**PENGARUH APLIKASI AMELIORAN DARI FORMULASI
LIMBAH BATUBARA (*FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH*)
DAN SAMPAH PASAR DENGAN KAPUR TERHADAP pH,
KTK DAN P TERSEDIA ULTISOL DAN GAMBUT**

**Effect of Application of Ameliorant from Formulation of Coal Waste
(Fly Ash and Bottom Ash) and Market Waste with Lime on pH,
CEC and Available P of Ultisols and Peat**

**Farah Ilham¹, Amsar Maulana^{2*}, Bonatua Hasiholan¹, Ikhsan Ilham³,
Fetri Yulia Negsih¹**

¹Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas Limau Manis Padang 25175

²Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Andalas Limau Manis Padang 25175

³Program Studi Ilmu Hukum, Fakultas Hukum Universitas Andalas Limau Manis Padang 25175

* Penulis korespondensi: amaulana.1005@gmail.com

Abstract

The formulation of coal waste (4 million t year⁻¹) and market waste (175.000 t year⁻¹) is a potential development of alternative ameliorant for marginal and swamplands. The purpose of this study was to examine ameliorant formulations from coal and market waste to improve pH, available P, and CEC of Ultisols and Peat. The step I of the study used a completely randomized design with 3 replications, namely A = coal waste (100 g); B = market waste (100 g); C = 1:1 (50 g : 50 g); D = 2:1 (66.7 g 33.3 g⁻¹) and E = 1:2 (33.3 g 66.7g⁻¹). The step II of the study used a completely randomized design with 3 replications in 3 formulations namely: A = best formulation (100 g); B = best formulation + 10% [Ca(OH)₂] (10 g 100 g⁻¹) and C = best formulation + 10% [CaMg(CO₃)₂] (10 g 100 g⁻¹). The step III of the study used a completely randomized design with 3 replications namely: A = 0 t ha⁻¹ (0 g 500 g⁻¹ soil); B = 10 t ha⁻¹ (2.5 g 500 g⁻¹ soil); C = 20 t ha⁻¹ (5.0 g 500 g⁻¹ soil); D = 30 t ha⁻¹ (7.5 g 500 g⁻¹ soil); E = 40 t ha⁻¹ (10.0 g 500 g⁻¹ soil) and F = 50 t ha⁻¹ (12.5 g 500 g⁻¹ soil). The results of the study showed that application of ameliorant formulations from coal and market waste with 10% [CaMg(CO₃)₂] at 50 t ha⁻¹ increased pH, available P and CEC of Ultisols and peat, respectively by 0.60 units, 2.11 ppm P and 10.83 cmol_c kg⁻¹ on Ultisols, and 0.33 units, 2.64 ppm P and 68.86 cmol_c kg⁻¹ in peat, compared to control.

Keywords: *ameliorant formulations, coal waste, lime, market waste, peat, Ultisols*

Pendahuluan

Indonesia memiliki daratan seluas 188.20 juta ha, yang terdiri atas 144 juta ha lahan kering dan 44.20 juta ha lahan basah. Luas total daratan tersebut, yang sesuai untuk pertanian sekitar 94.07 juta ha. Lahan tersebut berada pada kawasan rawa seluas 7.88 juta ha, yang terdiri atas 4.06 juta ha untuk tanaman semusim dan 3.82 juta ha untuk tanaman tahunan, dengan penyebaran terluas di Sumatera dan Kalimantan.

Meskipun lahan pertanian cukup luas, namun sebagian besar lahan tersebut termasuk kedalam lahan marginal (Oxisol, Ultisol dan Inceptisol) dan juga termasuk lahan rawa (pasang surut, lebak dan Gambut) (Mulyani *et al.*, 2020). Ultisol sebagai satu lahan marginal di Indonesia memiliki potensi besar yang dapat dikembangkan sebagai lahan pertanian berkelanjutan, namun memiliki kesuburan yang rendah. Ultisol di Indonesia yang mempunyai

sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti di Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha) (Syahputra *et al.*, 2015). Karakteristik Ultisol yang sering menjadi masalah yaitu keasaman tanah, bahan organik rendah dan nutrisi makro rendah dan memiliki ketersediaan P sangat rendah (Fitriatin *et al.*, 2014; Syahputra *et al.*, 2015). Mulyani *et al.* (2020) menyatakan bahwa kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB) dan C-organik rendah, kandungan aluminium (kejenuhan Al) tinggi, fiksasi P tinggi, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni tanaman, peka akan erosi (Syahputra *et al.*, 2015). Hal ini juga terjadi kendala dalam pemanfaatan lahan rawa sebagai lahan pertanian seperti Gambut,

