

Evaluasi Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara Sebagai Campuran Media Tanam pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*)

EKA WARDHANI, MUMU SUTISNA, ANGGI HERLINA DEWI

Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional (Itenas) – Bandung
Email: ekw_wardhani@yahoo.com

ABSTRAK

Sebagai dampak dari kenaikan harga minyak bumi maka pemakaian batubara di industri mengalami peningkatan, akibatnya limbah batubara berupa fly ash dan bottom ash menjadi sangat melimpah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui manfaat dari fly ash batubara sebagai media tanam, yang berlokasi di Laboratorium Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Bandung. Penelitian dilakukan untuk menganalisis penggunaan fly ash sebagai media tanam menggunakan tanaman tomat dengan mengamati tinggi tanaman tomat serta menganalisis jumlah klorofil dengan menggunakan metode Knudson. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah kandungan tembaga (Cu) pada abu batubara telah melebihi baku mutu PP 18/1999 Jo PP 85/1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun sehingga abu batubara ini termasuk limbah bahan berbahaya dan beracun. Abu batubara bersifat polazoik sehingga perlu ditambahkan pupuk organik pada media tanam untuk menghindari pengerasan lahan. Pada hari ke-15, tanaman tomat dengan perlakuan tanah lembang 75% + abu batubara 25% melebihi kontrol dan perlakuan lain. Hal ini disimpulkan karena kandungan Cu yang terdapat pada abu batubara mencukupi kebutuhan unsur hara mikro tanaman tomat. Pada konsentrasi abu batubara 100% terjadi perlambatan pertumbuhan, atau gejala toksifikasi. Hal ini diakibatkan kandungan Cu yang berlebih yang mempengaruhi tanaman tomat karena kandungan Cu yang dibutuhkan tanaman tomat dalam jumlah yang sedikit. Penggunaan abu batubara yang tinggi akan meningkatkan sintesis klorofil yang akan mempercepat proses degradasi sehingga menyebabkan daun mudah gugur.

Kata kunci: Abu batubara, tanaman tomat, unsur hara, klorofil.

ABSTRACT

As the impact of rising oil prices, the coal consumption in industry has increased, a consequence of coal waste in the form of fly ash and bottom ash to be very abundant. This research was conducted to determine the benefits of fly ash as planting media. The research was located of the Environmental Engineering Laboratory of National Institute of Technology Bandung. The study was conducted to analyze fly ash use as a media for tomato plant, for observe growth of plant and analyzed with Knudson method of chlorophyll amount. The results of this study is the content of Cu in coal ash has been exceeded of standard by PP 18/1999 Jo PP 85/1999 about Hazardous and Toxic Waste Management so that this coal ash including hazardous and toxic waste. Coal ash had polazoik character, so it need to add organic substant in the media to avoid hardening of the soil. On the 15th day, tomato plants grew on with TL (Lembang Soil) 75% + ABB (Fly ash) 25% more on the control and the other treatment. it is concluded that the content of Cu as micro-nutrients is on ideal concentration for tomato plant. While 100% concentration of coal ash is slowdown in growth. It showed the toxicity symptoms, by the excess of Cu Concentration. The higher of coal ash will increase of chlorophyll concentration on the leave but it will to easy the degradation of leave.

Keywords: coal ash, tomato plants, nutrients, chlorophyll.

1. PENDAHULUAN

Batubara adalah mineral organik yang dapat terbakar, yang terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang mengendap dan selanjutnya berubah bentuk akibat proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun, sehingga batubara termasuk dalam kategori bahan bakar fosil [6]. Pada saat ini kalangan industri di Indonesia mulai beralih menggunakan bahan bakar batubara. Hal ini dilakukan untuk meniadakan mahalannya harga bahan bakar minyak (BBM), karena penggunaan bahan bakar batubara lebih murah dan bisa lebih hemat sampai 80 persen dibandingkan solar [3]. Permasalahan yang ditimbulkan dari pemakaian batubara sebagai sumber energi adalah abu yang dihasilkan dari pembakaran batubara tersebut yaitu *fly ash* dan *bottom ash*. *Fly ash* merupakan padatan dari sisa pembakaran batubara yang terbawa bersama gas buang dan ditangkap oleh alat pengendali udara sedangkan *bottom ash* merupakan padatan dari sisa pembakaran batubara yang keluar dari dasar tungku *boiler*. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 85 tahun 1999 dan Peraturan Pemerintah No. 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, abu batubara diklasifikasikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) karena memiliki kandungan logam berat, sehingga penggunaannya harus sesuai dengan ketentuan tersebut.

Produksi limbah abu batubara dari industri tekstil di Bandung Raya diperkirakan mencapai 200-300 ton/hari [2], hal ini menyebabkan semakin menumpuknya abu batubara, oleh karena itu diperlukan penanganan dengan memanfaatkan limbah abu batubara tersebut, contohnya menjadi bahan baku bata beton seperti yang dilakukan oleh salah satu pabrik tekstil di Bandung, yang menambahkan abu batubara sebagai media campuran dalam semen [6].

