padi.....	8
2.3 Pupuk.....	8
2.3.1 Pupuk Urea.....	9
2.3.2 Mineral Zeolit.....	10
2.4 Emisi Gas Karbondioksida.....	12
2.4.1 Emisi Gas Karbondioksida di Tanaman.....	14
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Bahan dan Metode Penelitian.....	15
3.2.1 Alat dan Bahan.....	15
3.2.2 Metode Penelitian.....	15
3.3 Cara Kerja	16
3.3.1. Persiapan	16
3.3.2. Kegiatan Lapangan.....	16

3.4 Peubah Pengamatan	19
3.5 Perhitungan Gas CO ₂	19
3.6 Analisis Data	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Analisis Awal Tanah Gambut Sebelum Digunakan.....	20
4.2 Emisi Karbondioksida (CO ₂) Pada Fase Vegetatif 1	22
4.3 Emisi Karbondioksida (CO ₂) Pada Fase Vegetatif 2	23
4.4 Emisi Karbondioksida (CO ₂) Pada Fase Vegetatif 3	25
4.5 Emisi Karbondioksida (CO ₂) Pada Fase Generatif	26
4.6 Emisi Karbondioksida (CO ₂) Pada Fase Produksi	28
4.7 Emisi Karbondioksida (CO ₂) Komulatif Tanaman Padi.....	30
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Fase Pertumbuhan Tanaman Padi	8
4.1. Grafik Fluks CO ₂ Fase Vegetatif Umur 15 Hari	22
4.2. Grafik Fluks CO ₂ Fase Vegetatif Umur 35 Hari	23
4.3. Grafik Fluks CO ₂ Fase Vegetatif Umur 55 Hari	25
4.4. Grafik Fluks CO ₂ Fase Generatif Umur 65 Hari	26
4.5. Grafik Fluks CO ₂ Fase Produksi Umur 100 Hari.....	28
4.6. Grafik Fluks CO ₂ Fase Vegetatif-Generatif-Produksi.....	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1. Sifat Kimia Tanah Gambut Sebelum Diberikan Perlakuan	20
4.2. Sifat Fisik Tanah Gambut Sebelum Diberikan Perlakuan	21

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Bagan Penelitian	38
Lampiran 2. Dimensi Sungkup	38
Lampiran 3. Foto Penelitian	39

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah gambut merupakan tanah yang terbentuk dari bahan organik yang terdekomposisi secara anaerob di mana laju penambahan bahan organik lebih cepat dari pada laju dekomposisinya (Radjagukguk, 1997). Menurut Wahyunto dan Subiksa (2011) Indonesia merupakan negara yang memiliki areal gambut terluas di zona tropis, yakni mencapai 70 %. Luas gambut Indonesia mencapai 21 juta ha, yang tersebar di pulau Sumatera (35 %), Kalimantan (32 %), Papua (30 %) dan pulau lainnya (3 %). Provinsi Riau memiliki lahan gambut terluas di Sumatera, yakni mencapai 56,1 %.

Tanah gambut dalam keadaan alami memiliki kemampuan menyimpan karbon dalam jumlah yang besar. Namun jika tanah gambut digunakan sebagai lahan pertanian, maka tanah gambut tersebut mengalami perubahan penggunaan lahan yang dapat mengakibatkan pelepasan karbon dari tanah dalam bentuk CO₂ dan CH₄ (Astuti 2009). Gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari lahan gambut adalah karbondioksida (CO₂) sebesar 55 %, metan (CH₄) sebesar 15 %, dan dinitrogen oksida (N₂O) sebesar 6 %. Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap mineralisasi karbon pada tanah gambut adalah suhu, tinggi muka air tanah, kandungan mineral, pH, kation-kation, dan salinitas (Bertand *et al.*, 2007).

Tanaman padi merupakan tanaman penting yang menjadi makanan pokok bagi sebagian penduduk dunia, contohnya Indonesia. Di Indonesia, tanaman padi merupakan sumber makanan pokok bagi masyarakat. Upaya peningkatan produksi tanaman padi dihadapkan berbagai masalah, salah satu permasalahan yaitu semakin terbatasnya lahan produktif akibat alih fungsi lahan sawah (Wahyunto, 2009). Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan cara memanfaatkan lahan marjinal yang belum produktif dalam meningkatkan produksi tanaman padi. Salah satunya memanfatkan lahan gambut (Utami *et al.*, 2009).