Luas lahan gambut di Indonesia memiliki luas 14.95 juta hektar tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua serta sebagian kecil di Sulawesi. Sekitar 5.241.473 ha atau 35.17% dari total luas lahan gambut Indonesia tergolong gambut dangkal, tersebar di Pulau Papua (2.425.523 ha), Pulau Sumatera (1.767.303 ha), dan Pulau Kalimantan (1.048.611 ha). Lahan gambut dengan ketebalan 50-100 cm tergolong lahan gambut dangkal/tipis. Karakteristik tanah gambut sangat berbeda dengan tanah mineral (Masganti *et al.*, 2020), berkaitan dengan sifat kimia, fisika, dan biologi. Karakteristik gambut dapat berubah akibat adanya tindakan manusia berupa pembukaan lahan, pembakaran lahan, pembuatan saluran drainase, dan penambangan (Page *et al.*, 2002; Hirano *et al.*, 2007; Masganti *et al.*, 2020). Sifat kimia gambut yang menonjol dan berkaitan dengan pertanian meliputi kemasaman tanah, cadangan karbon, ketersediaan hara, KTK, kadar abu, asam organik, dan pirit, dan jenis stratum yang berada di bawah lapisan gambut (Dimitriu *et al.*, 2010; Melling *et al.*, 2013; Fahmi *et al.*, 2014; Masganti *et al.*, 2020).

Tingkat kemasaman tanah menjadi faktor pembatas dalam pengembangan gambut untuk tujuan pertanian. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kemasaman tanah gambut tergolong sangat masam (Masganti *et al.*, 2020). Kemasaman tanah gambut disebabkan adanya hidrolisis asam-asam organik dan

kondisi drainase yang jelek. Dengan demikian, perlunya sebuah teknologi yang bersifat ekonomis untuk memperbaiki permasalahan yang ada pada lahan pertanian (Ultisol dan Gambut) melalui pemanfaatan limbah industri dan organik yang ada di tengah – tengah masyarakat seperti limbah batubara dan sampah pasar.

Potensi limbah industri dari limbah batubara mencapai lebih kurang 4 – 5 juta t tahun⁻¹. *Fly ash* dan *Bottom Ash* merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik. Sebaran *fly ash* dan *bottom ash* dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi. Jumlah limbah abu batubara yang sangat besar apabila tidak dikelola dan dimanfaatkan dengan benar dapat menimbulkan masalah lingkungan yang serius selain memerlukan tempat penampungan yang sangat luas (Kinasti dan Notodisuryo, 2017). Berdasarkan UU No. 32 Tahun 2009, penggolongan *Fly ash* dan *bottom ash* sebagai limbah B3 (Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3) membuat *fly ash* dan *bottom ash* harus mendapatkan perlakuan khusus dalam pengelolaannya. Pemahaman yang baik tentang pengelolaan limbah B3 akan mengerucut pada sebuah kesimpulan bahwa pilihan penimbunan sehingga perlu dilakukan kegiatan pemanfaatan sebagai alternatif sebelum *landfill* melalui teknologi formulasi dengan bahan organik alternative seperti sampah pasar.

Sampah pasar di Indonesia mencapai 175.000 t tahun⁻¹ pengelolaan sampah yang dilakukan yaitu dengan diangkut dan ditimbun di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah sebanyak 69%, dikubur sebanyak 10%, dikompos dan didaur ulang sebanyak 7%, dibakar sebanyak 5% dan sisanya tidak terkelola sebanyak 7% (Nirmala *et al.*, 2020). Sampah yang tidak ditangani dengan baik akan menjadi sumber penyakit, sumber pencemar yang menghasilkan *leachate* yang dapat mencemari air tanah, dan gas yang mengandung metan sehingga dapat mencemari udara dan menjadi salah satu penyebab pemanasan global, serta dapat menimbulkan bau busuk. Pengolahan sampah sangat diperlukan, khususnya sampah pasar yang mendominasi tingginya timbulan sampah organik di Indonesia dapat digunakan sebagai pupuk hijau dan kompos di bidang

pertanian (Gabler, 2014; (Nirmala *et al.*, 2020)). Maka, dari potensi yang terdapat pada limbah industri seperti limbah batubara dan limbah organik dari sampah pasar dapat dijadikan sebuah formulasi ameliorant yang dapat memperbaiki lahan marginal dan lahan rawa di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh formulasi ameliorant dari limbah batubara dan sampah kota dalam memperbaiki sifat kimia (pH, P tersedia dan KTK) Ultisol dan Gambut.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, mulai dari Mei hingga Oktober 2020.