Penelitian ini menggunakan *fly ash* batubara sebagai media campuran pada tanaman budidaya sebagai pengganti pupuk. *Fly ash* batubara banyak mengandung mineral yang dibutuhkan oleh tanaman seperti unsur hara makro Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K), Nitrogen (N), dan Fosfor (P) dan unsur hara mikro Besi (Fe), Seng (Zn), Mangan (Mn), dan Tembaga (Cu) sehingga penelitian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa kandungan yang ada pada *fly ash* batubara bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, dan bila dibandingkan dengan *bottom ash*, *fly ash* mempunyai sifat polazoik (memperkeras lahan) yang rendah sehingga cocok dijadikan sebagai media tanam.

Tanaman yang dipakai adalah tomat (*Solanum lycopersicum*) karena tanaman tomat memiliki umur yang singkat, termasuk tumbuhan semusim, yang akan mati sesudah siklusnya habis. Bila dibandingkan dengan tumbuhan tahunan yang umurnya lebih dari satu musim seperti tanaman perdu, maka efek dari toksisitas pada saat melakukan penelitian menjadi tidak mudah dan sulit. Selain itu tanaman tomat sensitif terhadap pencemaran karena sifat genetik dari tomat yang mudah terganggu oleh adanya pencemaran. Tingkat sensitivitas tanaman tomat sangat tinggi, jika terpapar pencemaran berat tanaman dapat langsung mati, dan bila pencemaran ringan akan menimbulkan efek terganggunya pertumbuhan seperti pertumbuhan lambat atau menjadi kerdil. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang berasal dari daerah Lembang sebagai media tanam karena tanah tersebut merupakan tanah yang subur dan sering dipakai untuk tanaman hortikultura (tanaman sayuran) termasuk tomat.

Penelitian ini bermaksud untuk melihat efek atau pengaruh dari abu batubara terhadap tanaman tomat, jika terbukti tidak menimbulkan pengaruh negatif maka abu batubara tersebut dapat dijadikan sebagai substitusi (pengganti) pupuk, sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil analisa fisiologi tanaman tomat dengan menggunakan abu batubara sebagai campuran media tanam dengan berbagai variasi kandungan abu batubara.

Penelitian ini dibatasi dengan ruang lingkup sebagai berikut:

- 1) Abu batubara yang dimanfaatkan adalah *fly ash* yang berasal dari boiler batubara pada industri tekstil di Kota Bandung.

- 2) Uji hayati dilakukan pada tanaman tomat pada umur 2 minggu setelah bibit ditanam pada media percobaan, karena kecambah pada tanaman tomat sudah tinggi sekitar 5 cm dan batangnya sudah cukup kuat untuk dipindahkan ke dalam media percobaan.
- 3) Media tanam berupa tanah lembang serta *fly ash* batubara dengan komposisi 100%, 75%, 50%, 25% dan 0%, pupuk kompos untuk membantu proses penanamam.
- 4) Faktor yang dianalisis dalam penelitian ini adalah efek penambahan *fly ash* batubara terhadap pertumbuhan tomat dan sintesis klorofil, karena sintesa klorofil dapat dipengaruhi oleh pencemar dan klorofil berkaitan erat dengan produktivitas.
- 5) Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Bandung. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 17 Desember 2009 sampai dengan 17 maret 2010 mewakili musim kemarau.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian ini meliputi metode perolehan data, analisis data, metode pengukuran yang dipakai, variabel pengamatan, peralatan yang digunakan, langkah kerja, dan pelaksanaan penelitian. Data-data yang diperoleh dari penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil analisis karakteristik *fly ash* batubara dan tanah lembang yang akan dipergunakan, serta hasil pengamatan, perkembangan pertumbuhan tanamantomat, pengukuran tinggi tumbuhan tomat serta kandungan klorofil pada daun tanaman tomat. Data sekunder merupakan data yang sudah tersedia dan berhubungan dengan penelitian. Data-data tersebut digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman tomat dengan menggunakan *fly ash* batu bara sebagai pengganti pupuk.

Metode yang dilakukan pada penelitian ini meliputi metode untuk mengukur perkembangan pertumbuhan tanaman tomat, dengan cara visual dan menggunakan alat ukur panjang (penggaris). Kadar klorofil yang terdapat dalam daun tanaman tomat diukur dengan menggunakan metode Knudson yang dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian Sumber Daya Alam dan Lingkungan (PPSDAL) Unpad. Analisis karakteristik *fly ash* batubara dan tanah lembang di dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman Unpad.

