

UJI ADAPTABILITAS *Paspalum conjugatum* Berg, *Setaria splendida* Stapf, DAN *Vetiveria zizanoides* (L.) Nash PADA TOKSISITAS ALUMINIUM

Adaptability Trial of Paspalum conjugatum Berg, Setaria splendida Stapf and Vetiveria zizanoides (L.) Nash on Aluminum Toxicity

Jenny Rumondang, Yadi Setiadi, dan Iwan Hilwan

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Quartz sand mining operated by PT Holcim creates the soil minerals such as aluminum (Al). Setiadi (2012) explained that Al > 3 me/100 g soil is a toxic. Problem safter mining operational PT Holcim Tbk are: 1) Al toxicity. 2) soil compaction; 3) Ca < Mg which lead to stagnant growth. The presence of Al affected root growth, signed by swelling and browning root. Reducing Al concentration needs expensive cost. Thus, other biological alternatives which more effective and cost less are needed.

This research objective was to observe plant growth at media which consist of Al toxicity. Using of *Paspalum conjugatum*, *Setaria splendida*, and *Vetiveria zizanoides* where use as plant indicator. The treatment were concentration of micro lime and humic substances complex. The experiment conducted at factorial design. The resulted shows performances of three grass species planted in tailing soil gave varied result. P. conjugatum was more sensitive to Al than two others, where as *S. splendida* and *V. zizanoides* were more adaptive to Al. *S. splendida* can reduced Al until 61.23% and combination *V. zizanoides* with lolime 3g/L + HSC 2.5% can reduced Al 60.03%. *V. zizanoides* and *S. splendida* were potential for phytoremediation (plant which can reduce toxicity in soil).

Key words: Alumunium, P. conjugatum, S. splendida, V. zizanoides

PENDAHULUAN

Menurut UU RI No 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, penambangan adalah bagian kegiatan usaha pertambangan untuk memproduksi mineral dan/atau batubara dan mineral ikutannya (RI 2009). Dalam proses penambangan, banyak material tanah yang teraduk dan terbuka ke luar, salah satunya adalah material yang mengandung Al. Menurut Setiadi (2012), nilai Al > 3 me per 100 g tanah merupakan racun (*toxic*) bagi tanaman. Unsur yang bersifat *toxic* dapat mengakibatkan penyimpangan fisiologis dan proses biokimia saat pertumbuhan tanaman (Barchia 2009).

Tailing yang dihasilkan oleh PT. Holcim tbk menimbulkan penurunan kualitas tanah, antara lain adalah nilai Al sebesar 15.89 me/100g yang bersifat *toxic*. Kondisi tekstur tanah kompak dengan nilai persentase debu+liat 74.62% dan nilai Ca < Mg yang berakibat *stagnan* bagi pertumbuhan tanaman. Al menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan tanaman seperti terhambatnya perpanjangan dan pertumbuhan akar untuk mengambil nutrisi dari tanah. Hal tersebut mempengaruhi beberapa interaksi serapan unsur hara oleh tanaman, seperti menekan penyerapan unsur hara esensial lainnya (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe) oleh tanaman.

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI No: 07 Tahun 2014 tentang

Pelaksanaan Reklamasi dan Pasca tambang Pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara (RI 2014), PT. Holcim berkewajiban melakukan revegetasi. Untuk keberhasilan kegiatan revegetasi perlu memperhatikan kondisi tanah sebelum tanam. Sebelum dilakukan penanaman tanaman berkayu, perlu dilakukan perbaikan kualitas tanah terlebih dahulu. Salah satu usaha perbaikan tersebut adalah menggunakan tumbuhan bawah yang adaptif pada kondisi tanah yang *toxic* dan dapat mengurangi nilai toksisitas Al pada khususnya di dalam tanah.

Berkaitan dengan permasalahan tanah seperti *toxic* Al, kekompakan tanah, dan nilai Ca < Mg, perlu dilakukan penelitian mengenai perbaikan kualitas tanah, khususnya untuk menurunkan kadar Al, dengan menggunakan tanaman indikator seperti rumput-rumputan sebagai penutup tanah yang diberikan perlakuan lolime dan *humic substances complex*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi kegiatan revegetasi lahan pasca tambang dan memberikan rekomendasi jenis rumput yang adaptif dan mampu menurunkan kandungan Al dalam tanah. Jenis rumput tersebut diharapkan berpotensi sebagai *phytoremediant plant*, yaitu penggunaan tanaman dan mikroorganisme terkait untuk mendegradasi, menyerap atau membuat kontaminan pada tanah/atau air tanah menjadi tidak berbahaya (Cuningham *et al.* 1996).

