

DETEKSI DINI KERACUNAN ALUMINIUM TANAMAN *Bridelia monoica* Merr. PADA TANAH PASCA TAMBANG BATU BARA PT. JORONG BARUTAMA GRESTON KALIMANTAN SELATAN

*Early Detection of Aluminum Toxicity on Bridelia monoica Merr. to Post Coal Mined Land
in PT. Jorong Barutama Greston, South Kalimantan*

Yadi Setiadi dan Fiona Citra Anira

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

High solubility of Aluminium (Al) and toxic on post coal mined land cause low level of growth plant. Soil analysis used to ensure toxic level, thus the plant growth failure can be minimized. On the other hand, soil analysis is time consuming and costly. A simple and effective method to detect the existence of Al in the soil is needed. Bridelia monoica is a dominant pioneer tree which grow around mine location. This plant can survive on the dry land with low fertility, has many utility and easily found around mining area. It is expected that B. monoica can be used as biologic indicator of Al toxicity. The aim of this research was to determine the B. monoica response to Al toxicity on the post coal mined land at PT. Jorong Barutama Greston. This research conducted at four different colours of soil (three colours from post coal mined and original soil as control) with three replication. The data observed were root length, shape of root, amount of leaf, leaf colour, and dry weight. This research resulted Al toxicity can decrease root length, amount of leaf, and dry weight, and changing the root shape on B. monoica. The research concluded B. monoica can be used as biologic indicator of Al toxicity.

Key words: *Aluminium, Bridelia monoica, post coal mined soil*

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan mengakibatkan adanya perubahan struktur fisik, kimia serta biologi tanah sehingga tanah menjadi tidak kondusif bagi pertumbuhan tanaman dan bersifat *toxic*. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan pH tanah hingga level < 4 , karena adanya peningkatan kandungan unsur Al, Mn, dan Fe. Menurut Setiadi (2012) tanah pH < 4 merupakan tanah bermasalah karena terjadi peningkatan unsur Al dan Fe, serta penurunan unsur P. Kondisi ini menyebabkan solubilitas dari unsur Al, Fe, dan Mn mencapai batas *toxic* pada tanaman.

Aluminium merupakan salah satu unsur yang bersifat *toxic* dan sangat berbahaya bagi pertumbuhan tanaman. Keberadaan Al dapat menyebabkan kerusakan akar, sehingga dapat menghambat penyerapan air dan mineral yang dibutuhkan tanaman. Setiadi (2012) menambahkan bahwa kandungan Al lebih dari 3 me/100gr akan menyebabkan kerusakan akar yang ditandai dengan adanya *root curling*.

PERMEN ESDM nomor 18 tahun 2008 tentang reklamasi dan penutupan tambang mewajibkan setiap pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) dan Izin Usaha Pertambangan Khusus (IUPK) melakukan pengelolaan dan pemantauan terhadap lingkungan pertambangan termasuk kegiatan reklamasi dan pasca tambang. Salah satu kendala dalam kegiatan reklamasi ini adalah terhambatnya pertumbuhan tanaman, yang

disebabkan oleh kandungan *toxic* pada tanah. Untuk mengetahui penyebab terhambatnya pertumbuhan tanaman, biasanya dilakukan serangkaian kegiatan analisis tanah yang memerlukan biaya tinggi dan waktu yang relatif lama. Untuk itu perlu dicari suatu cara yang simpel untuk mendeteksi kandungan *toxic*, misal Al dalam waktu yang relatif singkat. Dalam hal ini dibutuhkan indikator biologis yang dapat mendeteksi keberadaan Al dalam waktu singkat sehingga dapat diperoleh informasi yang cepat dalam menentukan langkah-langkah penanganan serta perlakuan yang tepat sebelum kegiatan penanaman.

