Jurnal Agroekoteknologi FP USU E-ISSN No. 2337- 6597
Vol.6.No.3, Juli 2018 (72): 515- 525

Uji Potensi Isolat Bakteri Pereduksi Sulfat (BPS) Terhadap Perubahan Kemasaman Tanah Sulfat Masam dan Pertumbuhan Tanaman Jagung dengan Kondisi Air Tanah Berbeda di Rumah Kaca

Potential Test of Sulphate Reducing Bacteria (SRB) To Changes the Acidity of Sulphate Acid Soil and Corn Growth with Different Water Content in Green House

Yudi Sudarno S., Asmarlaili Sahar Hanafiah* dan Mariani Sembiring
Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan 20155
*Corresponding author : assaharhanafiah@yahoo.com

ABSTRACT

This study aimed to determine the potential for a superior sulphate reducing bacteria (SRB) from tested on acid sulfate soil with different water content. The research activities carried out in the Laboratory of Soil Biology and Green House of Faculty Agriculture, University of North Sumatra. The research used Randomized Block Design with 2 treatments : SRB isolate (control, LK4, LK6, TSM4, TSM 3, AP4, AP3, LK4+TSM3, LK4+AP4, LK4+AP3, LK6+TSM3, LK6+AP4, LK6+AP3, TSM4+TSM3, TSM4+AP4, TSM4+AP3) and water condition (100% field capacity and 110% field capacity). The results shown application of isolate LK4+AP4 with water condition 110% field capacity decreased the soil sulphate content (27,38 ppm) significantly after week 6. Application of isolate LK4+AP3 with water condition 110% field capacity increase soil pH (5,58) significantly after week 6. Application of isolate LK4 with water condition 110% field capacity increase the plant growth (140 cm; 25,74 g) significantly after week 6. The best treatment was application isolate LK4 with water condition 110% field capacity (RBS population $2{,}5x10^8$; soil sulphate content 29,10ppm; soil acidity 4,78; plant height 140cm; plant weight 25,74gr).

Keywords : pH, Soil Sulphate Content, Sulphate Reducing Bacteria, Water Condittion.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi beberapa isolat bakteri pereduksi sulfat yang diuji pada media tanah sulfat masam dengan kondisi air tanah berbeda. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini dilakukan dengan metode Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor perlakuan yaitu Bakteri (kontrol, LK4, LK6, TSM4, TSM 3, AP4, AP3, LK4+TSM3, LK4+AP4, LK4+AP3, LK6+TSM3, LK6+AP4, LK6+AP3, TSM4+TSM3, TSM4+AP4, TSM4+AP3) dan kondisi air tanah (100% Kapasitas Lapang dan 110% Kapasitas Lapang). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian isolat LK4+AP4 dan KA 110% KL mampu menurunkan kadar sulfat tanah (27,38ppm) signifikan setelah minggu keenam, pemberian isolat LK4+AP3 dan KA 110%KL mampu meningkatkan pH tanah (5,58) signifikan pada minggu keenam, pemberian isolat LK4 dan KA 110%KL mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman(140cm; 25,74 g) signifikan pada minggu keenam. Interaksi terbaik ditunjukkan perlakuan isolat LK4 dengan kadar air tanah 110% KL (populasi BPS $2{,}5x10^8$; sulfat tanah 29,10ppm; pH tanah 4,78; tinggi tanaman 140cm; berat kering tajuk 25,74gr).

Kata kunci : Bakteri Pereduksi Sulfat, Kadar Air Tanah, Kadar Sulfat Tanah, pH.

PENDAHULUAN

Di dunia terdapat sekitar 12 juta ha tanah sulfat masam dan 1,5 juta ha diantaranya terdapat di Indonesia (Bos, 1990) Jika digabungkan asosiasi tanah ini dengan tanah gambut dan salin maka luas tanah sulfat masam di Indonesia menjadi 6,7 juta ha (Adhi dan Alihamsyah, 1998). Lahan sulfat masam sudah banyak digunakan untuk padi sawah (443.232 ha), tanaman semusim (59.237 ha) dan tanaman tahunan/ perkebunan (4.0 juta ha) namun menghadapi banyak kendala, antara lain kemasaman tanah yang tinggi, meningkatnya kelarutan unsur beracun seperti Al dan Fe dan rendahnya ketersediaan hara.

