Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah *p-ISSN 2656-5021*
Volume 8 Nomor 1 Halaman 196-202 April 2023 *e-ISSN 2657-1579*

KANDUNGAN Fe-LARUT TANAH PADA BERBAGAI KONDISI SAWAH YANG DITANAMI PADI VARIETAS INPARA 2 DI LAHAN PASANG SURUT DESA JEJANGKIT MUARA KABUPATEN BARITO KUALA

Dedy Saputra[1], Meldia Septiana[1], Syaifuddin[1]

[1] Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jenderal Achmad Yani KM 36, Banjarbaru Indonesia
Penulis korespondensi: meldia.septiana@ulm.ac.id

Abstrak. Lahan pasang surut dibagi kedalam empat tipologi utama, yaitu: lahan potensial, lahan sulfat masam, lahan gambut dan lahan salin. Lahan potensial merupakan lahan pasang surut yang tanahnya termasuk tanah sulfat masam potensial dengan lapisan pirit berkadar 2% terletak pada kedalaman lebih dari 50 cm dari permukaan tanah, sedangkan lahan sulfat masam adalah lahan pasang surut yang tanahnya mempunyai kadar lapisan pirit atau sulfidik berkadar > 2 % pada kedalaman kurang dari 50 cm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar Fe-larut tanah pada tanaman padi varietas Inpara 2 yang menunjukkan gejala keracunan di Desa Jejangkit Muara, Kecamatan Jejangkit, Kabupaten Barito Kuala. Penelitian ini menggunakan deskriptif eksploratif. pengambilan sampel tanah mengunakan metode *purposive sampling* dengan kedalaman 0 - 20 cm. Simpulan dari penelitian ini adalah kandungan Fe-larut tanah pada kondisi sawah bukaan baru lebih tinggi dibandingkan sawah bukaan lama yang ditanami padi varietas Inpara 2 di lahan pasang surut Desa Jejangkit Muara Kabupaten Barito Kuala, kandungan Fe-larut pada kondisi sawah yang padi Inpara 2 sudah dipanen tergolong rendah karena sawah bukaan lama yang sudah lama dikelola yang menyebabkan zat beracun tercuci dan kandungan Fe-larut yang tinggi tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi Inpara 2 apabila pengelolaannya dilakukan dengan tepat.

Kata Kunci : pasang surut, sulfat masam, sawah, inpara 2, Fe-larut

1. PENDAHULUAN

Lahan rawa pasang surut merupakan lahan sub-optimal yang berpotensi untuk dikembangkan untuk budidaya tanaman padi. Di Indonesia memiliki luas lahan rawa pasang surut diperkirakan sekitar 20,1 juta ha, dan yang berpotensi untuk pertanian 9,53 juta ha, sementara yang baru di reklamasi baru sekitar 2,27 juta ha (BBSDLP, 2011).

Menurut Widjaja Adhi *et al*. (1992) lahan pasang surut dibagi kedalam empat tipologi utama, yaitu: lahan potensial, lahan sulfat masam, lahan gambut dan lahan salin. Karakteristik kimia pada lahan sulfat masam termasuk kriteria kesuburan yang rendah, dimana ketersediaan fosfat rendah karena diikat oleh besi dan aluminium. Keasaman tanah yang tinggi memicu larutnya unsur beracun. Sumber keasaman tanah sulfat masam berasal dari senyawa pirit (FeS2) yang teroksidasi melepaskan ion-ion hidrogen dan sulfat yang diikuti oleh penurunan pH kurang dari 4.

Salah satu kegiatan tahun 2018 pemerintah Indonesia dengan rangkaian optimalisasi lahan pembukaan lahan baru kurang lebih sekitar 750 hektar di Desa Jejangkit Muara Kecamatan Jejangkit Kabupaten Barito Kuala Kalimantan Selatan. Varietas padi yang ditanami di Desa Jejangkit Muara tersebut adalah varietas Inpara. Padi Inpara merupakan jenis padi unggul berpotensi menghasilkan rata-rata di atas 5 ton.ha-1 dan juga memiliki keunggulan toleran terhadap keracunan Fe (Nursyamsi *et al*. 2014). Fakta di lapangan menunjukkan bahwa untuk varietas Inpara yang baru ditanami di areal optimalisasi lahan pasang surut di Desa Jejangkit Muara ternyata pada beberapa bagian lahan menunjukkan gejala keracunan besi, seperti daun berwarna kuning.