Tanaman *Bridelia monoica* merupakan tanaman pionir yang cukup dominan di lahan PT. Jorong Barutama Greston. Berdasarkan hasil pengamatan di lapang tanaman ini mampu hidup pada lahan yang kering dan gersang. Menurut beberapa ahli Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) tanaman ini mampu tumbuh pada perbukitan kapur, tanah berpasir atau berbatu. Berdasarkan hal tersebut maka tanaman *B. monoica* dapat digunakan sebagai indikator biologis yang mampu mendeteksi keberadaan *toxic* Al pada tanah pasca tambang PT. Jorong Barutama Greston.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan mempelajari respon tanaman *Bridelia monoica* terhadap kandungan *toxic* Al pada tanah pasca tambang PT. Jorong Barutama Greston.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di *green house* University Farm, Cikabayan, Institut Pertanian Bogor pada Bulan Oktober – November 2013.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain GPS (*Geographic Positioning System*), kantong plastik, cangkul, terpal, penyaring mesh 3.35 mm, indikator pH, bak kecambah berukuran 20.5 x 16 cm, kamera, bagan warna daun (BWD), timbangan analitik, *oven*, *hand sprayer*, dan alat tulis. Bahan yang digunakan antara lain benih tumbuhan *B. monoica*, sampel tanah pasca tambang PT. Jorong Barutama Greston yang terdiri atas tiga warna yakni merah, kuning, dan abu-abu serta sampel tanah *original* PT. Jorong Barutama Greston (kontrol), akuades, dan zeolit.

Prosedur Penelitian

Persiapan sampel tanah

Sampel tanah diambil di beberapa lokasi pasca tambang PT. Jorong Barutama Greston pada warna tanah yang berbeda secara visual. Kemudian pengukuran pH tanah dilakukan, hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai pH sehingga dapat diduga kandungan mineral yang berpotensi *toxic* pada tanah tersebut. Alat yang digunakan pada kegiatan ini adalah kertas indikator pH. Langkah-langkah pengukuran pH adalah sebagai berikut:

- Sampel tanah diambil secukupnya, dan dimasukkan ke dalam plastik.
- Selanjutnya sampel tanah dilarutkan dalam akuades dengan perbandingan tanah dan akuades 1 : 5.
- Setelah tanah dilarutkan dan dikocok, tunggu beberapa saat sehingga tanah mengendap.
- Setelah tanahnya mengendap, pH air diukur menggunakan kertas pH. Warna yang dihasilkan pada kertas pH dibandingkan dengan warna kertas standar indikator pH. Warna yang paling cocok dengan warna pada kertas standar indikator warna pH merupakan nilai pH dari tanah yang diuji.
- Pengecekan pH masing-masing tanah dilakukan sebanyak tiga kali.

Setelah pengecekan pH pada sampel tanah dilakukan, masing-masing sampel tanah diambil ± 1 kg dan dikemas serta diberi label (warna tanah, tanggal pengambilan sampel, dan lokasi pengambilan sampel) kemudian dianalisis di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan disiapkan sebagai media percobaan. Langkah-langkah persiapan media percobaan dapat diuraikan sebagai berikut:

- Sampel tanah yang telah diambil dikeringanginkan di tempat yang ada naungan dan dihaluskan hingga berdiameter ± 1 cm.
- Masing-masing sampel tanah yang ada dimasukkan ke dalam bak kecambah berukuran 20.5 x 16 cm yang telah dilubangi di bagian bawahnya. Setiap warna tanah dilakukan 6 bak kecambah, sehingga total ada 24 bak kecambah. Bak kecambah diisi dengan tanah setinggi ± 3 cm.

- Untuk perkecambahan benih dilakukan pada media tanah yang ditebar zeolit dengan ketebalan 1 – 1.5 cm.