TUJUAN

1. Menguji adaptabilitas rumput pada tanah yang mengandung Al
2. Menguji ketahanan rumput pada tanah yang mengandung Al
3. Menguji ketahanan rumput terhadap penurunan Al yang diberikan perlakuan lolime dan *humic substances complex* (HSC)

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di rumah kaca bagian Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan IPB pada bulan Maret 2015 – Juli 2015.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah anakan rumput *P. conjugatum*, *S. splendida*, dan *V. zizanioides* yang diperoleh dari Laboratorium Agrostologi, Fakultas Peternakan, IPB. Media tanah diperoleh dari HEF (Holcim Education Forest), pasir, lolime, *Humate Substances Complex* (HSC), biostimulan, polibag (20 cm x 20 cm). Alat yang digunakan adalah: timbangan, penggaris, meteran, ayakan tanah 1 cm x 1 cm, gelas ukur, gunting, alat tulis, kamera, label, *tally sheet*, kertas lakmus, desikator, dan oven.

Metode Analisis Data

Metode analisis data yang dilakukan antara lain:

- a. Pengujian tujuh parameter unsur fisik dan kimia tanah (pH, Ca, Mg, KTK, Fe, pasir, debu, dan liat) yang diperoleh dari lahan pasca tambang PT. Holcim sebelum diberi perlakuan dan setelah panen.
- b. Perhitungan persentase penurunan Al dengan rumus:

$$\text{Persentase penurunan Al} = \frac{Al_i - Al_j}{Al_i} \times 100\%$$

Keterangan :

Al_i = nilai Al awal (me/100 g tanah)

Al_j = nilai Al akhir (me/100 g tanah)

- c. Pengukuran pertambahan tinggi (cm) yang dilakukan selama 8 minggu dengan cara mengatupkan seluruh daun ke atas dengan tangan sampai tegak lurus kemudian dilakukan pengukuran secara

vertikal pada bagian tanaman yang paling tinggi dari permukaan tanah (Windyaningrum 2008).

- d. Analisis data menggunakan software SAS 9.0, dengan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama adalah jenis rumput yang terdiri atas 4 taraf yaitu: tanpa rumput (R0), *Paspalum conjugatum* (R1), *Setaria splendida* (R2), dan *Vetiveria zizanioides* (R3). Faktor kedua adalah kombinasi Lolime dan HSC yang terdiri dari 5 taraf yaitu: T0: tanah normal, T1: tanah Al 100%, T2: tanah Al 100% + lolime 3g/1L, T3: tanah Al 100% + lolime 3g/1L + HSC 1.25%, T4: (tanah Al 100% + lolime 3g/1L + HSC 2.5%)
- e. Perhitungan persentase tumbuh dengan rumus:

$$\text{Persentase hidup} = \frac{\sum \text{anakan rumput hidup}}{\sum \text{anakan rumput yang ditanam}} \times 100\%$$

- f. Pengukuran berat kering akar dan tajuk setelah panen yang diukur dengan cara mengeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam sampai tercapai berat yang konstan kemudian ditimbang
- g. Perhitungan jumlah akar lateral dilakukan dengan menghitung jumlah akar lateral pada setiap jenis rumput dan dihitung rata-ratanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penurunan Aluminium

Berdasarkan hasil uji laboratorium dan perhitungan penurunan Al menghasilkan variasi penurunan Al dengan menggunakan perlakuan dan tanpa rumput disajikan pada Tabel 1. Penurunan Al hanya menggunakan rumput tanpa perlakuan disajikan pada Tabel 2. Penurunan Al menggunakan kombinasi perlakuan dan rumput disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1 Penurunan Al tanpa penggunaan rumput

No	Perlakuan	Al awal (me/100 g)	Al akhir (me/100 g)	Penurunan Al (%)
1	T1		11.32	28.76
2	T2	15.89	10.92	31.27
3	T3		8.54	46.25
4	T4		8.14	48.77

T1: tanah *toxic* (tanpa perlakuan); T2: tanah *toxic* + lolime 3g/L; T3: tanah *toxic* + lolime 3g/L + HSC 1.25%; T4: tanah *toxic* + lolime 3g/L + HSC 2.5%.

