

Limbah Batubara Sebagai Pembenh Tanah dan Sumber Nutrisi : Studi Kasus Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus Annus*)

Coal Combustion Waste As Soil Amelioratnat and Source of Nutrients : Case Study for Sunflower (Helianthus Annus)

Rhazista Noviardi

ABSTRAK Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pemanfaatan limbah batubara sebagai pembenh tanah dan sumber nutrisi bagi tanaman bunga matahari (*Helianthus Annus*). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah rasio limbah batubara (% berat) yang terdiri dari 6 (enam) perlakuan yaitu 0, 10, 20, 30, 40 dan 50%. Faktor kedua adalah dosis kompos yang terdiri dari 3 (tiga) perlakuan yaitu 0, 400 dan 800 gram/pot. Kedua faktor tersebut dikombinasikan sehingga diperoleh 18 perlakuan dengan dua kali ulangan sehingga terdapat 36 pot percobaan. Pengaruh perbedaan perlakuan pada percobaan diuji dengan uji ANOVA pada taraf 5%. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan pada masing-masing faktor, dilakukan uji jarak berganda Duncan, pada taraf ketelitian 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah batubara atau kompos pada tanah meningkatkan biomassa tanaman bunga matahari, namun bila keduanya dikombinasikan tidak berpengaruh terhadap biomassa tanaman. Penambahan limbah batubara 50% (% berat) atau kompos 800 g/pot menghasilkan biomassa tanaman bunga matahari tertinggi yaitu masing-masing sebesar 0,16 kg dan 0,14 kg bk (berat kering).

Kata Kunci: Amelioran, bunga matahari, kompos, limbah batubara, tanah.

Naskah masuk : 12 April 2012
Naskah selesai revisi : 24 Oktober 2012
Naskah siap cetak : 20 Mei 2013

Rhazista Noviardi
UPT. Loka Uji Teknik Penambangan
Jampang Kulon - LIPI
Email : noviardi72@yahoo.com

ABSTRACT This research was conducted to address the utilization of coal waste as soil ameliorant and source of nutrients for Sunflower (*Helianthus Annus*). This study used the Randomized Block Design (RBD) factorial pattern consisting of two factors. The first factor is the ratio of coal ash (% of weight) consisting of 6 treatments, i.e. 0, 10, 20, 30, 40 and 50%. The second factor is the dose of compost consisted of 3 treatments, i.e. 0, 400 and 800 g/pot. These two factors were combined to obtain 18 treatments with two replications, so there were 36 pot experiments. The effects of different treatments in the experiment were tested by ANOVA test at 5% level. To understand the difference between treatments in each factor, Duncan multiple range tests were conducted at the level of accuracy of 5%. The results showed that the addition of coal ash or compost to the soil increases the sunflower plant biomass, but when both were combined, no effects were noted on the plant biomass. The addition of 50% coal ash (% of weight) or compost 800 g/pot yielded the highest sunflower plant biomass that is 0.16 kg and 0.14 kg (dry weight) respectively.

Keywords: Ameliorant, sunflower plant, compost, coal ash, soil.

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil seperti batubara dan minyak bumi masih merupakan sumber energi utama di Indonesia. Kenaikan harga bahan bakar minyak menyebabkan banyaknya industri yang semula menggunakan bahan bakar minyak beralih ke batubara sebagai sumber energi untuk produksinya. Menurut Suyartono (2004), dengan kualitas tingkat produksi saat ini, batubara dapat menjadi sumber energi bagi Indonesia selama

ratusan tahun. Cadangan batubara Indonesia saat ini sebesar 28 miliar ton atau sekitar 3% dari total cadangan batu bara dunia. Sementara, total sumberdaya batubara Indonesia kini mencapai 161 miliar ton, meningkat dari status 2010 sebesar 105 miliar ton (Bisnis Indonesia, 4 Juni 2012). Penggunaan batubara pada proses produksi pada industri-industri di Indonesia diperkirakan semakin meningkat, sehingga dapat memberikan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan.

Dampak lingkungan yang ditimbulkan dari meningkatnya penggunaan batubara dalam industri adalah berupa peningkatan jumlah limbah padat sisa pembakaran batubara yang termasuk kategori limbah bahan beracun dan berbahaya atau B3 dan memerlukan penanganan khusus. Dari pembakaran batubara dihasilkan sekitar 5% polutan padat yang berupa abu terbang (*fly ash*) dan abu bawah (*bottom ash*), dimana sekitar 10-20% adalah abu bawah dan sekitar 80-90% adalah abu terbang dari total abu yang dihasilkan (Wardani, 2008). Berdasarkan data Dinas ESDM Jawa Barat, sekitar 226 perusahaan yang tersebar di 10 Kabupaten/Kota memakai dan memproduksi limbah batu bara. Diperkirakan, pada tahun ini limbah batubara yang dihasilkan mencapai 3,5 juta ton, meningkat dari tahun 2009 yang mencapai 3,29 ton (Pikiran Rakyat, 10 Januari 2012).

