

Pengaruh Residu Terak Baja terhadap Sifat Kimia Tanah Gambut dan Hasil Padi Sawah

Residual Effect of Steel Slag on Peat Soil Chemical Properties and Yield of Paddy Rice

Putro Hairutomo Setiko^{*1}, Suwarno², Arief Hartono²

¹ Mahasiswa Program Pascasarjana, Program Studi Ilmu Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Indonesia

² Dosen Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan IPB, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 4 Mei 2015

Direview: 11 Mei 2015

Disetujui: 20 November 2015

Katakunci:

Pembenah tanah

Logam berat

Anakan maksimum

Unsur mikro

Keywords:

Ameliorant

Heavy metals

Maximum tillers

Micro nutrients

Abstrak. Terak baja mengandung silikon, kalsium, dan magnesium dalam jumlah yang besar, sehingga bermanfaat sebagai alternatif bahan pembenah tanah dan sumber unsur hara bagi tanaman padi sawah di tanah gambut. Percobaan pot untuk mengevaluasi pengaruh terak baja terhadap perbaikan sifat kimia tanah gambut dan pertumbuhan padi sawah (IR 64) telah dilakukan selama dua musim tanam pada Februari-Agustus 2012 dan Maret-September 2013. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon padi sawah terhadap residu *electric furnace slag* (EF slag) dan *blast furnace slag* (BF slag) pada pertanaman ketiga. Perlakuan yang diaplikasikan pada tanaman pertama terdiri dari EF slag dan BF slag dengan dosis 0, 2, 4, 6, dan 8% dari bobot kering oven tanah. Penelitian telah dilakukan pada Februari-Agustus 2014. Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu EF slag mampu memperbaiki Ca dan Mg dapat ditukar, dan ketersediaan Fe dan Mn dalam tanah. Sementara residu BF slag hanya dapat memperbaiki ketersediaan SiO₂ dan Zn dalam tanah. Hal ini mengakibatkan tinggi tanaman padi, jumlah anakan maksimum, anakan produktif, dan hasil padi pada residu EF slag juga relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan residu BF slag. Hasil padi tertinggi pada residu EF slag mencapai 42 g pot⁻¹, sedangkan pada residu BF slag hanya mencapai 4,2 g pot⁻¹. Oleh karena itu, EF slag direkomendasikan untuk memperbaiki sifat kimia tanah gambut. Efektifitasnya bertahan minimal hingga musim ketiga tanaman padi sawah.

Abstract. Steel slag contains a high amount of silicon, calcium, and magnesium, that are useful as an alternative ameliorant and nutrient source for paddy rice in peat soil. Pot experiment to evaluate the effects of steel slag to improve the chemical properties of peat soil and the growth of paddy rice (IR 64) was carried out during two seasons in February - August 2012 and March-September 2013. The aim of this research was to study the response of paddy rice to the electric furnace slag (EF slag) and blast furnace slag (BF slag) residue in the third growing season. The treatments were applied on the first season consisted of EF slag and BF slag with dosage of 0, 2, 4, 6, and 8% by weight, of the dry soil. The experiment was carried out in February-August 2014. The results showed that the EF slag residue was able to improve the exchangeable Ca and Mg, and available Fe and Mn in soil. While BF slag residue can only improve the availability of SiO₂ and Zn. This caused the height of rice plant, number of maximum tillers, productive tillers, and rice yield by EF slag residue also relatively higher than that of BF slag residue. The highest rice yield by EF slag residue reached 42 g pot⁻¹, while by BF slag residue only reached 4.2 g pot⁻¹. Therefore, we recommend the use of EF slag for improving chemical properties of peat soil. Its effectiveness is still significant at least until the third season of paddy rice since the application.

Pendahuluan

Gambut merupakan bagian dari ekosistem lahan basah yang berpotensi untuk dijadikan areal pertanian. Menurut Ritung *et al.* (2013), luas lahan gambut di tiga pulau utama saat ini, yaitu Sumatera, Kalimantan, dan Papua adalah

14.905.574 ha. Mulyani dan Noor (2011), menyatakan bahwa lahan gambut dapat dimanfaatkan untuk mendukung peningkatan produksi padi nasional. Namun, pengembangan tersebut harus diikuti dengan pengelolaan yang baik mengingat tanah gambut bersifat marjinal dan tergolong rapuh.

Secara alamiah tanah gambut memiliki tingkat kesuburan rendah dan mengandung beragam asam-asam

* Corresponding author: putro_2711@yahoo.com

organik yang sebagian bersifat racun bagi tanaman (Tadano *et al.* 1992; Hartatik *et al.* 2011). Gambut memiliki reaksi tanah yang masam hingga sangat masam, unsur makro relatif tidak tersedia, serta kahat unsur mikro seperti Cu, Zn, dan Mo (Allison 1973; Agus dan Subiksa 2008; Najati *et al.* 2005). Menurut Radjagukguk (2010), pemberian pupuk dan bahan amelioran yang tepat dapat mengatasi permasalahan kesuburan pada tanah gambut. Salah satu bahan amelioran yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah kesuburan pada tanah gambut yaitu terak baja (*steel slag*).

Steel slag merupakan hasil sampingan yang terbentuk dari proses produksi pembuatan baja. *Steel slag* dapat dikelompokkan menjadi *iron making slag (blast furnace slag)* dan *steel making slag (converter slag dan electric furnace slag)* (NSA 1996). Branca dan Colla (2012); serta Huang *et al.* (2012), menyatakan bahwa *steel slag* mengandung CaO, MgO, dan SiO₂, serta mampu meningkatkan nilai pH pada tanah-tanah yang masam. Menurut Suwarno (2002), *Steel slag* yang berasal dari Indonesia kaya akan mineral besi, kandungan total Fe dalam bentuk oksidanya sebesar 42,6% Fe₂O₃. Berdasarkan Penelitian yang dilakukan oleh Pohan (2012), diketahui bahwa *Electric furnace slag* Indonesia (*EF slag*) mengandung 0,05% P₂O₅; 26% CaO; 7,9% MgO; 12,7% SiO₂; 43,2% Fe₂O₃; 7,2% Al₂O₃; dan 12.400 ppm Mn. *Blast furnace slag* Korea (*BF slag*) mengandung 0,21% P₂O₅; 40,8% CaO; 4,8% MgO; 34,4% SiO₂; 0,8% Fe₂O₃; 16,1% Al₂O₃; dan 2.750 ppm Mn. Oleh karena itu, *EF slag* dan *BF slag* memiliki potensi sebagai alternatif bahan pengapuran, serta sebagai sumber hara makro dan mikro bagi tanaman padi sawah di tanah gambut. Penelitian pengaruh penggunaan *EF slag* dan *BF slag* pada tanah gambut terhadap padi sawah pertanaman pertama telah dilakukan oleh Pohan (2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Ca_{dd}, serta ketersediaan P, Fe, Mn, dan Zn tanah gambut yang diaplikasikan *EF slag* nyata lebih tinggi dibandingkan dengan *BF slag*. Hal tersebut mengakibatkan pertumbuhan dan produksi padi sawah pada perlakuan *EF slag* relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan *BF slag*. Selain itu, kandungan logam berat Pb dan Hg dalam beras yang diaplikasikan *EF slag* tidak terdeteksi nilainya, sedangkan kandungan Cd masih berada di bawah batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan.