Persiapan Benih Tanaman

Benih tanaman yang digunakan pada penelitian ini diperoleh melalui ekstraksi buah *B. monoica* yang diperoleh dari daerah di sekitar kampus Darmaga IPB Bogor. Buah yang dipanen adalah buah yang telah matang. Ciri-ciri fisik kematangan buah terlihat dari warna kulit buah ungu kebiruan. Benih diperoleh melalui ekstraksi basah, yaitu dengan merendam buah yang telah diperoleh hingga daging buah dapat dipisahkan dari bijinya, kemudian bijinya dicuci hingga bersih dan dijemur.

Uji Viabilitas Benih

Uji viabilitas benih bertujuan untuk mengetahui kualitas benih. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui benih-benih yang mampu berkecambah agar dapat dihitung kebutuhan benih yang digunakan dalam kegiatan penelitian. Tahap-tahap pengujian viabilitas dan pengecambahan benih adalah sebagai berikut:

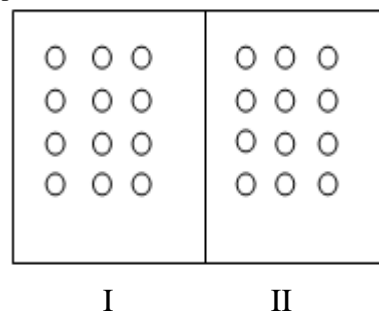
- Benih ditanam pada media zeolit disiapkan.
- Media perkecambahan disiram hingga mencapai titik jenuh air.
- Benih ditebarkan pada media yang telah disediakan.
- Media dijaga agar tetap dalam kondisi lembab dan cukup air.

Pengujian viabilitas benih dilakukan melalui perhitungan persentase perkecambahan benih, dengan cara membandingkan jumlah benih yang berkecambah dengan jumlah seluruh benih yang ditebar.

$$\frac{(\text{Jumlah benih yang berkecambah})}{\text{Jumlah benih yang ditebar}} \times 100\%$$

Penebaran Benih

Setelah media disiapkan dan benih siap untuk digunakan, kegiatan selanjutnya adalah penanaman benih. Penanaman dilakukan menggunakan sistem jalur, dengan parameter pengamatan yang berbeda pada masing-masing jalurnya. *Lay out* penanaman benih disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 *Lay out* penebaran benih pada bak kecambah

Keterangan:

- Parameter pengamatan warna daun, jumlah daun, panjang, serta bentuk akar;
- Parameter pengamatan persentase daya hidup serta berat basah dan berat kering tanaman

Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengamatan dilakukan terhadap performa tanaman *B. monoica* pada beberapa parameter yakni, jumlah daun, warna daun, dan panjang akar. Pengamatan dimulai setelah satu minggu akar tanaman menyentuh tanah. Pengamatan dilakukan dengan terlebih dahulu memastikan bahwa akar tanaman telah mencapai tanah, dengan cara menghilangkan zeolit yang terdapat di sekitar tanaman, sehingga dapat dipastikan bahwa akar tanaman sudah mencapai tanah. Pengamatan dilakukan setiap 3 hari selama enam kali pengamatan. Sedangkan pengamatan terhadap biomassa dilakukan setelah enam kali pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