2. METODE

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah sulfat masam yang diambil di Desa Jejangkit Muara Kecamatan Jejangkit Kabupaten Barito Kuala Kalimantan Selatan. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah sulfat masam kedalaman 0-20 cm pada berbagai kondisi sawah yang ditanami padi varietas Inpara 2. Kondisi-kondisi yang dimaksud adalah:

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

A = Sawah bukaan lama dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang sudah berhasil dipanen.
B = Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang berdaun kuning.
C = Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang mulai berdaun kuning.
D = Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 berdaun hijau. Sawah ini merupakan lahan yang baru pertama kali ditanami, setelah diadakan pembukaan lahan. Tanah telah mendapat perlakuan pengapuran dan pemberian bahan organik.

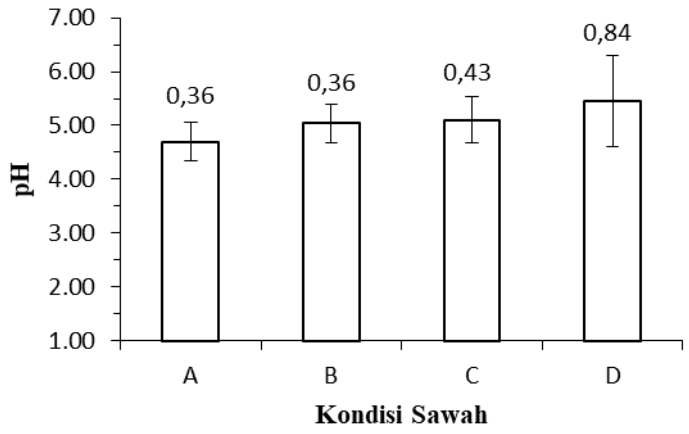
Penelitian ini merupakan penelitian survei dengan menggunakan deskriptif eksploratif. Selain dilakukan pengambilan sampel tanah di lapangan terlebih dahulu dilakukan identifikasi titik sebaran tanaman padi Inpara 2 yang diduga menunjukkan gejala keracunan Fe seperti daun kuning. Kemudian dibandingkan dengan tapak lahan padi Inpara 2 yang berwarna hijau dan sudah panen. Selanjutnya pada area-area padi Inpara 2 yang menunjukkan gejala keracunan Fe, padi Inpara 2 yang berwarna hijau dan sudah panen dilakukan pengambilan sampel tanah menggunakan metode purposive sampling dengan kedalaman 0-20 cm. Tanah tersebut dianalisis di Laboratorium Fisika-Kimia Jurusan Tanah, adapun parameter yang diamati adalah Fe-larut (Ekstrak Ammonium Asetat pH 4,8 dan pH Aktual), kadar pirit, pH tanah (H_2O) dan potensial redoks (Eh).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1. Reaksi Tanah (pH)

Gambar 1 menunjukkan bahwa rata-rata pH sawah bukaan lama (dengan hasil padi Inpara 2 yang baik) adalah (4,7 ± 0,36), pH tanah pada sawah bukaan baru (daun padi berwarna kuning) adalah (5,04 ± 0,36), pH tanah pada sawah bukaan baru (daun padi mulai berwarna kuning) adalah (5,10 ± 0,43), dan pH tanah pada sawah bukaan baru (daun padi berwarna hijau) adalah (5,46 ± 0,84). Berdasarkan nilai rata-rata dan standar deviasi dari keempat kondisi tanaman padi seperti yang telah dijelaskan di atas, dapat di ketahui bahwa nilai pH tanah pada keempat kondisi tanaman tersebut tidak berbeda.