Limbah batubara diperoleh dari sisa pembakaran batubara secara sederhana dengan corong gas dan menyebar ke atmosfer. Hal ini menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan, karena *fly ash* dan *bottom ash* dari tempat pembakaran batubara yang dibuang sebagai timbunan limbah batubara ini terdapat dalam jumlah yang besar. Oleh sebab itu diperlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan seperti pencemaran udara, atau perairan dan penurunan kualitas ekosistem. Salah satu penanganan lingkungan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan limbah batubara untuk keperluan bahan bangunan teknik sipil. Namun, hasil pemanfaatan tersebut belum dapat dimasyarakatkan secara optimal karena berdasarkan PP. No. 85 tahun 1999 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), *fly ash* dan *bottom ash* dikategorikan sebagai limbah B3 karena terdapat kandungan oksida logam berat yang akan mengalami

pelindian secara alami dan mencemari lingkungan. Pemanfaatan limbah hasil pembakaran batubara menjadi *paving block*, batako dan lainnya didaerah Kabupaten Bandung dan sekitarnya baru menyerap sekitar 12% saja dari sekitar 500.000 ton pertahun, sehingga semakin lama limbah ini akan semakin menunggung (Sutomo dan Sofyan, 2008).

Berdasarkan permasalahan diatas, perlu dicari alternatif penggunaan lain limbah batubara untuk mengurangi penimbunan. Salah satu kemungkinan pemanfaatan adalah menggunakan limbah batubara sebagai pupuk tanaman. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan antara penambahan limbah batubara dan kompos pada tanah terhadap biomassa tanaman bunga matahari (*Helianthus Annuus*).

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah padat batubara dari pabrik tekstil terdiri dari abu terbang (*fly ash*) dan abu bawah (*bottom ash*) yang merupakan sisa pembakaran yang tidak sempurna dari batubara. Jumlah limbah batubara yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara bervariasi tergantung sumber dan kualitas batubara, tetapi biasanya berkisar antara 12% sampai dengan 16% dari batubara yang dibakar (Evangelou, 1996).

Secara kimia, abu batubara merupakan mineral aluminosilikat yang banyak mengandung unsur-unsur seperti Ca, K, dan Na disamping juga mengandung sejumlah kecil unsur C dan N. Bahan nutrisi lain dalam abu batubara yang diperlukan dalam tanah bagi tanaman diantaranya Boron (B), fosfor (P) dan unsur-unsur seperti Cu, Zn, Mn, Mo dan Se. Umumnya abu batubara bersifat alkalis (pH 8-12). Secara fisika, abu batubara memiliki ukuran partikel berukuran *silt* dan memiliki karakteristik kapasitas pengikat air dari sedang sampai tinggi (Damayanti, 2003).

Disamping mengandung unsur beracun, abu terbang juga mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa abu terbang dapat digunakan sebagai sumber dari kalium, fosfor, kalsium, magnesium, sulfur dan beberapa unsur hara mikro (Adriano dkk., 1980). Tanah yang diberi campuran 35% abu terbang dan limbah rumah tangga dengan perbandingan 1:1 V/V memberikan peningkatan hasil pada pertumbuhan

tanaman. Sehingga dapat dikatakan bahwa abu terbang dan limbah rumah tangga memiliki potensi untuk pemanfaatan pada bidang pertanian (Wong dan Su, 1997).

Berdasarkan penelitian Marques (2008), pupuk organik (kompos dan pupuk kandang) dapat meningkatkan biomassa tanaman dan mengurangi pencucian (*leaching*) Zn pada tanah yang tercemar. Sementara itu, berdasarkan penelitian Rotkittikhun (2007) penambahan pupuk yang berasal dari kotoran babi meningkatkan pertumbuhan tanaman dan penyerapan logam timbal (Pb) oleh tanaman *Thysanolaena maxima* (Roxb.) dan *Vetiveria zizanioides* (L.). Dalam penelitian ini, bunga matahari dipilih untuk menguji manfaat penambahan abu terbang pada tanah media tanamnya. Karakteristik tanaman dianalisa berdasarkan perbandingan biomassa tanaman yang ditanam pada media yang berbeda: dengan tambahan abu terbang atau tidak.

Bunga matahari (*Helianthus Annus*) merupakan tanaman cepat tumbuh dengan produksi biomassa yang tinggi dan memiliki banyak kegunaan yaitu sebagai tanaman hias, pakan ternak, penghasil minyak dan bahan pangan.

jumlah total bobot kering semua bagian tumbuhan hidup. Biomassa tumbuhan bertambah karena tumbuhan menyerap karbondioksida (CO₂) dari udara dan mengubah zat ini menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis. Dalam mekanisme kehidupan bersama tersebut, terdapat interaksi yang erat baik diantara sesama individu penyusun vegetasi itu sendiri maupun organisme lainnya sehingga merupakan suatu sistem yang hidup dan tumbuh secara dinamis vegetasi, tanah dan iklim berhubungan erat dan pada tiap-tiap tempat mempunyai keseimbangan yang spesifik (Hamilton dan King, 1988).

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi limbah batubara yang berasal dari pabrik tekstildi kawasan industri Leuwigajah, Cimahi. Adapun tanah yang digunakan diambil dari tanah di area Balai Penelitian Sayuran (Balitsa), Cikole-Lembang. Sedangkan bibit bunga matahari yang digunakan berumur \pm 6 minggu yang diperoleh dari daerah Cihideung, Lembang. Sebagai pembanding kami gunakan kompos yang diperoleh dari toko pertanian.



