

## Kajian Pengaruh Pemanfaatan Material Limbah Abu Batubara Dari PLTU

Anka Indra Pangestu<sup>1)</sup>, Titi Tiara Anasstasia<sup>2a)</sup>, Johan Danu Prasetya<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral,  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

JL. Padjajaran, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

<sup>a)</sup>Corresponding author: [tiara.anasstasia@gmail.com](mailto:tiara.anasstasia@gmail.com),

### ABSTRAK

Pada kegiatan pertambangan batubara merupakan hal yang baik untuk mengurangi biaya dalam kegiatan pertambangan, perbaikan kualitas tanah, dan mengurangi dampak lingkungan. Namun pemanfaatan limbah batubara atau faba masih belum bisa dilakukan oleh masyarakat karena komposisi kandungan faba masih terdapat golongan yang masuk dalam kriteria limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Sehingga dalam pemanfaatan *fly ash* masih perlu dilakukan beberapa perlakuan untuk bisa dimanfaatkan langsung pada lingkungan seperti penambahan komposisi media tanaman, kontruksi sipil, dan perbaikan pH tanah dan unsur hara pada tanah. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan dari limbah abu batubara sebagai bahan yang dapat digunakan kembali. Pelaksanaan dalam penelitian dengan kualitatif menggunakan metode studi pustaka dan juga perlu dilakukan metode analisis deskriptif untuk mendapatkan gambaran hasil dari pemanfaatan limbah abu batubara. Hasil yang didapatkan parameter Cu dan Pb yang ada pada limbah abu batubara setelah dilakukan uji laboratorium didapatkan masih tergolong dalam limbah B3, yang mempunyai pengaruh toksik pada tanaman. Hasil penelitian yang telah dilakukan, pemanfaatan limbah abu batubara dapat digunakan sebagai bahan media tanam. Percobaan penggunaan limbah abu batubara sebagai media tanam selama 30 hari, didapatkan bahwa bibit tanaman masih belum memenuhi kriteria bibit siap tanam. Penggunaan limbah abu batubara tidak menimbulkan masalah pada pertumbuhan bibit tanaman selama 30 hari. Kondisi bibit tanaman tetap hidup tidak mengalami kematian atau mengalami kekeringan. Saran yang bisa dilakukan untuk pemanfaatan limbah abu batubara bisa dilakukan kembali dengan melakukan perawatan tanaman dengan rentan waktu lebih dari 30 hari, dengan memperhatikan perawatan tanaman dengan baik.

**Kata kunci:** abu Batubara, Kualitas Tanah, Pertambangan Batubara, Reklamasi, *fly ash*

### ABSTRACT

*In coal mining activities it is a good thing to reduce costs in mining activities, improve soil quality, and reduce environmental impacts. However, the utilization of coal or faba waste is still not carried out by the community because the composition of the faba content still includes groups that fall into the criteria for B3 waste (hazardous and toxic materials). So that in the use of flyash it is still necessary to carry out several actions so that it can be used directly in the environment such as adding the composition of plant media, civil construction, and improving soil pH and nutrients in the soil. The research objective was to determine the effect of utilizing coal ash waste as a reusable material. Implementation in qualitative research using the literature study method and also need to do a descriptive analysis method to get an overview of the results of the utilization of coal ash waste. The results obtained for Cu and Pb parameters in coal ash waste after laboratory tests were found to still be classified as B3 waste, which has a toxic effect on plants. The results of the research that has been done, the utilization of coal ash waste can be used as a planting medium. Experiments using coal ash waste as a planting medium for 30 days, it was found that the plant seeds still did not meet the criteria for seeds ready for planting. The use of coal ash waste did not cause problems for the growth of plant seeds for 30 days. The condition of the plant seeds is still alive and does not experience death or drought. Suggestions that can be made for the utilization of coal ash waste can be done again by treating plants with a vulnerable time of more than 30 days, by paying attention to good plant care.*