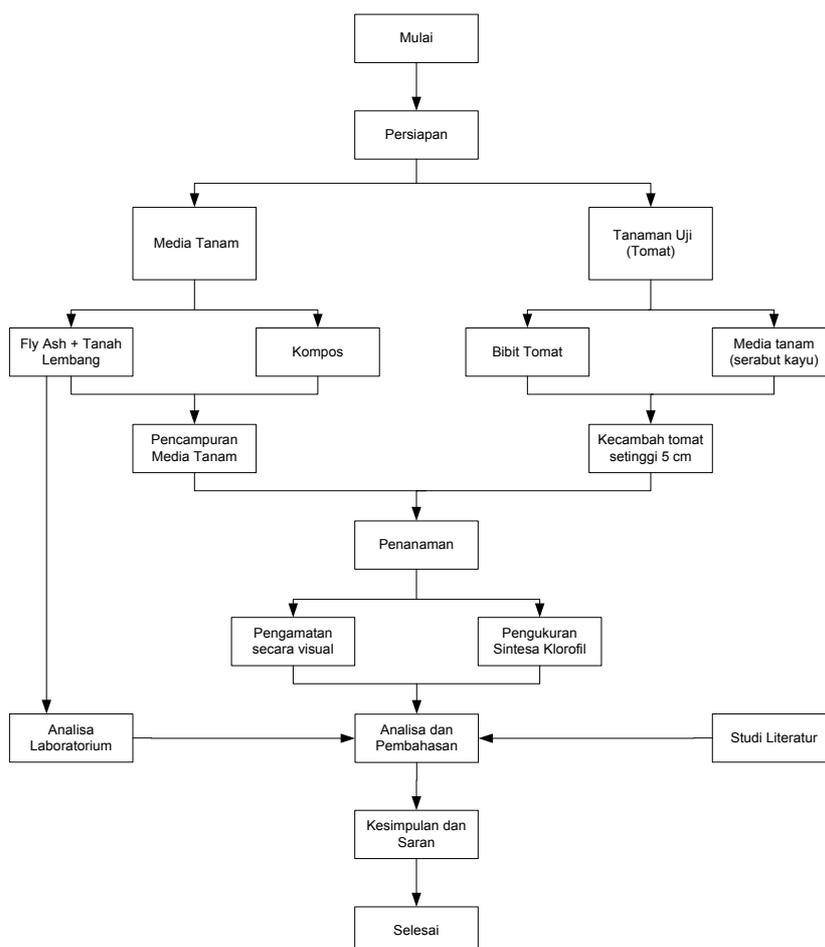
Penelitian dimulai dengan melakukan persiapan penelitian berupa persiapan media tanam dan persiapan tanaman uji (tanaman tomat). Media tanam yang dipergunakan berupa campuran *fly ash* batubara dan tanah lembang seberat 1 kg dengan 4 (empat) variasi campuran yaitu: 25%, 50%, 75%, 100% *fly ash* batubara. Media tanam selanjutnya dicampur dengan pupuk kompos sebanyak 20% dari berat total media tanam. Penelitian menggunakan pengulangan sebanyak 5 (lima) kali pada setiap perlakuan.

Penelitian utama dimulai dari tahap penyemaian biji tanaman tomat, pembibitan tanaman tomat serta pengamatan pertumbuhan tanaman. Bibit tanaman tomat disemaikan pada serabut kayu (media persemaian), bibit ditaburkan berbaris dengan jarak antara baris 5 cm yang dilakukan secara hati-hati, setelah berumur sekitar 2 minggu serta tinggi tanaman sudah mencapai 5 cm dimulai proses penanaman. Proses penanaman dilakukan dengan cara memindahkan tanaman uji pada media tanam yang telah disiapkan sesuai perlakuan. Pengamatan terhadap tumbuhan tomat dilakukan dengan cara visual terhadap tinggi batang, bentuk batang, jumlah daun dan warna daun pada tanaman tomat untuk setiap sampel/perlakuan, dengan cara mencatat setiap analisis yang telah dilakukan setiap 5 hari sekali.

Pengukuran sintesis klorofil dengan menggunakan Metode Knudson untuk setiap tanaman tomat (kontrol dan perlakuan) dilakukan pada hari ke-90, dimana kadar klorofil dianggap sudah mencapai maksimum yang ditandai dengan beberapa daun mulai menjadi kuning dan berguguran. Pengamatan ditujukan untuk melihat pengaruh penambahan *fly ash* batubara terhadap pertumbuhan tinggi tanaman

tomat dalam jangka waktu 3 (tiga) bulan dan menganalisis kadar klorofil yang terkandung dalam daun tanaman tomat sehingga bisa dilakukan analisis.

Analisis dan pembahasan, pada tahap ini dilakukan terhadap faktor-faktor yang mendukung dan menghambat pertumbuhan tanaman tomat dan kadar klorofil, serta dilakukan perbandingan dengan pustaka variabel pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengamatan terhadap hasil pertumbuhan tinggi tanaman tomat, yang membandingkan antara tanaman tomat sebagai kontrol dengan perlakuan (media campuran dan 25%, 50%, 75%, 100% *fly ash* batubara) serta pengamatan terhadap jumlah klorofil yang terkandung dalam daun disetiap tanaman tomat (kontrol ataupun perlakuan), untuk melihat pengaruh *fly ash* batubara terhadap zat hijau daun. Langkah kerja pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah Kerja Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kualitas abu batu bara (*fly ash*) apakah termasuk limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) atau tidak, yaitu dengan melakukan analisis *fly ash* batubara dan hasilnya dibandingkan dengan baku mutu menurut Peraturan Pemerintah No. 85 tahun 1999 Jo Peraturan Pemerintah No. 18 tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun seperti terlihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat beberapa parameter yang melebihi baku mutu, di antaranya adalah tembaga (Cu) dan timbal (Pb) hal ini membuktikan bahwa *fly ash* tersebut termasuk dalam kategori B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun), kadar Cu dan Pb yang berlebih atau dalam jumlah besar akan

mengakibatkan gejala toksifikasi pada tanaman, seperti tanaman tumbuh kerdil, daun mengering, dan berguguran [3].