Tabel 2 Penurunan Al menggunakan rumput tanpa perlakuan

No	Jenis rumput	Al awal (me/100 g)	Al akhir (me/100 g)	Penurunan Al (%)
1	<i>P. conjugatum</i>		7.35	53.74
2	<i>S. splendida</i>	15.89	6.16	61.23
3	<i>V. zizanioides</i>		6.75	57.52

Tabel 3 Penurunan Al menggunakan kombinasi perlakuan dan rumput

No	Jenis rumput	Al awal (me/100g)	Perlakuan					
			T2		T3		T4	
			Al akhir	Penurunan Al (%)	Al akhir	Penurunan Al (%)	Al akhir	Penurunan Al (%)
1	<i>P. conjugatum</i>		8.15	51.29	7.75	48.77	8.74	55.00
2	<i>S. splendida</i>	15.89	7.55	47.51	8.54	53.74	8.74	55.00
3	<i>V. zizanoides</i>		8.94	56.26	8.74	55.00	9.54	60.03

T2: tanah *toxic* + lolime 3 g/L; T3: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 1.25%; T4: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 2.5%.

Tabel 4 Perubahan karakteristik unsur kimia dan fisik tanah (tanpa rumput)

Perlakuan	pH	Ca	Mg (me/100 g)	KTK	Fe (ppm)	Pasir	Tekstur (%)	
							Debu	Liat
Sebelum perlakuan								
Tanah <i>toxic</i>	3.70	0.67	0.48	5.36	52.69	66.20	19.24	14.56
Sesudah perlakuan								
T2	3.90	1.11	0.44	4.97	38.68	65.95	25.32	8.73
T3	3.80	1.04	0.36	3.78	29.18	72.21	25.14	2.65
T4	3.90	1.22	0.45	3.78	29.12	73.92	20.06	6.02

T2: tanah *toxic* + lolime 3 g/L; T3: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 1.25%; T4: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 2.5%.

Tabel 5 Perubahan karakteristik unsur kimia dan fisik tanah (*P. conjugatum*)

Perlakuan	pH	Ca	Mg (me/100 g)	KTK	Fe (ppm)	Pasir	Tekstur (%)	
							Debu	Liat
Sebelum perlakuan								
Tanah <i>toxic</i>	3.90	1.23	0.34	4.97	15.45	71.98	18.92	9.10
Sesudah perlakuan								
T2	3.80	1.20	0.38	4.17	17.39	68.51	19.38	12.11
T3	3.80	0.85	0.29	4.57	22.12	70.01	23.15	6.84
T4	3.80	1.54	0.30	4.17	17.80	76.16	21.24	2.60

T2: tanah *toxic* + lolime 3 g/L; T3: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 1.25%; T4: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 2.5%.

Tabel 6 Perubahan karakteristik unsur kimia dan fisik tanah (*S. splendida*)

Perlakuan	pH	Ca	Mg (me/100 g)	KTK	Fe (ppm)	Pasir	Tekstur (%)	
							Debu	Liat
Sebelum perlakuan								
Tanah <i>toxic</i>	3.60	0.80	0.32	4.97	15.16	66.41	16.50	17.09
Sesudah perlakuan								
T2	3.60	5.79	1.26	10.13	19.08	79.61	13.87	6.52
T3	3.40	0.67	0.25	4.17	7.35	73.84	16.39	9.77
T4	3.70	0.82	0.25	5.36	22.09	71.81	14.85	13.34

T2: tanah *toxic* + lolime 3 g/L; T3: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 1.25%; T4: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 2.5%.