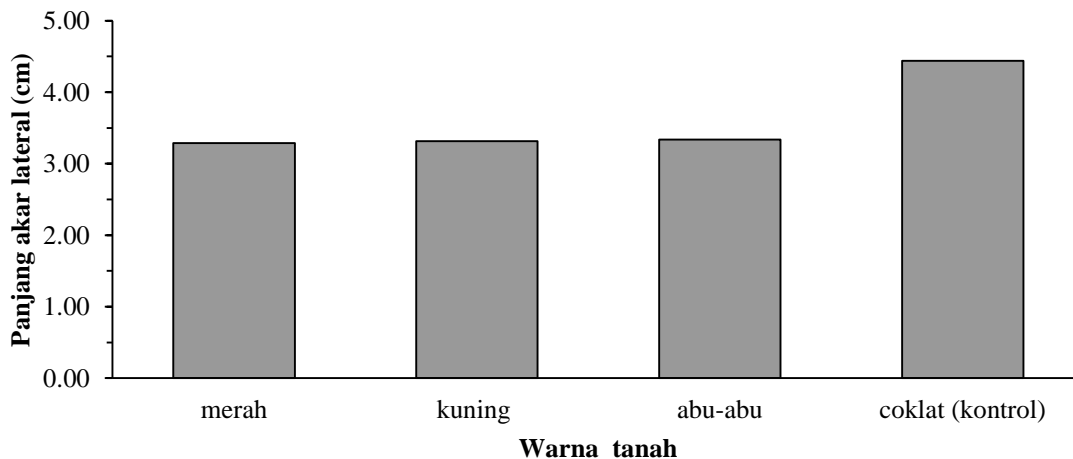
Panjang Akar Tanaman

Pengamatan terhadap akar perlu dilakukan karena akar merupakan bagian tanaman yang pertama kali kontak dengan tanah. Pengamatan terhadap akar dibagi menjadi dua, yakni pengamatan akar lateral (*absorbing root*) dan pengamatan akar apikal (*fisikal root*). Rata-rata panjang akar lateral selama enam kali pengamatan disajikan pada Tabel 1.

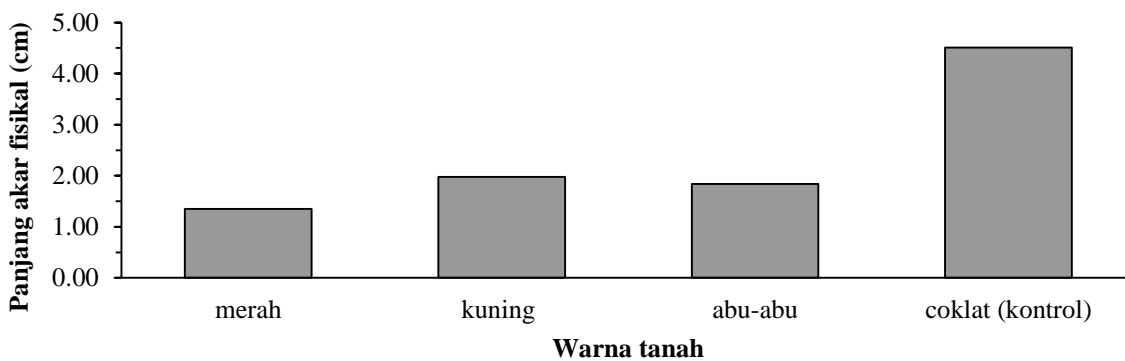
Tabel 1. Rata-rata panjang akar *B. monoica* umur 18 hari setelah akar tanaman menyentuh tanah

Perlakuan	Panjang akar lateral (cm)	Panjang akar apikal (cm)
Tanah merah	3.29	1.35
Tanah kuning	3.31	1.98
Tanah abu-abu	3.34	1.84
Tanah coklat (kontrol)	4.44	4.51

Hasil perhitungan rata-rata pertumbuhan akar *absorbing* yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan adanya penurunan panjang akar *absorbing* pada tanaman *B. monoica* yang ditanam pada media tanah yang terkontaminasi unsur-unsur *toxic* (tanah merah, kuning, dan abu-abu) dibandingkan dengan kontrol. Tanaman *B. monoica* dengan media tanah merah memiliki penurunan panjang akar terbesar dengan nilai mencapai 25.9%. Hal yang sama juga terjadi pada tanaman pada media tanah kuning dan abu-abu dengan masing-masing penurunan sebesar 25.4 dan 24.8%. Diagram hasil perhitungan rata-rata pertumbuhan akar *absorbing* pada masing-masing perlakuan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram rata-rata panjang akar lateral *B. monoica* umur 18 hari setelah akar tanaman menyentuh tanah



Gambar 3. Diagram rata-rata panjang akar apikal *B. monoica* umur 18 hari setelah akar tanaman menyentuh tanah