Pirit (FeS_2) yang banyak terkandung di tanah sulfat masam bersifat stabil jika berada dalam kondisi reduktif, tetapi jika tanah sufat masam dikeringkan/didrainase maka pirit akan mengalami oksidasi sehingga menyebabkan terbentuknya senyawa H_2SO_4 yang dapat meningkatkan kemasaman tanah, pada kondisi ini pH tanah dapat mencapai kurangdari 3,5 (pH < 3,5). Berikut adalah persamaan reaksi yang menggambarkan terjadinya oksidasi pirit dan menyebabkan pemasaman tanah

$2FeS_2 + 15/2O_2 + 4H_2O \longrightarrow Fe_2O_3 + 4SO_4^{-2} + 8H^+$

(Konsten dan Sarwani, 1994).

Penataan lahan dan tata air yang sesuai dengan karakteristik lahannya, pemilihan komoditas dan varietas yang tepat, serta penerapan teknologi ameliorasi dan pemupukan yang tepat merupakan usaha komprehensif yang dapat dilakukan untuk menjamin keberhasilan pengelolaan lahan sulfat masam menjadi lahan pertanian produktif. Hasil penelitian menunjukkan jika lahan sulfat masam dikelola secara benar, hampir seluruh komoditas pangan, hortikultura, dan perkebunan cocok dikembangkan dan dapat menghasilkan dengan baik (Suastika dkk., 2015).

Kemasaman yang tinggi berdampak negatif terhadap sifat kimia dan aktivitas mikroba tanah karena tidak semua mikroba tanah mampu bertahan dalam kondisi sangat masam. Oleh karena itu, diperlukan suatu paket teknologi untuk dapat memperbaiki dan meningkatkan produktivitas lahan. Bakteri Pereduksi Sulfat (BPS) merupakan bakteri yang mampu bertahan dalam kondisi sangat masam (acidic). Bakteri tersebut dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas lahan sulfat masam dan mengingat bahwa BPS suka kondisi masam (asidofil) maka bakteri tersebut dapat juga diaplikasikan pada lingkungan – lingkungan yang tercemar sulfur seperti lahan pasca tambang batu bara, air drainase dan lahan tempat pembuangan limbah *sludge* kertas.

Bakteri pereduksi sulfat merupakan bakteri obligat anaerob yang menggunakan H_2 sebagai donor elektron *(chemolithotrophic*). BPS dapat mereduksi sulfat pada kondisi anaerob menjadi sulfida, selanjutnya H_2S yang dihasilkan dapat mengendapkan logam-logam toksik (Cu, Zn, Cd) sebagai logam sulfida. BPS memerlukan substrat organik yang berasal dari asam organik berantai pendek seperti asam piruvat. Dalam kondisi alamiah, asam tersebut dihasilkan oleh aktivitas anaerob lainnya (Hanafiah dkk., 2009).

Dalam melakukan reduksi sulfat, BPS menggunakan sulfat sebagai sumber energi yaitu sebagai akseptor elektron dan menggunakan bahan organik sebagai sumber karbon (C). Penurunan konsentrasi sulfat akan meningkatkan pH tanah. Hal ini terjadi karena beberapa proses yang saling berkaitan, yaitu karena penggenangan, penambahan bahan organik dan aktivitas BPS (Widyati, 2006).

Reaksi reduksi sulfat oleh BPS adalah sebagai berikut :

$SO_4^{2-} + 4H_2 + 2H^+ \rightarrow H_2S + 4H_2O$

Sedangkan reaksi reduksi sulfat oleh air adalah sebagai berikut :

$SO_4^{2-} + H_2O + 2\,e^- \longrightarrow SO_3^{2-} + 2\,OH^-$

$SO_3^{2-} + H_2O + 6\ e^- \longrightarrow S^{2-} + 6\ OH^-$

Bakteri pereduksi sulfat dapat ditemukan hampir di semua lingkungan di bumi termasuk tanah sulfat masam, *sludge* kertas dan air panas belerang. Dari hasil penelitian sebelumnya (Sitinjak, 2016), sudah dilakukan isolasi, uji potensi, dan pembandingan bakteri pereduksi sulfat dari limbah kertas, air panas belerang dan tanah sulfat masam dalam media tumbuh yang sama dalam skala laboratorium. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilaksanakan uji potensi bakteri pereduksi sulfat dengan sumber isolat berbeda pada media tanah sulfat masam dengan indikator tanaman jagung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laoratorium Biologi Tanah dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2016 sampai dengan April 2017.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah koleksi isolate BPS Laboratorium Biologi Tanah (LK4; LK6, TSM4; TSM3; AP4; AP6), media Postgate E (Postgate, 1984) yang terdiri atas (g/L) : KH_2PO_4(0.5) ; NH_4Cl (1.0) ; Na_2SO_4 (1.0) ; $CaCl_2.6H_2O$ (1.0) ; $MgCl_2.7H_2O$ (2.0) ; Yeast extract (1.0) ; Ascorbic acid (1.0) ; $FeSO_4.7H_2O$(0.5) ; Agar (18.0) ; Sodium lactate (8 ml) ; Thioglycollic acid (0.76 ml) untuk pertumbuhan BPS, kit anaerob sebagai sumber CO_2 BPS, label sebagai penanda tiap sampel, plastik sampel untuk tempat sampel, tanah sulfat masam yang telah teroksidasi sumber PT. Mopoli Raya, Kebun Paya Rambe Aceh Tamiang, polybag kapasitas 5 kg, Selang plastic sebagai aluran untuk menyiram, benih jagung hibrida BISI sebagai bahan tanam, kompos jerami sebagai media carier bakteri, pupuk NPK Pertanian sebagai pupuk dasar, serta bahan –bahan lain yang mendukung penelitian.