**Keywords:** Coal Mining, Coal Ash, Reclamation, Soil Quality, *fly ash*

## PENDAHULUAN

Melimpahnya sumber daya alam di Indonesia mengharuskan kita dapat bisa memanfaatkannya. Kegiatan pembakaran batubara pada PLTU tidak hanya menghasilkan energi listrik. Keuntungan PLTU akan memberikan dampak positif sebagai penyerapan tenaga kerja, dampak pada ekonomi pada masyarakat dan dapat beroperasi sepanjang waktu selama batubara masih tersedia (Abbas dkk., 2019). Namun adanya kegiatan PLTU juga dapat menimbulkan dampak negatif seperti polusi udara, radiasi suara bising, dan limbah abu batubara (Prakoso dkk., 2016). Bahan bakar yang digunakan PLTU menghasilkan limbah salah satunya abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*) yang merupakan dari sisa pembakaran batubara pada *boiler* (Arifin, 2009). Sistem pemanasan atau *boiler* yang dilakukan PLTU dengan bahan bakar batubara yang mengkonsumsi batubara sebanyak 144 ton/jam yang menghasilkan limbah abu batubara yang besar (Winarno dkk., 2019). Besarnya limbah abu batubara yang dihasilkan PLTU mempunyai dampak yang tidak baik pada lingkungan sehingga perlu adanya upaya pengelolaan limbah abu batubara.

Limbah abu batubara yang dihasilkan terdapat dua jenis yaitu limbah abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Limbah abu batubara dari hasil pembakaran batubara yang merupakan dari partikel halus. Limbah batubara merupakan dari abu terbang hasil proses pembakaran batubara yang memiliki jumlah 80-90% dari total abu dan jumlah abu dasar sekitar 10% (Nurhayati dkk., 2019). Banyaknya limbah abu batubara yang ditimbulkan dari PLTU dilakukan penimbunan pada tempat yang telah disiapkan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Limbah abu batubara mempunyai kandungan yang toksik akan berpotensi menjadi masalah lingkungan, bahkan pada Kementerian Negara Lingkungan Hidup menetapkan limbah abu batubara dalam kategori limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) pada PP No. 85 Tahun 1999. Namun limbah batubara dapat dimanfaatkan untuk mengurangi dampak masalah lingkungan contohnya seperti dalam pembuatan refraktori cor beton, keperluan dalam industri semen dan beton, serta bahan pembenah tanah dan sebagai sumber beberapa hara mikro pada tanah ampas (*tailing*) (Lestiani dkk., 2010). Permasalahan di industri pertambangan adalah kurang tersedianya pupuk organik sehingga perlu adanya alternatif pengganti berupa bahan pembenah tanah. Salah satu bahan pembenah tanah yang dapat digunakan yaitu *fly ash* atau limbah abu batubara. Pada penelitian (Herjuna, 2011) menunjukkan bahwa penggunaan limbah abu batubara sebagai pupuk organik berpengaruh nyata untuk memperbaiki sifat kimia tanah dan berpengaruh pada pertumbuhan tinggi tanaman sengon. Prospek pemanfaatan bahan limbah abu batubara sebagai pupuk sangat baik dalam memberikan kontribusi untuk peningkatan kualitas tanah dan tanaman (Herjuna, 2011).

Alternatif yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan faba yaitu dapat dilakukan sebagai pengembalian lahan sesuai dengan rona awal untuk mempercepat pertumbuhan tanaman revegetasi di lahan pasca tambang (Drastinawati dkk., 2016). Dampak dari kegiatan penambangan adalah terjadi perubahan bentuk permukaan lahan yang menjadi lubang-lubang bekas tambang dengan kemiringan lereng yang terjal dan dasar galian menjadi tidak teratur (Swara dkk., 2020). Penggunaan faba sendiri dapat meningkatkan kandungan pH tanah mineral di lahan bekas tambang batubara (Iskandar dkk., 2008). Karakteristik limbah abu batubara yang dihasilkan adanya proses bergerak sebagai partikel tersuspensi dan gas pembakaran. Berdasarkan PP No 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup pada, pasal 459 ayat 3 huruf c menyatakan bahwa *fly ash* masuk dalam kategori limbah non B3 yang dapat difungsikan sebagai bahan konstruksi dan lainnya. Hasil pengujian pada karakter limbah abu batubara yang dilakukan oleh KemenLHK bahwa limbah abu batubara masuk dalam kategori tidak mudah meledak. Pada pengujian yang dilakukan dengan pembakaran suhu diatas 140° F. menurut (Priatmadi dkk., 2014) hasil analisis TCLP bahwa limbah abu batubara mempunyai kandungan logam berat tergolong rendah dan tidak melebihi ambang batas. Tujuan yang dilakukan pada penelitian ini untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan limbah abu batubara sebagai bahan media tanam dalam melakukan pertumbuhan tanaman sengon.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2021 sampai dengan Maret 2022 di Telaga Batu Arang Sangatta Utara, Kutai Timur. Alat-alat yang digunakan yaitu : cangkul, sekop, plastik sampel, sepatu *safety*, helm, *polybag*, dan kamera. Bahan-bahan yang digunakan, tanaman sengon, media pembibitan