Keterangan:
A: Sawah bukaan lama dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang sudah berhasil dipanen.
B: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang berdaun kuning.
C: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang mulai berdaun kuning.
D: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 berdaun hijau.

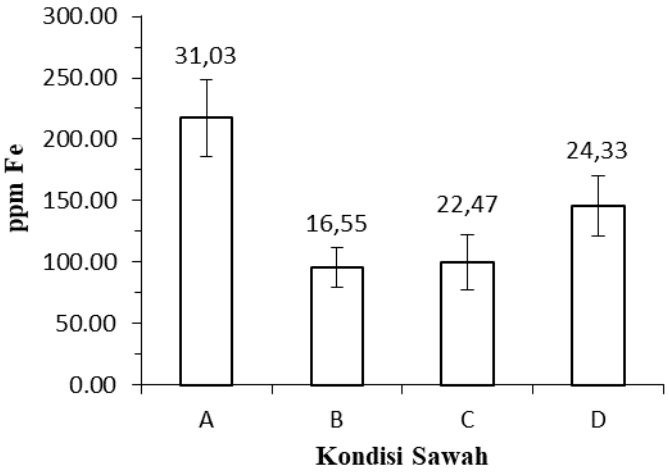
Gambar 1. pH tanah sawah dengan berbagai kondisi tanaman padi Inpara 2 di Desa Jejangkit Muara

3.1.2 Fe-larut

a. Larut dalam pengekstrak NH_4OAc (pH sesuai pH tanah)

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

Gambar 2 menunjukkan rata-rata Fe-larut NH4OAc (pH sesuai pH tanah) pada sawah bukaan lama (dengan hasil padi Inpara 2 yang baik) adalah sebesar (217,43 + 31,03), pada sawah bukaan baru (daun padi berwarna kuning) adalah (95,73 + 16,55), pada sawah bukaan baru (daun padi mulai berwarna kuning) adalah (100,26 + 22,47), dan pada sawah bukaan baru (daun padi berwarna hijau) adalah (146,08 + 24,33). Berdasarkan besarnya nilai rata-rata dan standar deviasi Fe-larut, diketahui bahwa Fe-larut dalam NH4OAc (pH sesuai pH tanah) pada tanah bukaan lama berbeda (lebih tinggi) dibandingkan dengan pada sawah bukaan baru (berdaun kuning dan mulai berdaun kuning), dan baik terhadap sawah dengan tanaman padi 2 berwarna hijau. Tidak ada perbedaan rata-rata Fe-larut dalam NH4OAc (pH sesuai pH tanah) untuk di sawah dimana padi Inpara 2 berdaun kuning dan mulai berdaun kuning, tetapi keduanya lebih rendah dibandingkan dengan pada sawah dengan tanaman padi berdaun hijau.



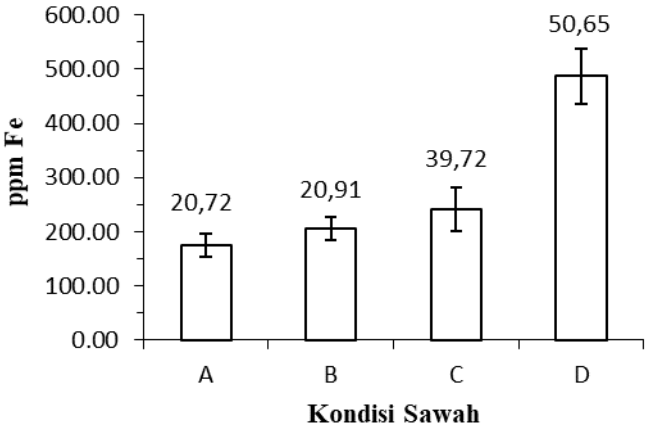
Keterangan:
A: Sawah bukaan lama dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang sudah berhasil dipanen.
B: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang berdaun kuning.
C: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang mulai berdaun kuning.
D: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 berdaun hijau.