Penelitian lanjutan untuk mempelajari pengaruh residu *EF slag* dan *BF slag* pada pertanaman kedua telah dilakukan oleh Banta (2014). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai pH, Ca_{dd}, Mg_{dd}, dan Fe-tersedia tanah gambut pada residu *EF slag* nyata lebih tinggi dibandingkan dengan *BF slag*. Pertumbuhan dan produksi padi sawah pertanaman kedua pada perlakuan *EF slag* relatif lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan *BF*

slag. Selain itu, kandungan logam berat Pb, As, dan Hg dalam beras pada residu *EF slag* dan *BF slag* tidak terdeteksi nilainya, sedangkan kandungan Cd masih berada di bawah batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan.

Tantangan dalam pengelolaan lahan gambut adalah mencari bahan amelioran yang memiliki efek residu jangka panjang terhadap tanaman padi sawah. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh residu *EF slag* dan *BF slag* terhadap sifat kimia tanah gambut serta pertumbuhan dan produksi padi pada pertanaman ketiga.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca di Kebun Percobaan Cikabayan dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Institut Pertanian Bogor. Penelitian berlangsung dari bulan Februari hingga Agustus 2014. Contoh tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah gambut yang berasal dari Desa Arang-arang, Provinsi Jambi. Tanah tersebut memiliki nilai pH 4,6, Ca_{dd} 5,5 me 100g⁻¹, Mg_{dd} 3,11 me 100g⁻¹, dan SiO₂ 10,5%. Perlakuan yang telah diaplikasikan pada pertanaman pertama yaitu *EF slag* dan *BF slag* dengan masing-masing dosis 0, 2, 4, 6, dan 8% dari bobot kering oven tanah. Contoh tanah gambut pada penelitian ini berasal dari penelitian residu pertanaman kedua sebanyak 3,30 kg BKM pot⁻¹. Benih padi Varietas IR 64 yang digunakan berasal dari kebun percobaan Balitpa Muara. Pupuk dasar untuk tanaman padi yang digunakan adalah Urea dengan dosis 1,5 g kg⁻¹, SP 36 sebanyak 1,5 g kg⁻¹, dan KCl sebanyak 0,75 g kg⁻¹.

Penelitian ini merupakan percobaan faktor tunggal dengan sembilan perlakuan dan tiga ulangan sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Rancangan yang dipakai adalah rancangan acak lengkap (RAL). Seluruh data hasil pengamatan dan analisis kimia dianalisis dengan menggunakan uji regresi.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pengambilan contoh tanah sebanyak 100 g pot⁻¹ yang dilakukan setelah panen pertanaman kedua. Analisis sifat kimia tanah yang dilakukan meliputi : pH (H₂O), SiO₂ (NaOAc 1N pH 4), Ca dan Mg dapat ditukar (NH₄OAc 1 N pH 7), ketersediaan Fe, Mn, Cu, dan Zn (DTPA pH 7,3).

Tahap Selanjutnya dilakukan penyemaian benih padi sawah selama 18 hari. Satu hari sebelum pindah tanam dilakukan pemupukan pada media tanam dalam pot. Pupuk dasar yang diaplikasikan yaitu pupuk urea 1/3 bagian, pupuk SP 36 diberikan seluruhnya, dan pupuk KCl ½ bagian. Tanam pindah bibit padi sawah dilakukan sebanyak 2 batang pot⁻¹. Pemeliharaan dilakukan dengan