(tanah *topsoil*, kohe dan limbah abu batubara), dan air. Komposisi penggunaan limbah abu batubara yaitu dengan kapasitas 1kg/*polybag* dengan 10 perlakuan komposisi, seperti pada **Tabel 1**. Penelitian dilaksanakan dengan kualitatif yang menggunakan metode studi pustaka. Data yang digunakan menggunakan pengumpulan data dari literasi pada jurnal dan buku yang berhubungan dengan penelitian yang dibahas. Pada penelitian juga perlu dilakukan metode analisis deskriptif yang akan menghasilkan keterangan serta gambaran dalam melakukan pemanfaatan limbah abu batubara flyash dengan tanah lahan reklamasi untuk media pembibitan tanaman. Dalam pengambilan sampel tanah *topsoil* dan limbah abu batubara dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* dilakukan pada penelitian karena dalam pengambilan sampel yang dilakukan berdasarkan karakteristik yang telah ditentukan sesuai dengan tujuan dan masalah pada penelitian (Susila, 2018). Sampel tanah *topsoil* dan limbah abu batubara dilakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui kandungan kimia pada tiap sampel yang digunakan.

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan pertama yaitu tahap persiapan yang merupakan dari pekerjaan yang dilaksanakan sebelum tahap pergi ke lapangan data pengambilan sampel. Persiapan yang dilakukan yaitu pengumpulan studi pustaka untuk mengetahui dan mendapatkan informasi yang berhubungan dengan topik penelitian. Pengumpulan data sekunder juga dilaksanakan untuk mendukung data yang dibutuhkan dan persiapan alat dan perlengkapan. Tahap pelaksanaan lapangan dilakukan dengan pengambilan sampel tanah, kohe dan limbah abu batubara dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Pengambilan sampel dilakukan dengan komposisi 1000 gram dengan tanah *topsoil*, kohe dan limbah abu batubara hasil pembakaran PLTU sebagai media pembibitan di *polybag*. Tanaman uji coba sengon di evaluasi dalam pengukuran tinggi dan diameter tanaman. Tinggi dan diameter batang dilakukan pengukuran selama 30 hari. Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam penambahan komposisi bahan limbah abu batubara adalah nilai pH tanah, kandungan hara, serta faktor penghambat tumbuh.

**Tabel 1.** Komposisi Tanah dan Limbah Abu Batubara (total 1kg/*polybag*)

No	Perlakuan	Tanah	Faba (Limbah Abu Batubara)	Kohe (Kotoran Hewan)
1	T1F0K0 Rasio: (1:0:0)	1000	0	0
2	T0F1K0 Rasio: (0:1:0)	0	1000	0
3	T0F0K1 Rasio: (0:0:1)	0	0	1000
4	T1F1K1 Rasio: (1:1:1)	333	333	333
5	T1F2K1 Rasio: (1:2:1)	250	500	250
6	T1F1K2 Rasio: (1:1:2)	250	250	500
7	T2F1K1 Rasio: (2:1:1)	500	250	250
8	T2F2K1 Rasio: (2:2:1)	400	400	200
9	T2F1K2 Rasio: (2:1:2)	400	200	400
10	T1F2K2 Rasio: (1:2:2)	200	400	400

Keterangan: T : Tanah

F: Faba (Limbah Abu Batubara)