Peralatan yang digunakan antara lain *anaerob jar*, inkubator, *testube*, paku beton, bor tanah, kotak es, cawan petri, jarum ose, timbangan analitik, pipet skala, pH meter, mikroskop, *laminar air flow*, oven, autoklaf, botol, cangkul, ayakan tanah, timbangan 10 kg, meteran, kamera, serta alat-alat gelas lainnya yang digunakan untuk analisis laboratorium.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua factor perlakuan dan 2 ulangan, dimana factor perlakuan I adalah kadar air tanah dengan 2 taraf perlakuan; T1 = 100% KL; T2 = 110%KL dan factor perlakuan II adalah isolat BPS dengan 16 taraf perlakuan; B0 = Tanpa pemberian inokulum (kontrol); B1 = Isolat LK4*; B2 =: Isolat LK6*; B3 = Isolat TSM4*; B4 = Isolat TSM3*; B5 = Isolat AP4*; B6 = Isolat AP6*; B7 = Isolat LK4 + Isolat TSM3; B8 = Isolat LK4+Isolat AP4; B9 = Isolat LK4 + Isolat AP3; B10 = Isolat LK6+Isolat TSM3; B11 = Isolat LK6+Isolat AP4; B12 = Isolat LK6+Isolat AP6; 13 = Isolat TSM4+Isolat TSM3; B14 = Isolat TSM4+Isolat AP4; B15 = Isolat TSM4+Isolat AP3.

LK4 (Isolat BPS limbah sludge kertas Toba Pulp Lestari kode 4)
LK6 (Isolat BPS limbah sludge kertas Toba Pulp Lestari kode 6)
TSM4 (Isolat BPS tanah sulfat masam PT.Mopoli Raya kode 4)
TSM3 (Isolat BPS tanah sulfat masam PT.Mopoli Raya kode 3)
AP4 (Isolat BPS air panas belerang Sidebukdebuk kode 4)
AP6 (Isolat BPS air panas belerang Sidebukdebuk kode 6)

Data dianalisa dengan sidik ragam berdasarkan model linier sebagai berikut :

$Yijk = \mu + \alpha i + \beta j + (\alpha\beta)\ ij + \gamma k + \varepsilon ijk$

Data data yang diperoleh diuji statistik menggunakan analisa sidik ragam pada taraf 5%, dilanjutkan uji Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Populasi Bakteri Pereduksi Sulfat

Berdasarkan data tabel 2, tampak bahwa populasi BPS tidak jauh berbeda pada setiap perlakuannya, namun terdapat peningkatan populasi dengan bertambahnya kadar air tanah yang diberikan. Pada rataan populasi bakteri preduksi sulfat dengan perlakuan kadar air tanah, terlihat perlakuan kadar air 110%KL (2,01 x 10^8)lebih tinggi daripada perlakuan 100%KL (2,07 x 10^8). Hal ini dikarenakan pada perlakuan 110%KL seluruh pori makro dan mikro pada media tanam telah terii penuh oleh air sehingga tercipta kondisi anaerob yang lebih disukai oleh BPS. Pemberian kadar air tanah 100% kapasitas lapang dan 110% kapasitas lapang menunjukkan bahwa populasi secara umum secara statistik tidak berbeda nyata hal ini diakibatkan oleh meskipun bakteri pereduksi sulfat merupakan bakteri anaerob obligat, terdapat juga beberapa kelompok bakteri pereduksi sulfat yang dapat hidup dalam keadaan aerob. Hal ini didukung oleh Yusron, dkk. (2009), yang menyatakan bahwa bakteri pereduksi sulfat merupakan bakteri anaerob obligat namun terdapat beberapa kelompok bakteri pereduksi sulfat yang mampu tumbuh dalam keadaan aerob.