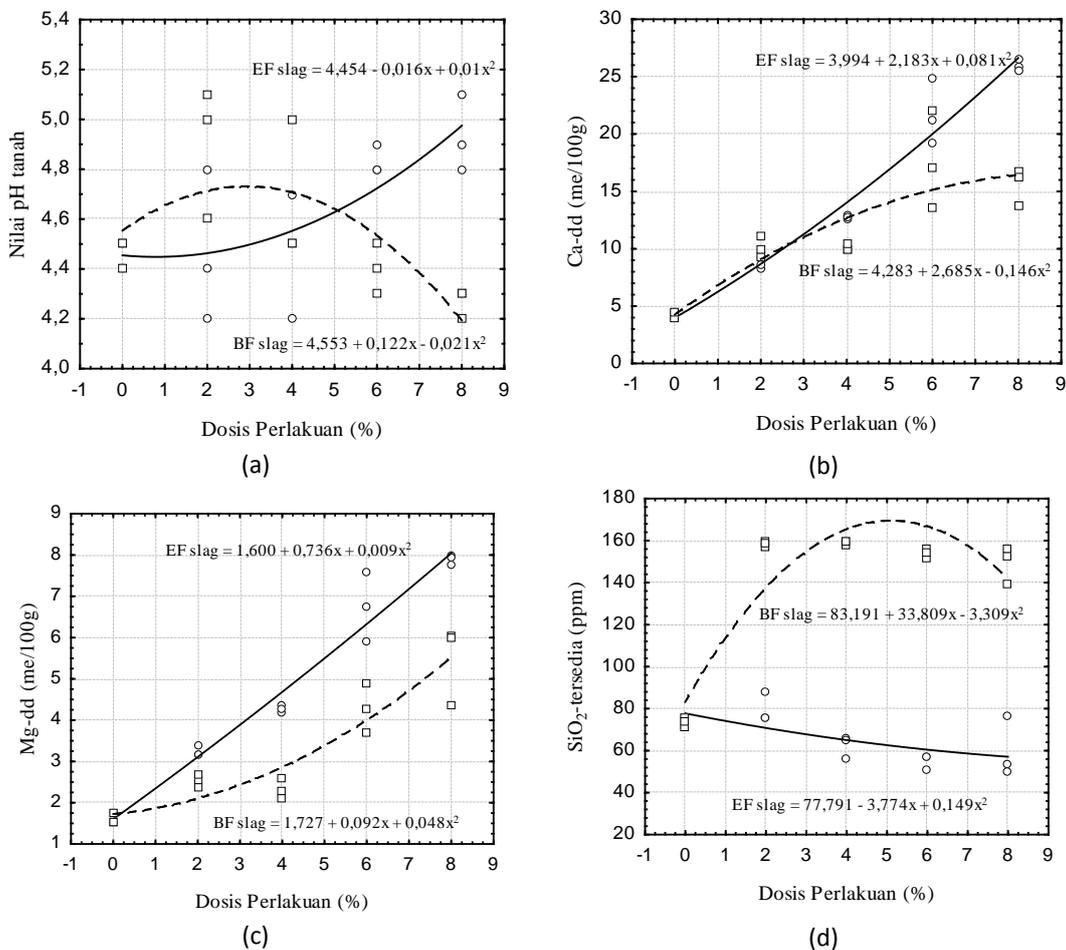
menambahkan air setiap hari (ketinggian genangan dipertahankan ± 2 cm dari permukaan tanah). Pupuk urea diberikan kembali masing-masing 1/3 bagian saat 21 hari setelah tanam (HST) dan 35 HST, sedangkan pupuk KCl ½ bagian saat 35 HST. Variabel pertumbuhan yang diamati yaitu tinggi tanaman padi, jumlah anakan maksimum, anakan produktif, bobot gabah kering giling (BGKG), berat jerami, dan persentase gabah hampa.

Panen dilakukan ketika masak penuh yaitu 120-127 HST. Setelah panen, jerami padi diambil untuk selanjutnya dibersihkan, dioven, dan digiling. Selanjutnya, dilakukan penetapan unsur Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, dan Zn menggunakan metode pengabuan basah dengan pereaksi HNO₃ dan HClO₄. Penetapan SiO₂ dilakukan menggunakan metode gravimetri dengan menambahkan HCl 12 N. Selain itu, beras dianalisis untuk penetapan kadar logam beratnya seperti Pb, Cd, As, dan Hg menggunakan metode pengabuan basah dengan pereaksi HNO₃ dan HClO₄.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh residu EF dan BF slag terhadap sifat kimia tanah gambut

Hasil percobaan yang disajikan pada Gambar 1a menunjukkan bahwa nilai pH tanah yang dipengaruhi oleh residu BF slag cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya residu dosis perlakuan. Sementara pada residu EF slag, nilai pH tanah cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya residu dosis perlakuan. Akan tetapi, berdasarkan persamaan regresi pada BF slag akan diperoleh nilai pH yang lebih besar dibandingkan EF slag. Hal tersebut menunjukkan kualitas kemampuan slag dalam meningkatkan nilai pH tanah gambut, BF slag relatif lebih baik dibandingkan EF slag. Menurut Suwarno dan Goto (1997), EF slag diketahui memiliki nilai pH (H₂O) sebesar 11,1 dan daya netralitas sebesar 66,3%. Sedangkan penelitian Suwarno *et al.* (1999), menunjukkan bahwa BF slag memiliki nilai pH 9,9 dan daya netralitas sebesar 79,2%.



Gambar 1. Pengaruh residu EF dan BF slag terhadap nilai pH (a), Ca dan Mg dapat ditukar (b dan c), dan SiO₂-tersedia (d) dalam tanah gambut sebelum pertanaman ketiga (24 bulan setelah aplikasi)

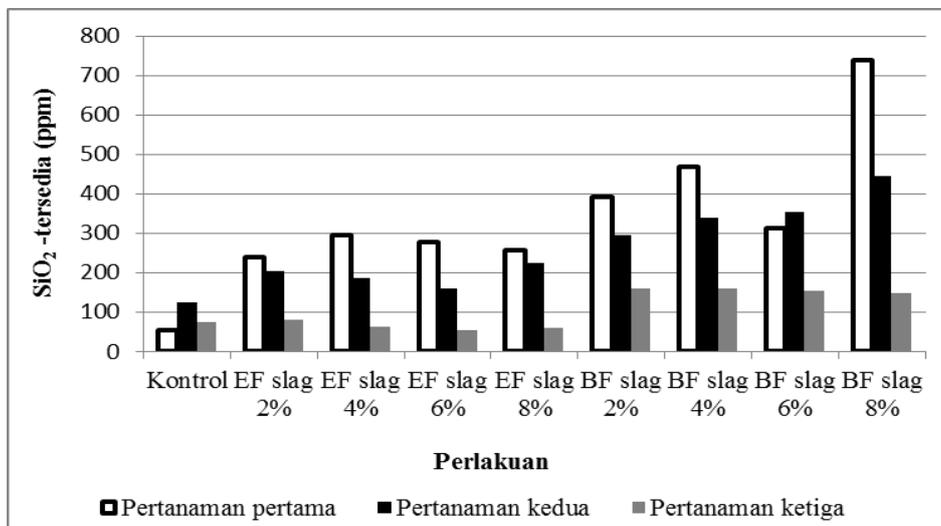
Figure 1. Effects of EF and BF slag residue on pH value (a), exchangeable Ca and Mg (b and c), and available SiO₂ (d) in peat soil before third season (24 month after application)

Nilai Ca_{-dd} dan Mg_{-dd} tanah gambut pada residu EF dan BF slag mengalami peningkatan seiring bertambahnya residu dosis perlakuan (Gambar 1b dan 1c). Namun berdasarkan persamaan regresi, nilai Ca_{-dd} dan Mg_{-dd} pada EF slag jauh lebih tinggi dibanding BF slag. Hal tersebut dapat terjadi karena kadar MgO pada EF slag (7,9%) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan BF slag (4,8%). Meskipun kadar CaO pada BF slag (40,8%) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan EF slag (26%), namun nilai Ca_{-dd} tanah gambut pada residu BF slag lebih rendah dibandingkan dengan EF slag 6% dan 8%. Berdasarkan hal tersebut, diduga bahwa EF slag yang diaplikasikan pada tanah gambut memiliki kelarutan Ca dan Mg relatif lebih tinggi dibandingkan dengan BF slag. Menurut Suwarno (2002), aplikasi EF slag pada tanah gambut secara signifikan dapat meningkatkan nilai pH serta Ca dan Mg_{-dd} di dalam tanah.