(a)

(b)

Gambar 1. (a) Bibit Tanaman Bunga Matahari. (b) Umur 8 Minggu Setelah Tanam.

Biomassa merupakan istilah untuk bobot hidup, biasanya dinyatakan sebagai bobot kering, untuk seluruh atau sebagian tubuh organisme, populasi, atau komunitas. Biomassa tumbuhan merupakan

Penelitian ini dilakukan di daerah Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, dengan menggunakan

rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor, yaitu rasio limbah batubara (% berat) dan dosis kompos (gram/pot). Rasio limbah batubara terdiri dari 6 (enam) perlakuan yaitu 0% (A0), 10% (A1), 20% (A2), 30% (A3), 40% (A4) dan 50% (A5). Dosis kompos terdiri dari 3 (tiga) perlakuan yaitu 0 gram/pot (K0), 400 gram/pot (K1) dan 800 gram/pot (K2). Total kombinasi perlakuan adalah 18 satuan dengan dua kali ulangan sehingga seluruhnya ada 36 satuan percobaan.

Penelitian penanaman bunga matahari pada media tanam dilakukan dibawah naungan (kanopi) sederhana, sehingga terlindung dari siraman air hujan secara langsung tetapi tetap mendapatkan penyinaran matahari secara langsung pada waktu pagi hari. Bunga matahari ditanam dalam pot plastik (*polybag*) yang berisi media tanam sebanyak 4 kg/pot yang merupakan kombinasi dari tanah, limbah batubara dan kompos sesuai perlakuan masing-masing (Gambar 1). Pemanenan tanaman dilakukan 10 minggu setelah tanam (MST) untuk kemudian dilakukan pemilahan bagian tanaman menjadi 3 bagian yaitu akar, batang dan daun serta bunga (Gambar 2). Analisis laboratorium dilakukan di Balai Penelitian Tanah dan Laboratorium B3 Teknik Lingkungan, ITB.

perbedaan antar perlakuan pada masing-masing faktor perlakuan penelitian dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan, pada taraf ketelitian 5% dengan menggunakan program SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah Balitsa Lembang disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah Balitsa memiliki tekstur lempung dengan pH yang agak masam yaitu sebesar 5,6 (H₂O) dan 5,2 (KCl). Perbedaan nilai pH H₂O dengan pH KCl pada pengukuran merupakan pH cadangan yang memiliki muatan positif yang cukup berarti untuk anion namun tidak berarti untuk kation. Kandungan C-organik dan N-total pada tanah Balitsa, Lembang termasuk kategori sedang yaitu masing-masing sebesar 2,53% dan 0,31%, sedangkan rasio C/N pada tanah termasuk kriteria rendah yaitu sebesar 8. Sementara itu, kandungan P tersedia pada tanah termasuk kriteria sangat tinggi yaitu sebesar 32 ppm. Kandungan kation Ca, K dan Mg pada tanah ini tinggi yaitu masing-masing sebesar 28,73 me/100g, 0,83 me/100g dan 3,19 me/g. Hal ini berkorelasi dengan hasil analisa



Gambar 2. Pemanenan dan Pemilahan Bagian Tanaman Bunga Matahari.

Analisa berat kering (bk) biomassa tanaman dilakukan dengan memanaskan sampel dalam oven 105°C sampai beratnya konstan. Pengaruh perbedaan perlakuan pada percobaan diuji dengan uji ANOVA (*analysis of varian*) pada taraf 5%. Sementara, untuk mengetahui

persentase kejenuhan basa yang tinggi yaitu sebesar >100%. Kapasitas tukar kation tanah termasuk kategori rendah yaitu sebesar 6,12 meq/100g.

Tabel. 1. Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah dan limbah batubara.

Parameter	Satuan	Tanah Lembang	Limbah Batubara	Kriteria*)		
				Rendah	Sedang	Tinggi
Kadar air	%	36,82	17,8	-	-	-
Tekstur	Pasir	39	66			
	Debu	34	21			
	Liat	27	13			
Bahan Organik	C	2,53	2,78	1 - 2	2,01 - 3,0	3,01 - 5,00
	N	0,31	0,24	0,1 - 0,2	0,21 - 0,5	0,51-0,75
	C/N	8	12	5 - 10	11 - 14	16 - 25
P ₂ O ₅ Olsen	ppm	32	25	5 - 10	11 - 15	16 - 20
K ₂ O	ppm	27	78	10 - 20	21 - 40	41 - 60
Nilai tukar Kation	Ca	6,92	26,68	2 - 5	6 - 10	11 - 20
	Mg	0,87	7,66	0,4 - 1,0	1,1 - 2,0	2,1 - 5,0
	K	0,05	0,15	0,1 - 0,3	0,4 - 0,5	0,6 - 1,0
	Na	0,13	0,87	0,1 - 0,3	0,4 - 0,7	0,8 - 1,0
KTK	meq/100g	6,12	20,74	5 - 16	17 - 24	25 - 40
Kejenuhan Basa	%	>100	>100	20 - 40	40 - 60	61 - 80
				Masam	Netral	Alkalis
pH	H ₂ O	5,6	7,9	4,5 - 5,5	6,5 - 7,5	>8,5
	KCl	5,2	7,6	-	-	-