Gambar 2. Fe-larut (larut dalam NH4OAc pH sesuai pH tanah) dengan berbagai kondisi tanaman padi Inpara 2 di Desa Jejangkit Muara (ppm)

b. Larut dalam pengekstraksi NH_4OAc pH 4,8

Gambar 3 menunjukkan rata-rata Fe-larut dalam NH4OAc (pH 4,8) pada sawah bukaan lama (dengan hasil padi Inpara 2 yang baik) adalah sebesar (174,87 + 20,72), pada sawah bukaan baru (daun padi berwarna kuning) adalah (205,13 + 20,91), pada sawah bukaan baru (daun padi mulai berwarna kuning) adalah (241,55 + 39,72), dan pada sawah bukaan baru (daun padi berwarna hijau) adalah (486,84 + 50,65). Berdasarkan besarnya nilai rata-rata dan standar deviasi Fe-larut dalam NH4OAc (pH 4,8), diketahui bahwa Fe-larut pada tanah bukaan lama berbeda sama dengan pada tanah sawah bukaan baru dengan tanaman berdaun kuning, tetapi berbeda dengan yang terdapat pada tanah di sawah dengan tanaman mulai berdaun kuning dan dengan yang terdapat di tanah sawah dengan daun padi berwarna hijau. Adapun kadar Fe-larut dalam NH4OAc (pH 4,8) pada tanah sawah dengan daun padi 2 berwarna kuning tidak berbeda Fe-larut tanah sawah dimana padi 2 mulai berdaun kuning. Sedangkan Fe-larut dalam NH4OAc (pH 4,8) pada tanah sawah dengan tanaman 2 berdaun mulai kuning berbeda dengan Fe-larut yang terkandung dalam tanah sawah dengan tanaman padi berdaun hijau.

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

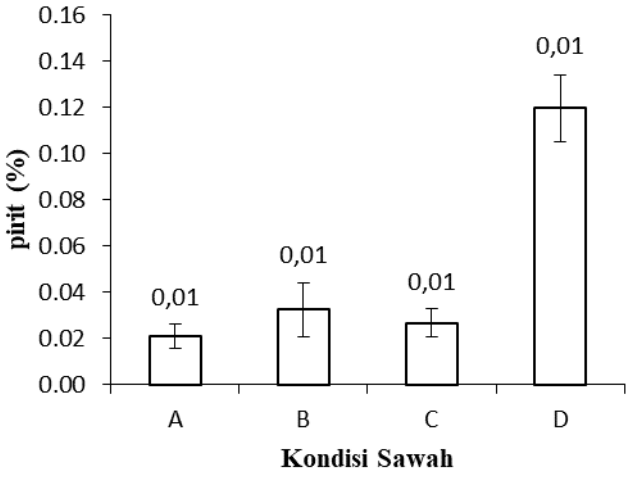


Keterangan:
A: Sawah bukaan lama dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang sudah berhasil dipanen.
B: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang berdaun kuning.
C: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang mulai berdaun kuning.
D: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 berdaun hijau.

Gambar 3. Fe-larut (pH 4,8) dalam tanah sawah dengan berbagai kondisi tanaman padi Inpara 2 di Desa Jejangkit Muara (ppm)

3.1.3 Pirit (FeS_2)

Gambar 4 menunjukkan bahwa kandungan pirit dalam tanah sawah bukaan lama (dengan hasil padi Inpara 2 yang baik) adalah (0,02 + 0,01), pH tanah pada sawah bukaan baru (daun padi berwarna kuning) adalah (0,03 + 0,01), pH tanah pada sawah bukaan baru (daun padi mulai berwarna kuning) adalah (0,03 + 0,01), dan pH tanah pada sawah bukaan baru (daun padi berwarna hijau) adalah (0,12 + 0,01).



Keterangan:
A: Sawah bukaan lama dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang sudah berhasil dipanen.
B: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang berdaun kuning.
C: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 yang mulai berdaun kuning.
D: Sawah bukaan baru dengan kondisi tanaman padi Inpara 2 berdaun hijau.

Gambar 4. Kandungan pirit dalam tanah sawah pada berbagai kondisi tanaman padi inpara 2 di Desa Jejangkit Muara.