Tabel 7 Perubahan karakteristik unsur kimia dan fisik tanah (*V. zizanoides*)

Perlakuan	pH	Ca	Mg (me/100 g)	KTK	Fe (ppm)	Pasir	Tekstur (%)	
							Debu	Liat
Sebelum perlakuan								
Tanah <i>toxic</i>	3.50	0.33	0.18	5.76	23.75	73.18	17.30	9.52
Sesudah perlakuan								
T2	3.40	0.56	0.24	5.76	24.73	73.41	22.14	4.45
T3	3.50	0.68	0.24	4.57	23.57	73.97	18.39	7.64
T4	3.50	0.89	0.33	5.76	17.61	72.59	23.34	4.07

T2: tanah *toxic* + lolime 3 g/L; T3: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 1.25%; T4: tanah *toxic* + lolime 3 g/L + HSC 2.5%.

Pada Tabel 1, menunjukkan nilai penurunan Al pada perlakuan (T1, T2, T3, dan T4) dan tanpa penggunaan rumput. Pemberian lolime 3 gL⁻¹ dengan HSC 2.5% (T4) menghasilkan penurunan Al tertinggi yaitu sebesar 48.77%. Penurunan Al terendah pada tanah *toxic* tanpa perlakuan (T1) yaitu sebesar 28.76%. Pemberian hanya lolime 3 gL⁻¹ pada tanah *toxic* Al (T2) hanya menurunkan Al sebesar 31.27%, dan pemberian lolime 3 gL⁻¹ dengan HSC 1.25% (T3) menurunkan nilai Al sebesar 46.25%. Menurut Heylar dan Anderson (1973), penggunaan kapur (CaCO₃) dapat menaikkan Ca, dan menurunkan Al dan Mg yang dapat dipertukarkan. Pemberian kapur dapat melepaskan kation Ca²⁺ sehingga ketersediaan kalsium meningkat, selain itu kapur dapat membantu melepaskan ion hidroksil OH⁻¹ yang akan menetralkan keasaman tanah, dan meningkatkan pH tanah (Barchia 2009).

Penurunan Al juga terjadi pada penggunaan ketiga jenis rumput tanpa diberikan perlakuan yang memberikan hasil penurunan nilai Al tertinggi pada penggunaan jenis *S. splendida* sebesar 61.23%, sedangkan penurunan nilai Al terendah pada penggunaan jenis *P. conjugatum* sebesar 53.74% (Tabel 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa *S. splendida* adaptif dan mampu menurunkan kandungan Al pada tanah. Berdasarkan Karti (2011), toleransi *S. splendida* terhadap toksisitas Al dicapai dengan cara mensekresikan asam oksalat dan asam sitrat dari akar ke larutan eksternal dan dengan mengakumulasi asam oksalat dan asam malat pada akar dan tajuk.

Kombinasi penggunaan jenis rumput dan lolime serta HSC juga dapat menurunkan kandungan Al dalam tanah (Tabel 3). Kombinasi pemberian *P. conjugatum* dengan perlakuan T4 (lolime 3 gL⁻¹ dengan HSC 2.5%) memberikan nilai penurunan Al tertinggi sebesar 55.00% dan dengan perlakuan T3 (lolime 3 gL⁻¹ dengan HSC 1.25%) memberikan penurunan Al terendah sebesar 48.77%. Penurunan Al terendah juga terdapat pada kombinasi perlakuan lolime 3 g/L (T2) dengan *S. splendida* sebesar 47.51% sedangkan dengan pemberian perlakuan T4 (lolime 3 gL⁻¹ dengan HSC 2.5%) memberikan penurunan Al tertinggi sebesar 55.00%. Pada penggunaan *V. zizanioides* dengan perlakuan T4 memberikan penurunan Al tertinggi sebesar 60.03% dan penurunan Al terendah sebesar 55.00% dengan perlakuan T3 (lolime 3 gL⁻¹ dengan HSC 1.25%). Penggunaan perlakuan T4 (lolime 3 gL⁻¹ dengan HSC 2.5%) pada ketiga jenis rumput memberikan hasil penurunan Al tertinggi jika dibandingkan dengan penggunaan perlakuan lainnya. Menurut Winarso *et al.* (2009), perlakuan kombinasi CaCO₃ dengan senyawa humik meningkatkan pH tanah menjadi lebih dari 6.5, sehingga Al_{dd} tidak terdeteksi. Penggunaan *humic substances complex* dapat membantu mengikat Al_{dd} sehingga kelarutan Al_{dd} dapat berkurang dalam tanah.