Tabel 1. Total Populasi BPS

POPULASI BPS (CFU)			
PERLAKUAN	KONDISI AIR TANAH		RATAAN
	T_1(100%KL)	T_2(110%KL)	
B_0(Kontrol)	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8
B_1(LK4)	1,475 x 10^8	2,5 x 10^8	1,98 x 10^8
B_2(LK6)	2,5 x 10^8	1,47 x 10^8	1,98 x 10^8
B_3(TSM4)	1,29 x 10^8	9,5 x 10^7	1,12 x 10^8
B_4(TSM3)	1,47 x 10^8	2,5 x 10^8	1,98 x 10^8
B_5(AP4)	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8
B_6(AP3)	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8
B_7(LK4+TSM3)	1,72 x 10^8	1,72 x 10^8	1,72 x 10^8
B_8(LK4+AP4)	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8
B_9(LK4+AP3)	2,5 x 10^8	1,72 x 10^8	2,11 x 10^8
B_{10}(LK6+TSM3)	1,72 x 10^8	2,5 x 10^8	2,11 x 10^8
B_{11}(LK6+AP4)	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8
B_{12}(LK6+AP3)	1,29 x 10^8	5,2 x 10^7	9,1 x 10^7
B_{13}(TSM4+TSM3)	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8	2,5 x 10^8
B_{14}(TSM4+AP4)	7 x 10^7	2,5 x 10^8	1,6 x 10^8
B_{15}(TSM4+AP3)	2,5 x 10^8	1,72 x 10^8	2,11 x 10^8
RATAAN	2,01 x 10^8	2,07 x 10^8	

Keterangan : Angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji DMRT

Penambahan bakteri pereduksi sulfat kedalam tanah tidak terdapat pertambahan populasi yang berbeda nyata dibandingkan kontrol. Hal diakibatkan oleh bakteri pereduksi sulfat memerlukan waktu untuk beradaptasi terhadap kondisi pH tanah sulfat masam yang sangat rendah dimana kondisi pH tanah awal 2,17 dan kondisi

media tanah yang tidak sesuai dengan kondisi lingkungan sumber isolat. Hal ini sesuai dengan Yusron dkk., (2009), yang menyatakan bahwa pertumbuhan dan aktivitas bakteri pereduksi sulfat dipengaruhi oleh pH. Pada pH yang masam akan menghambat sistem enzimatis bakteri sehingga mengakibatkan penghambatan pembentukan energi, dan pada pH netral pembentukan energi lebih cepat.

Sulfat Tanah

Berdasarkan data yang ditampilkan tabel 3 kadar sulfat tanah tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan tanpa pemberian isolat BPS dan kondisi air tanah 100% kapasitas lapang (B0T1) yaitu 988,76 ppm dan terendah pada perlakuan pemberian isolat BPS LK4+AP4 dan kadar air tanah 110% kapasitas lapang (B8T2) yaitu 27,38 ppm. Perlakuan B8T2 mampu menurunkan kadar sulfat tanah sangat nyata secara statistik hingga 97,2% lebih rendah dibanding B0T1. Perlakuan B8T2 menunjukkan penurunan kadar sulfat hingga mencapai kategori rendah(40-99ppm), kategori ini juga ditunjukkan oleh perlakuan B1T2(29,10ppm), B9T2(46ppm), B10T2(58,41ppm), B7T2(56ppm), B6T2(67,03ppm), B14T2(79,10ppm), B5T2(83,24ppm), B15T2(83,24ppm), dan B12T2(84,97ppm).

Pemberian BPS mampu menurunkan kadar sulfat pada tanah sulfat masam hingga mencapai karakteristik “sedang” dengan pemberian isolat LK4 (B1), TSM4 (B4), AP4 (B5), LK4+AP4 (B8) dan isolat LK6+AP3 (B12) yaitu masing masing sebesar 92,55 ppm, 98,07 ppm, 72,72 ppm, 67,21 ppm dan 86 ppm, yang masing masing mampu menurunkan hingga 83%, 82%, 87%, 88% dan 84% lebih baik dibandingkan dengan tanpa pemberian BPS (552,38 ppm). Penurunan kadar sulfat dipengaruhi kemampuan BPS yang cukup baik dalam mereduksi sulfat.