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

Berdasarkan besarnya nilai rata-rata dan standar deviasi kandungan pirit dalam dalam tanah, diketahui bahwa kandungan pirit pada tanah bukaan lama, pada tanah sawah bukaan baru dengan tanaman berdaun kuning, dan pada tanah sawah dengan tanaman mulai berdaun kuning itu tidak saling berbeda. Akan tetapi kadar pirit pada ketiga kedaan tersebut semuanya berbeda dengan kandungan pirit yg terdapat pada bukaan baru dengan tanaman padi 2 berdaun hijau.

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pH tanah sulfat masam di Desa Jejangkit Muara menunjukkan tidak ada perbedaan pH tanah pada berbagai kondisi tanaman padi Inpara 2, nilai pH berkisar antara 4,70–5,46. Menurut Pusat Penelitian Tanah Bogor (1983), kriteria pH H_2O tanah dari 4,5–5,5 termasuk dalam kriteria masam. Meskipun tidak ada perbedan secara statistik, tetapi ada kecendrungan pH tanah pada bukaan baru memiliki kandungan pH yang sedikit lebih tinggi dibandingkan lahan bukaan lama. Hal ini diduga disebabkan karena pada lahan bukaan lama itu pirit teroksidasi lebih banyak yang menyisakan ion H yang lebih banyak dan petani sudah tidak melakukan pengapuran lagi. Adapun pada sawah bukaan baru yang dengan nilai pH yang sedikit lebih tinggi diduga karena selain pirit belum banyak teroksidasi, juga penambahan kapur dan kompos. Pengelolaan lahan bukaan baru yang merupakan lokasi riset oleh Tim Penelitian dari Universitas Lambung Mangkurat berrupa pengintegrasian pengelolaan tanah dan air, dan teknik budidaya padi Inpara 2 secara intensif dalam satu unit tani. Menurut Razie (2019). Penataan air dilakukan dengan mengatur ketinggian genangan lebih dari satu meter, dengan menjaga keseimbangan air dan mempertahankan fungsi ekologis lahan dari model SIUTI (*Sistem Integrasi Unit Tani Intesif*). Selain itu, dilakukan pembuatan galangan dari bahan mineral tanah, pembuatan saluran dan pembuatan embung yang bertujuan mengangkat permu-kaan tanah, sehingga bisa ditumbuhi padi. Rendahnya nilai pH tanah akan menyebabkan tingginya kelarutan Fe di dalam tanah.

Kandungan Fe-larut dalam ekstrak NH_4OAc (pH aktual) pada lahan bukaan lama (rata-rata 178,45 ppm Fe) lebih tinggi dibandingkan sawah bukaan baru berdaun kuning dan mulai berdaun kuning (masing-masing rata-ratanya adalah 95,73 dan 100,26 ppm. Konsentrasi Fe-larut (larut dalam NH_4OAc pH sesuai pH tanah) pada sawah bukaan lama lebih tinggi mungkin dengan semakin lamanya sawah dipakai yang dibarengi dengan upaya drainase lahan maka menyebabkan semakin banyak pirit yang teroksidasi dan dalam rangkaian prosesnya meng-hasilkan bentuk-bentuk Fe^{3+} dan Fe^{2+} sebagai besi terlarut. Pirit yang teroksidasi akan menghasilkan asam sulfat dan melepaskan Fe^{3+} yang dapat mengakibatkan keasaman dalam tanah, serta meningkatkan kadar Al^{3+}, Fe^{2+} dan Mn^{2+} di dalam larutan tanah (Nursyamsi, 1989). Reaksi oksidari pirit yang menghasilkan Fe-larut digambarkan dengan reaksi kimia sebagai berikut (Ar-Riza dan Sardjijo, 1996):

$$FeS_2 + 7/2O_2 + H_2O \rightarrow Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2\ H^+$$