Penurunan panjang akar fisik juga terjadi pada tanaman *B. monoica* yang ditanam pada tanah bermasalah akibat pengaruh *toxic* Al. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap panjang akar apikal, adanya perbedaan yang sangat signifikan antara panjang akar apikal pada media tanah bermasalah dibandingkan panjang akar media kontrol. Pertumbuhan panjang akar pada media tanah merah, kuning, dan abu-abu mengalami penurunan hingga lebih dari 50% dibandingkan dengan tanaman pada media kontrol. Penurunan panjang akar apikal terbesar terjadi pada media tanah merah sebesar 70% dibandingkan kontrol. Hal yang sama juga terjadi pada perlakuan dengan tanah abu-abu dan kuning, dengan masing-masing penurunan sebesar 59 dan 56%. Diagram rata-rata pertumbuhan panjang akar apikal dari masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 3.

Tanaman *B. monoica* yang ditanam pada ketiga tanah pasca tambang memiliki panjang akar lateral yang lebih tinggi dibandingkan panjang akar apikalnya. Sedangkan tanaman yang ditanam pada tanah coklat (kontrol) memiliki panjang akar apikal yang lebih tinggi dibandingkan akar lateralnya. *B. monoica* yang ditanam pada tanah merah, kuning, dan abu-abu memiliki kerusakan akar berupa pengeritingan pada ujung akarnya.



Gambar 4. Kondisi keriting ujung akar tanaman *B. Monoica* yang ditemukan pada tanah merah, kuning, dan abu-abu.

Hal ini diperkuat oleh Matsumoto (1991) yang menyatakan bahwa keracunan Al menyebabkan terhambatnya pembelahan sel pada akar sehingga menyebabkan akar pendek dan menebal sebagai akibat dari penghambatan perpanjangan sel. Selain itu pengaruh buruk yang lain yaitu terjadi gangguan penyerapan hara mineral, dan penggabungan Al dengan dinding sel. Setiadi (2012) juga menambahkan bahwa kandungan Al yang melebihi 3 me/100gr menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman yang ditandai dengan keritingnya akar tanaman (*curly root*).

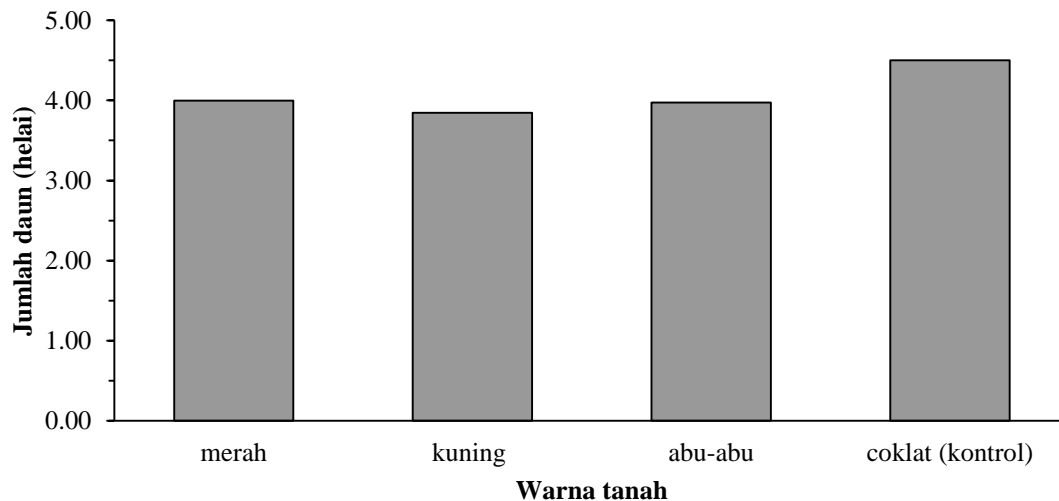
Jumlah Daun

Disamping pengamatan terhadap akar, parameter yang dapat dijadikan sebagai indikator keberadaan *toxic* adalah jumlah daun. Rata-rata hasil pengamatan terhadap jumlah daun disajikan pada Tabel 2.