Sulfat merupakan sumber energi yang digunakan BPS sebagai aseptor elektron dan memanfaatkan bahan organik sebagai sumber karbon. Secara umum pemberian BPS menunjukkan penurunan kadar sulfat dibandingkan dengan tidak diberikan bakteri pereduksi sulfat (B0). Dalam prosesnya BPS akan mereduksi sulfat menjadi H_2S. Reaksi reduksi sulfat oleh BPS adalah sebagai berikut :

$$SO_4^{2-} + 4H_2 + 2H^+ \rightarrow H_2S + 4H_2O$$

$$SO_4^{2-} + H_2O + 2\,e^- \longrightarrow SO_3^{2-} + 2\,OH^-$$

$$SO_3^{2-} + H_2O + 6\,e^- \longrightarrow S^{2-} + 6\,OH^-$$

Pada perlakuan kadar air tanah 110% kapasitas lapang (T2) berdasarkan tabel mampu menurunkan kadar sulfat pada media tanam hingga mencapai karakteristik “sedang” dengan rataan kandungan sulfat tanah yaitu 78,78 ppm lebih rendah 71% dibandingkan dengan perlakuan kadar air tanah 100% kapasitas lapang (T1) dengan rataan kandungan sulfat 275,74 ppm dengan karakteristik sulfat tanah “sangat tinggi”. Hal ini diakibatkan oleh pada kondisi 110% kapasitas lapang tercipta lingkungan anaerob didalam tanah yang mengakibatkan kondisi tanah lebih stabil dan pada kondisi anaerob BS lebih aktif dalam mereduksi sulfat.

Tabel 3. Kadar Sulfat Tanah (ppm)

Kadar Sulfat Tanah (ppm)			
BAKTERI	KONDISI AIR TANAH		RATAAN
	T_1(100%KL)	T_2(110%KL)	
B_0(Kontrol)	988,76a	116,00c	552,38
B_1(LK4)	156,00c	29,10c	92,55
B_2(LK6)	115,66c	117,03c	116,34
B_3(TSM4)	320,83c	130,14 c	225,48
B_4(TSM3)	108,41 c	87,72c	98,07
B_5(AP4)	62,21 c	83,24 c	72,72
B_6(AP3)	163,24 c	67,03 c	115,14
B_7(LK4+TSM3)	779,79ab	56,00 c	417,90
B_8(LK4+AP4)	107,03 c	27,38 c	67,21
B_9(LK4+AP3)	189,79 c	46,00 c	117,90
B_{10}(LK6+TSM3)	197,38 c	58,41 c	127,90
B_{11}(LK6+AP4)	226,34 c	65,31 c	145,83
B_{12}(LK6+AP3)	87,03 c	84,97 c	86,00
B_{13}(TSM4+TSM3)	169,10c	129,79 c	149,45
B_{14}(TSM4+AP4)	616,34b	79,10 c	347,72
B_{15}(TSM4+AP3)	123,93c	83,24 c	103,59
RATAAN	275,74	78,78	

Keterangan : Angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji DMRT

pH Tanah

pH tertinggi akibat pemberian isolate BPS dan kondisi air tanah berbeda ditunjukkan oleh perlakuan isolate BPS LK4+AP3 dengan kondisi air tanah 110% kapasitas lapang (B9T2) yaitu 5,58 dan terendah pada perlakuan pemberian isolate BPS TSM4 dengan kondisi air tanah 100% kapasitas lapang (B3T1) yaitu 2,88. Perlakuan B9T2 tidak berbeda nyata dengan B1T2, B6T2, dan B8T2 serta berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Pemberian BPS mampu meningkatkan pH tanah sulfat masam. Dengan isolat terbaik yaitu isolat LK4+AP3 (B9) dimana rataan pH yang didapat yaitu 4,91 yang lebih tinggi 28% jika dibandingkan dengan tanpa pemberian isolat BPS (B0). Pada pemberian isolat B9 rataan kadar sulfat berkurang hingga 117,90ppm lebih rendah 79% dibanding B0 dengan rataan 552,38ppm. Peningkatan pH dengan pemberian isolat BPS dipengaruhi kegiatan reduksi sulfat yang menyumbangkan OH^- sehingga meningkatkan pH tanah.

Hal ini didukung oleh Nenny (2006), yang menyatakan bahwa dalam reaksi reduksi sulfat, bukan hanya H_2S yang dilepaskan tetapi juga ion hidroksil (OH^-). Nenny (2006), juga menyatakan bahwa semakin banyak ion sulfat yang direduksi maka semakin banyak juga ion OH^- yang dihasilkan sehingga pH akan semakin meningkat.