Ketersediaan SiO_2 tanah gambut pada residu BF slag 2% hingga 8% relatif lebih tinggi dibandingkan dengan residu EF slag (Gambar 1d). BF slag yang diaplikasikan pada pertanaman pertama memiliki 34,4% SiO_2 , sedangkan SiO_2 pada EF slag sebesar 12,7% (Pohan 2012). Hal tersebut menyebabkan ketersediaan SiO_2 pada residu BF slag relatif lebih tinggi dibandingkan dengan residu EF slag. Gambar 2 menunjukkan bahwa ketersediaan SiO_2 tanah gambut yang diaplikasikan BF slag relatif lebih tinggi dibandingkan dengan EF slag hingga pada pertanaman ketiga. Menurut Perreira *et al.* (2004), kandungan SiO_2 yang terdapat pada BF slag dapat mencapai 384 ppm dan memiliki kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan EF slag.

Berdasarkan Gambar 3a dan 3b, ketersediaan Fe dan Mn tanah gambut pada residu EF slag 2 hingga 8% relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan residu BF slag. Hal tersebut dapat terjadi karena kandungan Fe dan Mn pada EF slag jauh lebih tinggi dibandingkan dengan BF slag (Tabel 1). Nilai Zn-tersedia pada residu BF slag relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan residu EF slag (Gambar 3c). Hal tersebut diduga dapat terjadi karena kelarutan Zn dari BF slag relatif lebih tinggi dibandingkan EF slag.

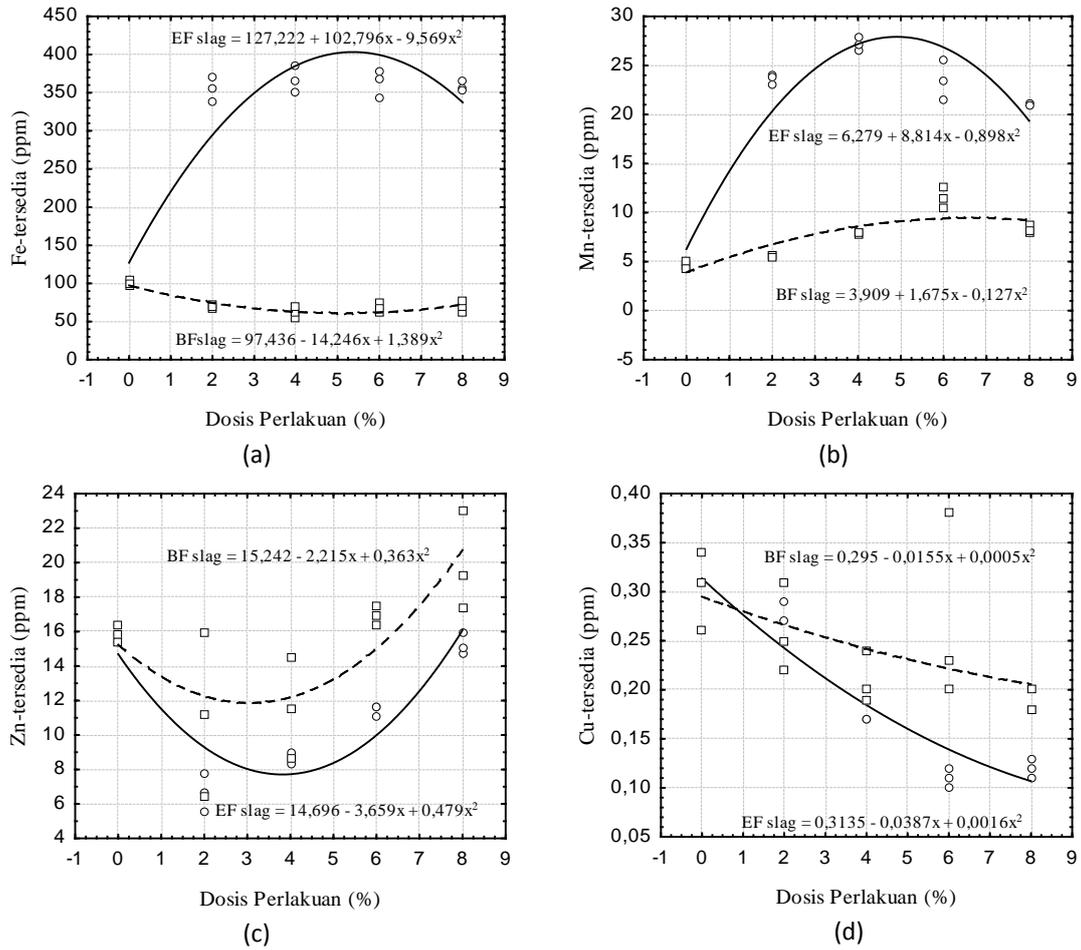
Ketersediaan Cu tanah gambut pada residu EF dan BF slag mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya residu dosis perlakuan (Gambar 3d). Hal tersebut dapat terjadi karena 3 faktor : 1) Cu bereaksi dengan karbonat sehingga aktivitasnya menurun di dalam tanah. Menurut Hao *et al.* (2012), aplikasi steel slag dapat meningkatkan karbonat terlarut dalam tanah yang dapat bereaksi dengan Cu membentuk $CuCO_3$ sehingga aktivitasnya menurun; 2) terjadi reaksi antara asam organik dengan Cu sehingga membentuk ikatan koordinasi yang cukup kuat (khelat). Terbentuknya senyawa kompleks atau khelat antara Cu dengan asam-asam organik tanah gambut dapat menekan pengaruh buruk dari asam fenolat dan karboksilat (Zahrah 2010), akan tetapi ion Cu juga dapat menjadi kurang tersedia dalam tanah karena proses khelasi yang terjadi pada tanah gambut (Tan 2003); 3) peningkatan nilai pH tanah gambut yang disertai dengan penurunan aktivitas Cu. Menurut Haihong *et al.* (2013), steel slag dapat menurunkan kemasaman tanah sehingga dapat mengurangi aktivitas logam berat dan unsur mikro yang berlebih di dalam tanah.