Abu terbang (*Fly Ash*) batu bara yang mengandung logam berat Cu dan Pb tersebut jika tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan dampak kesehatan terhadap manusia. Cu yang masuk ke dalam tubuh, dengan cepat masuk ke peredaran darah dan didistribusi ke seluruh tubuh. Dampak terhadap kesehatan Cu dalam jumlah kecil (1 mg/hari) penting dalam diet agar manusia tetap sehat. Namun suatu intake tunggal atau intake perhari yang sangat tinggi dapat membahayakan. Bila minum air dengan kadar Cu lebih tinggi dari normal akan mengakibatkan muntah, diare, kram perut dan mual. Bila intake sangat tinggi dapat mengakibatkan kerusakan liver dan ginjal, bahkan sampai kematian [8].

Timah hitam (Pb) sekali masuk ke dalam tubuh akan didistribusikan terutama ke tiga komponen yaitu: darah, jaringan lunak (ginjal, sumsum tulang, liver, otak), dan jaringan dengan mineral (tulang dan gigi). Efek timbal terhadap sistem saraf telah diketahui, terutama dalam studi kesehatan kerja dimana pekerja yang terpajan kadar timbal yang tinggi dilaporkan menderita gejala kehilangan nafsu makan, depresi, kelelahan, sakit kepala, mudah lupa, dan pusing. Pada tingkat pajanan yang lebih rendah, terjadi penurunan kecepatan bereaksi, memburuknya koordinasi tangan-mata, dan menurunnya kecepatan konduksi saraf. Efek timbal terhadap kecerdasan anak memiliki efek menurunkan IQ bahkan pada tingkat pajanan rendah. Pada tulang timbal akan ion Pb^{2+} , logam ini mampu menggantikan keberadaan ion Ca^{2+} (kalsium) yang terdapat pada jaringan tulang. Konsumsi makanan tinggi kalsium akan mengisolasi tubuh dari paparan timbal yang baru. Tubuh menimbun timah selama seumur hidup dan secara normal mengeluarkan dengan cara yang lambat.

Karakteristik unsur hara yang terkandung dalam *fly ash* batubara, memiliki kriteria sedang hingga sangat rendah (unsur MgO, K₂O, C-organik, N-total, C/N, P₂O₅ total) berdasarkan Balai Penelitian Tanah Jawa Barat (2005), hal tersebut dapat mengakibatkan tanaman tidak tumbuh subur karena kekurangan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman.

Tabel 2. Hasil Analisa *Fly ash* Yang Dipakai Dalam Penelitian

No	Jenis analisis	Satuan	Hasil	Baku Mutu *)	Kriteria **)
1	Al ₂ O ₃	%	0,061	-	-
2	CaO	%	0,253	-	Tinggi
3	MgO	%	0,021	-	Sangat rendah
4	Na ₂ O	%	1,652	-	-
5	K ₂ O Total	%	0,006	-	Sangat rendah
6	pH ; H ₂ O	-	8,38	-	Agak alkalis
7	C-Organik	%	1,12	-	Rendah
8	N-Total	%	0,50	-	Sedang
9	C/N	-	2,24	-	Sangat rendah
10	P ₂ O ₅ Total	%	0,061	-	Sedang
11	Zn	mg/L	9,29	50	-
12	Cu	mg/L	381,07	10	-
13	Co	mg/L	Tt	-	-
14	Timbal (Pb)	mg/L	0,56	0,4	-

Sumber : Hasil Analisis, 2010

Keterangan : *) Baku Mutu PP 18/1999 Jo PP 85/1999 lampiran II Baku Mutu TCLP Zat Pencemar Dalam Limbah Untuk Penentuan Karakteristik Sifat Racun.***) Berdasarkan Kriteria Sifat Tanah, Balai Penelitian Tanah (2005)

Tanah lembang dijadikan sebagai media tanaman Tomat (baik sebagai kontrol maupun sebagai campuran dengan *fly ash* batubara) untuk keperluan tersebut perlu diketahui kualitas Tanah Lembang tersebut, Tabel 3 merupakan data kualitas tanah lembang yang merupakan hasil analisis Laboratorium Nutrisi dan Tanah Unpad.

Hasil pemeriksaan laboratorium pada Tabel 3, tanah lembang yang digunakan sebagai media tanam tanaman tomat tidak terlalu subur. Hal ini ditandai dengan unsur hara Na dan Ca yang termasuk kriteria sangat rendah dan sedang. Kekurangan Na dan Ca dapat menimbulkan gejala seperti daun berubah menjadi kuning, layu dan berguguran. kebutuhan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman adalah dengan kadar K, Na, Mg dan Ca yang tinggi [3]. Nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation) dan Kandungan organik (C-organik) memiliki nilai yang tinggi, hal tersebut menandakan tanah memiliki kemampuan penyerapan kontaminan yang tinggi [9], sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa dengan kriteria tanah lembang pada Tabel 3, tanah lembang masih dapat ditumbuhi tanaman.