Meskipun Fe-larut (total Fe^{3+} dan Fe^{2+}) dalam ekstrak NH_4OAc (pH aktual), ternyata padi Inpara 2 tetap dapat menghasilkan padi dengan baik, mungkin ini berkaitan dengan bentuk Fe-larut yang diserap tanaman. Menurut Taher (1990) bentuk besi yang diserap tanaman adalah sebagai Fe^{2+}. Jadi meskipun total Fe-larut besar tetapi belum tentu yang dalam bentuk Fe^{2+} juga besar, sehingga tanaman tidak sampai mengalami keracunan besi. Dinamika perubahan bentuk dari Fe^{3+} menjadi Fe^{2+}, dan sebaliknya antara lain dipengaruhi oleh perubahan kondisi oksidatif dan kondisi reduktif. Reaksi reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dapat digambarkan berikut ini (Yoshida, 1981).

$$Fe\ (OH)_3 + 3H^+ \rightarrow Fe^{2+} + 3\ H_2O$$

Menurut penelitian Rusmaliza (2005), pengeringan (oksidatif) dan pengge-nangan (reduktif) sawah yang berganti-ganti mempunyai dampak penyerapan Fe oleh tanaman. Pada saat tanah kering, Fe dalam bentuk Fe^{3+} dan tidak dapat diserap oleh tanaman. Sedangkan saat tergenang Fe yang aktif ada dalam bentuk Fe^{2+} yang dapat diserap tanaman.

Selain aspek suasama oksidatif atau reduktif, peningkatan jumlah perubahan menjadi Fe^{2+} dari Fe^{3+} adalah pH dan Eh. Menurut Reddy dan DeLaune (2008), pada pH <2,0 dan Eh >800 mV maka Fe yang aktif adalah Fe^{3+}, penurunan nilai Eh pada pH yang sama misalnya pada kisaran 0–800 maka Fe yang aktif adalah Fe^{2+}. Konsentrasi Fe^{2+} pada tanah sulfat masam kondisi tergenang dapat mencapai 5.000 ppm. Menurut Fahmi *et al.*

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

(2010), konsentrasi Fe^{2+} dipengaruhi oleh pH, Eh, bahan organik, dan konsentrasi Fe^{3+}. Tanah di sawah dengan kondisi tanaman berdaun kuning dan mulai berdaun kuning, nilai pH >2 dan Eh <800 mV, dimana pada kondisi ini mestinya besi terdorong menjadi Fe^{3+}. Tetapi tanaman menunjukkan gejala keracunan besi, ini berarti faktor yang mendorong berubahnya besi menjadi Fe^{2+} adalah kondisi genangan.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kandungan Fe-larut dengan pengekstrak NH_4OAc 1 N pH 4,8 pada tanah bukaan baru dengan hasil baik itu memiliki kandungan Fe-larut yang paling tinggi dan berbeda yang ada pada sawah-sawah lainnya. Kembali lagi kepada pembahasan sebelumnya bahwa dari Fe-larut itu belum tentu merupakan jumlah Fe yamg dapat terserap tanaman, sebab hanya Fe^{2+} saja yang diserapnya. Apabila dari Fe-larut total tersebut kandungan Fe^{2+} kandungannya rendah, maka masih belum sampai batas yang dapat meracuni tanaman. Penggunaan pengesktrak NH_4OAc 1 N pH 4,8 sesungguhnya memang merupakan metoda pengukuran kandungan Fe-larut yang sifatnya hanya sebagai indikator penduga banyaknya Fe-larut, dan bersifat analisis rutin. Terutama dalam rangka penilaian kesesuaian lahan dan pengelolaan kesuburan tanah secara umum.

Melihat fakta penelitian ini, bahwa menduga besarnya Fe^{2+} sebagai bentuk Fe yang diserap tanaman relatif sulit apabila hanya berdasarkan Fe-larut (total) dengan pengekstrak NH_4OAc 1 N, baik dengan pH 4,8 maupun dengan pH tanah aktual, karena hubungannya dengan gejala keracunan Fe pada tanaman padi terlihat tidak konsisten.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

1. Kandungan Fe-larut tanah pada kondisi sawah bukaan baru lebih tinggi dibandingkan sawah bukaan lama yang ditanami padi varietas Inpara 2 di lahan pasang surut Desa Jejangkit Muara Kabupaten Barito Kuala.
2. Kandungan Fe-larut pada kondisi sawah yang padi Inpara 2 sudah dipanen tergolong rendah karena sawah bukaan lama yang sudah lama dikelola yang menyebabkan zat beracun tercuci.
3. Kandungan Fe-larut yang tinggi tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi Inpara 2 apabila pengelolaannya dilakukan dengan tepat.