Tabel 3. pH Tanah

BAKTERI	pH Tanah		RATAAN
	KONDISI AIR TANAH		
	T_1(100%KL)	T_2(110%KL)	
B_0(Kontrol)	4,09bcd	3,62de	3,85
B_1(LK4)	3,90bcde	4,78abc	4,34
B_2(LK6)	3,66cde	4,27bcd	3,97
B_3(TSM4)	2,88e	3,95bcde	3,41
B_4(TSM3)	3,89bcde	4,08bcd	3,98
B_5(AP4)	3,56de	3,99bcde	3,77
B_6(AP3)	3,57de	4,82ab	4,19
B_7(LK4+TSM3)	3,57de	4,21bcd	3,89
B_8(LK4+AP4)	4,25bcd	4,97ab	4,61
B_9(LK4+AP3)	4,24bcd	5,58a	4,9
B_{10}(LK6+TSM3)	4,03bcd	4,51bcd	4,27
B_{11}(LK6+AP4)	3,49de	4,37bcd	3,93
B_{12}(LK6+AP3)	4,17bcd	4,30bcd	4,23
B_{13}(TSM4+TSM3)	3,99bcde	4,24bcd	4,12
B_{14}(TSM4+AP4)	4,01bcd	4,48bcd	4,24
B_{15}(TSM4+AP3)	3,88bcde	4,07bcd	3,97
RATAAN	3,82	4,39	

Keterangan : Angka diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji DMRT

Perlakuan pemberian kadar air tanah yaitu 110% kapasitas lapang (T2) atau sedikit tergenang menunjukkan kenaikan nilai pH yang lebih baik 15% dengan rataan pH 4,39 dibandingkan pemberian kadar air tanah 100% kapasitas lapang dengan rataan pH 3,82. Hal ini diakibatkan oleh pada kondisi 110% kapasitas lapang tercipta kondisi reduksi atau anaerob sedangkan pada 100% kapasitas lapang masih terdapat sebagian ruang pori makro yang tidak terisi oleh air sehingga menciptakan kondisi aerob. Pada kondisi aerob tanah sulfat masam menjadi lebih stabil. Hal ini sejalan dengan literatur Groudev *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa penjenuhan air mengakibatkan tanah menjadi anaerob karena oksigen yang mengisi pori-pori tanah terdesak dan digantikan oleh air. Ketika sulfat menerima elektron dari bahan organik maka akan mengalami reduksi membentuk senyawa sulfida seperti yang digambarkan oleh Foth (1990) dalam persamaan reaksi sebagai berikut:

$SO_4^{2-} + H_2O + 2e^- \rightarrow SO_3^{2-} + 2OH$

$SO_3^{2-} + H_2O + 6e^- \rightarrow S_2^- + 6OH^-$

Bahan pirit bila terekspos udara akan terjadi oksidasi pirit yang dibantu oleh bakteri sebagai katalisator, reaksinya sebagai berikut:

$2FeS_2 + 15/2O_2 + 4H_2O \longrightarrow Fe_2O_3 + 4SO_4^{-2} + 8H^+$

Pada penelitian terdapat beberapa perlakuan yang diberikan BPS dengan kadar air tanah 100% menunjukkan nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa diberi BPS dengan kondisi air tanah yang sama. Hal ini dapat diakibatkan oleh matinya atau terjadinya kemunduran kemampuan BPS diakibatkan oleh adanya oksigen ataupun adanya bakteri yang bersifat antagonis terhadap isolate BPS. Hal ini didukung oleh penelitian Posgate (1984), menjelaskan bahwa ada hal umum yang terjadi yang

menghambat pertumbuhan mikroba terutama jenis anaerob yaitu : 1) adanya oksigen 2) kehadiran bakteri lain yang menghambat pertumbuhan BPS.

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman tertinggi akibat pemberian isolat bakteri pereduksi sulfat dan kondisi air tanah berbeda ditunjukkan oleh perlakuan dengan bakteri LK4 dan kadar air tanah 110% kapasitas lapang (B1T2) yaitu 103,25 cm dan terendah pada perlakuan dengan bakteri LK4+TSM3 dengan kadar air 100 % kapasitas lapang (B7T1) yaitu 41 cm. Perlakuan B1T2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan B9T2 dan berbeda nyata dengan B0T1, B0T2, B1T1, B2T1, B2T2, B3T1, B3T2, B4T1, B4T2, B5T1, B5T2, B6T1, B6T2, B7T1, B7T2, B8T1, B8T2, B9T1, B10T1, B10T2, B11T1, B11T2, B12T1, B12T2, B13T1, B13T2, B14T1, B14T2, B15T1, B15T2, B0T1, dan B0T2.

Pemberian isolat BPS pada media tanam jagung mengakibatkan meningkatnya tinggi tanaman. Dimana rataan tinggi tanaman terbesar terdapat pada pemberian isolat bakteri LK4 (B1) dengan tinggi tanaman 103,25 cm dan yang terendah terdapat pada perlakuan dengan tanpa pemberian bakteri pereduksi sulfat (B0) rataan tinggi tanaman yaitu 60 cm. Hal ini diakibatkan pada pemberian isolat LK4 pH tanah mencapai 4,34, lebih besar 13% dibanding tanpa pemberian isolat BPS (B0) dan kadar sulfat tanah yang juga lebih rendah 83% dibandingkan B0. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian bakteri pereduksi sulfat mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara meningkatkan pH hingga mendekati syarat tumbuh tanaman jagung yang menurut Rukmana (1997), yaitu pH tanah 5,6-7,0 merupakan rentang pH yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman jagung.