Sumber: pertanaman pertama (Pohan 2012), pertanaman kedua (Banta 2014)

Gambar 2. Pengaruh EF dan BF slag terhadap ketersediaan SiO_2 dalam tanah gambut hingga musim pertanaman ketiga

Figure 2. Effects of EF and BF slag on available SiO_2 in peat soil until third season



Gambar 3. Pengaruh residu *EF* dan *BF slag* terhadap ketersediaan Fe (a), Mn (b), Zn (c), dan Cu (d) dalam tanah gambut sebelum pertanaman ketiga (24 bulan setelah aplikasi)

Figure 3. Effects of *EF* and *BF slag* residue on available Fe (a), Mn (b), Zn (c), and Cu (d) in peat soil before third season (24 month after application)

Tabel 1. Sifat kimia *blast furnace slag* Korea dan *electric furnace slag* Indonesia

Table 1. Chemical properties of Korean *blast furnace* and Indonesian *electric furnace* slag

Kadar total	Satuan	<i>BF Slag</i> Korea	<i>EF Slag</i> Indonesia
Fe ₂ O ₃	%	0,90	43,20
CaO	%	40,80	26
SiO ₂	%	34,40	12,70
MgO	%	4,80	7,90
Al ₂ O ₃	%	16,10	7,20
K ₂ O	%	0,40	0,04
P ₂ O ₅	%	0,21	0,05
Na ₂ O	%	0,20	0,30
Mn	ppm	2.750	12.400
Cu	ppm	108.000	22.000
Zn	ppm	27.000	79.000
Daya netralisasi	%	84,80	66,10
As	ppm	10,92	3,17
Cd	ppm	28,45	0,17
Cr	ppm	td*	832
Pb	ppm	242	5,00
Hg	ppm	2,05	0,08

Sumber : Pohan (2012)

* = tidak terukur

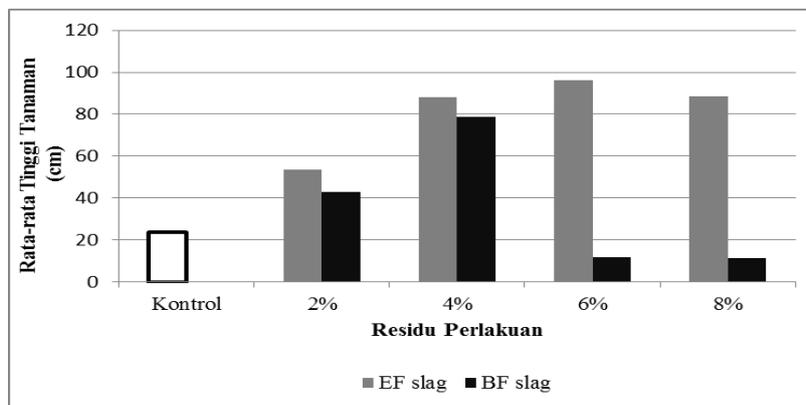
Pengaruh residu EF dan BF slag terhadap pertumbuhan, hasil, dan kadar hara tanaman padi

Hasil pengamatan pada 11 MST menunjukkan bahwa tinggi tanaman padi pada perlakuan residu *EF slag* relatif lebih baik bila dibandingkan dengan residu *BF slag* (Gambar 4). Selain itu, jumlah anakan maksimum, anakan produktif, dan bobot gabah kering giling (BGKG) pada residu *EF slag* memiliki pola regresi yang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya residu dosis perlakuan (Gambar 5). Sementara pada residu *BF slag* terlihat bahwa anakan maksimum, anakan produktif, dan BGKG mengalami peningkatan hingga dosis 4%, selanjutnya terjadi penurunan pada dosis 6 dan 8%. Bobot kering jerami pada residu *EF slag* 6% yaitu 44,07 g/pot, dengan persentase gabah hampa terendah yaitu sebesar 4,12% (Tabel 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh residu *EF slag* dalam memperbaiki sifat kimia tanah gambut lebih unggul dibandingkan *BF slag*. *EF slag* mampu menyediakan hara makro dan mikro yang seimbang untuk pertumbuhan dan produksi padi sawah di tanah gambut. Menurut Suwarno (2010), sebagai sumber pupuk Si untuk tanaman padi sawah, *EF slag* dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi sawah baik pada tanah mineral berkadar Si rendah maupun pada tanah gambut.

Produksi maksimum dicapai oleh tanaman padi sawah pada residu *EF slag* 6%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar hara makro dan mikro yang terdapat dalam tanaman padi sawah pada residu *EF slag* 6% telah melewati batas kritis dan berada dalam kondisi yang seimbang. Berdasarkan Tabel 3 dan 4, kadar hara makro dan mikro dalam tanaman padi sawah yang terbaik agar diperoleh produksi maksimum pada pertanaman ketiga yaitu : 0,17% Ca; 0,49% Mg; 11,09% SiO₂; 51,16 ppm Fe; 0,17 ppm Mn; 0,88 ppm Cu; dan 11 ppm Zn.