Persiapan limbah batubara, sampah pasar, kapur dan sampel tanah

Ultisol dan Gambut yang digunakan untuk percobaan ini diambil secara komposit pada kedalaman 0 - 20cm dari permukaan tanah di Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Limau Manis Padang dan Daerah Ketaping, Kec. Batang Anai, Kab. Padang Pariaman, Sumatera Barat. Kemudian sampel tanah dikeringkan anginkan, dihaluskan lalu diayak dengan ayakan 2mm dan diaduk sampai homogen. Kadar air tanah ditentukan, kemudian sampel yang diayak dimasukkan ke dalam pot yang masing-masing setara dengan 500g berat kering mutlak. Jenis limbah batubara yang digunakan dalam bentuk *fly ash* dan *bottom ash* dari limbah batubara yang diambil dari *Electrostatic Precipitator* (ESP) dari PLTU Ombilin, Sawahlunto. Sampah pasar yang digunakan dari kumpulan sampah pasar di Kota Padang, Sumatera Barat dari jenis organik (sampah sayuran, buah – buahan). Semua sampah tersebut diblender hingga halus dan dicampurkan (tanpa memperhitungkan kadar air sampah) kedalam rasio yang telah ditetapkan dalam penelitian. Jenis kapur yang digunakan terdiri atas kapur hidrat [$\text{Ca}(\text{OH})_2$]; dan dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]. Kapur yang digunakan merupakan produk perusahaan swasta di Indonesia, di mana deskripsi masing-masing jenis kapur adalah sebagai berikut: (1)) kapur

hidrat pada 325 mesh dengan 95% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konten dan 1% kadar air (PT. Niraku Jaya Abadi) dan (2) Dolomit pada 325 mesh dengan 21% konten MgO dan 30% CaO ; dengan $\text{pH} > 9,5$ unit dan proporsi $2.66 - 2.75 \text{ g cm}^{-3}$ dan kadar air $0.1 - 0.5\%$ (CV. Libra Mandiri Pratama).

Pelaksanaan penelitian dan analisis amelioran dan tanah

Penelitian ini terdiri atas 3 tahap penelitian yaitu tahap I bertujuan untuk mengkaji karakteristik kimia formulasi dari limbah batubara dan sampah pasar menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 ulangan. Formulasi terdiri atas 5 formulasi sebagai berikut: A = limbah batubara (100g); B = sampah pasar (100g); C = rasio formulasi 1 : 1 (50g limbah batubara : 50g sampah pasar); D = rasio formulasi 2 : 1 (66.7g limbah batubara : 33.3 g sampah pasar) dan E = rasio formulasi 1 : 2 (33.3g limbah Batubara : 66.7g sampah pasar).

Penelitian tahap II bertujuan untuk mengkaji karakteristik kimia formulasi terpilih dari tahap I yang dikombinasi dengan kapur. Penelitian tahap II menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 ulangan pada 3 formulasi sebagai berikut: A = formulasi terpilih (100g); B = formulasi terpilih dengan 10% kapur hidrat [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] (10 g 100 g^{-1}) dan C = formulasi terpilih dengan 10% kapur dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] (10 g 100 g^{-1}).

Penelitian tahap III bertujuan untuk mengkaji pengaruh dosis formulasi terbaik dari penelitian tahap II terhadap pH, KTK dan P tersedia Ultisol dan Gambut. Dosis terdiri atas 6 taraf perlakuan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 ulangan sebagai berikut: A = 0 t ha^{-1} (0 g 500 g^{-1} tanah); B = 10 t ha^{-1} (2.5 g 500 g^{-1} tanah); C = 20 t ha^{-1} (5.0 g 500 g^{-1} tanah); D = 30 t ha^{-1} (7.5g/ 500g tanah); E = 40 t ha^{-1} (10.0 g 500 g^{-1} tanah) dan F = 50 t ha^{-1} (12.5 g 500 g^{-1} tanah).