Peningkatan daya dukung tanah gambut di bidang pertanian dapat dilakukan dengan melakukan peningkatan kesuburan tanah dengan cara pemupukan (Nurida dan Wihardjaka, 2014). Pemupukan dapat mempercepat

proses dekomposisi lahan gambut yang menyebabkan lahan gambut dapat meningkatkan produksi gas CO₂ sehingga dapat memicu emisi GRK. Pupuk urea merupakan pupuk yang mempunyai sifat higroskopis, sehingga urea mudah tercuci, menguap dan N dalam urea berubah menjadi bentuk-bentuk yang tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004).

Menurut Newsam (1991), zeolit dapat meningkatkan efisiensi pupuk yang dapat digunakan sebagai pertukaran ion, selain itu zeolit memiliki kemampuan sebagai adsorben. Menurut Suwardi (1999), pencampuran zeolit dengan pupuk nitrogen menyebabkan ammonium yang dikeluarkan dari pupuk akan dijerap zeolit. Hal ini disebabkan karena zeolit merupakan mineral silikat berongga yang mempunyai KTK yang tinggi dan ukuran rongganya sesuai dengan ukuran ion ammonium (Suwardi, 1995). Pada saat konsentrasi nitrat dalam tanah menurun ammonium yang telah dijerap oleh zeolit akan dilepaskan kembali ke dalam tanah.

1.2. Rumusan Masalah

Apakah kombinasi perlakuan pupuk urea dan mineral zeolit pada budidaya tanaman padi di tanah gambut dapat menekan emisi gas CO₂ ?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dinamika emisi CO₂ pada pertanaman padi ditanah gambut yang dipengaruhi oleh kombinasi perlakuan dosis pupuk urea dan dosis mineral zeolit, serta menentukan kombinasi perlakuan yang berpengaruh terhadap emisi terendah.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai emisi gas CO₂ yang dihasilkan pada tanaman padi di tanah gambut.

1.5. Hipotesis

1. Diduga pemberian perlakuan pupuk urea dan mineral zeolite dapat menurunkan emisi CO₂ pada pertanaman padi di tanah gambut.
2. Diduga dosis/ kombinasi urea 250 kg dan mineral zeolite 250 kg dapat menurunkan emisi CO₂ yang paling rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. dan Subiksa, I.G., 2008. *Lahan gambut: potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan*. Balai Penelitian Tanah. Bogor: Badan Litbang Pertanian.
- Alarima, C.I., Adamu, C.O., Awotunde, J.M., Bandoh, M.N., Masunaga, T. dan Wakatsuki, T., 2013. Determinants of adoption of sawah rice technology among farmers in ashanti region of Ghana. *Journal of Agricultural Science and Technology*. (3): 459.
- Alexander, M., 1997. *Introduction to Soil Microbiology*. New York: John Wiley and Sons.
- Astuti, M.H., 2009. *Neraca Karbon Pada Pengelolaan Padi Gambut*. Institut Pertanian Bogor.
- Bale, A.H., Supriyo, C. Agus, dan D. Wulandari. 2007. *Ilmu Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Jurusan Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Barchia, M.F., 2006. *Gambut Agroekosistem dan Transformasi Karbon*. Yogyakarta: UGM Press.
- [BB Padi] Balai Penelitian Tanaman Padi. 2016. Petunjuk Teknis Budidaya Padi Jajar Legowo Super. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.http://pangan.litbang.pertanian.go.id/files/juknis_jarwo/juknis%20jarwo%20super.pdf (diakses tanggal 31 Agustus 2017)
- Bertrand, I., Delfosse, O. dan Marry, B., 2007. Carbon And Nitrogen Mineralization In Acidic, Limed, And Calcareous Agricultural Soils: Apparent And Actual Effects. *Biochem*, 39, 276-288.
- BP2TP, 2008. *Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Tanaman Terpadu (PTT) Padi*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Burleson D.K., 2000. *Inside The Database Object Model*. Boca Raton (US): CRC Press. 112.
- Darmawijaya, I., 1990. *Klasifikasi Tanah, Dasar-dasar Teori Bagi Penelitian Tanah dan Pelaksanaan Penelitian*. Yogyakarta: UGM Press.
- Goto, T., Matsumoto, T., Furuya, N., Tsuchiya, K. and Yoshimura A., 2008. Mapping Of Bacterial Blight Resistance Gene Xa11 On Rice Chromosome 3. *JARQ*, 43(3), 221–225.