Tabel 3. Kualitas Tanah Lembang

No	Parameter	Satuan	Nilai	Kriteria *)
1	pH H ₂ O	-	5,15	Masam
	KCl	-	4,77	-
2	C-organik	%	3,29	Tinggi
3	N-total	%	0,30	Sedang
	C/N	-	11	Sedang
4	Bahan Organik	%	5,67	Sedang
	P ₂ O ₅ HCl 25 %	Mg/100g	50,81	Tinggi
5	K ₂ O HCl 25 %	Mg/100g	41,20	Sangat tinggi
6	P ₂ O ₅ Bray	Mg/kg ⁻¹	23,71	Sangat tinggi
7	Al-dd	cmol/kg ⁻¹	Tt	-
	H-dd	cmol/kg ⁻¹	0,79	-
8	Kej. Al	%	Tt	-
9	KTK	cmol/kg ⁻¹	24,45	Tinggi
10	Kej. Basa	%	42,29	Sedang
11	Susunan Kation :			
	K	cmol/kg ⁻¹	0,83	Tinggi
	Na	cmol/kg ⁻¹	0,03	Sangat rendah
	Ca	cmol/kg ⁻¹	7,04	Sedang
12	Tekstur :			
	Pasir	%	42	<i>Clay loam</i>
	Debu	%	26	
	Liat	%	32	

Sumber : Hasil analisis Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman UNPAD , 2009

*) Berdasarkan Kriteria Sifat Tanah, Balai Penelitian Tanah (2005)

Tabel 4 merupakan kandungan unsur hara pada pupuk organik atau kompos yang dipergunakan dalam penelitian, pada Tabel 4 diketahui nilai C organik paling tinggi di antara unsur hara lainnya yaitu sebesar 33,94%. Unsur C organik dapat membuat tanah menjadi gembur sehingga tanah menjadi tidak keras seperti halnya pada penelitian ini tanah yang dicampur dengan *fly ash* mengalami pengerasan tanah karena *fly ash* yang bersifat *polazoik* (memperkeras tanah/daya ikat seperti semen) sehingga ditambahkan pupuk kompos agar tanah menjadi gembur dan tidak terjadi pengerasan.

Tabel 4. Kandungan Unsur Hara pada Pupuk Organik (Kompos)

Parameter	Konsentrasi	Satuan
C/N	11,2519	%
P	2,77	%
K	1,00	%
Ca	3,4073	%
Mg	0,3023	%
Fe	0,942	ppm
Zn	2,343	ppm
C organik	33,94	%
Bo	0,0151	%
N	3,016	%
S	0,6060	%

Sumber: hasil pengujian Dinas Pertanian Tanaman Pangan Propinsi Jawa Barat, 2005

Data-data yang diperoleh dan pembahasannya dari pelaksanaan penelitian terhadap pemanfaatan abu batubara terhadap media tanam pada tanaman Tomat dijabarkan pada sub bab berikut.

a. Pengamatan Terhadap Tinggi Tanaman Tomat

Pertumbuhan batang tumbuhan tomat dihitung dari lima kali pengulangan yang masing-masing berisi dua batang tumbuhan tomat pada setiap perlakuan. Pengukuran pertumbuhan tinggi tanaman tomat diukur dari bagian batang diatas tanah sampai pucuk batang Gambar 2 menyajikan tanaman tomat berumur 14 hari. Hasil pengukuran tinggi tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 serta Gambar 2.



Gambar 2. Tanaman Tomat yang Telah Disemai (Berumur 14 hari)

Tabel 5 dan Tabel 6 serta Gambar 3 menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman tomat pada kontrol dan perlakuan mengalami kenaikan pada setiap perlakuan selama rentang waktu dari hari ke-0 sampai

hari ke-80 dan tidak ada tanaman tomat yang mati, seperti terlihat pada Tabel 6 tapi meskipun demikian gejala toksifikasi terlihat pada perlakuan 100% abu batubara yang pertumbuhannya lambat dibandingkan dengan kontrol dan kadar batubara yang kecil. Pertumbuhan tanaman tomat hari ke-50 disajikan pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 6.

Pada tanaman kontrol (tanah lembang 100%) unsur hara yang paling diperlukan oleh tanaman tomat ini, adalah nitrogen dalam jumlah tinggi, sedangkan hasil penelitian nilai kandungan nitrogennya sedang, sebab jika kekurangan unsur ini tanaman tomat akan sangat peka (sensitif). Tanaman kontrol ini seharusnya diharapkan dapat tumbuh dengan bagus dan dapat melebihi tinggi perlakuan pertumbuhan tanaman lain. Bagian batang tomat tidak tumbuh dengan kuat (tidak keras) melainkan melengkung hal ini dikarenakan kandungan nilai kalsium pada tanaman adalah sedang, sedangkan yang dibutuhkan adalah dalam jumlah tinggi.