Berdasarkan ketiga langkah penelitian ini setiap perlakuan dihomogenkan sesuai dengan takaran dan campuran yang telah ditetapkan sesuai perlakuan. Kemudian ditambahkan dengan H_2O sampai berada pada keadaan kapasitas lapang dan dinkubasi selama 1 x 24 jam didalam gelas piala 250 ml yang ditutup dengan plastik hitam secara keseluruhan. Selanjutnya dilanjutkan ke masing-masing

analisis terhadap karakteristik ameliorant (tahap I dan II) dan tanah (tahap III). Analisis ameliorant berupa pH H₂O (1:1) dengan metode Elektrometri, KTK dengan metode pencucian NH₄OAc 1N pH 7 (Balai Penelitian Tanah, 2012). Analisis tanah berupa pH H₂O (1:2 pada Ultisol) dan (1:5 pada Gambut) dengan metode Elektrometri, KTK dengan metode pencucian NH₄OAc 1N pH 7 dan P tersedia dengan metode Bray II, (Balai Penelitian Tanah, 2012).

Analisis statistik

Hasil penelitian dilakukan analisis statistik menggunakan Software Statistix 8 dan Microsoft Exel 2016, dalam menganalisis formulasi dan perubahan pH, KTK dan P tersedia Ultisol dan Gambut. Data dianalisis secara statistik dengan uji F analisis varians (ANOVA), jika pengobatan F hitung > F table, maka 5% (*) dan 1% (**).

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik kimia amelioran dari formulasi limbah batubara dan sampah pasar

Pada Gambar 1 terlihat karakteristik kimia amelioran dari formulasi limbah batubara dan sampah kota berpengaruh nyata terhadap pH dan KTK amelioran. Kandungan pH tertinggi pada limbah batubara sebesar 7.53 unit dan formulasi rasio (2:1) limbah batubara dan

sampah kota sebesar 6.17 unit, sedangkan pH terendah pada sampah kota sebesar 4.50 unit dan formulasi rasio (1:2) limbah batubara dan sampah kota sebesar 5.73 unit (Gambar 1A). Hal ini disebabkan komposisi limbah batubara terdiri atas beberapa oksida seperti SiO₂, sedangkan sampah pasar didominasi oleh asam organik. Menurut Hermawan *et al.* (2014), limbah terbang batu bara dapat digunakan sebagai bahan penetral pH tanah dan sangat berpotensi untuk mengurangi pemakaian kapur guna menurunkan tingkat kemasaman tanah, disebabkan karakteristik mineralogi limbah batubara lebih kompleks dibanding bahan kapur, dimana reaksi netralisasinya juga melibatkan mineral lain seperti Ca, Mg silikat dan aluminosilikat. Kemasaman sampah kota disebabkan 85-95% berasal dari gugus karboksil dan fenol (Yondra dan Nelvia, 2017).

KTK tertinggi pada sampah kota sebesar 70.00 cmol_c kg⁻¹ dan formulasi rasio (1:2) limbah batubara dan sampah kota sebesar 67.00 cmol_c kg⁻¹, sedangkan KTK terendah pada limbah batubara sebesar 11.20 cmol_c kg⁻¹ dan formulasi rasio (2:1) limbah batubara dan sampah kota sebesar 12.20 cmol_c kg⁻¹ (Gambar 1B). Tingginya KTK sampah pasar berasal penyusun bahan organik yang berupa fraksi hemiselulosa, selulosa dan lignin dan senyawa humat (Yondra dan Nelvia, 2017). Menurut Noviardi, (2013) kapasitas tukar kation (KTK) pada limbah batubara termasuk kriteria sedang yaitu sebesar 20,74 cmol_c kg⁻¹.

Gambar 1. Karakteristiki pH (A) dan KTK (B) dari formulasi amelioran (limbah batubara dan sampah kota).

Berdasarkan karakteristik kimia amelioran dari formulasi limbah batubara dan sampah pasar dari penelitian tahap I ini, maka formulasi rasio (2:1) yang akan digunakan sebagai formulasi terpilih untuk dilanjutkan untuk penelitian tahap II. Hal ini disebabkan kandungan pH (6.17 unit) dan KTK ($12.20 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), dibandingkan bahan baku yang digunakan. Menurut Nawaz (2013); Kurniawan *et al.* (2014) bahwa limbah batubara juga bisa berfungsi sebagai amelioran dan insektisida jika digunakan bersama dengan limbah organik (bio-waste), bahkan mampu mengurangi penggunaan pupuk kimia dalam jumlah yang signifikan.