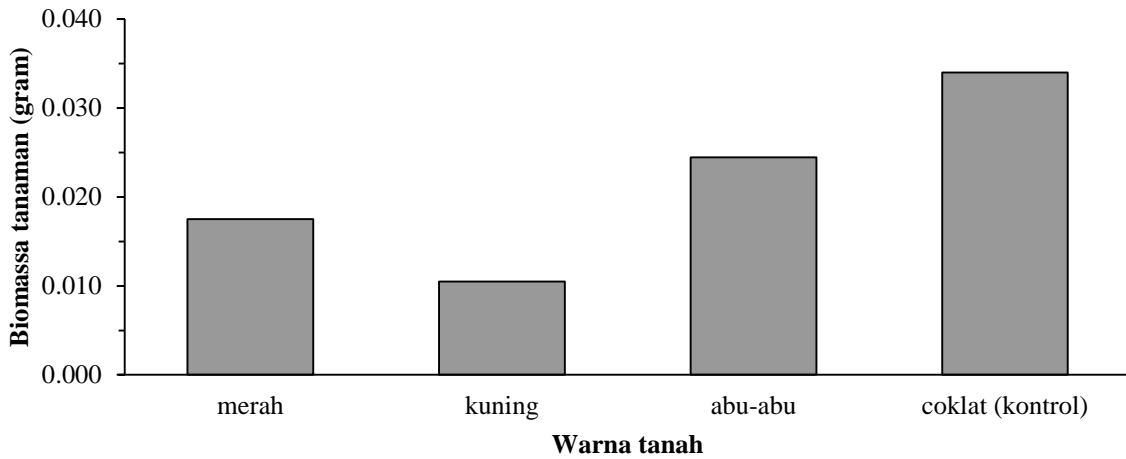
Tabel 2. Rata-rata jumlah daun *B. monoica* umur 18 hari setelah akar tanaman menyentuh tanah

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun (helai)
Tanah merah	4.00
Tanah kuning	3.85
Tanah abu-abu	3.97
Tanah coklat (kontrol)	4.50

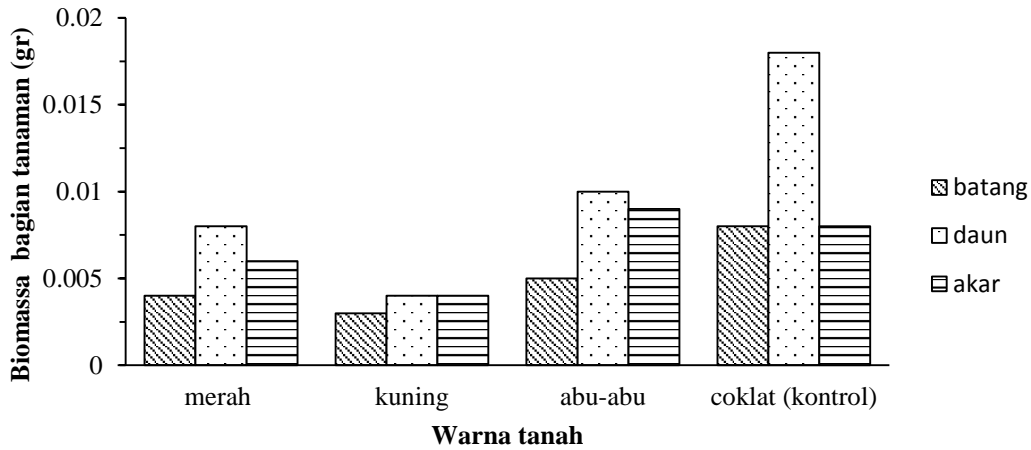
Berdasarkan perhitungan rata-rata jumlah daun yang disajikan pada Tabel 4, dapat dilihat bahwa jumlah daun pada tanaman *B. monoica* dengan media tanah bermasalah mengalami penurunan dibandingkan dengan kontrol. Pada media tanah kuning mengalami penurunan jumlah daun terbesar dibandingkan kontrol dengan nilai rata-rata 14%. Sedangkan pada media tanah abu-abu dan kuning penurunan jumlah daun masing-masing sebesar 12 dan 11%. Diagram rata-rata jumlah daun disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram rata-rata jumlah daun *B. monoica* umur 18 hari setelah akar tanaman menyentuh tanah