Pada perlakuan tanah lembang 75% ditambah abu batubara 25% dan tanah lembang 50% ditambah abu batubara 50%, mulai mengalami kenaikan pertumbuhan pada hari ke-15, yang ditandai dengan kenaikan kedua perlakuan tersebut yang melebihi kontrol (100% tanah lembang) dan perlakuan lain. Hal ini disimpulkan karena kandungan unsur hara mikro yaitu Cu yang terdapat dalam *fly ash* batubara sudah tercampur dengan tanah. Kandungan Cu tersebut diserap oleh tanah, tanah memiliki ruang kosong yang diisi oleh air, karena air sangat mempengaruhi sifat teknis tanah sehingga kebutuhan Cu untuk tanaman Tomat bisa mencukupi (bisa seimbang) dan tanaman dapat tumbuh normal [9].

Tabel 5. Tinggi Rata-rata Tanaman Tomat Pada Setiap Perlakuan

MEDIA PERLAKUAN	TINGGI RATA-RATA TANAMAN TOMAT (CM) PADA HARI KE									
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	17/12/ 2009	22/12/ 2009	27/12/ 2009	01/01/ 2010	06/01/ 2010	10/01/ 2010	16/01/ 2010	21/01/ 2010	26/01/ 2010	31/01/ 2010
TL 100% + ABB 0%	3,0	3,4	4,8	8,4	11,6	13,6	17,2	22,8	25,4	28,2
TL 75% + ABB 25%	3,0	3,4	4,6	8,7	11,1	13,0	17,0	20,8	24,2	29,4
TL 50% + ABB 50%	3,0	3,2	4,2	8,7	10,0	11,8	15,2	19,4	23,0	26,4
TL 25% + ABB 75%	3,0	3,0	3,8	7,8	9,0	10,0	12,8	16,7	20,4	22,2
TL 0% + ABB 100%	3,0	3,0	3,0	4,0	4,4	4,6	5,4	6,2	7,0	7,0

Tabel 6. Tinggi Rata-rata Tanaman Tomat Pada Setiap Perlakuan

MEDIA PERLAKUAN	TINGGI RATA-RATA TANAMAN TOMAT (CM) PADA HARI KE									
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
	05/02/ 2010	10/02/ 2010	15/01/ 2010	20/02/ 2010	25/02/ 2010	02/03/ 2010	07/03/ 2010	12/03/ 2010	17/03/ 2010	
TL 100% + ABB 0%	32,6	36,6	42,0	49,8	54,6	62,0	67,0	59,0	57,0	
TL 75% + ABB 25%	35,0	41,0	51,6	60,0	64,2	71,4	76,4	67,6	67,6	
TL 50% + ABB 50%	32,6	39,8	50,0	58,8	62,0	69,2	73,2	63,0	61,6	
TL 25% + ABB 75%	27,8	32,6	39,8	48,4	51,8	59,6	64,6	62,0	61,0	
TL 0% + ABB 100%	9,4	9,4	11,6	12,0	13,2	16,4	16,4	15,4	15,4	

Sumber : Hasil Pengamatan, 2010

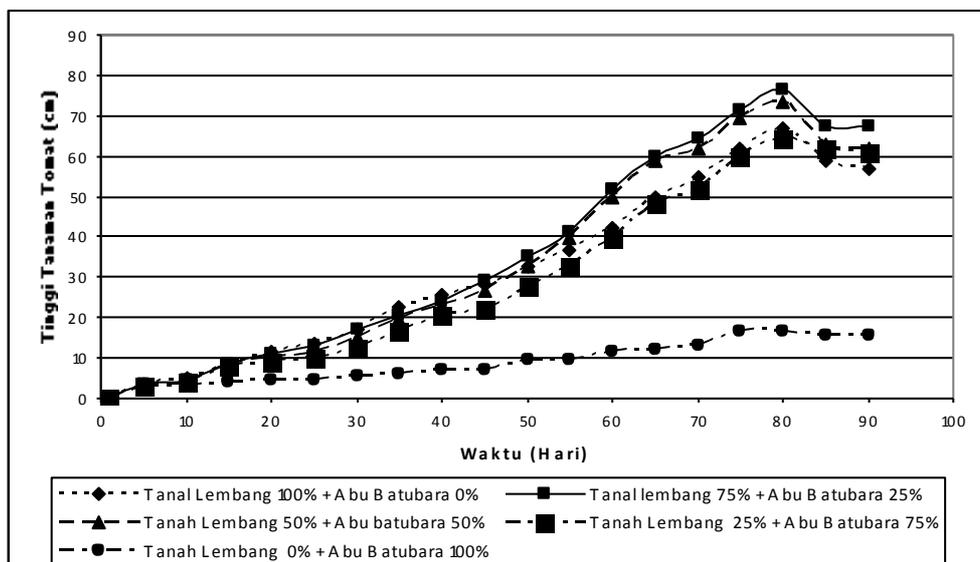
Catatan : Rata-rata dari 5 kali pengulangan masing-masing tanaman tomat.