Karakteristik kimia amelioran dari formulasi dengan kapur

Karakteristik kimia amelioran dari formulasi dengan kapur berpengaruh nyata terhadap pH dan KTK amelioran (Gambar 2). Berdasarkan pengaruh pemberian 10% kapur hidrat dapat meningkatkan pH sebesar 6.06 unit, sedangkan 10% dolomit sebesar 2.13 unit, dibandingkan formulasi terpilih. Hal ini disebabkan kapur hidrat dan dolomit memiliki nilai pH yang tinggi.

Menurut Noviard, (2013) limbah batubara memiliki pH alkalin, unsur hara baik makro maupun mikro, dan ukuran yang halus. Hal ini menyebabkan limbah batubara dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pH, menambah kandungan unsur hara, meningkatkan struktur dan kapasitas kelembaban.

Pada Gambar 2B juga terlihat kandungan KTK tertinggi pada pemberian 10% kapur dolomit sebesar $3.34 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Namun, dengan pemberian 10% hidrat terjadi penurunan kandungan KTK sebesar $5.40 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, sedangkan kandungan KTK formulasi terpilih memiliki nilai sebesar $12.20 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Berdasarkan karakteristik kimia amelioran dari formulasi dengan kapur bahwa pemberian 10% kapur dolomit menjadi formulasi terbaik untuk dijadikan sebagai amelioran alternatif yang bersifat ekonomis yang dikembangkan secara berkelanjutan. Menurut Abfertiawan *et al.* (2012) pemanfaatan kapur yang dimasukkan pada limbah batubara dan limbah organik dapat diformulasikan secara aktif dan pasif sebagai amelioran tanah dan insektisida alami.

Gambar 2. Karakteristiki pH (A) dan KTK (B) dari formulasi amelioran (limbah batubara dan sampah kota).

Karakteristik Fluoresensi sinar-X (XRF)

Pada Gambar 3 terlihat hasil karakteristik *Fluoresensi sinar-X* (XRF) dari formulasi limbah batubara dengan sampah kota menunjukkan bahwa komposisi elemen dari limbah batubara

dengan sampah kota berbeda. Pada Gambar 1 terlihat bahwa pH limbah batubara bersifat basa (7.53 unit), sedangkan sampah kota bersifat asam (4.50 unit). Hal ini sesuai dengan hasil XRF bahwa limbah batubara memiliki

komposisi sebesar 52.98% Si; 27.21% Al; 7.91% Fe; 4.81% K dan 2.06% Ca sedangkan sampah kota yaitu 41.89% Ca, 36.62% K; 5.34% P; 5.29% S dan 4.05% Cl. Hal ini diduga bahan

baku limbah batubara yang digunakan dalam industri pertambangan dari jenis batubara peringkat tinggi dan juga hasil proses gasifikasi batubara.

Gambar 3. Karakteristik *Fluoresensi sinar-X* (XRF) dari formulasi limbah batubara dengan sampah kota.

Berdasarkan Kurniawan *et al.* (2014) bahwa 95-99% abu terbang batu bara terdiri atas oksida Si, Al, Fe, Ca, dan Mg. Berdasarkan kandungan senyawa CaO yang diperoleh abu terbang batu bara yang digunakan dalam penelitian ini tergolong kelas F yaitu merupakan hasil pembakaran batu bara jenis anthracite atau bitumen, hal ini karena kandungan CaO pada abu terbang batu bara yang digunakan ini adalah <10%. Dari hasil analisis ini dapat disimpulkan bahwa kandungan sifat kimia abu terbang batu bara tergantung pada kualitas kelas batu bara yang digunakan dan kondisi di *Thermal Power Station* (TPS). Kandungan hara total P (0,03 %) dan K (0,05 %) dikategorikan dalam kriteria rendah. Hasil formulasi amelioran dari limbah batubara dan sampah kota terpilih pada rasio 2:1 terlihat komposisi didominasi oleh 45.05% Si; 24.25% Al; 13.32% Fe; 6.91% K; 3.22% P dan 3.22% Ca. Perubahan komposisi dari formulasi terpilih dapat memunculkan hara tambahan yang dibutuhkan oleh tanaman yang akan dijadikan sebagai amelioran tanah. Hal ini

diduga dari hara yang disumbangkan oleh sampah kota terhadap limbah batubara sehingga hara didalam formulasi meningkat.