Perubahan karakteristik unsur kimia dan fisik tanah

Berdasarkan uji analisis tanah, terdapat perubahan unsur kimia tanah (pH, Ca, Mg, Fe, KTK) dan unsur fisik tanah (pasir, debu, liat) sebelum dan sesudah pemberian perlakuan seperti yang disajikan pada Tabel 4 hingga Tabel 7.

Tabel 4 hingga Tabel 7 menunjukkan perubahan nilai Ca < Mg pada sebelum dan setelah pemberian perlakuan lolime dan lolime + HSC. Pemberian perlakuan T4 pada *P. conjugatum* dan *S. splendida* dapat menaikkan nilai Ca. Perlakuan T2 juga dapat meningkatkan nilai Ca yang dikombinasikan dengan rumput *S. splendida*. Sedangkan pemberian perlakuan T2, T3 dan T4 pada *V. zizanioides* dan tanpa rumput dapat menaikkan nilai Ca. Kalsium bagi tanaman berperan dalam pembelahan dan pembentukan sel-sel baru (Munawar 2011). Pemberian kapur dapat meningkatkan nilai pH dan memasok Ca bagi tanaman.

Persentase hidup

Persentase tanaman hidup pada ketiga jenis tanaman pada tanah mengandung Al 15.89 me per 100 g tanah ditunjukkan pada Tabel 8.

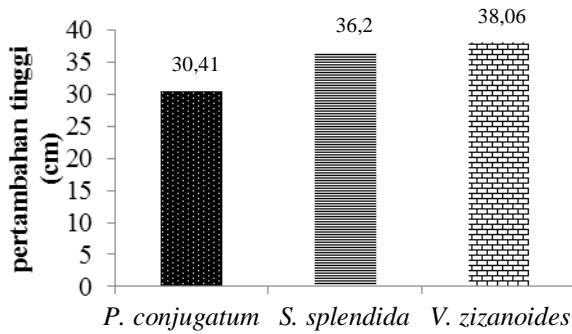
Tabel 8 Persentase (%) hidup ketiga jenis tanaman

Jenis tanaman	Persentase hidup (%)				
	T0	T1	T2	T3	T4
<i>P. conjugatum</i>	90	80	70	90	80
<i>S. splendida</i>	90	100	80	90	80
<i>V. zizanioides</i>	100	100	80	100	100

Pada perlakuan T1 (tanah *toxic*) *S. splendida* dan *V. zizanioides* memiliki persentase hidup hingga 100%, hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis tersebut adaptif pada tanah mengandung Al 15.89 me per 100 g tanah. Persen tumbuh *P. conjugatum* antara 70-90% pada seluruh pemberian perlakuan, hal ini menunjukkan *P. conjugatum* kurang adaptif pada tanah yang mengandung Al tinggi. Pada proses pengamatan, tanaman ini menunjukkan tanda-tanda bintik kuning merata pada permukaan daun sampai menimbulkan gejala kekeringan.

Pertambahan tinggi

Tinggi tanaman menjadi indikator untuk melihat laju pertumbuhan tanaman. Hasil perhitungan rata-rata pertambahan tinggi (Gambar 1) menunjukkan bahwa jenis *V. zizanioides* memiliki pertumbuhan terbaik dibandingkan dengan kedua jenis lainnya. Hal tersebut dikarenakan karakteristik morfologi, fisiologi, dan ekologi yang unik pada *V. zizanioides*, seperti mempunyai sistem akar yang dalam dan besar, serta toleran terhadap kondisi iklim dan tanah yang buruk, termasuk logam berat (Chen *et al.* 2004). Oleh karena itu, *V. zizanioides* memiliki kemampuan adaptasi yang baik pada tanah mengandung Al tinggi.