Keterangan : TL = tanah lembang

ABB = abu batubara

Pada media tanam dengan konsentrasi abu batu bara sebesar 100%, pada hari ke-10 terjadi pertumbuhan hampir sama dengan perlakuan lainnya (termasuk pada kontrol), tetapi setelah hari ke-10 pertumbuhan tanaman tomat mengalami perlambatan. Sampai dengan hari ke-80 tinggi tanamannya hanya 16,4 cm, hal ini disebabkan kandungan Cu sebesar 381,07 mg/L pada abu batubara yang

melebihi baku mutu (>10 mg/l menurut PP 18/1999 jo PP 85/1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun), kandungan Cu dengan jumlah yang besar diperkirakan mempengaruhi tanaman tomat karena unsur Cu yang dibutuhkan oleh tanaman tomat adalah dalam jumlah yang sedikit. Bila kandungan Cu berlebih maka tanaman tersebut akan tumbuh kerdil, dan ini adalah gejala toksifikasi dari abu batubara terhadap tanaman tomat. Seperti diketahui Cu adalah unsur hara mikro yang diperlukan dalam jumlah kecil dan toksik dalam jumlah besar. Pertumbuhan tanaman tomat hari ke-90 disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 3. Grafik Tinggi Tanaman Tomat



Gambar 4.

Pertumbuhan Tanaman Tomat Hari ke-50 dengan Variasi: Tanah Lembang 75% dengan Abu Batubara 25% (Kiri) Tanah Lembang 100% (Kanan)



Gambar 5.

Pertumbuhan Tanaman Tomat Hari ke-50 dengan Variasi: Tanah Lembang 25% ditambah Abu Batubara 75% (Kiri) dan Tanah Lembang 50% ditambah Abu Batubara 50% (kanan)

Evaluasi Pemanfaatan Abu Terbang Batubara (Fly Ash) Sebagai Campuran Media Tanam pada Tanaman Tomat (Solanum lycopersicum)



Gambar 6. Pertumbuhan Tanaman Tomat Hari ke-50 dengan Variasi 100 % Abu Batubara



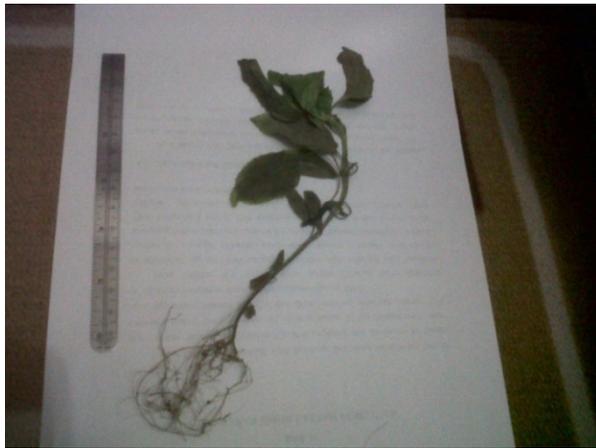
Gambar 7. Tanaman Tomat Pada Hari ke-90 pada Setiap Perlakuan



Gambar 8. Tanaman Tomat pada Setiap Perlakuan

Kandungan Nitrogen yang dibutuhkan pada semua tanaman Tomat ini adalah tinggi, sedangkan unsur Nitrogen yang terdapat pada tanah dan abu batubara adalah sedang, diperkirakan dari kurangnya unsur Nitrogen pada pertumbuhan tanaman Tomat tersebut, tidak dapat membantu pertumbuhan yang diinginkan sehingga pada hari ke-85 mulai terjadi penurunan tinggi tanaman Tomat (layu) dan pada hari ke-90 termasuk kontrol Tanah Lembang 100% semua perlakuan tanaman Tomat mengalami kematian ditandai dengan tinggi tanaman yang semakin mengkerut, warna daunnya berubah menjadi kuning kecoklatan dan berguguran dan juga dapat diakibatkan oleh beberapa faktor antara lain seperti cuaca yang sangat terik (suhu udara yang tinggi).

Pada saat penelitian terjadi pertumbuhan gulma pada media tanaman Tomat yang diakibatkan dari tingginya kesuburan tanah, tingginya kesuburan tanah tersebut dimungkinkan berasal dari kandungan unsur hara yang terkandung dalam tanah lembang maupun abu batubara. Gulma tersebut tumbuh pada semua perlakuan termasuk kontrol yang menandakan didalam tanah tersebut tidak terjadi gejala toksifikasi kecuali pada perlakuan 100% abu batubara, karena pada perlakuan 100% abu batubara kandungan unsur hara mikro yaitu Cu berlebih yang menyebabkan gejala toksifikasi. Jenis gulma yang teridentifikasi tumbuh pada media tanam yaitu: *Ageratum conyzoides*, *Drimaria cordata*, *Oxalis corniculata*, *Sonchus arvensis*, dan *Turnera ulmifolia*. Jenis Gulma yang tumbuh pada media tanaman Tomat disajikan pada Gambar 9 sampai dengan Gambar 13.