*) Pusat Penelitian Tanah, 1983 (dalam Sarief, 1984)

Sifat Fisik dan Kimia Limbah Batubara

Hasil analisa terhadap limbah batubara menunjukkan bahwa limbah batubara memiliki pH yang alkalis yaitu sebesar 7,9 (H₂O) dan 7,6 (KCl). Kandungan C-organik dan N-total pada limbah batubara, termasuk kategori sedang yaitu masing-masing sebesar 2,78% dan 0,24%, sedangkan rasio C/N pada limbah batubara termasuk kriteria tinggi yaitu sebesar 12. Sementara itu, kandungan P tersedia pada limbah batubara termasuk kriteria sangat tinggi yaitu sebesar 25 ppm. Kandungan kation Ca, Mg dan Na pada limbah batubara yang digunakan termasuk kriteria tinggi yaitu masing-masing sebesar 26,68 me/100g, 7,6 me/100g dan 0,87 me/g. Kapasitas tukar kation (KTK) pada limbah batubara termasuk kriteria sedang yaitu sebesar 20,74 meq/100g.

Hasil analisa logam berat total pada limbah batubara disajikan pada Tabel 2. Hasil analisa menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Cu dan Pb pada limbah batubara masing-masing sebesar 27,41mg/kg dan 54,26 mg/kg, namun masih berada dibawah batas maksimum baku

mutu kolom A dan B berdasarkan Keputusan Kepala Bapedal No.04/Bapedal/IX/1995 tentang tata cara persyaratan penimbunan hasil pengolahan, persyaratan lokasi bekas pengolahan dan lokasi bekas penimbunan limbah bahan berbahaya dan beracun. Sementara itu, konsentrasi logam Cd dan Zn masing-masing sebesar 5,35 mg/kg dan 832,87 mg/kg atau berada diatas baku mutu kolom B, namun masih berada dibawah baku mutu kolom A.

Sifat Fisik dan Kimia Kompos

Hasil analisis laboratorium terhadap sifat fisik dan kimia kompos yang digunakan pada penelitian (Tabel 3), menunjukkan bahwa kompos yang digunakan pada penelitian ini memiliki kadar air (persen berat) dan pH diatas standar maksimum SNI (Badan Standarisasi Nasional, 2004), yaitu masing-masing sebesar 52,73% dan 7,63. Kandungan C pada kompos sebesar 8,21% atau tidak memenuhi standar minimum SNI yaitu sebesar 9,80%. Sementara itu, kandungan N dan rasio C/N pada masing-masing sebesar 0,44 % dan 14 atau memenuhi standar minimum SNI yaitu sebesar 0,4% dan 10.

Tabel 2. Hasil Analisa Konsentrasi Logam Berat Pada Limbah Batubara.

No.	Parameter	Hasil Analisa (mg/kg)	Baku Mutu* (mg/kg)	
			A	B
1	Kadmium (Cd)	5,35	50	5
2	Seng (Zn)	832,87	5000	500
3	Tembaga (Cu)	27,41	1000	100
4	Timbal (Pb)	54,26	3000	300

*) Kep.Kepala Bapedal No.04/Bapedal/IX/1995

Kandungan P₂O₅ pada kompos sebesar 0,22% atau memenuhi standar minimum SNI, sementara kandungan K₂O sebesar 0,4 atau berada dibawah standar minimum SNI. Kandungan Ca dan Mg pada kompos masing-masing sebesar 1,41% dan 0,33% atau memenuhi standar maksimum SNI.

Biomassa Tanaman Bunga Matahari

Akar

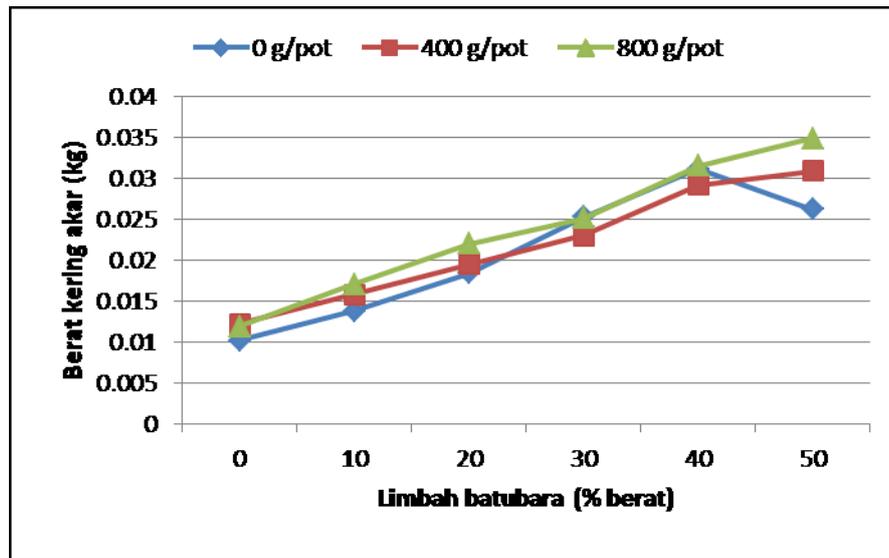
Pengaruh penambahan limbah batubara dan kompos terhadap rata-rata berat kering biomassa bagian akar tanaman bunga matahari ditampilkan pada grafik dalam Gambar 3. Grafik tersebut memperlihatkan bahwa penambahan rasio limbah batubara dan dosis kompos akanmeningkatkan