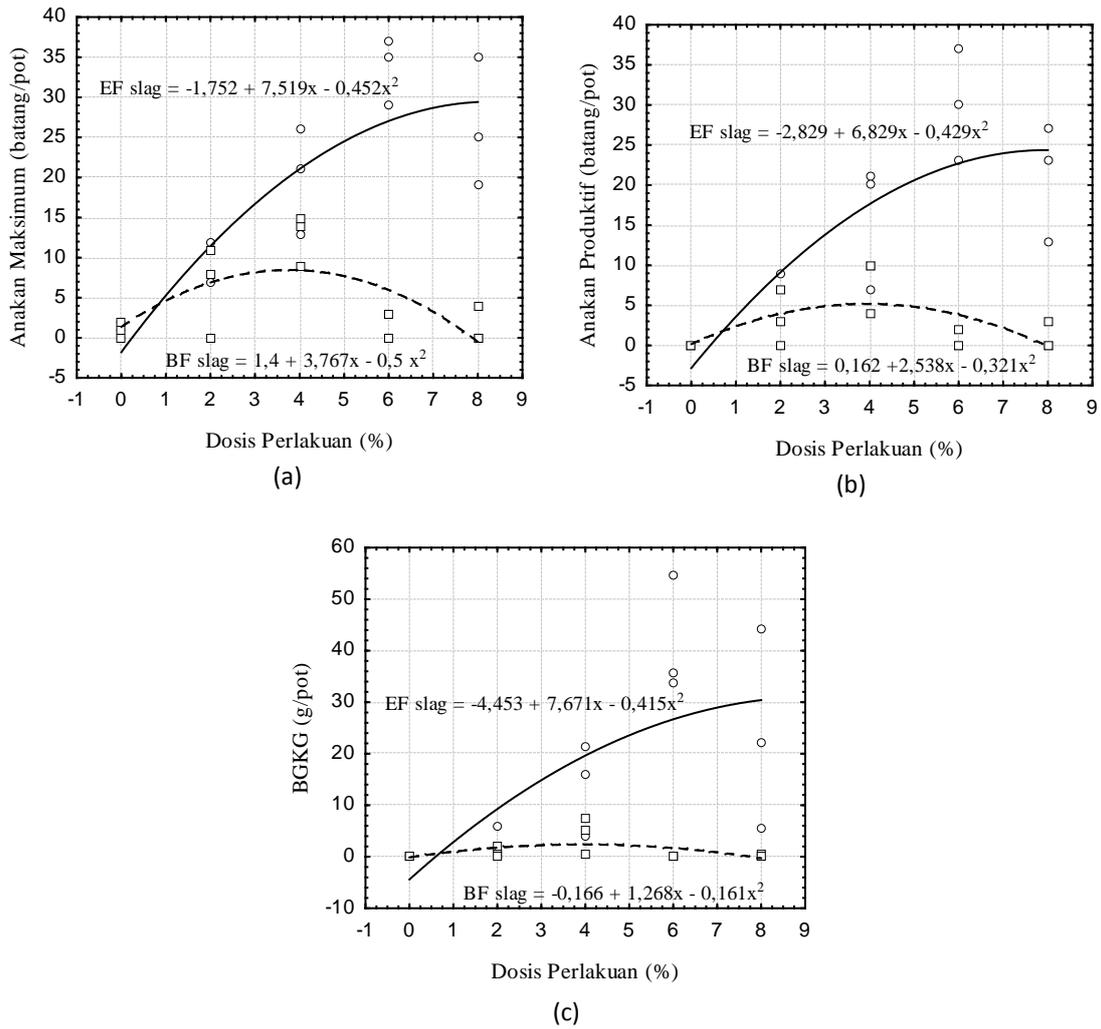
Berdasarkan Tabel 3, kadar Ca dalam jerami padi pada residu *BF slag* 2 dan 4% nilainya tiga kali lebih tinggi dibandingkan dengan residu *EF slag* 6%. Namun, pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah pada residu *BF slag* tidak lebih baik dibandingkan dengan residu *EF slag* 6%. Kadar Mg jerami padi pada residu *EF slag* dan *BF slag* 2 dan 4% nilainya masih dibawah kondisi terbaik. Hal tersebut menyebabkan pertumbuhan dan produksi padi sawah pada residu *EF slag* dan *BF slag* 2 dan 4% lebih rendah dibandingkan dengan residu *EF slag* 6%.

Jerami padi sawah pertanaman ketiga dengan kadar SiO₂ di bawah 11% dapat menjadi faktor penentu pertumbuhan tanaman, ketika kadarnya dibawah nilai tersebut maka defisiensi SiO₂ akan mengontrol pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Batasan kadar SiO₂ yang baik dalam jerami padi sawah pada pertanaman ketiga ini hampir sama dengan kadar SiO₂ jerami padi yang ditemukan pada penelitian lapang di Jepang yang menunjukkan bahwa akumulasi silika pada tanaman padi bagian atas dapat mencapai 10% (Ma dan Takahashi 2002), sedangkan kandungan silika dalam jerami padi paling sering dijumpai pada nilai 11% (Yoshida 1981). Menurut Makarim *et al.* (2007), nilai optimal konsentrasi silikon dalam jerami padi adalah 8-10%. Kadar silikon yang sesuai dalam jerami padi pada residu *EF slag* 6% memberikan manfaat terhadap pertumbuhan dan produksi padi sawah pertanaman ketiga. Tanaman padi memerlukan silikon untuk meningkatkan aktivitas fotosintesis, meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit, serta meningkatkan ketahanan terhadap tekanan boitik dan abiotik (Ma 2004; Ma dan Yamaji 2006; Santos *et al.* 2011; Ning *et al.* 2014).



Gambar 4. Pengaruh residu *EF* dan *BF slag* terhadap tinggi padi sawah pertanaman ketiga pada 11 minggu setelah tanam

Figure 4. Effects of *EF* and *BF slag* residue on third season paddy rice plant height in 11 weeks after planting



Gambar 5. Pengaruh residu *EF* dan *BF slag* terhadap jumlah anakan maksimum (a) anakan produktif, (b) dan bobot gabah kering giling, (c) pada pertanaman ketiga

Figure 5. Effects of *EF* and *BF slag* residue on number of maximum tillers (a) productive tillers, (b) and weight of dry grind spikelets, (c) in third season

Tabel 2. Pengaruh residu *EF* dan *BF slag* terhadap bobot kering jerami, bobot gabah kering giling, dan persentase gabah hampa

Table 2. Effects of *EF* and *BF slag* residue on weight of dry straw, weight of dry grind spikelets, and percentage of unfilled spikelet

Perlakuan	Bobot kering jerami g pot ⁻¹	Bobot gabah kering giling	Persentase gabah hampa %
Kontrol	0,24	-	-
EF slag 2%	7,90	2,25	23,65
EF slag 4%	24,50	13,80	10,34
EF slag 6%	44,07	42,00	4,12
EF slag 8%	28,79	23,98	10,17
BF slag 2%	4,96	0,76	40,39
BF slag 4%	9,58	4,22	18,41
BF slag 6%	0,91	0,08	53,11
BF slag 8%	0,99	0,13	22,34

Keterangan : - = tidak terdapat sampel

Tabel 3. Pengaruh residu *EF* dan *BF slag* terhadap kadar Ca, Mg, dan SiO₂ pada jerami
 Table 3. Effects of *EF* and *BF slag* residue on Ca, Mg, and SiO₂ content in straw