4.2 Saran

Disarankan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan unsur hara makro dan mikro untuk mengetahui tingkat kesuburan pada kondisi sawah tersebut.

5. DAFTAR PUSTAKA

Adimihardja, A., L. I. Amien, F. Agus, & D. Jaenuddin. (2000). Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.

Alihamsyah T & I. Noor. (2003). Lahan Rawa Pasang Surut Pendukung Ketahanan Pangan dan Sumber Pertumbuhan Agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 53hlm.

Ar-Riza & Sardjijo. (1996). Cara Pengolahan Tanah dan Pemupukan N Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Pasang Surut Sulfat Masam. Laporan Hasil Penelitian Balitan Banjarbaru.

Audebert A., & K.L Sahrawat. (2000). Mechanisms for Iiron Toxicity Tolerance in Lowland Rice. J. Plant Nurt. 23: 1877-1885.

Badan Pusat Statistik. (2017). Barito Kuala dalam Angka. Kabupaten Barito Kuala.

Bayu S. (2010). Pengaruh Pirit terhadap Sifat Kimia Tanah serta Produksi Tanaman Kelapa Sawit (*E. guineensis*). Institut Pertanian Bogor.

BBSDLP. (2011). State of The Art and Grand Design Pengembangan Lahan Rawa. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.

Breemen, N.V. & P. Buurman. (2002). Soil Formation, 2nd edition. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. USA.

Fahmi, A., B. Radjagukguk, & B.H Purwanto. (2012). The Leaching of Iron and Loss of Phosphate in Acid Sulphate Soil due to Rice Straw and Phosphate Fertilizer Application. Jurnal Tanah Tropika 17(1) : 11 – 19.

Hairmansis A., Supartopo, B. Kustianto, Suwarno & H. Pane. (2012). Perakitan dan Pengembangan Varietas Unggul Baru Padi Toleran Rendam Air Inpara 4 dan Inpara 5 untuk Daerah Rawan Banjir. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 31 (1), 1-7.

Harianti M., Herviyanti, & Hermansah. (2004). Tingkat Keracunan Besi dalam Bentuk Ferro dan Ferri serta Pertumbuhan Tanaman Padi pada Media Pasir. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

Haryono, M. Noor, M. Sarwani, & H. Syahbuddin. (2013). Lahan Rawa: Penelitian dan Pengembangan. Cetak ke 2. IAARD Press. Jakarta.

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

Idak. (1982). Perkembangan dan Sejarah Persawahan Kalimantan Selatan. Pemerintah Daerah Tingkat I. Kalimantan Selatan. Banjarmasin.

IRRI. (1996). Standar Evalution System for Rice. International Rice Research Institute, Manila Philippines. 49 p.

Ismail, I.G., T. Alihamsyah, I.P.G. Widjaja-Adhi, Suwarno, T. Herawati, R. Thahir, & D.E. Sianturi. (1993). Sewindu Penelitian Pertanian di Lahan Rawa: Kontribusi dan Prospek Pengembangan. Proyek Swamp II Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.

Ito, O., E. Ella, & N. Kawano.(1999). Physiological Basis of Submergence Tolerance in Rained Lowland Rice Ecosystem. Field Crops Res 64:75-90

Makarim, A. K., O. Sudarman, & H. Supriadi. (1989). Status Hara Tanaman Padi Keracunan Fe di Daerah Batumarta, Sumatera Selatan. Penelitian Pertanian. 9: 166-170.