- Hairiah, K. dan Rahayu, S., 2007. *Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Handayani, E.P. 2009. *Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dan Metan (CH₄) Pada Perkebunan Kelapa Sawit Di Lahan Gambut yang Memiliki Keragaman Dalam Ketebalan Gambut dan Umur Tanaman*. Institut Pertanian Bogor.
- Hartatik, W. 2009. *Pemanfaatan Fosfat Alam pada Lahan Gambut. Dalam Buku Fosfat Alam: Pemanfaatan Pupuk Alam sebagai Sumber Pupuk P*. Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Hooijer, A.M. Silvius, H. Wosten, dan S.E. Page., 2006. *Peat-CO₂, Assessment of CO₂ E Emissions from Drained Peat Lands in SE Asia*. Delf Hydraulics report Q3943.
- Ina, H., 2007. *Bercocok Tanam Padi*. Jakarta: Akademia Pressindo.
- Kusminingrum, N., 2008. Potensi Tanaman Dalam Menyerap CO₂ dan CO Untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global. *Jurnal Pemukiman*, 3 (2), 96-105.
- Leiwakabessy, F.M. dan Sutandi, A., 2004. *Pupuk dan Pemupukan*. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Lestari, E.G., 2006. Hubungan Antara Kerapatan Stomata Dengan Ketahanan Kekeringan Pada Somaklon Padi Gajah Mungkur, Towuti, dan IR-64. *Biodiversitas*, 7 (1), 44-48.
- Marschner, H. 1986. *Mineral Nutrion of Higher Plants*. London : Academic Press Harcourt Brace Jovanovich publisher.
- Najiyati, S. dan Muslihat, L., 2003. *Mengenal Tipe Lahan Gambut*. Jakarta: Puslitbangtrans
- Najiyati, S., Muslihat, L., dan I. N. N. Siryadiputra. 2005. *Panduan Pengelolaan Lahan Gambut Untuk Pertanian Berkelaanjutan. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia*. Wetlands International-Indonesia Program me dan Wildlife Habitat Canada. Bogor. Indonesia. 241 hal.
- Newsam. 1991. *Zeolites in Solid State Chemistri Compounds*. Oxford Caridon Press. London. 153-199.
- Noor, M. 2001. *Pertanian Lahan Gambut Potensi dan Kendala*. Yogyakarta: Kanisius.
- Nurida, N.L. dan Wihardjaka, A., 2014. *Pengelolaan Berkelaanjutan Lahan Gambut Terdegradasi*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.