Perlakuan	Kadar Ca	Kadar Mg	Kadar SiO ₂
 %		
Kontrol	-	-	-
EF slag 2%	0,17	0,20	12,81
EF slag 4%	0,27	0,27	13,95
EF slag 6%	0,17	0,49	11,09
EF slag 8%	0,14	0,49	11,91
BF slag 2%	0,52	0,16	14,21
BF slag 4%	0,54	0,21	8,01
BF slag 6%	-	-	7,20
BF slag 8%	-	-	9,00

Keterangan : - = bobot sampel tidak cukup untuk dianalisis

Tabel 4. Pengaruh residu *EF* dan *BF slag* terhadap kadar Fe, Mn, Cu, dan Zn pada jerami
 Table 4. Effects of *EF* and *BF slag* residue on Fe, Mn, Cu, and Zn content in straw

Perlakuan	Kadar Fe	Kadar Mn	Kadar Cu	Kadar Zn
 ppm			
Kontrol	-	-	-	-
EF slag 2%	20,85	0,55	0,35	5,02
EF slag 4%	46,40	0,32	0,78	8,29
EF slag 6%	51,16	0,17	0,88	11,00
EF slag 8%	59,41	0,11	1,11	11,41
BF slag 2%	16,41	0,31	0,29	4,90
BF slag 4%	18,58	0,28	0,57	4,60
BF slag 6%	-	-	-	-
BF slag 8%	-	-	-	-

Keterangan : - = bobot sampel tidak cukup untuk dianalisis

Berdasarkan Tabel 4, terjadi peningkatan kadar Fe, Cu, dan Zn dalam jerami padi sawah seiring dengan peningkatan dosis residu *EF slag*. Sebaliknya, kadar Mn dalam jerami mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya dosis residu *EF slag*. Relatif tersedianya unsur Mn, Cu, dan Zn dalam tanah tidak menjadi faktor pembatas pertumbuhan dan produksi tanaman padi pada residu *EF slag* dan *BF slag*. Relatif lebih rendahnya ketersediaan Fe dalam tanah pada residu *BF slag* dibandingkan *EF slag*, merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan produksi padi pada pertanaman ketiga.

Tanaman padi sawah pada residu *EF slag* dan *BF slag* 2% dan 4% mengalami defisiensi unsur Mg, Fe, Cu, dan Zn. Hal tersebut mengakibatkan beberapa daun tanaman padi menjadi berwarna pucat bahkan menguning kecoklatan, sehingga menghambat proses fotosintesis. Menurut Winarso (2005), tanaman yang defisiensi Mg akan menunjukkan daun-daun yang menguning sedangkan

bagian vena tetap hijau, gejala defisiensi Fe pada tanaman akan menunjukkan tanda daun berwarna hijau pucat. Menurut Suyono *et al.* (2006), defisiensi Cu dapat menyebabkan daun-daun muda menjadi layu dan menghambat proses pembentukan biji, sedangkan defisiensi Zn menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil akibat terhambatnya pertumbuhan internodal dan terbentuk bercak-bercak pada daun.

Dampak residu EF dan BF terhadap kandungan logam berat dalam beras

Berdasarkan Tabel 5, kadar Pb dan Hg dalam beras tidak terdeteksi nilainya. Kadar Cd dalam beras pada residu *EF slag*, *BF slag*, dan beras pasar terdeteksi nilainya, namun masih di bawah batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan yaitu sebesar 0,4 ppm (BSN 2009). Kadar tertinggi As dalam beras yaitu sebesar 0,016 ppm terdapat pada residu *BF slag* 4%, nilai tersebut masih

Tabel 5. Pengaruh residu perlakuan terhadap kadar logam berat dalam beras
 Table 5. Effects of treatment residue on heavy metal content in rice

Perlakuan	Pb	Cd	As	Hg
 ppm			
Kontrol	-	-	-	-
EF slag 2%	td	0,18	td	td
EF slag 4%	td	0,17	0,006	td
EF slag 6%	td	0,16	0,009	td
EF slag 8%	td	0,16	0,013	td
BF slag 2%	td	0,17	0,012	td
BF slag 4%	td	0,18	0,016	td
BF slag 6%	-	-	-	-
BF slag 8%	-	-	-	-
Beras pasar	td	0,11	td	td
Batas maksimum*	0,03	0,40	0,50	0,05

Keterangan: (-) = bobot sampel tidak cukup untuk dianalisis, td = tidak terdeteksi, (*) = BSN (2009)

di bawah batas maksimum cemaran logam As sebesar 0,5 ppm. Hal tersebut menunjukkan bahwa beras dari tanaman padi yang diaplikasikan *EF slag* dan *BF slag* aman untuk dikonsumsi.

Kesimpulan

EF slag berperan sebagai bahan amelioran sekaligus sumber unsur hara makro dan mikro. Pengaruh residu *EF slag* terhadap tanah gambut terlihat dari relatif tingginya nilai Ca_{-dd} , Mg_{-dd} , Fe-tersedia, dan Mn-tersedia. Sementara residu *BF slag* hanya dapat memperbaiki ketersediaan SiO_2 dan Zn tanah gambut. Residu *EF slag* dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi sawah hingga pertanaman ketiga. Hal tersebut ditunjukkan oleh pertumbuhan dan produksi padi sawah yang maksimal terdapat pada residu *EF slag* 6%. Beras yang berasal dari padi sawah residu *EF slag* dan *BF slag* tidak mengandung Pb dan Hg, sedangkan kandungan Cd dan As nilainya masih berada di bawah ambang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Berdasarkan hal tersebut, maka beras yang berasal dari padi sawah residu *EF slag* dan *BF slag* aman untuk dikonsumsi. *EF slag* dapat dimanfaatkan secara luas di bidang pertanian, khususnya untuk tanaman padi sawah di tanah gambut.