Gambar 6. Rata-rata biomassa tanaman *B. monoica* umur 18 hari setelah akar tanaman menyentuh tanah



Gambar 7. Biomassa bagian tanaman *B. monoica* umur 18 hari setelah akar tanaman menyentuh tanah

Biomassa Tanaman

Pengamatan terhadap biomassa tanaman dilakukan untuk mengetahui pengaruh tanah bermasalah pada pertumbuhan tanaman. Menurut Sitompul dan Guritno (1995) taksiran biomassa merupakan integrasi dari hampir semua peristiwa yang dialami tanaman. Sehingga parameter ini diduga merupakan indikator pertumbuhan yang paling representatif untuk mengukur keseluruhan pertumbuhan tanaman. Hasil pengamatan terhadap berat kering tanaman *B. monoica* disajikan pada Tabel 4. Tanaman *Bridelia* yang ditanam pada media tanah bermasalah memiliki penurunan biomassa jika dibandingkan pada tanah kontrol. Penurunan biomassa terbesar terjadi pada tanaman yang ditanam dengan media tanah kuning. Media tanah kuning hanya memiliki biomassa sebesar 11 mg/tanaman, artinya bahwa telah terjadi penurunan biomassa sebesar 68% jika dibandingkan kontrol. Hal yang sama juga terjadi pada tanaman dengan media tanah merah dan abu-abu, dengan masing-masing penurunan biomassa sebesar 47 dan 29%. Penurunan biomassa terbesar terjadi pada bagian daun dari tanaman. Diagram biomassa tanaman

B. monoica pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 6.

Hasil Analisis Tanah

Tanah (media tanam) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah bekas kegiatan penambangan batubara PT. Jorong Barutama Greston dengan empat warna yakni warna merah, kuning, abu-abu, dan coklat (kontrol). Selain pengamatan terhadap parameter pertumbuhan tanaman, juga dilakukan analisis sampel tanah pada keempat warna tanah tersebut.

Hasil analisis pH tanah menunjukkan bahwa 3 tanah bermasalah yaitu tanah merah, kuning, dan abu-abu berada pada kondisi sangat masam dengan nilai pH dibawah 4.0. Menurut Nur (2012) kriteria tanah yang digolongkan sangat masam yaitu tanah dengan nilai pH di bawah 4.

Tabel 3. Hasil analisis sifat tanah pada 3 tanah bermasalah dan kontrol

Sifat tanah	Hasil analisis			
	Tanah abu-abu	Tanah merah	Tanah kuning	Tanah coklat (kontrol)
pH	2.7	2.9	3.0	5.1
	Sangat asam	Sangat asam	Sangat asam	Asam
Al (me/100gr)	14.31	9.28	3.48	0.39
Fe(ppm)	471.12	271.25	182.39	62.84
Cu (ppm)	1.29	1.35	1.11	0.48
Zn (ppm)	5.14	7.20	6.07	1.87
Mn (ppm)	20.84	69.50	115.34	11.73
Pirit (%)	0.2	0.1	0.2	0.02
Pospor (%)	5.2	3.2	4.3	5.2

Tabel di atas menunjukkan kandungan Al pada tanah kuning, merah, dan abu-abu berada dalam jumlah yang sangat banyak yakni diatas 3 me/100 gr. Tingginya kandungan Al pada tanah (> 3 me/100 gr) menunjukkan bahwa tanah tersebut berada pada kondisi *toxic* Al.