rata-rata berat kering (bk) biomassa akar tanaman matahari. Hal tersebut tidak berlaku pada kombinasi perlakuan penambahan limbah batubara 50% dan dosis kompos 0 kg/pot (A5K0) dimana biomasnya menurun. Berat kering (bk) biomassa tertinggi adalah akar tanaman bunga matahari yang ditanam pada tanah yang ditambahkan kombinasi perlakuan 50% limbah batubara dan 800 gram dosis kompos (A5K2), yaitu sebesar 0,0349 kg berat kering (bk). Rata-rata biomassa (bk) terendah adalah bagian akar tanaman yang ditanam pada tanah yang ditambah dengan kombinasi perlakuan 0% limbah batubara dan tanpa penambahan kompos (A0K0) yaitu sebesar 0,0102 kg (bk).

Tabel 3. Hasil Analisis Sifat Fisik dan Kimia Kompos.

Parameter		Satuan	Hasil Analisa	Standar*)	
				Minimum	Maksimum
Kadar air		%	52,73	-	50
pH	H ₂ O		7,63	6,80	7,49
	KCl		7,57		
Bahan Organik	C - Org	%	8,21	9,80	32
	N total		0,44	0,40	-
	C/N		14	10	20
P ₂ O ₅		%	0,22	0,10	-
K ₂ O		%	0,04	0,20	-
CaO		%	1,41	**	25,50
MgO		%	0,33	**	0,60
Na		%	0,05	-	-

*) Standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004(Badan Standarisasi Nasional, 2004)

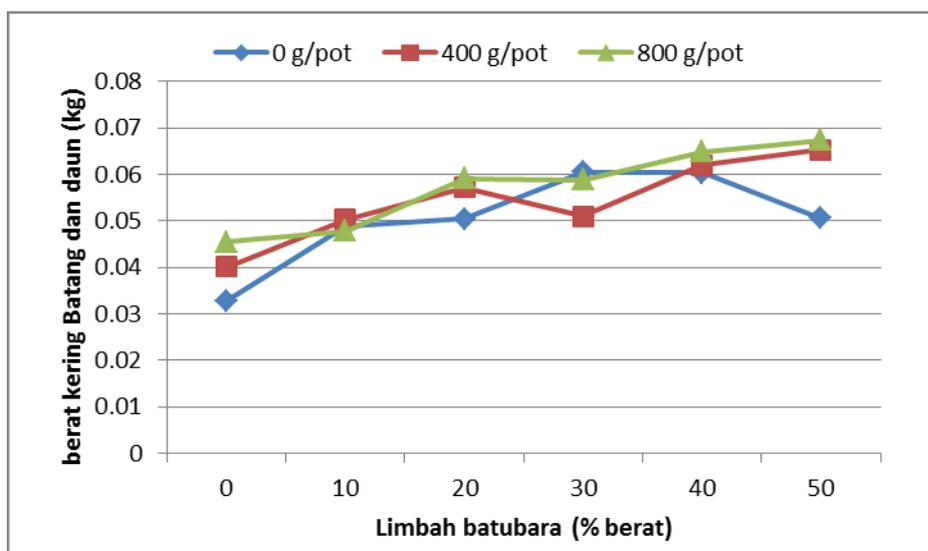


Gambar 3. Grafik pengaruh rasio limbah batubara dan dosis kompos terhadap rata-rata biomassa bagian akar tanaman bunga matahari.

Batang dan Daun

Pengaruh penambahan limbah batubara dan kompos terhadap rata-rata biomassa bagian batang dan daun (bk) tanaman bunga matahari ditunjukkan pada grafik dalam Gambar 4. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa penambahan limbah batubara dan dosis kompos meningkatkan rata-rata biomassa (bk) bagian batang dan daun, kecuali pada kombinasi perlakuan 30% limbah batubara dan 400 g/pot

kompos (A3K1) serta perlakuan 50% limbah batubara dan tanpa penambahan kompos (A5K0) dimana terjadi penurunan. Rata-rata biomassa (bk) tertinggi adalah bagian batang dan daun tanaman bunga matahari yang ditanam pada tanah dengan penambahan kombinasi perlakuan 50% limbah batubara dan 800 gram kompos (A5K2), yaitu sebesar 0,0673 kg berat kering. Rata-rata biomassa terendah adalah bagian batang dan daun tanaman bunga matahari yang ditanam pada tanah tanpa penambahan limbah



Gambar 4. Grafik pengaruh penambahan limbah batubara dan kompos terhadap rata-rata biomassa bagian batang dan daun tanaman bunga matahari.

batubara dan kompos (A0K0) yaitu sebesar 0,0328 kg berat kering.