Daftar Pustaka

- Agus, F. dan I G.M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor. 36 Hlm.
- Allison, F.E. 1973. Soil Organic Matter and its Role in Crop Production. Elsevier. Amsterdam. 637 pp.
- Banta, W. 2014. Pengaruh Residu Electric Furnace Slag, Blast Furnace Slag, dan Unsur Mikro Terhadap Sifat Kimia Tanah serta Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah Tanaman Kedua pada Tanah Gambut. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 29 Hlm.
- Branca, T.A. and V. Colla. 2012. Possible use of steel making slag in agriculture : an overview. Pp 335-356. In Achilias D (Ed.) Material Recycling-Trends and Perspectives. <http://www.itechopen.com/books/material-recycling-trends>. (10 Desember 2014).
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan. BSN, Jakarta. http://www.sertifikasibbia.com/upload/Logam_berat.pdf. (10 Desember 2014).
- Haihong, G.U., L.I. Fuping, G.U.A.N. Xiang, L.I. Zhongwei, and Y.U. Qiang. 2013. Remediation of steel slag on acidic soil contaminated by heavy metal. Asian Agric. Research. 5(5): 100-104.
- Hao, Q.I.U., G.U. Haihong, H.E. Erkai, W.A.N.G. Shizhong, and Q.I.U. Rongliang. 2012. Attenuation of metal bioavailability in acidic multi-metal contaminated soil treated with fly ash and steel slag. Pedosphere 22(4):544-553.
- Hartatik, W., I G.M. Subiksa, dan A. Dariah. 2011. Sifat Kimia dan Fisika Lahan Gambut. Hlm 45-56. Dalam N.L. Nurida, A. Mulyani, dan F. Agus (Eds.) Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Huang, Y., X. Guoping, H. Cheng, J. Wang, Y. Wan, and H. Chen. 2012. An overview of utilization of steel slag. Procedia Environmental Sci. 16:791-801.
- Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. Soil Sci. Plant Nutr. 50(1):11-18.
- Ma, J.F. and E. Takahashi. 2002. Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan. Elsevier, Amsterdam. 281 pp.
- Ma, J.F. and N. Yamaji. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. TRENDS in Plant Sci. 11(8):392-397.
- Makarim, A.K., E. Suhartatik, dan A. Kartohardjono. 2007. Silikon : Hara penting pada sistem produksi padi. Iptek Tanaman Pangan 2(2):195-204.

- Mulyani, A. dan M. Noor. 2011. Evaluasi kesesuaian lahan untuk pengembangan pertanian di lahan gambut. Hlm 27-43. *Dalam* Nurida, N.L., A. Mulyani, F. Agus (Eds.) *Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Najiyati, S., L. Muslihat, dan I.N.N. Suryadiputra. 2005. Panduan pengelolaan lahan gambut untuk pertanian berkelanjutan. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International-Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada, Bogor. 241 pp.
- Ning, D., A. Song, F. Fan, Z. Li, dan Y. Liang. 2014. Effects of slag-based on silic on fertilizer on rice growth and brown-spot resistance. *PLoS ONE* 9(7) : e102681. <http://www.plosone.org>. (10 Desember 2014).
- NSA. 1996. Properties and Effective Uses of Steel Slag. Nipon Slag Assoc. Tokyo.
- Pereira, H.M., G.H. Korndorfer, A.A. Vidal, dan M.S. Camargo. 2004. Silicon sources for rice crop. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* 61(5):522-528.
- Pohan, F.N. 2012. Aplikasi Steel Slag, Dolomit, Silica Gel dan Pupuk Mikro pada Tanaman Padi di Tanah Gambut. Tesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 95 Hlm.
- Radjagukguk, B. 2010. Prospek dan strategi pengembangan budidaya tanaman berkelanjutan di lahan gambut. Hlm 1-18. *Dalam* Prosiding Seminar Lokakarya Nasional Pemanfaatan Lahan Gambut Berkelanjutan untuk Pengurangan Kemiskinan dan Percepatan Pembangunan Daerah, Bogor, Indonesia, 28 Oktober 2010. IPB.
- Ritung, S., Wahyunto, dan K. Nugroho. 2013. Karakteristik dan sebaran lahan gambut di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Hlm 47-61. *Dalam* E. Husen, M. Anda, M. Noor, Mamat H.S., Maswar, A. Fahmi, dan Y. Sulaeman (Eds.) *Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Prosiding Seminar Nasional, Bogor, Indonesia, 4 Mei 2012. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Santos, G.R., M.D.C. Neto, L.N. Ramos, R.A. Sarmiento, G.G. Korndorfer, dan M. Ignacio. 2011. Effect of silicon sources on rice diseases and yield in the state tocatins, Brazil. *Acta Scientiarum Agron.* 33(3):451-456.
- Suwarno. 2002. Utilization of steel slag in wetland rice cultivation on peat soil. Pp 211-215. *In* Proceeding of the International Symposium on Land Management and Biodiversity in Southeast Asia, 17-20 September, 2002; Bali, Indonesia.
- Suwarno. 2010. Pemanfaatan steel slag indonesia di bidang pertanian. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan* 12(1):36-41.
- Suwarno dan I. Goto. 1997. Mineralogical and chemical properties of Indonesian electric furnace slag and its application effect as soil amendment. *J. Agric. Sci.* 42(3): 151-162.
- Suwarno, I. Goto, dan H. Masujima. 1999. Comparison of chemical properties and application as acid soil amendment of pretreatment center slag and other slags. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan* 2(2):8-17.
- Suyono, A.D., T. Kurniatin, S. Mariam, B. Joy, M. Damayani, T. Syammusa, N. Nurlaeni, A. Yuniarti, E. Trinurani, dan Y. Machfud. 2006. *Kesuburan dan Pemupukan*. RR Print, Bandung. 236 Hlm.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah : Dasar Kesehatan Tanah dan Kualitas Tanah*. Gava Media, Yogyakarta. 269 Hlm.
- Tadano, T., K. Yonebayashi, dan N. Saito. 1992. Effect of phemolic acids on the growth and occurrence of sterility in crop plants. Pp 358-369. *In* K. Kyuma, P. Vijarnsorn, A. Zakaria (Eds.) *Coastal lowland ecosystem in southern Thailand and Malaysia*. Showado Print. Co., Kyoto.
- Tan, K.H. 2003. *Humic Matter in the Soil and the Environment : Principles and Controversies*. Marcel Dekker Inc., New York. 359 pp.
- Yoshida, S. 1981. *Fundamental of Rice Crop Science*. IRRI, Los Banos. 269 pp.
- Zahrah, S. 2010. Serapan hara N, P, K, dan hasil berbagai varietas tanaman padi sawah dengan pemberian amelioran ion Cu, Zn, Fe pada tanah gambut. *J. Natur Indonesia* 12(2):102-108.