Kandungan pospor (P) pada tanah juga tergolong sangat rendah dengan kisaran kurang dari 10 ppm. Kondisi di atas menunjukkan telah terjadi kekahatan unsur P pada tanaman. Tabel di atas juga menunjukkan adanya kelimpahan unsur Al, Fe, Cu, Zn, Mn, dan pirit yang merupakan unsur mikro tanah. Kelimpahan unsur-unsur tersebut akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, dan bersifat racun. Menurut Setiadi (2012), tanah dengan kandungan Al > 3 me/100gr merupakan tanah yang berada dalam kondisi bermasalah, sehingga akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Kelebihan unsur Mn juga akan bersifat *toxic* bagi tanaman yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Munawar (2011) menyatakan konsentrasi 1 - 4 ppm Mn di dalam tanah telah mencukupi kebutuhan tanaman, tetapi lebih dari itu dapat bersifat racun bagi tanaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Kandungan Al pada tanah pasca tambang terbukti telah menurunkan panjang akar, jumlah daun, serta biomassa pada tanaman *B. monoica*. Gejala praktis akibat toksisitas Al pada tanaman *B. monoica* terlihat pada ujung akarnya yang *curling*. Gejala yang ditimbulkan ini menunjukkan bahwa tanaman *B. monoica* merupakan tanaman yang sensitif terhadap

keberadaan *toxic* Al. Sehingga kemungkinan dapat digunakan sebagai indikator biologis untuk mendeteksi keberadaan *toxic* Al pada tanah pasca tambang batu bara.

SARAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar mengenai respon tanaman terhadap keberadaan Al pada kerusakan fisik tanaman, sehingga diperlukan penelitian lanjutan mengenai mekanisme kerusakan pada sel akibat *toxic* Al, penggunaan jenis tanaman lain yang toleran Al, seperti harendong (*Melastoma malabathricum*) dan tembesu (*Fragraea fragrans*).

DAFTAR PUSTAKA

- [KemenESDM] Departemen Kehutanan. 2008. Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: P.04/Menhut-II/2011 tentang Reklamasi dan Penutupan Tambang. Jakarta (ID): Kemenhut
- Matsumoto H. 1991. Biochemichal mechanism of the toxicity of aluminium and the sequestration of aluminium in plant cells. Di dalam: Wright *at al.* (eds). *Plant Soil Interaction at Low pH*. Kluwer Academic Publ. Netherlands. hlm. 825-836.
- Muhaemin. 2008. Analisis pertumbuhan *Melastoma (Melastoma malabathricum* auct. Non L. Dan *M. Affine* D. Don.) yang mendapat cekaman ph rendah dan aluminium. [Tesis]. Bogor(ID): Institut Pertanian Bogor.
- Munawar A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor: PT. Penerbit IPB Press.
- Nur Z. 2012. Derajat keasaman (pH) tanah. [terhubung berkala]. <http://zulkhairinuur.blogspot.com/2012/04/derajat-keasamanph-tanah.html>. (9 Jan 2014)
- Osaki M, Watanabe T, Tadano T. 1997. Beneficial effect of aluminum on growth of plant adapted to low pH soil. *Soil Sci Plant Nutr* 43: 551-563.
- Setiadi Y. 2012. Pembinaan Lahan Pasca Tambang (Soil Amendment Post Mined Land). Post Mining Restoration Technical Note. Tidak Diterbitkan.
- Sitompul SM. Guritno B. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Soepardi G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. IPB. Bogor.
- Watanabe T, osaki M, Tadano T. 1997. Beneficial effect of aluminum on growth of plants Adapted to low pH soil. *Soil Sci Plant Nutr* 43(3): 551-563.
- Watanabe T, Osaki M, Tadano T. 2001. Al uptake kinetics in root of *Melastoma malabathricum* L. an Al accumulator plant. *Plant and soil* 231: 283-291.