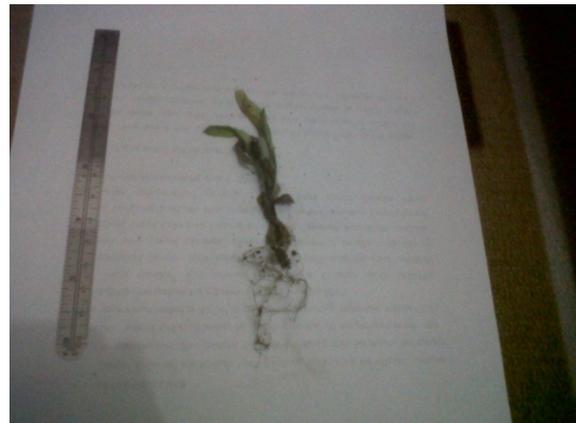
Gambar 9. *Ageratum conyzoides*



Gambar 10. *Drimaria cordata*



Gambar 11. *Oxalis corniculata*



Gambar 12. *Sonchus arvensis*



Gambar 13. *Turnera ulmifolia*

b. Pengamatan Terhadap Kadar Klorofil

Analisis klorofil dilakukan pada hari ke-90. Pengukuran kadar klorofil dilakukan dengan menggunakan Metode Knudson. Hasil analisis terhadap klorofil dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Kadar Klorofil pada Hari ke-90

No.	Perlakuan	Satuan	Kadar klorofil
1	25% Tanah Lembang + 75% Abu Batubara	mg/kg	60,1023
2	50 % Tanah Lembang + 50% Abu Batubara	mg/kg	42,8878
3	75 % Tanah Lembang + 25 Abu Batubara	mg/kg	32,7388
4	100 % Tanah Lembang	mg/kg	25,5880

Sumber : Hasil Perhitungan, 2010.

Keterangan : Perlakuan 100% abu batubara tidak diukur kadar klorofilnya karena pada pengambilan sampel tidak terdapat daun pada tanaman tomat tersebut.

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa kadar klorofil pada tanaman kontrol (100% tanah lembang) paling sedikit dibandingkan dengan adanya perlakuan. Hal tersebut menandakan abu batu bara dapat meningkatkan kadar klorofil pada tanaman tomat. Hal ini disebabkan oleh kandungan mineral yang terkandung dalam abu batubara yang terdiri dari unsur hara mikro (Fe, B, Zn, Mn, Cu) sedangkan bahan organik menyediakan unsur hara makro (N, K, Ca, Mg, S) yang diperlukan oleh tanaman untuk menyuplai kebutuhan metabolisme tanaman (Budi, 2006). Tabel 7 menunjukkan bahwa penggunaan abu batubara 75 % dapat meningkatkan sintesis klorofil sebesar 60,1023 mg/kg. Penambahan N dan Mg dapat meningkatkan sintesis klorofil. Hal ini terlihat bahwa abu batubara mengandung kadar N sebesar 0,50% dan Mg sebesar 0,02% sehingga semakin tinggi jumlah campuran abu batubara maka semakin tinggi pula nilai kandungan klorofil pada daun. Semakin tinggi kandungan klorofil pada daun maka semakin cepat proses degradasi yang menyebabkan daun mudah gugur.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, pemakaian kompos atau pupuk organik sebanyak 20% dari 3 kg tanah bertujuan untuk menghindarkan pengerasan lahan. Diperoleh hasil bahwa komposisi 75% tanah lembang

dicampur dengan 25% abu batubara dan 50% tanah lembang dicampur dengan 50% abu batubara menyebabkan terjadi percepatan pertumbuhan yang melebihi kontrol pada tanaman tomat dan tidak terjadi gejala toksifikasi pada tanaman tomat tersebut sehingga abu batubara dapat dimanfaatkan sebagai media tanam. Hasil penelitian pada konsentrasi abu batubara 100% terjadi gejala toksifikasi yaitu perhambatan pertumbuhan tanaman tetapi tanaman tidak sampai mati. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan maka dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan tanaman tomat dan memakai rentang perlakuan yang lebih kecil untuk melihat lebih lanjut pengaruh abu batubara terhadap tanaman.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Anonim (1999), “Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun”
- [2] Anonim, (2008) TPA B3 Batu Bara Terhambat Lahan Harian Umum Pikiran Rakyat.
- [3] Bernadius, T., dan Wahyu, W., (2010), “Bertanam Tomat”, AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- [4] Iman, B. (2006).” Mengenal Batubara, Dinas Pertanian Tanaman Pangan Propinsi Jawa Barat.
- [5] Ela, S., (2009), “Modifikasi Limbah *Fly ash* sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil *Congo Red* yang Ramah Lingkungan dalam Upaya Mengatasi Pencemaran Industri Batik.
- [6] Raditya, R.,, (2008),” Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Pada Sistem Boiler Batubara Di Industri Tekstil PT. Grandtex”.
- [7] Rohman, F., (1997), “Pengaruh Ekstrak Umbi Tike [*Eleocharis dultis* (Burm.f.) Henschel] Terhadap Perkembangan Eceng [*Monochoria vaginalis* (Burm.f.) Presl] Dan Padi (*Oryza sativa* L. “IR-64”].
- [8] Sunarjono, H., (2003), “Bertanam 30 Jenis Sayur”, Penebar Swadaya, Jakarta.
- [9] Tenriaja, H. (2006), “Studi Pemetaan Parameter Tanah Berdasarkan Data Laboratorium Di Wilayah Lembang (Musim Penghujan)”