Gambar 1 Rataan pertambahan tinggi rumput

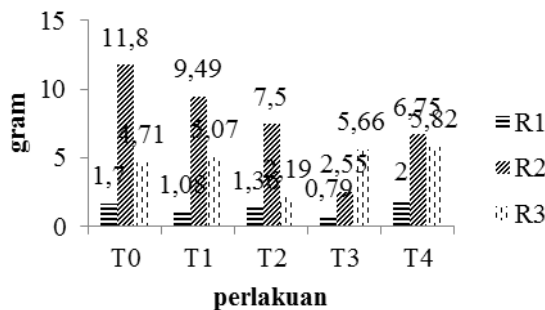
Berat kering

Nilai berat kering dapat menjadi indikator awal mengenai kemampuan toleransi tanaman pada tanah yang mengandung Al tinggi. Nilai hasil uji statistik pada berat kering akar dan tajuk ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Analisis varian interaksi antara rumput dan perlakuan lolime serta HSC terhadap berat kering akar dan tajuk rumput

Sumber keragaman	Berat kering akar	Berat kering tajuk
rumput	0.0007*	0.0001**
perlakuan	0.6462 ^{ns}	0.0129 ^{ns}
interaksi rumput dan perlakuan	0.2660 ^{ns}	0.0006 ^{ns}

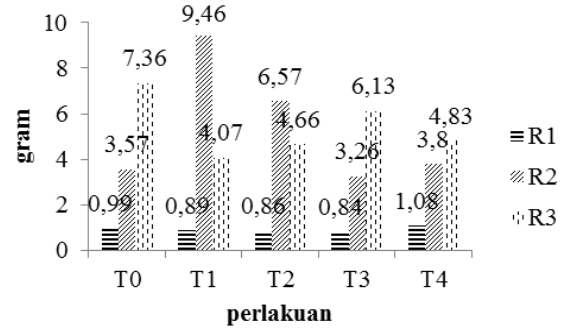
**sangat nyata, * nyata, ^{ns} tidak nyata



Gambar 2 Berat kering tajuk.

Ket: T menunjukkan perlakuan dan R jenis rumput. T0: tanah normal, T1: tanah Al 100%, T2: tanah Al 100% + lolime 3g/1L, T3: tanah Al 100% + lolime 3g/1L + HSC 1.25%, T4: (tanah Al 100% + lolime 3g/1L + HSC 2.5%), R1: *P. conjugatum*, R2: *S. splendida*, R3: *V. zizanioides*

Berdasarkan hasil uji statistik (Tabel 9) menunjukkan bahwa ketiga jenis rumput berpengaruh nyata terhadap berat kering akar dan sangat nyata terhadap berat kering tajuk. Ketiga jenis rumput yang dipakai, jenis *S. splendida* memiliki nilai berat kering akar dan tajuk tertinggi dibandingkan dengan jenis lain. *S. splendida* adalah tanaman yang memiliki toleransi terhadap toksisitas Al, yaitu dengan cara mensekresikan asam oksalat dan asam sitrat dari akar ke larutan eksternal, dan mengakumulasikan asam-asam oksalat dan asam malat pada akar dan tajuk (Karti 2011).



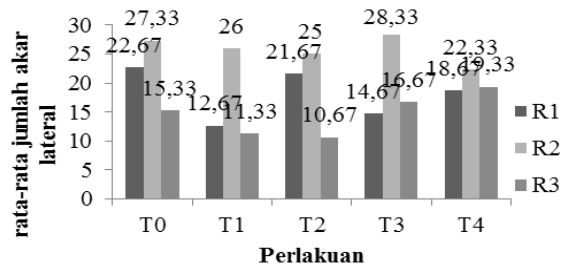
Gambar 3 Berat kering akar.

Ket: T menunjukkan perlakuan dan R jenis rumput. T0: tanah normal, T1: tanah Al 100%, T2: tanah Al100% + lolime 3g/1L, T3: tanah Al 100% + lolime 3g/1L + HSC 1.25%, T4: (tanah Al 100% + lolime 3g/1L + HSC 2.5%), R1: *P. conjugatum*, R2: *S. splendida*, R3: *V. zizanioides*

Berat kering akar tanaman ditunjukkan pada Gambar 3 dengan perlakuan T4 menghasilkan nilai berat kering akar tertinggi pada *P. conjugatum*. Perlakuan T1 memberikan nilai berat kering akar tertinggi pada *S. splendida* sedangkan nilai berat kering tertinggi pada *V. zizanioides* terdapat pada tanah normal (T0) perlakuan. Nilai berat kering tajuk (Gambar 2) tertinggi untuk jenis *P. conjugatum* dan *V. zizanioides* dengan pemberian perlakuan T4. *S. splendida* menunjukkan tanpa perlakuan pada tanah normal (T0) memberikan nilai berat kering tajuk tertinggi.