Tabel 4. Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi Tanaman (cm)			
BAKTERI	KONDISI AIR TANAH		RATAAN
	T_1(100%KL)	T_2(110%KL)	
B_0(Kontrol)	70defgh	50fgh	60
B_1(LK4)	66,50defgh	140a	103,25
B_2(LK6)	73,50cdefgh	92,50bcde	83
B_3(TSM4)	83cdefg	99bcd	91
B_4(TSM3)	76,50cdefg	106,5bc	91,50
B_5(AP4)	70,00defgh	92,50bcde	81,25
B_6(AP3)	50fh	72cdefgh	61
B_7(LK4+TSM3)	41h	89bcde	65
B_8(LK4+AP4)	68defgh	90,50bcde	79,25
B_9(LK4+AP3)	85cdef	123ab	104
B_{10}(LK6+TSM3)	83cdefg	88,50bcde	85,75
B_{11}(LK6+AP4)	52,50fgh	77,50cdefg	65
B_{12}(LK6+AP3)	49gh	82,50cdefg	65,75
B_{13}(TSM4+TSM3)	89bcde	83cdefg	86
B_{14}(TSM4+AP4)	59efgh	82,50cdefg	70,75
B_{15}(TSM4+AP3)	98bcd	83cdefg	90,50
RATAAN	69,63	90,75	

Keterangan : Angka diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji DMRT

Bobot Kering Tajuk

Pertambahan bobot kering tanaman dengan pemberian bakteri pereduksi sulfat dan perbedaan kondisi air tanah dibandingkan dengan kontrol menunjukkan adanya peningkatan yang bervariasi. Dengan bobot kering tanaman yang paling tinggi yaitu pada perlakuan dengan pemberian isolat LK4 dengan kondisi air tanah 110% kapasitas lapang (B1T2) yaitu 25,74 gr dan terendah ada pada perlakuan pemberian isolat LK6 ditambah AP4 dengan kondisi kadar air tanah 100% kapasitas lapang (B11T1) yaitu 0,69 gr.

Pada penelitian didapat bobot tanaman tertinggi pada perlakuan dengan pemberian isolat bakteri LK4 dengan kadar air 110% kapasitas lapang (B1T2)

yaitu 25,74gr dimana pH pada perlakuan tersebut adalah 4,78 dan kadar sulfat 29,10ppm yang lebih baik daripada perlakuan tanpa isolat bakteri pereduksi sulfat dengan kadar air tanah 100% dengan bobot 4,14 gr, kandungan sulfat tanah 988,76ppm dan pH 4,09. pH tanah yang rendah dan tingginya kandungan sulfat pada perlakuan B0T1 menjadi penghambat pertumbuhan tanaman jagung.

Pemberian bakteri pereduksi sulfat maka kandungan sulfat akan berkurang dan pH tanah meningkat. Peningkatan pH mengakibatkan berkurangnya logam berat yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengfan literatur Widyati (2011), yang menyatakan bahwa dengan pemberian BPS kedalam tanah sulfat masam akan mmengakibatkan direduksinya sulfat sehingga pH tanah meningkat dan tingkat kelarutan logam berat akan berkurang sehingga tidak mengganggu pertumbuhan tanaman ataupun mikroba tanah lainnya.

Tabel 5. Bobot Kering Tanaman Jagung

PERLAKUAN	BERAT KERING TAJUK (gr)		
	KONDISI AIR TANAH		RATAAN
	T1(100%KL)	T2(110%KL)	
B_0(Kontrol)	4,14def	4,56def	4,35
B_1(LK4)	3,20def	25,74a	14,47
B_2(LK6)	3,38def	7,37bcdef	5,37
B_3(TSM4)	4,96def	7,79bcdef	6,38
B_4(TSM3)	5,25def	12,95bc	9,10
B_5(AP4)	1,63ef	1,69ef	1,66
B_6(AP3)	2,84def	4,00def	3,42
B_7(LK4+TSM3)	2,12ef	9,95bcd	6,04
B_8(LK4+AP4)	2,06ef	6,60bcdef	4,33
B_9(LK4+AP3)	6,52cdef	14,08b	10,30
B_{10}(LK6+TSM3)	6,50cdef	6,29cdef	6,39
B_{11}(LK6+AP4)	0,69f	2,25def	1,47
B_{12}(LK6+AP3)	2,48def	5,63cdef	4,05
B_{13}(TSM4+TSM3)	6,29cdef	5,16def	5,72
B_{14}(TSM4+AP4)	2,95def	7,32bcdef	5,13
B_{15}(TSM4+AP3)	8,99bcde	6,62bcdef	7,80
RATAAN	4,00	8,00	