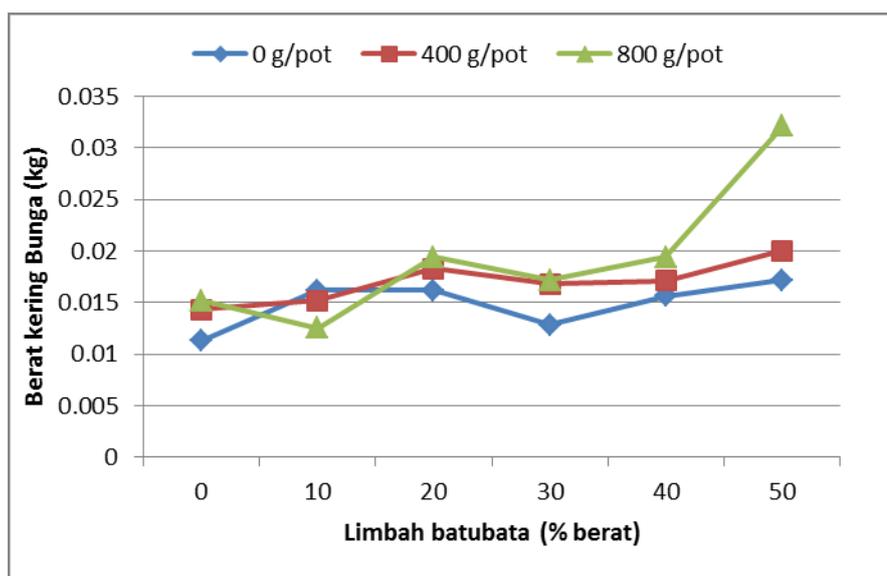
Batang

Gambar 5 menunjukkan grafik pengaruh penambahan limbah batubara dan kompos terhadap rata-rata biomassa (bk) bagian bunga tanaman bunga matahari. Grafik tersebut menunjukkan bahwa penambahan rata-rata biomassa (bk) tertinggi terdapat pada bagian bunga yang ditanam pada tanah dengan penambahan kombinasi perlakuan 50% limbah batubara dan 800 gram kompos, (A5K2) yaitu sebesar 0,0321 kg berat kering (bk). Rata-rata biomassa (bk) bunga terendah terdapat pada tanaman bunga matahari yang ditanam pada tanah tanpa penambahan limbah batubara dan kompos (A0K0) yaitu sebesar 0,0113 kg (bk).

sebesar 0,1826 kg. Rata-rata berat kering biomassa terendah terdapat pada tanaman bunga matahari yang ditanam pada tanah dengan penambahan kombinasi perlakuan 0% limbah batubara dan tanpa penambahan kompos (A0K0) yaitu sebesar 0,0965 kg. Berat kering biomassa tertinggi terdapat pada bagian batang dan daun tanaman yaitu sebesar 0,0673 kg, sedangkan berat kering biomassa terendah terdapat pada bagian bunga tanaman bunga matahari yaitu sebesar 0,0113 kg.

Pengaruh penambahan limbah batubara dan kompos

Hasil analisis statistik data pengaruh penambahan limbah batubara dan kompos terhadap berat kering biomassa tanaman bunga matahari dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan tabel analisis



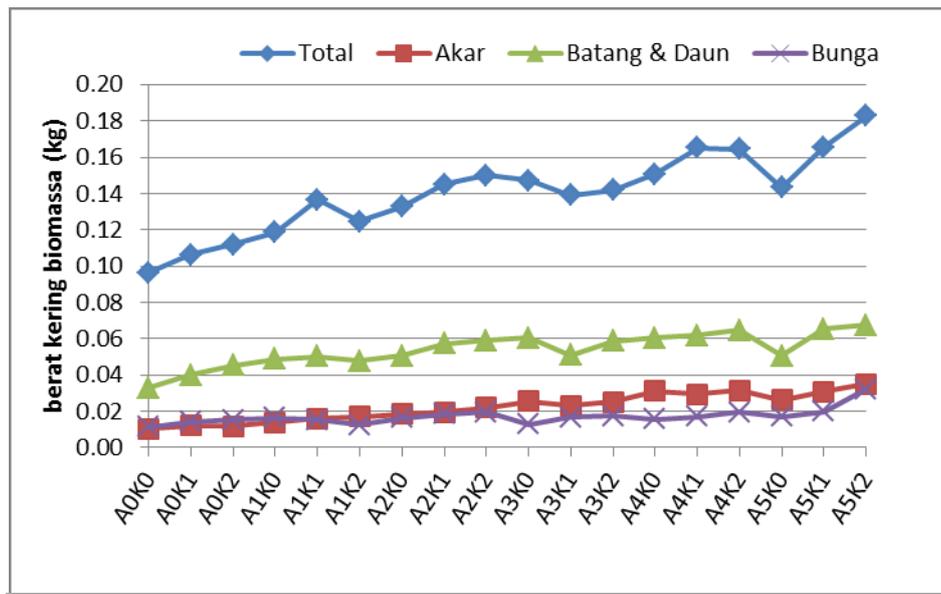
Gambar 5. Grafik pengaruh penambahan limbah batubara dan kompos terhadap rata-rata biomassa bagian bunga tanaman bunga matahari.