Jumlah akar lateral

Ketiga jenis rumput yang diteliti, *S. splendida* mempunyai rata-rata jumlah akar lateral terbanyak sebesar 28 pada perlakuan T3 seperti yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Jumlah akar lateral. R1=*P. conjugatum*; R2=*S. splendida*; R3=*V. zizanioides*

S. splendida memiliki perakaran serabut, sehingga jangkauan akar menjadi lebih luas. Hal ini membantu *S. splendida* dalam menyerap air dan hara, yang dapat tercermin pada pertambahan tinggi. Menurut Priambodo (2002), percabangan akar lateral membantu tanaman dalam mengikat air dan hara lebih tinggi. Brady *et al.* (1993) menyatakan tanaman kacang kedelai, panjang rambut akar dan kerapatan rambut akar dapat membantu menurunkan kandungan Al dalam tanah.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

- Dari ketiga jenis rumput yang diuji, *S. splendida* dan *V. zizanioides* adaptif pada tanah dengan kandungan Al sebesar 15.89 me per 100 g tanah.
- Nilai penurunan Al tertinggi terdapat pada penggunaan *S. splendida* yakni sebesar 61.23%. pada tanah *toxic* tanpa perlakuan.
- Kombinasi *V. zizanioides* dengan perlakuan T4 (tanah Al 100% + kapur nano 3 gL⁻¹ + HSC 2.5%) merupakan kombinasi terbaik, dan dapat menurunkan Al sebesar 60.03%.
- Penurunan Al tertinggi pada perlakuan tanpa rumput dihasilkan oleh perlakuan T4 (tanah Al 100% + kapur nano 3 gL⁻¹ + HSC 2.5%) sebesar 48.77%.
- Berdasarkan data terjadinya penurunan Al dalam tanah *S. splendida* dan *V. zizanioides* mempunyai potensi untuk digunakan sebagai *phytoremediant plant*.

Saran

- Diperlukan uji lanjut untuk kedua jenis rumput tersebut sebagai *phytoremediant plant*.
- Aplikasi penggunaan *S. splendida* dapat direkomendasikan untuk mengurangi kandungan Aluminium dalam tanah

DAFTAR PUSTAKA

- Barchia MF. 2009. *Agroekosistem Tanah Mineral Masam*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Brady DJ, Edwards DG, Asher CJ, Blamey FPC. 1993. Calcium amelioration of aluminium toxicity effects on root hair development in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *New Phytol.* 123: 531-538.
- Chen Yahua, Zhenguo Shen, dan Xiangdong Li. 2004. The use of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) in the phytoremediation of soils contaminated with heavy metals. *Applied Geochemistry*. Vol 19: 1553-1565.
- Cunningham SD, Anderson TA, Schwab AP, Hsu FC. 1996. Phytoremediation of soil contaminated with organic pollutants. *Advances in Agronomy*. 56: 55-114.
- Heylar KR, Anderson AJ. 1973. Effect of calcium carbonate on the availability of nutrients in an acid soil. *Soil Science Society of America Journal*. 38(2):341-346
- Karti P.D.M.H. 2011. Mekanisme toleransi aluminium pada rumput pakan *Setaria splendida*. *J. Agron Indonesia*. 39 (2) : 144-148.
- Munawar A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor (ID): IPB Press.
- Priambodo S. 2002. Fitoremediasi logam berat menggunakan kultur akar rambut *Solanum nigrum* L [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 07 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang Pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral Dan Batubara.
- Republik Indonesia. 2009. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor: 4 tentang Pertambangan Mineral Dan Batubara.
- Setiadi Y. 2012. Pembinaan lahan pasca tambang. Post Mining Restoration Technical Note. Tidak diterbitkan.
- Winarso Sugeng, Eko H, Syekhfani, Didik S. 2009. Pengaruh kombinasi senyawa humik dan CaCO₃ terhadap Aluminium dan fosfat Typic Paleudult Kentrong Banten. *J Tanah Trop*. Vol 14 No 2: 89-95.
- Windyaningrum R. 2008. Pengaruh pemberian mikoriza (CMA), asam humik serta mikroorganisme tanah potensial terhadap pertumbuhan dan produksi *Setaria splendida* Stapf. pada latosol dan tailing tambang emas [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.