K: Kohe (Kotoran Hewan)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji laboratorium limbah abu batubara dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia limbah abu batubara, apakah masuk dalam kategori limbah B3 atau tidak. Dengan melakukan uji laboratorium,

hasil dapat dianalisis untuk dibandingkan dengan baku mutu menurut Peraturan Pemerintah No 85 tahun 1999 dan Peraturan Pemerintah No 18 tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yang terdapat pada **Tabel 2** (Wardhani dkk., 2012) dan **Tabel 3** hasil uji laboratorium peneliti. Dari hasil analisis beberapa parameter melebihi batas baku mutu yaitu, tembaga (Cu) dan timbal (Pb). Hal ini menunjukkan bahwa limbah abu batubara masuk dalam kategori B3, dengan kadar Cu dan Pb yang melebihi batas baku mutu, hal ini dapat menyebabkan gejala toksifitansi pada tanaman. Sifat kimia dan kesuburan tanah dianalisis untuk mengetahui tingkat kesuburan pada tanah. Beberapa sifat kimia yang ditetapkan untuk status kesuburan tanah dengan parameter kation (KTK), kejenuhan basa (KB), kandungan karbon (C) organik, kandungan P-tersedia dan K-tersedia serta kemasaman (pH) tanah. Hasil analisis tanah yang dilakukan uji laboratorium pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Flyash yang Digunakan Pada Penelitian

No	Jenis Analisis	Satuan	Hasil	Baku Mutu	Kriteria
1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,061	-	-
2	CaO	%	0,253	-	Tinggi
3	MgO	%	0,021	-	Sangat Rendah
4	Na <sub>2</sub> O	%	1,652	-	-
5	K <sub>2</sub> O Total	%	0,006	-	Sangat Rendah
6	pH ; H <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 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: Wardhani dkk. (2012)

**Tabel 3.** Hasil Analisis Flyash yang Digunakan Pada Penelitian

No	Jenis Analisis	Satuan	Hasil
1	C-organik	%	2,61
2	N total	%	0,38
3	Mg	%	4,53
4	Fe	ppm	13,96
5	Cu	ppm	1,54

**Tabel 4.** Hasil Analisis Kesuburan Tanah

No	Parameter	Hasil	Status
1	KTK (me/100g)	19,46	Rendah
2	KB (%)	17,78	Rendah
3	C-Organik (%)	1,82	Rendah
4	P-tersedia (mg/100g)	37,43	Rendah
5	K-tersedia (mg/100g)	0,12	Rendah
6	pH	5,20	Rendah

Sumber: Basuki (2009)

**Tabel 5.** Hasil Analisis Kesuburan Tanah

No	Parameter	Hasil
1	C-organik (%)	1,17
2	N-total (%)	0,07
3	K	87,60
4	Mg (%)	0,05
5	pH (%)	4,71

Kesuburan tanah adalah gambaran mengenai status ketersediaan unsur hara dalam tanah secara berimbang untuk memenuhi kebutuhan pada tanaman (Pinatih dkk., 2015). Hasil penelitian melakukan evaluasi pengaruh terhadap pemanfaatan limbah abu batubara atau faba terhadap kandungan hara pada tanah. Pemberian bahan limbah abu batubara cukup berpengaruh dalam meningkatkan kandungan hara pada tanah. Pengaruh penggunaan limbah abu batubara pada tanah dapat meningkatkan nilai pH pada tanah yang disebabkan pada limbah abu batubara. Pengaruh pemanfaatan limbah abu batubara pada pertumbuhan tanaman dilakukan evaluasi dalam hal tinggi tanaman, dan diameter batang. Tanaman yang dilakukan uji coba yaitu jenis tanaman sengon yang sering digunakan oleh perusahaan pertambangan dalam melakukan tahap reklamasi kegiatan revegetasi. Tanaman revegetasi yang bagus dalam beradaptasi terhadap lingkungan yang ditempati adalah jenis sengon (Diah, 2017). Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam penambahan komposisi bahan limbah abu batubara adalah nilai pH tanah, kandungan hara, serta faktor penghambat tumbuh. Hubungan dengan pH, ketersediaan hara menunjukkan bahwa pH dan ketersediaan hara mempunyai hubungan yang positif terhadap dengan tinggi dan diameter tanaman. Reaksi tanah (pH) berhubungan positif serta nyata untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter, terutama pada kaitannya dengan ketersediaan unsur hara tertentu.