Total Biomassa Tanaman

Gambar 6 adalah grafik pengaruh penambahan limbah batubara dan kompos terhadap rata-rata berat kering biomassa tanaman bunga matahari. Grafik tersebut memperlihatkan rata-rata berat biomassa tertinggi terdapat pada tanaman bunga matahari yang ditanam pada tanah dengan penambahan kombinasi perlakuan 50% limbah batubara dan 800 gram kompos (A5K2), yaitu

ragam, diperoleh nilai F hitung (0,999) lebih besar dari F tabel (0,481), sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah batubara dan kompos pada tanah berpengaruh nyata terhadap biomassa tanaman bunga matahari.

Hasil uji Duncan untuk menganalisa pengaruh perlakuan penambahan limbah batubara dan kompos terhadap biomassa tanaman bunga matahari dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Hasil uji Duncan menunjukkan penambahan



Gambar 6. Grafik pengaruh rasio batubara dan dosis kompos terhadap berat kering biomassa tanaman bunga matahari.

limbah batubara 50% (% berat) menghasilkan biomassa tanaman tertinggi namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan limbah batubara 40%. Sementara itu, dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa biomassa yang dihasilkan perlakuan penambahan kompos 400 g/pot tidak berbeda nyata dengan penambahan kompos 800 g/pot.

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 tanah. (Tripathy dkk., 2006)

Tabel 4. Analisis Ragam Pengaruh Rasio Limbah Batubara dan Dosis Kompos terhadap Biomassa (bk) Tanaman Bunga Matahari.

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas (df)	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	F _{0,5}
Ulangan (R)	,072	1	,072	510,579	,000
Perlakuan					
Limbah batubara (L)	,014	5	,003	20,505	,000
Kompos (K)	,001	2	,001	4,946	,020
L * K	,001	10	,000	,999	,481
Galat	,002	17	,000		
Total	,798	36			

Tabel 5. Hasil Uji Duncan Pengaruh Perlakuan Penambahan Limbah Batubara Terhadap Biomassa Tanaman Bunga Matahari.

Rasio Limbah batubara	N	Perbedaan Rerata			
		1	2	3	4
A0	6	,104850			
A1	6		,126633		
A2	6			,142600	
A3	6			,142667	
A4	6				,160117
A5	6				,163817
Signifikan		1,000	1,000	,992	,596

Tabel 6. Hasil Uji Duncan Pengaruh Perlakuan Penambahan Kompos Terhadap Biomassa Tanaman Bunga Matahari.

Dosis Kompos	N	Perbedaan Rerata	
		1	2
K0	12	,131492	
K1	12		,142967
K2	12		,145883
Signifikan		1,000	,555

Reaksi tanah (pH) sangat mempengaruhi ketersediaan unsur hara tanah bagi tanaman. Kemasaman atau pH tanah adalah salah satu dari beberapa indikator kesuburan tanah. Pada reaksi tanah yang netral, unsur hara tersedia dalam jumlah yang cukup banyak (optimal), sedangkan pada pH tanah kurang dari 6,0 ketersediaan unsur-unsur fosfor, kalium, belerang, kalsium, magnesium dan molibdinum menurun dengan cepat.

Penambahan limbah batubara pada tanah dapat meningkatkan pH, terutama pada tanah masam daripada tanah yang cenderung basa karena CO₂ akan bereaksi lebih reaktif dengan CaO menghasilkan CaCO₃ sehingga pH tanah cenderung menjadi netral (Thivahary, 2004).

Kemasaman tanah juga mempengaruhi pertumbuhan akar. Nilai pH tanah dengan kisaran

5-8 berpengaruh langsung pada pertumbuhan akar. Meskipun masing-masing tanaman menghendaki kisaran pH tertentu, tetapi kebanyakan tanaman tidak dapat hidup pada pH yang sangat rendah (di bawah 4) dan sangat tinggi (di atas 9). Keasaman tanah juga menentukan kelakuan dari unsur-unsur hara tertentu, karena pH dapat mengendapkan atau membuat unsur hara tersedia (Islami dan Utomo, 1995).

Limbah batubara memiliki nilai Kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi, disebabkan limbah batubara mengandung kation-kation basa yang dapat dipertukarkan seperti Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, dan Al³⁺, yang terikat dalam kompleks serapan.

Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan sifat kimia yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK tinggi

mampu menyerap, menyimpan dan menyediakan unsur hara bagi tanaman. Tanah yang memiliki KTK tinggi menyebabkan unsur-unsur hara tersebut terikat pada kompleks jerapan koloid sehingga tidak mudah tercuci.