Pada Gambar 3 juga terlihat perubahan komposisi dari formulasi amelioran dari limbah batubara dan sampah kota terbaik dengan pemberian kapur dalam mengurangi kandungan logam dari limbah batubara dan sampah kota. Formulasi terpilih (2:1) dengan 10% hidrat dan dolomit memiliki komposisi yang lebih tinggi, dibandingkn dengan formulasi terpilih (2:1). Hal yang paling terlihat dari pemberian kapur ini adalah terjadinya penurunan kandungan logam berat (0.035% Cr, 0.011% Pb, dan 0.021% Ni) dari limbah batubara dan sampah kota sebesar 0.70% Cr; 1.70% Pb; 2.90% Ni. Hal ini diduga karena ion OH yang disumbangkan dari kapur yang dapat menjerap logam berat dalam formulasi amelioran dari limbah batubara dan sampah kota. Menurut Oktafiansyah *et al.* (2020) bahwa kapur merupakan salah satu bahan baku atau batuan yang dapat dipergunakan untuk

meningkatkan pH secara praktis, murah dan aman sekaligus dapat mengurangi kandungan-logam berat pada limbah industri seperti kapur kalsit (CaCO_3), kapur tohor (CaO), kapur hidrat [$\text{Ca}(\text{OH})_2$], dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] dan kapur silika (CaSiO_3).

Karakteristik pH, KTK dan P tersedia Ultisol dan gambut

Pada Gambar 4 terlihat hasil analisis sidik ragam pH tanah setelah inkubasi memperlihatkan bahwa formulasi ameliorant dari limbah batubara dan limbah sampah berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan pH Ultisol dan Gambut. Peningkatan pH Ultisol terbaik terjadi pada pemberian formulasi amelioran pada dosis 50 t ha⁻¹ dapat meningkatkan pH sebesar 0.60 unit (Gambar 4A), sedangkan pada Gambut sebesar 0.33 unit (Gambar 4B), dibandingkan dengan kontrol. Pemberian formulasi amelioran dosis 30 dan 40 t ha⁻¹ memperlihatkan pengaruh yang sama terhadap peningkatan pH Ultisol dan Gambut masing – masing sebesar 5.13; 5.13 unit pada Ultisol dan

4.43; 4.43 unit pada Gambut. Pada Gambar 4 juga terlihat pemberian formulasi ameliorant 50 t ha⁻¹ berbeda nyata dengan kontrol dan pemberian formulasi ameliorant 10, 20 t ha⁻¹ terhadap peningkatan pH Ultisol dan Gambut. Hal ini diduga dari pengaruh pH formulasi ameliorant dengan 10% dolomit sebesar 8.30 unit (alkalis).

Penambahan limbah batubara pada tanah dapat meningkatkan pH, terutama pada tanah masam daripada tanah yang cenderung basa sehingga pH tanah cenderung menjadi netral (Noviardi, 2013). Menurut Priatmadi *et al.* (2012) peningkatan pH tanah pada tanah dari pengaruh limbah batubara dapat meningkatkan muatan negatif tanah melalui mekanisme deprotonisasi ion H⁺ pada mineral liat. Terjadinya deprotonisasi ion H⁺ ini diindikasikan dengan terjadinya peningkatan pH tanah dengan penambahan limbah batubara. Pemberian formulasi ameliorant dari limbah batubara dan limbah sampah berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan P tersedia Ultisol dan Gambut.

Gambar 4. Pengaruh dosis amelioran dari formulasi limbah batubara dan sampah kota dengan 10% dolomit terhadap pH, P tersedia Ultisol (A) dan Gambut (B).

Peningkatan P tersedia terbaik pada pemberian formulasi ameliorant 50 t ha⁻¹ masing – masing sebesar 2.11 ppm P Ultisol (Gambar 4A) dan 2.64 ppm P Gambut (Gambar 4B), dibandingkan dengan kontrol. Pemberian formulasi ameliorant 20, 30 dan 40 t ha⁻¹ terlihat sama dalam meningkatkan P tersedia Ultisol, sedangkan pada Gambut pemberian formulasi 10, 20, 30 dan 40 t ha⁻¹ terlihat sama dalam