- Puslitbang. 2006. *Penerapan Eco-settlements di Hulu DAS Cimanuk*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Puslitbang. [online] <http://puskim.pu.go.id/wp-content/uploads/2016/ecosettlements.pdf>. [Akses 12 Juli 2019]
- Purba, GS, Daulay, SB, Rindang, A, Sigalingging, R. 2012. Sistem informasi komoditas tanaman pangan (padi dan palawija) di kabupaten Karo. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 1(1), 77.
- Purwadi, E. 2011. Batas Kritis Suatu Unsur Hara (N) dan Pengukuran Kandungan Klorofil pada Tanaman. [online] <http://www.masbied.com> [Akses 12 Maret 2019]
- Radjagukguk, B. 1997. Peatsoil of Indonesia: Location, classification, and problem for sustainability. *Dalam: Rieley, J.O and S.E. Page. (eds.). Biodiversity and sustainability of tropical peatland*. Proceeding of the International Symposium on TropicalPeatlands. Palangka Raya, Indonesia. Samara Publisher, Cardigan, UK. 45-54
- Radjagukguk, B, 2000. *Perspektif Permasalahan dan Konsepsi Pengelolaan Lahan Gambut Tropika Untuk Pertanian Berkelanjutan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Riwandi. 2000. *Kajian Stabilitas Gambut Tropika Indonesia Berdasarkan Analisis Kehilangan Karbon Organik, Sifat Fisikomia dan Komposisi Bahan Gambut*. Disertasi. Program Pascasarjana IPB Bogor.
- Rosmarkam, A. dan Yuwono, N.W., 2001. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius, Yogyakarta.
- Salisbury, Frank, B. dan Cleon, W.R. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: ITB.
- Sani. 2011. *Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut*. Jurnal Teknik Kimia, 5 (2), 400-406.
- Suhartono, 2012. *Unsur-Unsur Nitrogen dalam Pupuk Urea*. UPN Veteran Yogyakarta.
- Supriyo, H dan Bale, A., 1987. *Ilmu Tanah II (Pupuk dan Pemupukan)*. Fakultas Kehutanan UGM.
- Sutedjo, M. A. G. Kartasapoetra dan S. Sastroatmodjo. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suwardi. 1995. Pemanfaatan Zeolit sebagai Media Tumbuh Tanaman Hortikultura. *Proceding Temu Ilmiah IV*, Tokyo 1-3 September 1995.
- Suwardi. 1999. Penetapan Kualitas Mineral Zeolit dan Prospeknya di Bidang Pertanian. *Seminar Pembuatan dan Pemanfaatan Zeolit Agro Untuk*

- Meningkatkan Produksi Industry Pertanian, Tanaman Pangan, Dan Perkebunan*, Bandung 23 Agustus 1999.
- Suwardi. 2007. Pemanfaatan zeolit untuk Perbaikan sifat-sifat Tanah dan Peningkatan Produksi Pertanian. *Disampaikan pada Sei洛ka Pembentahan Tanah Menghemat Pupuk Mendukung Peningkatan produksi Beras*, Jakarta 5 April 2007.
- Tsujimoto Y, Horie T, Randriamihary H, Shiraiwa T, dan Homma K. 2009. Soil Management: the key factors for higher productivity in the fields utilizing the system of rice intensification (SRI) in the central highland of Madagascar. *Agric. Sys.* 100, 61-71.
- Utami, S. N. H., A. Maas, B. Radjagukguk, dan B.H. Purwanto. 2009. Sifat Fisik, Kimia dan FTIR Spektrofotometri Gambut Hidrofobik Kalimantan Tengah. *Jurnal Tanah Tropika*. 1 (1), 10.
- Wihardjaka, A. dan P. Setyanto. 2007. *Emisi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca dari Lahan Sawah Irigasi dan Tadah Hujan*. Jakenan: Balai Penelitian Lingkungan Pertanian.
- Wahyunto, S, Suparto, dan Subagyo, H., 2005. *Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan*. Bogor: Wetlands Internasional Indonesia Programme.
- Wahyunto, 2009. *Bercocok Tanam Padi Sawah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wahyunto dan Subiksa, I.G M., 2011. *Genesis Lahan Gambut Indonesia* . Bogor : Balai Penelitian Tanah.
- Yardha, Adli, Y., Chairunas, Firduaus, Burlishan dan Ali, M.N., 1998. *Pengkajian dan Perbaikan Teknologi Usahatani Tanaman Pangan Lahan Gambut di Provinsi Daerah Istimewa Aceh*. Laporan Hasil Penelitian LPTP Banda Aceh.
- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. Philippines: IRRI.
- Yoshinori, F., Hiroshi, M., and Ho, C.S., 2009. Assessment of CO₂ emissions and resource sustainability for housing construction in Malaysia, *International Journal of LowCarbon Technologies*, 4, 16–26.
- Yulianto, A.B. 2008. *Pendugaan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Lahan Padi Gambut serta Analisis Serapan Karbon oleh Tanaman*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Yerizam, M., Purnamasari, I., Hasan, A., dan Junaidi, A., 2017. Modifikasi urea menjadi pupuk lepas lambat menggunakan fly ash batubara dan naoh sebagai binder. *Jurnal Teknik Kimia*. 4 (23), 227-229.