Peningkatan pH dan KTK tanah oleh penambahan limbah batubara merupakan proses yang bersifat sementara. Hal ini disebabkan karena pH tanah dipengaruhi oleh faktor kejenuhan basa, sifat koloid organik dan penyerapan kation oleh koloid tanah. Penyerapan unsur-unsur hara yang termasuk kation basa seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , dan Al^{3+} dari tanah oleh tanaman bunga matahari dapat menyebabkan penurunan pH tanah. Sementara itu, KTK tanah dipengaruhi oleh sifat dan unsur tanah itu sendiri antara lain adalah reaksi tanah atau pH, tekstur tanah atau jumlah liat, jenis mineral tanah, bahan unsur serta pengapuran dan pemupukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan limbah batubara pada tanah berpengaruh terhadap biomassa tanaman bunga matahari. Semakin besar penambahan limbah batubara pada tanah, biomassa tanaman bunga matahari semakin meningkat. Biomassa tertinggi dihasilkan tanaman bunga matahari yang ditanam pada tanah yang ditambahkan 50% limbah batubara yaitu sebesar 0,16 kg. Dari penelitian ini juga tampak bahwa semakin besar penambahan dosis kompos pada tanah, biomassa tanaman bunga matahari semakin meningkat. Biomassa tertinggi dihasilkan tanaman bunga matahari yang ditanam pada tanah yang ditambahkan kompos sebanyak 800 gram/pot yaitu sebesar 0,14 kg. Sedangkan kombinasi perlakuan limbah batubara dengan kompos berpengaruh terhadap biomassa tanaman bunga matahari yang dihasilkan. Biomassa bunga matahari tertinggi dihasilkan oleh kombinasi perlakuan 50% limbah batubara dan 800gr/pot kompos yaitu sebesar 0,1826 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriano, D. C., Page, A. L., Elseewi, A. A., Chang, A.C, dan Straugham, I., 1980. Utilization and disposal of fly-ash and coal residues in terrestrial ecosystem: A review. *Journal Enviromental. Quality*, 9, 333-344.
- Badan Standarisasi Nasional, 2004. Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. SNI No. 19-7030-2004.
- Bisnis Indonesia online, 2012. Ekspor Batubara Boleh Sepanjang Kebutuhan Domestik Terpenuhi. <http://www.bisnis.com/articles>. Diunduh pada 4 Juni 2012.
- Damayanti, R., 2003. Pemanfaatan Abu Batubara Sebagai Bahan Pembena Tanah atau Soil Conditioner di Daerah Penimbunan Tailing Pengolahan Emas. Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Evangelou, V. P., 1996. Coal Ash Chemical Properties and Potential Influence on Water Quality. *Proceedings of Coal Combustion By-Products Associated with Coal Mining: Interactive Forum*. Southern Illinois University at Carbondale.
- Hamilton, L. S. dan King, H. L. M. N., 1988. Daerah Aliran Sungai Hutan Tropika. Diterjemahkan oleh Krisnawati Suryanata. UGM Press. Yogyakarta.
- Islami, T dan Utomo, W. H., 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press
- Marques A. P., Oliveira R. S., Rangel A. O., dan Castro P. M., 2008. Application of manure and compost to contaminated soils and its effect on zinc accumulation by *Solanum nigrum* inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. *Enviromental Pollution*, 151, 608-620.
- Pramudya, A. S., 2007. Pengaruh Penambahan EDTA, Asam Humat dan Asam Fulvat dalam Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Logam Nikel, Arsen dan Merkuri oleh Bunga Matahari (*Helianthus Annuus*). Tesis Master (S2). Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.

- Rotkittikhun, P., Chaiyarat, R., Kruatreehue, M., Pokethitiyook, P., and Baker, A., 2007. Growth and lead accumulation by grasses *Vetiveria zizanioides* and *Thysanolaenamaxima* in lead-contaminated soil amended with pig manure and fertilizer: A glasshouse study. *Chemosphere*, 66, 45-53.
- Pikiran Rakyat Online, 2012. Limbah Batu Bara di Jabar Meningkatkan. <http://www.pikiranrakyatonline.co.id>. Diunduh pada 9 Januari 2012.
- Sarief, S., 1984. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung
- Sutomo, A., dan Sofyan, A., 2008. Pemanfaatan Limbah Padat Hasil Pembakaran Batubara untuk Beton Keramik. Prosiding Lokakarya Peran Litbang Bidang Kebumihan Bagi Pembangunan Daerah Jawa Barat Selatan. UPT. Jampang Kulon-LIPI.
- Suyartono, 2004. Hidup dengan Batubara, Dari Kebijakan Hingga Pemanfaatan. Edisi Kedua. Yayasan Media Bakti Tambang. Mutiara Bumi, Jakarta
- Thivahary, V., 2004. Fly ash-A potential soil amendment for increasing crop yields. Daily News, 17 Februari 2004. (<http://www.dailynews.lk/2004/02/17/fea0.html>, diunduh pada 20 Februari 2013).
- Tripathy S., Bhattacharyya P., Chakraborty A., Chakrabarti and Powell M. A., 2006. Copper and Zinc Uptake by Rice and Accumulation in Soil Amended with Municipal Solid Waste Compost. *Environmental Geology*, 49 (7), 1064-1070.
- Wardani, S. P. R., 2008. Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan. Pidato Pengukuhan Guru Besar. Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wong, J. W. C. dan Su, D.C., 1997. Reutilization Of Coal Ash And Sewage Sludge As An Artificial Soil Mix: Effect of Pre-Incubation on Soil Physico-Chemical Properties. *Bioresource Technology*, Vol. 59, 97-102.