Keterangan : Angka diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji DMRT

Pertumbuhan tanaman (pertambahan tinggi tanaman) merupakan hasil dari proses yang panjang pada metabolisme tanaman dari penyerapan unsur hara, karbondioksida dan cahaya matahari. Pada beberapa tanaman akan membentuk sistem metabolisme tertentu pada keadaan yang kurang menguntungkan. Jika dilihat pada syarat pertumbuhan tanaman jagung termasuk ke dalam tanaman indikator yang memiliki syarat tumbuh yang luas. Hal ini sesuai dengan literatur Gruhn *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman merupakan hasil dari proses yang kompleks melalui tanaman mensintesa energi matahari, karbon dioksida, air dan unsur hara dari tanah.

SIMPULAN

Pemberian isolat bakteri pereduksi sulfat mampu membantu meningkatkan pH tanah sulfat masam dan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dengan jenis isolat BPS yang paling baik untuk meningkatkan pH tanah sufat masam yaitu isolate LK4. Peningkatan kadar air tanah mampu membantu meningkatkan pH tanah sulfat masam dan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.dengan kondisi air tanah yang paling baik untuk meningkatkan pH tanah sufat masam yaitu 110% kapasitas lapang. Interaksi terbaik dalam mengurangi kemasaman tanah sulfat masam dan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung ditunjukkan isolat LK4 dengan kadar air tanah 110% KL (populasi BPS $2{,}5x10^{8}$; sulfat tanah 29,10ppm; pH tanah 4,78; tinggi tanaman 140cm; berat kering tajuk 25,74gr).

DAFTAR PUSTAKA

Adhi W., dan Alihamsyah T., 1998. Pengembangan Lahan Pasang Surut : Potensi, Prospek dan Kendala Serta Teknologi Pengelolaannya untuk Pertanin, *Dalam* Prosiding Seminar Himpunan Ilmu Tanah Jawa Timur, Malang, 18 Desember 1998

Bos, L. 1990. Pengantar Virologi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Groudev, S.N., K. Komnitsas., I.I. Spasova *and* I. Paspaliaris. 2001. Treatment of AMD by A Natural Wetland. *Minerals Engineering* 12: 261-270.

Hanafiah, A.S, T. Sabrina, H. Guchi. 2009. Ekologi dan Biologi Tanah. USU Press. Medan.

Konsten, C.J.M. and M. Sarwani. 1994. Actual and potential acidity and related chemical charactericties of acid sulfate soil in Pulau Petak Kalimantan. Workshop on acid sulfate soil in the Humid Tropics, 20- 22 November, Bogor Indonesia. AARD and LAWOO, Bogor,Indonesia.

Lahuddin. 2011. Reaksi Reaksi Kimia dalam tanah (chemical reactions in soils).USU Press, Medan.

Nenny, A .2006. Dinamika Populasi Mikrob dalam Campuran Tanah Bekas TambangBatu Bara dengan Sludge selama Proses Bioremediasi. [Skripsi]. Prodi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Postgate, J.R. 1984. The Sulphate Reducing Bacteria. 2nd ed. Cambridge University Press. New York.

Sitinjak M. S., 2016. Isolasi dan Uji Potensi Beberapa Isolat Bakteri Pereduksi Sulfat Terhadap Perubahan Kemasaman Media Tumbuh. Skripsi, USU e-Repository.

Suastika, I. W, W. Hartatik, dan I. G. M. Subiksa. 2008. Karakteristik dan Teknologi Pengelolaan Lahan Sulfat Masam Mendukung Pertanian Ramah Lingkungan. Balai Penelitian dan Pengembangan Tanah.

Widyati, E. 2006. Bioremediasi Tanah Bekas tambang Batubara dengan Sludge Industri Kertas untuk Memacu Revegetasi Lahan. Disertasi. IPB. Bogor.

Widyati, E. 2011. Pemanfaatan Bakteri Pereduksi Sulfat untuk Bioremediasi Tanah Bekas Tambang Batubara. *BIODIVERSITAS* 8 (3): 283-286.

Yusron, M., B. W. Lay, A. M. Fauzi, D.W. Santosa. 2009. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pereduksi Sulfat Pada Area Pertambangan Batu Bara Muara Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi* 9 (1) : 26-35.