meningkatkan P tersedia. Pemberian formulasi 50 t ha⁻¹ berbeda nyata dengan kontrol dan pemberian formulasi ameliorant 10 t ha⁻¹ pada Ultisol, sedangkan berbeda nyata dengan kontrol pada Gambut. Hal ini disebabkan peningkatan P tersedia dipengaruhi oleh peningkatan pH tanah. Menurut Hermawan *et al.* (2014) menyatakan bahwa, hidrolisis senyawa oksida seperti CaO , MgO , Na_2O , dan K_2O pada

limbah batubara akan menghasilkan muatan negatif yang dapat menetralkan muatan positif pada permukaan koloid tanah sehingga jerapan P tanah menjadi berkurang. Pada Gambar 5 terlihat hasil analisis sidik ragam KTK tanah

setelah inkubasi memperlihatkan bahwa formulasi ameliorant dari limbah batubara dan limbah sampah berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan KTK Ultisol dan Gambut.

Gambar 5. Pengaruh dosis amelioran dari formulasi limbah batubara dan sampah kota dengan 10% dolomit terhadap KTK Ultisol (A) dan Gambut (B).

Pemberian amelioran 50 t ha⁻¹ memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap KTK Ultisol sebesar 10.83 cmol_c kg⁻¹ (Gambar 5A), sedangkan pada gambut 68.86 cmol_c kg⁻¹ (Gambar 5B), dibandingkan kontrol. Hal ini karena muatan negatif di dalam tanah semakin tinggi dari KTK formulasi ameliorant limbah batubara dan sampah kota. Pemberian formulasi ameliorant 10 t ha⁻¹ dapat secara langsung meningkatkan KTK Ultisol sebesar 6.38 cmol_c kg⁻¹, dibandingkan dengan kontrol dan terus meningkat seiring dengan peningkatan dosis formulasi ameliorant yang diberikan kedalam tanah (Gambar 5A). Pada Gambar 5B terlihat bahwa peningkatan KTK Gambut terjadi pada pemberian formulasi ameliorant 40 t ha⁻¹ sebesar 30.78 cmol_c kg⁻¹, dibandingkan dengan kontrol dan meningkat dengan pemberian 50 t ha⁻¹. Peningkatan nilai KTK seiring peningkatan nilai pH tanah menyebabkan terjadinya disosiasi ion H⁺ dari asam-asam organik yang menghasilkan muatan negatif, dengan meningkatnya muatan negatif maka nilai KTK akan meningkat (Oktaviana dan Nelvia, 2012). KTK tanah dipengaruhi oleh sifat dan unsur tanah itu sendiri antara lain pH, tekstur tanah, jenis mineral tanah, bahan unsur serta pengapuran dan pemupukan (Noviardi, 2013).

Kesimpulan

Pemberian 10% dolomit dalam formulasi limbah batubara (*fly ash* dan *bottom ash*) dan sampah pasar dapat menurunkan konsentrasi Cr, Pb dan Ni, masing-masing sebesar 0.70%, 1.70% dan 2.90%. Pemberian 50 t ha⁻¹ amelioran dari formulasi limbah batubara (*fly ash* dan *bottom ash*) dan sampah pasar dengan 10% dolomit dapat meningkatkan pH, P tersedia dan KTK Ultisol dan Gambut, masing-masing 0.60 unit, 2.11 ppm P dan 10.83 cmol kg⁻¹ pada Ultisol dan 0.33 unit, 2.64 ppm P dan 68.86 cmol kg⁻¹ pada Gambut, dibandingkan dengan kontrol.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Project 2020 yang telah berkontribusi selama kegiatan penelitian.

Daftar Pustaka

- Abfertiawan, M.S., Gunawan, F., Vince, R.I. dan Gautama, R.S. 2012. Rancangan Pengelolaan Air Asam Tambang di Area Timbunan Qo3 Site Lati. Seminar Air Asam Tambang di Indonesia ke-4. Bandung, 7-8 Februari 2012