Masulili, A. (2015). Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pengembangan Pertanian. Jurnal Agrosans vol 12 no 2

Ningsih, R. D & Khairatun N. (2013). Preferensi Konsumen Terhadap Padi Inpara dan Penampilan Pertumbuhan di Lahan Rawa Kabupaten Barito Kuala. Prosiding Seminar Nasional Menggagas Kebangkitan Komoditas Unggul Lokal pertanian dan Kelautan. Madura, Juni 2013. Faperta Universitas Trunojoyo. P 172-177.

Nozoe, T., R. Agbisiti, Y. Fukuta, R. Rodriguez, & S. Yanagihara. (2008). Characteristics of Iron Tolerant Rice Lines Developed at IRRI under Field Conditions. JARQ. 42: 187 - 192.

Noor, A. Lubis, I. Ghulamahdi, M. Chozin M.A. Anwar, K. & Wirnas, D. (2012). Pengaruh Konsentrasi Besi dalam Larutan Hara Terhadap Gejala Keracunan Besi dan Pertumbuhan Tanaman Padi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan.

Nursyamsi, D. (1989). Pengaruh Kapur, Bahan Organik dan Penggenangan terhadap pH dan Jerapan P Tanah Sulfat Masam. Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Kesuburan dan Produktivitas. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Tanah. Bogor

Nursyamsi, D. Noor, M. Khairullah, I. Husen, E. Subagio, H. Sabiham, S. Agus, F. & Las, I. (2014). Teknologi Inovasi Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. Cetakan I. IAARD Press. Jakarta

Patrick, W. H. Jr, & C. N, Reddy. (1978). Chemical Changes in Rice Soils. In Soils and Rice. The International Rice Institute. Los banos. Laguna Philippines. Page 114 - 379

Peng, X.X., & M. Yamauchi. (1993). Ethylene Production in Rice Bronzing Leaves Induced by Ferrous Iron. Plant Soil 149: 227 - 234.

Razie, F. (2019). Pengelolaan Lahan Sulfat Masam dengan Model SIUTI (Sistem Integrasi Unit Tani Intensif). Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.

Reddy, K.R., & R.D. DeLaune. (2008). The Biogeochemistry of Wetlands; Science and applications. CRC Press: Boca Raton.

Rusmaliza. (2005). Pengaruh Pemberian Air Sawah Bukaan Baru Terhadap Fe Aktif, Pertambahan dan Produksi Padi. Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.

Sahrawat, K.L. (2000). Elemental Composition of The Rice Plant as Affected by Iron Toxicity under Field Conditions. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 31: 2819 - 2827.

Sahrawat, K.L. (2004). Iron Toxicity in Wetland Rice and The Role of Other Nutrients. J. Plant Anal. 31: 2819 - 2827.

Sejati, B. (2010). Pengaruh Firit Terhadap Sifat Kimia Tanah serta Produksi Tanaman Kelapa Sawit (E. guineensis). Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Subagyono, K. H. Suwardjo. & I. P. G. Widjaja Adhi. (1993). Reklamasi Tanah Sulfat Masam dengan Pengelolaan Air. Pemberitaan Penelitian Tanah Dan Pupuk. Puslittanah. Bogor

Taher, A. (1990). Pengelolaan Sawah Bukaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan Balitan Sukarami Solok. P 121 - 147.

Pusat Penelitian Tanah (PPT). (1983). Survey Kapabilitas Tanah dalam Klasifikasi Kesesuaian Lahan. Term of Reference. Type A. No. 59/1983. P3MT. PPT. Bogor. Indonesia

Ponnamperuma, F. N. (1977). Physicochemical Properties of Submerged Soils in Relation of Fertility. IRRI Res. Pap. Ser. No. 5

Ponnamperuma, F. N. (1984). Straw as A Source of Nutrient for Wtland Rice. In Organic Matter and Rice, P. 117 – 136. Internasional Rice Research Institute, Los Banos, Phillipines.

Widjaja Adhi, I. P. G. Nugroho, K. Ardi, D.S. & Karama, S.A. (1992). Sumber Daya lahan Rawa: Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan. Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Bogor. P 19 - 38.

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat