

PENGARUH PENAMBAHAN FABA TERHADAP SIFAT FISIK DAN DERAJAT KEASAMAN (pH) KOMPOS

Lutfiah Khasanah dan Arief Budiono

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
lutfiah.khasanah99@gmail.com; arief.budiono@polinema.ac.id

ABSTRAK

Limbah pembakaran batubara menjadi salah satu permasalahan di PLTU, karena ditakutkan jika terlalu banyak dapat memberi dampak negatif pada lingkungan. Maka dari itu, perlu adanya pengolahan limbah *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) menjadi barang yang bermanfaat dan berpotensi dalam perbaikan lingkungan. Selain itu masalah sampah organik di lingkungan sekitar juga banyak yang tidak dimanfaatkan dengan baik, padahal banyak cara pengolahan sampah yang dapat dilakukan untuk menghasilkan barang yang bernilai dan berpotensi sebagai sumber penghasilan. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan diatas adalah dengan memanfaatkan limbah FABA dan sampah organik menjadi pupuk kompos, karena dapat bermanfaat dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sampah organik yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sisa sayuran, kulit pisang, kotoran kambing dan limbah padi berupa bekatul. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan FABA terhadap sifat fisik dan derajat keasaman (pH) kompos. Metode yang digunakan adalah anaerob fakultatif, dengan 5 perlakuan yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% FABA. Perbandingan EM4:gula:air adalah 1:1:50. Hasil kompos yang terbaik yaitu pada konsentrasi 10% dengan proses fermentasi selama 3 minggu, diperoleh nilai pH sebesar 7,25 dan suhu 30 °C. Kompos yang sudah matang berwarna coklat kehitaman, berbau seperti tanah dan memiliki tekstur remah.

Kata kunci: EM4, fly ash, pupuk kompos.

ABSTRACT

Coal burning waste is one of the problems at PLTU, because it is feared if too much of it can have a negative impact on the environment. Therefore, it is necessary to process fly ash and bottom ash (FABA) waste into useful goods and have the potential to improve the environment. In addition, the problem of organic waste in the surrounding environment is also a lot that is not used properly, even though there are many ways of processing waste that can be done to produce goods of value and potential as a source of income. One treatment that can be done to overcome the above problems is to utilize FABA waste and organic waste into compost, because it can be useful in supporting plant growth and development. The organic waste used in this study includes vegetable residues, banana peels, goat manure and rice waste in the form of bran. The purpose of this study was to determine the effect of adding FABA to the physical properties and acidity (pH) of compost. The method used was facultative anaerobes, with 5 treatments, namely 0%, 5%, 10%, 15% and 20% FABA. The ratio of EM4:sugar:water is 1:1:50. The best compost yield is at a concentration of 10% with a fermentation process for 3 weeks, the pH value is 7.25 and the temperature is 30 °C. Ripe compost is dark brown in color, smells like soil and has a crumb texture.

Keywords: EM4, fly ash, compost.

1. PENDAHULUAN

Sebagai pemasok energi listrik, kegiatan PLTU menyisakan limbah dalam jumlah yang sangat besar setiap tahunnya. Pemakaian batubara di PLTU mengalami peningkatan rata-rata

sebesar 6-7 juta ton per bulan [1]. Peningkatan penyediaan energi listrik, berhubungan dengan meningkatnya jumlah limbah *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) yang dihasilkan. *Fly ash* merupakan material yang keluar dari cerobong asap tungku pembakaran berupa debu sangat halus. Sedangkan material kedua yaitu *bottom ash* merupakan material yang berada di dasar tungku berupa debu kasar [2,3,4]. Komposisi kimia FABA dapat ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Komposisi Kimia FABA [5]

Komposisi	FABA
SiO ₂	52.00%
Al ₂ O ₃	31.86%
Fe ₂ O ₂	4.89%
CaO	2.68%
MgO	4.66%

Produksi limbah abu batubara dari industri tekstil di Bandung Raya diperkirakan mencapai 200-300 ton/hari [2]. Penggunaan batu bara di PLTU Paiton per jam bisa mencapai 250 ton dan akan dihasilkan limbah hasil pembakaran sebanyak 4% yang terdiri dari 25% *bottom ash* dan 75% *fly ash* [6]. Limbah pembakaran batubara menjadi masalah yang cukup serius di PLTU, karena jika dibiarkan begitu saja tanpa adanya pengolahan lebih lanjut akan mengakibatkan dampak negatif pada lingkungan. Maka dari itu, perlu adanya pengolahan limbah *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) menjadi barang yang bermanfaat dan berpotensi dalam perbaikan lingkungan. Beberapa penelitian dari beberapa pakar di dunia dikemas dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. State of the Art Penelitian FABA [2, 7, 8]

Pemanfaatan	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Hasil Penelitian	Sumber
<i>Fly Ash</i> Sebagai Campuran Media Tanam	Rasio tanah lembang, <i>fly ash</i> dan pupuk kompos	Tinggi Tanaman Tomat, Kadar Klorofil	<ul style="list-style-type: none"> 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, sehingga abu batubara dapat dimanfaatkan sebagai media tanam. Pada konsentrasi abu batubara 100% terjadi gejala toksifikasi yaitu perhambatan pertumbuhan tanaman tetapi tanaman tidak sampai mati. Penggunaan <i>fly ash</i> sebagai campuran bahan pupuk organik mampu meningkatkan pH pupuk yaitu dengan pH sebesar 8.52. Penggunaan <i>fly ash</i> tidak memberikan efek pada besarnya kandungan N, P dan K. Besarnya kandungan NPK pada pupuk organik yang dihasilkan lebih 	(Wardhani dkk, 2012) [2]
<i>Fly Ash</i> Sebagai Bahan Pupuk Organik	Rasio <i>fly ash</i> dengan bahan organik	Uji pH, C-Organik, N-Total, C/N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, As, Cd, Hg dan Pb	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan <i>fly ash</i> tidak memberikan efek pada besarnya kandungan N, P dan K. Besarnya kandungan NPK pada pupuk organik yang dihasilkan lebih 	(Utami, 2018) [7]

dipengaruhi oleh bahan organik lain yang digunakan, seperti daun leguminosa, ares batang pisang dan serbuk gergaji.

- *Fly ash* sebagai bahan pupuk organik tidak berpotensi meracuni tanah karena mempunyai kandungan logam berat yang rendah yaitu jauh dibawah dari nilai/batas yang diizinkan pada standar mutu pupuk organik.

<i>Fly Ash</i> Sebagai Pengganti Tanah	Rasio Kotoran Sapi dengan <i>Fly Ash</i>	Uji kandungan nitrogen (N-Total)	Semakin banyak penambahan zat organik (kotoran sapi), maka kandungan nitrogen yang dihasilkan juga semakin tinggi	(Panda dkk, 2007) [8]
Terobosan Inovasi		Pengaruh Penambahan FABA terhadap Sifat Fisik dan Derajat Keasaman (pH) Kompos		

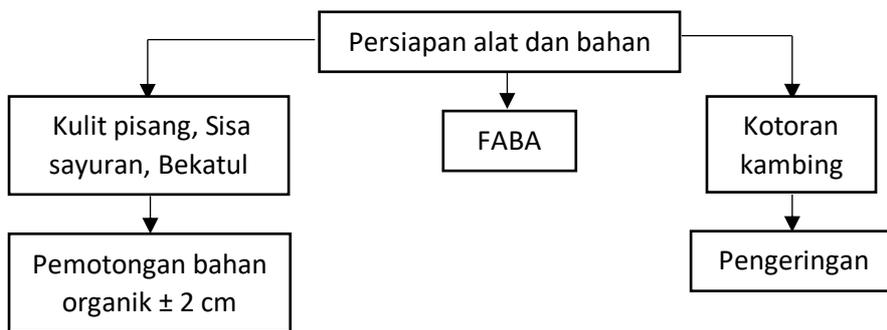
Dalam bidang pertanian sudah banyak dilakukan pemanfaatan limbah sebagai pupuk kompos, diantaranya seperti limbah biogas, limbah sampah kota, limbah serbuk gergaji dan abu sekam serta berbagai limbah lainnya yang mampu meningkatkan produktivitas tanaman dan kesuburan tanah. Sedangkan pemanfaatan limbah *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) di Indonesia belum banyak dilakukan dalam bidang pertanian, walaupun ketersediaannya melimpah. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penambahan FABA terhadap sifat fisik dan derajat keasaman (pH) kompos.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian pembuatan pupuk kompos dari bahan baku limbah FABA dan limbah rumah tangga dilakukan dengan metode anaerob fakultatif, dimana mikroba dapat tumbuh dengan adanya oksigen walaupun dalam jumlah sedikit [9]. Pembuatan pupuk kompos dari limbah rumah tangga ini dilakukan beberapa tahap. Tahap awal adalah persiapan bahan baku yaitu limbah FABA, kulit pisang, sisa sayuran, kotoran kambing, dan bekatul. Pertama, mengumpulkan limbah kulit pisang dari home industry keripik pisang dan penjual gorengan di sekitar rumah. Kedua, mengumpulkan limbah sisa sayuran dari para pedagang sayur. Ketiga, mengumpulkan limbah bekatul dari petani padi di Kota Malang. Keempat, mengumpulkan kotoran kambing dari peternak kambing di sekitar rumah. Kelima, menyiapkan limbah FABA. Setelah semua bahan terkumpul, dilakukan pemotongan bahan organik dengan ukuran ± 2 cm.

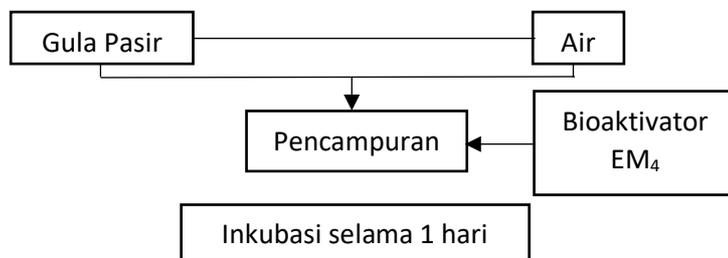
Tahap selanjutnya adalah pencampuran bahan organik dan FABA dengan berbagai perlakuan. Pada proses pencampuran ditambahkan beberapa bahan tambahan seperti bioaktivator EM4, larutan gula dan air dengan perbandingan 1:1:50 [10]. Pencampuran dilakukan sampai bahan tercampur dengan homogen, kemudian dilakukan inkubasi selama ± 3 minggu. Setiap seminggu sekali dilakukan pengecekan warna, tekstur dan bau serta diukur suhu dan juga pH nya. Alur penelitian diringkas dalam skema berikut:

2.1. Persiapan Alat dan Bahan



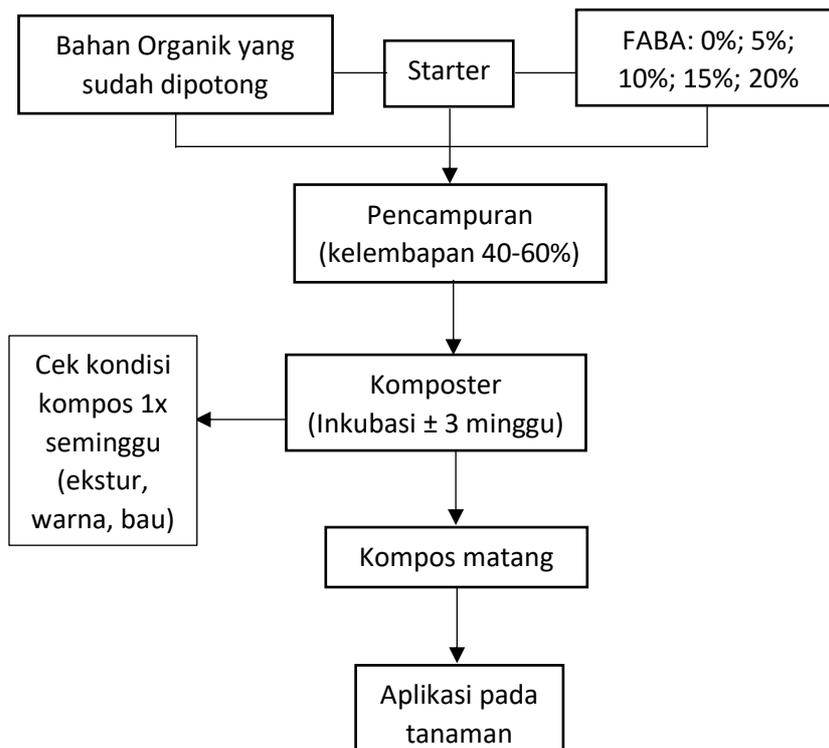
Gambar 1. Skema Kerja Persiapan Alat dan Bahan

2.2. Pembuatan Starter



Gambar 2. Skema Kerja Pembuatan Starter

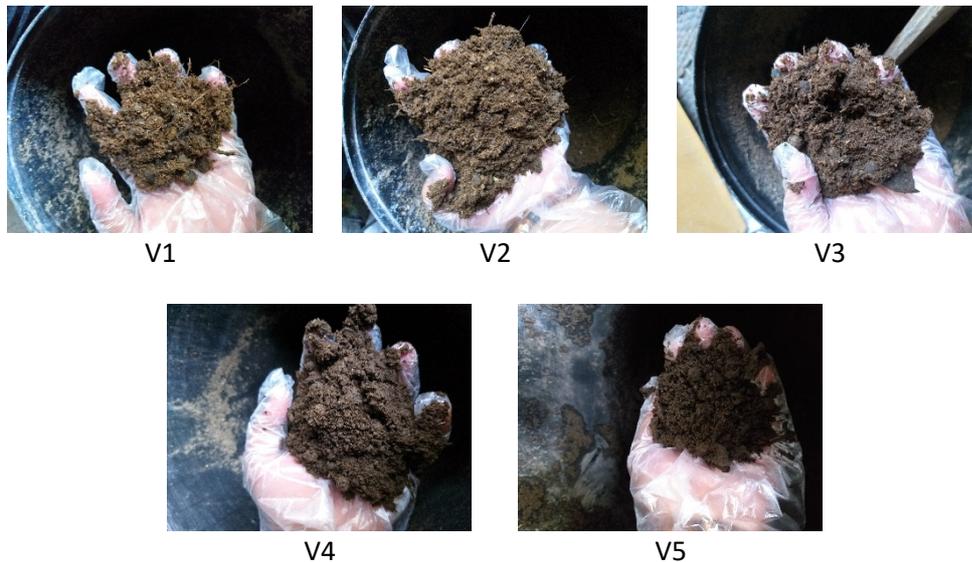
2.3. Proses Pembuatan Kompos



Gambar 3. Skema Kerja Proses Pembuatan Kompos

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat kematangan dan stabilitas dalam kompos menentukan kualitas kompos yang ditunjukkan oleh berbagai perubahan fisik, kimia dan biologi substrat kompos [11]. Penelitian ini menghasilkan 5 sampel dari penelitian anaerob fakultatif. Semua penelitian tersebut meliputi penelitian dengan variabel rasio bahan organik terhadap jumlah FABA. Bentuk kompos hasil penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



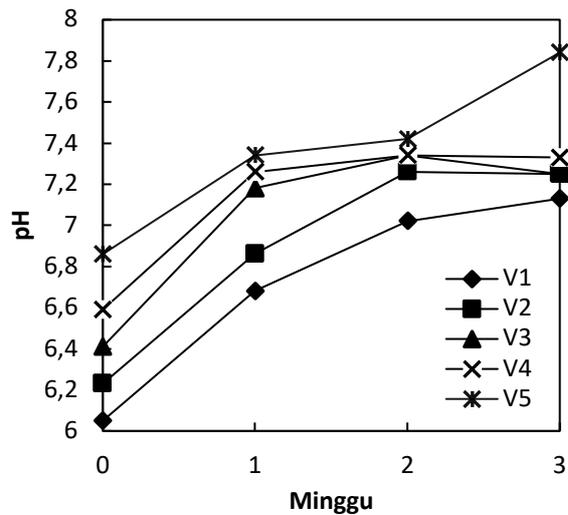
Gambar 4. Sampel kompos hasil penelitian (V1=kontrol ; V2=5% ; V3=10% ; V4=15% ; V5=20%)

Gambar 4 menunjukkan bentuk dari kompos yang diperoleh memiliki kenampakan yang mirip dengan tanah. Semakin tinggi konsentrasi FABA, maka warna kompos akan semakin hitam. Variabel waktu fermentasi yang digunakan adalah 3 minggu seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil analisa kompos campuran FABA setelah matang

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengamatan					SNI
			Kontrol	V2	V3	V4	V5	
1	Tekstur	-	Remah	Remah	Remah	Remah	Remah	Seperti tanah
2	Warna	-	Coklat	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman
3	Bau	-	Sedikit asam	Sedikit asam	Seperti tanah	Seperti tanah	Seperti tanah	Seperti tanah
4	pH	-	7,13	7,25	7,25	7,33	7,84	6,8 - 7,49
5	Suhu	°C	30	29,4	29,9	30	30	Suhu air tanah (24 -30)

Keterangan: Standar kualitas pupuk yang digunakan berdasarkan SNI 19-7030-2004.



Gambar 5. Grafik perubahan pH kompos setiap minggu

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa pada minggu awal hingga akhir pengomposan menunjukkan peningkatan pH. Begitu pula dengan semakin tinggi konsentrasi FABA, maka nilai pH juga semakin meningkat. Pada V1 (kontrol) pH kompos cenderung asam, namun tetap mengalami kenaikan setiap minggunya. Pada V2 hingga V5 pH kompos dengan campuran FABA cenderung netral dan mengalami kenaikan setiap minggunya. Meningkatnya nilai pH disebabkan adanya kandungan pada FABA yang bersifat basa yaitu Ca dan Mg [12]. Ca dapat berfungsi sebagai kapur sehingga mampu menaikkan pH kompos, umumnya FABA bersifat alkalis (pH 8-12). Pemberian FABA dengan dosis yang semakin tinggi menyebabkan peningkatan pada pH, hal ini diduga bahwa reaksi FABA terhadap pH kompos berlangsung dengan baik. Asam organik yang merupakan sumber kemasaman kompos dapat di netralisasi dengan FABA yang mengandung Ca dan Mg [13]. Ion Ca dan Mg bereaksi dengan ion H⁺ sehingga Ca²⁺ dapat diserap oleh kompos dan mengakibatkan ion H⁺ yang terlarut dalam kompos menjadi berkurang, sehingga pH tanah meningkat. Menurut Puslitbang TekMIRA [14] dan Pandey [15], FABA batubara merupakan material kompleks yang dapat meningkatkan pH tanah dan berfungsi seperti bahan kapur serta kaya akan silika. Untuk mengetahui hasil kompos yang terbaik perlu dilakukan pembuktian dengan mengaplikasikan pada tanaman.



Gambar 6. Aplikasi kompos pada tanaman kangkung minggu – 0



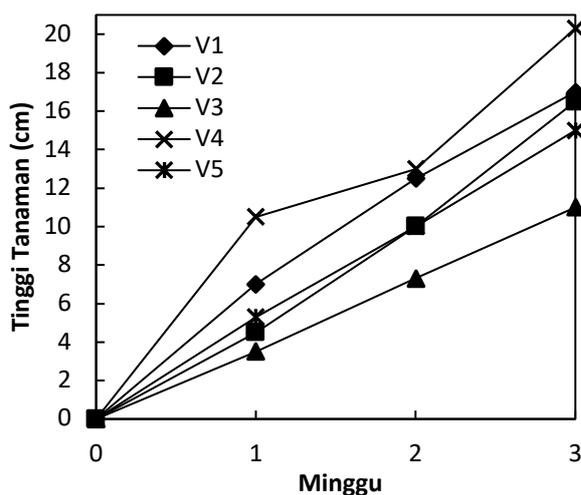
Gambar 7. Aplikasi kompos pada tanaman kangkung minggu – 1



Gambar 8. Aplikasi kompos pada tanaman kangkung minggu – 2



Gambar 8. Aplikasi kompos pada tanaman kangkung minggu – 3



Gambar 6. Perbandingan Tinggi Tanaman dalam Kurun Waktu Tertentu

Pada penelitian ini tanaman yang diamati adalah kangkung. Dapat dilihat pada gambar 6 bahwa pada minggu pertama rata-rata tinggi tanaman baik kontrol maupun yang telah ditambahkan kompos sesuai masing-masing variabel sudah cukup terlihat perbedaan pertumbuhannya. Pada variasi keempat tinggi tanaman kangkung mengalami pertumbuhan yang melebihi kontrol dengan kandungan FABA sebesar 15% dan bahan organik 85%. Pada variasi keempat, tanaman kangkung tumbuh setinggi 10,5 cm, sedangkan pada kontrol tingginya hanya 7 cm. Pertumbuhan ini disebabkan karena adanya kandungan magnesium (Mg) dalam FABA yang berguna untuk sintesis klorofil, pembentukan daun dan tinggi tanaman [16, 17, 18]. Pada variasi kelima semua benih tumbuh, namun tingginya kurang dari kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi FABA masih boleh digunakan dengan konsentrasi 20%, akan tetapi mengakibatkan tanaman mengalami toksifikasi sehingga batang dan daun akan menguning. Tanaman berubah menjadi kekuningan diduga karena kandungan nitrogen (N) yang tersedia tidak cukup untuk membentuk protein dan klorofil, sehingga menyebabkan kemampuan tanaman dalam memproduksi karbohidrat berkurang dan lama kelamaan

menjadi tumbuh lambat dan kerdil [15, 16]. Rendahnya kadar nitrogen dikarenakan bahan organik yang dicampurkan pada variasi kelima lebih sedikit daripada yang lain yaitu sebesar 80% dan FABA 20%. Pada variasi kedua dan ketiga tanaman kangkung juga mengalami pertumbuhan kurang dari kontrol. Hal ini terjadi karena kurangnya cahaya matahari [21] dan air [22].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan FABA dapat memperbaiki tekstur dan meningkatkan pH kompos, karena FABA memiliki kandungan magnesium (Mg) yang cukup tinggi serta juga membuat warna kompos menjadi semakin gelap (hitam). Hal ini membuktikan bahwa *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) berpotensi untuk digunakan dalam bidang pertanian sebagai pupuk organik yang dapat mengurangi kehilangan air dan unsur hara pada tanah dengan tekstur pasir. Hasil kompos yang terbaik yaitu pada variasi keempat dengan konsentrasi FABA 15% dan bahan organik 85% dengan proses fermentasi selama 3 minggu, diperoleh nilai pH sebesar 7,33 dan suhu 30 °C. Kompos yang sudah matang berwarna kehitaman, berbau seperti tanah dan memiliki tekstur remah.

Saran untuk penelitian selanjutnya supaya mendapatkan hasil yang baik, sebelum melakukan penelitian harus memahami terlebih dahulu fungsi dari penambahan formula agar dihasilkan produk yang lebih berkualitas. Selain itu semua bahan baku harus dikeringkan terlebih dahulu, supaya pada saat pengomposan tekstur kompos tidak terlalu basah dan berbau. Pada dasarnya bahan organik yang dikomposkan tidak dapat mengurai secara sempurna, harus dibantu dengan proses penyelepan dan penjemuran hingga kompos benar-benar halus dan kering.

REFERENSI

- [1] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, "Laporan Kinerja Kementerian ESDM 2016," *Lap. Kinerja Menteri. ESDM*, hal. 1–230, 2016.
- [2] E. Wardhani, M. Sutisna, dan A. Dewi, "Evaluasi Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Batubara Sebagai Campuran Media Tanam Pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*)," *J. Itenas Rekayasa*, vol. 16, no. 1, hal. 218821, 2012.
- [3] Subakti, "Perancangan Interior Pusat Edukasi Mitigasi Bencana di Yogyakarta," *Peranc. Inter. Pus. Mitigasi di Jogja*, vol. 27, no. 1989, hal. 6–23, 2014.
- [4] A. Tahir dan A. T. Wulan, "Pengaruh Variasi Bottom Ash dan Abu Batu terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal AC-WC," *The 18th FSTPT International Symposium, Unila, Bandar Lampung*, vol. 4, no. 1, hal. 61–73, 2015.
- [5] E. S. Sunarsih, "Tinjauan Penambahan Aditif Mineral Abu Terbang Terhadap Ketahanan Beton pada Lingkungan Agresi Sulfat," *Universtas Sebel. Maret*, hal. 1–12, 2021.
- [6] K. Klarens, M. Indranata, Antoni, dan D. Hardjito, "Pemanfaatan Bottom Ash dan Fly Ash Tipe C Sebagai Bahan Pengganti dalam Pembuatan Paving Block," *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, hal. 1–8, 2016.
- [7] S. W. Utami, "Karakteristik Kimiawi Fly Ash Batu Bara dan Potensi Pemanfaatannya Sebagai Bahan Pupuk Organik," *Agrointek*, vol. 12, no. 2, hal. 108, 2018.
- [8] T. K. Panda, D. Rout, B. Rout, dan B. B. Kar, "Addition of a Potential Organic Substance To Enhance the Fertility of Fly Ash To Be Used As a Soil Substitute," *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 8, hal. 3671–3674, 2013.
- [9] A. Setiawan, "Kandungan Serat Kasar dan Protein Kasar Bekatul yang Difermentasi *Acidothermus Cellulolyticus* dan *Aspergillus Terreus* dari Cairan Rumen Sapi," *Skripsi*,

- Fak. Kedokt. Hewan, Univ. Airlangga*, hal. 1–68, 2010.
- [10] R. Muntafail, K. Nisa, D. Irmawati, F. Prasetya, dan I. Rakhmawan, “Laporan Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos dari Sampah Daun Kering,” *Univ. Negeri Semarang*, hal. 1–8, 2020.
- [11] A. Budiono, Suharjo, I. Santoso, dan Soemarno, “Application Compost of Mud Cake by *Trichoderma viride* Apt01 to Apples to Increase Production in Bumiaji Batu,” *Int. J. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 2, hal. 17–20, 2013.
- [12] N. Kurniawati dan Priyadi, “Pengaruh Aplikasi Abu Terbang dan Pupuk Kotoran Sapi terhadap Populasi Mikroorganisme di Tanah Ultisol,” *Agriprima J. Appl. Agric. Sci.*, vol. 5, no. 1, hal. 41–49, 2021, doi: 10.25047/agriprima.v5i1.406.
- [13] M. C. Handayani, R. Hayati, dan Junaidi, “Pengaruh Pemberian Abu Terbang (Fly Ash) pada Tanah Gambut terhadap Produksi Tanaman Famili Brassicaceae dan Akumulasi Logam Timbal (Pb),” *Ilmu Tanah Fak. Pertan. Univ. Tanjungpura*, hal. 1–7, 2012.
- [14] Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, “Pemanfaatan Fly Ash-Bottom Ash (FABA) sebagai Pembenh Lahan,” *Puslitbang Teknol. Miner. dan Batubara Bandung*, hal. 1–12, 2021.
- [15] V. C. Pandey dan N. Singh, “Impact of Fly Ash Incorporation in Soil Systems,” *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 136, hal. 16–27, 2010, doi: 10.1016/j.agee.2009.11.013.
- [16] A. L. Zuhriansah, I. Mansur, dan S. W. B. R., “Pengaruh Kompos Campuran Ampas Daun Sereh Wangi dengan Abu Terbang terhadap Pertumbuhan *Cananga Odorata*,” *J. Teknol. Miner. dan Batubara*, vol. 16, no. 2, hal. 93–107, 2020, doi: 10.30556/jtmb.vol16.no2.2020.1077.
- [17] S. Botanri, D. Setiadi, E. Guhardja, I. Qayim, dan L. B. Prasetyo, “Karakteristik habitat tumbuhan sagu (*Metroxylon* spp.) di Pulau Seram, Maluku,” *Forum Pasca Sarj.*, vol. 34, no. 1, hal. 33–34, 2011.
- [18] S. Parman, “Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.),” *J. Anat. dan Fisiol.*, vol. XV, no. 2, hal. 21–31, 2007.
- [19] T. A. Muhammad, B. Zaman, dan Purwono, “Pengaruh Penambahan Pupuk Kotoran Kambing terhadap Hasil Pengomposan Daun Kering di TPST UNDIP,” *Tek. Lingkungan.*, vol. 6, no. 3, hal. 1–12, 2017.
- [20] B. Bachtiar, D. Andi, dan H. Ahmad, “Analisis Kandungan Hara Kompos Johar *Cassia siamea* dengan Penambahan Aktivator Promi,” *Bioma J. Biol. Makassar*, vol. 4, no. 1, hal. 68–76, 2019.
- [21] Utami, “Pengaruh Cahaya terhadap Pertumbuhan Tanaman,” *Fak. Pertan. Univ. Udayana*, hal. 1–42, 2018.
- [22] B. A. Kurniawan, S. Fajriani, dan Ariffin, “Pengaruh Jumlah Pemberian Air terhadap Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.),” *J. Produksi Tanam.*, vol. 2, no. 1, hal. 59–64, 2014.