- Balai Penelitian Tanah. 2012. Analisis Kimia Tanah, Air, Tanaman dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 246p.
- Dimitriu, P.A., Lee, D. and Grayston, S.J. 2010. An evaluation of the functional significance of peat microorganisms using a reciprocal transplant approach. *Soil Biology and Biochemistry* 42:65-71.
- Fahmi, A., Radjagukguk, B. dan B.H. Purwanto. 2014. Interaction of peat soil and sulphidic material substratum: role of peat layer and groundwater level fluctuations on phosphorus concentration. *Journal of Tropical Soils* 19(3):161-169.
- Fitriatin, B.N., Yuniarti, A. Turmuktini, T. and Ruswandi, F.K. 2014. The effect of phosphate solubilizing microbe producing growth regulators on soil phosphate, growth and yield of maize and fertilizer efficiency on Ultisol. *Eurasian Journal of Soil Science* 3:101-107.
- Gabler F. 2014. Using black soldier fly for waste recycling and effective *Salmonella* spp. reduction [theses]. Swedish (SE): University of Agricultural Sciences.
- Hermawan, A., Sabaruddin, Marsi, Hayati, R. dan Warsito. 2014. Perubahan Jerapan P Pada Ultisol Akibat Pemberian Abu Terbang Batu Bara-Kotoran Ayam. Palembang: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Hirano, T., Segah, H., Harada, T., Limin, S., June, T., Hirata, R. and Osaki. M 2007. Carbon dioxide balance of a tropical peat swamp forest in Kalimantan, Indonesia. *Global Change Biology* 13: 412-425.
- Kinasti, R.M.A. dan Notodisuryo, D.N. 2017. pemanfaatan limbah pembakaran batubara (bottom ash) pada pltu suralaya sebagai media tanam dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan. *Jurnal Kajian Ilmu dan Teknologi* 6: 81-162.
- Kurniawan, A.R., Surono, W. dan Alimano, M. 2018. Potensi pemanfaatan limbah pembakaran batubara (*bottom ash*) pada PLTU sebagai media tanam dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan. *Kilat* 7(1): 36-46, doi: 10.33322/kilat.v7i1.97.
- Masganti, M., Anwar, K. dan Susanti, M.A. 2020. Potensi dan pemanfaatan lahan gambut dangkal untuk pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 11(1): 43-48, doi: 10.21082/jsdl.v11n1.2017.43-52.
- Melling, L., Yun, T.C.S., Goh, K.J. and Hatano, R. 2013. Soil microbial and root respirations from three ecosystems in tropical peatland of Sarawak, Malaysia. *Journal of Oil Palm Research* 25:44-57.
- Mulyani, A., Nursyamsi, D. dan Syakir, M. 2020. Strategi Pemanfaatan sumberdaya lahan untuk pencapaian swasembada beras berkelanjutan. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 11(1): 11-22, doi: 10.21082/jsdl.v11n1.2017.11-22.
- Nawaz, I. 2013. Disposal and utilization of fly ash to protect the environment. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* 2(10): 5259-5266.
- Nirmala, W., Pramati, P. dan Dwi, I. 2020. Pengaruh Komposisi Sampah Pasar Terhadap Kualitas Kompos Organik Dengan Metode Larva Black Soldier Fly (BSF). *Prosiding Seminar Nasional Pakar Ke 3 Tahun 2020*, 1-5.
- Noviardi, R. 2013. Limbah Batubara Sebagai Pembenh Tanah dan Sumber Nutrisi: Studi Kasus Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus*). *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan* 23(1): 67-72. Doi: 10.14203/risetgeotam2013.v23.70.
- Oktafiansyah, M.A.A., Lagowa, M. I. dan Tampubolon, G. 2020. Kajian teknis dan ekonomis pengaruh jenis kapur dalam upaya pengelolaan air asam tambang pertambangan (AAT). *Jurnal Teknik Kebumihan* 5(2): 29-36.
- Oktaviana, M. dan Nelvia. 2012. Pengaruh Pemberian Amelioran Dregs pada Tanah Gambut terhadap Pertumbuhan dan Akumulasi Logam Berat (Pb, Cr, Se, Ni) dalam Beras. *Agrotechnology Departement, Agriculture Faculty, University of Riau*. 9 hal.
- Page, S.E., Siegert, F., Rieley, J.O., Boehm, H.D.V., Jaya, A. and Limin, S. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420(6911): 61 -65, doi: 10.1038/nature01131.
- Priatmadi, B.J. Saidy, A.R. dan Septiana, M. 2012. Pengaruh abu batubara terhadap perbaikan sifat kimia tanah di Kalimantan Selatan. *Buana Sains* 14(2): 1-6.
- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakteristik sifat kimia sub grup tanah Ultisol di beberapa wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi* 4(572): 1796-1803.
- Yondra, dan Nelvia, W. 2017. Kajian sifat kimia lahan gambut pada berbagai landuse. *Jurnal Agric* 29(2): 103-112.