Hasil percobaan penggunaan limbah abu batubara sebagai media tanam selama 30 hari, didapatkan bahwa bibit tanaman masih belum memenuhi kriteria bibit siap tanam. Bibit tanaman yang dilakukan percobaan masih belum memenuhi kriteria tinggi dan diameter bibit yang baik. Namun penggunaan limbah abu batubara tidak menimbulkan masalah pada pertumbuhan bibit tanaman selama 30 hari. Kondisi bibit tanaman tetap hidup tidak mengalami kematian atau mengalami kekeringan. Hasil tinggi dan diameter pada bibit tanaman dengan menggunakan media tanah *topsoil* dan limbah abu batubara dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Hasil Pertumbuhan Bibit Tanaman 30 Hari

No	Tinggi Bibit (cm)	Diameter Batang Bibit (mm)
1	39	3,02
2	37	2,9
3	24	3,22
4	25	3,8
5	33	3,52
6	25	3,16
7	33	3,82
8	35	3,72
9	34	3,9
10	28	3,09

## KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah abu batubara sebagai bahan tambahan media tanaman reklamasi yaitu sebagai alternatif bahan daur ulang yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan bagi peningkatan kualitas tanah. Selain itu limbah abu batubara juga dapat difungsikan dalam memperbaiki kualitas tanah pada lahan reklamasi pasca tambang. Bahan limbah abu batubara juga menjadi salah satu penanganan lingkungan untuk dapat dimanfaatkan dalam keperluan bahan bangunan teknik sipil. Namun bahan limbah abu batubara untuk digunakan secara umum oleh masyarakat belum dapat dilakukan secara optimal karena kandungan pada limbah abu batubara masih perlu adanya kontrol sebelum dimanfaatkan. Dengan adanya kendala penyimpanan atau penempatan limbah abu batubara perlu adanya pemanfaatan yang bersih dan aman. Karakteristik limbah abu batubara sendiri beberapa unsur kimia masih tergolong tinggi oleh karena itu penggunaan limbah abu batubara dapat digunakan untuk menjadi bahan tambahan pada komposisi media tanam serta untuk perbaikan tanah di lahan reklamasi pasca tambang. Keuntungan penggunaan faba sendiri yaitu mengurangi biaya perusahaan untuk menyimpan limbah limbah abu batubara, mengurangi dampak lingkungan akibat menyimpan limbah abu batubara yang tidak dimanfaatkan, memperbaiki sifat tanah terutama dapat meningkatkan pH dan tambahan hara pada tanah serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman reklamasi.

Penelitian uji coba pemanfaatan limbah abu batubara sebagai media tanaman sengon yang dilakukan masih belum memenuhi kriteria tinggi dan diameter tanaman siap tanam. Saran yang bisa dilakukan oleh peneliti selanjutnya bisa melakukan perawatan bibit tanaman dengan jangka waktu lebih dari 30 hari. Pada saat perawatan tanaman juga sangat penting untuk memperhatikan penyiraman secukupnya, jika tanaman terkena hujan maka tidak diperlukan penyiraman kembali. Pengujian kandungan hara pada media tanaman juga sangat perlu diperhatikan agar tanaman tidak mendapatkan unsur hara yang berlebih ataupun kekurangan unsur hara.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta atas fasilitas yang telah bekerja sama dalam penyelesaian penelitian ini serta dari berbagai pihak yang telah membantu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H., Jamaluddin, J., Arif, M., & Amiruddin, A. (2019). Analisa Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Tenaga Uap Di Pltu. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 14(01), 2024–2028.  
<https://doi.org/10.47398/iltek.v14i01.362>
- Arifin, B. (2009). Penggunaan Abu Batu Bara PLTU MPANAU Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung. *SMARTek*, 7(4), 220.
- Basuki. (2009). Evaluasi status kesuburan tanah podsolik merah kuning pada beberapa desa di Kabupaten Kota Waringin Barat, Kalimantan Tengah. *Jurnal AGRIPeAT*, 10(2), 87–93.
- Drastinawati, Syafridiman, & Hasibuan, S. (2016). Pengaruh Amelioran Formulasi terhadap Kualitas Tanah dan Air Kolam Gambut. *April*, 26–31.  
<https://media.neliti.com/media/publications/189506-ID-pengaruh-amelioran-formulasi-terhadap-ku.pdf>
- Herjuna, S. (2011). Pemanfaatan Bahan Humat dan Abu Terbang Untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang. *Thesis*, 26–31.
- Iskandar. (2008). *PEMANFAATAN BAHAN AMELIORAN ABU TERBANG PADA LINGKUNGAN TANAH GAMBUT: PELEPASAN HARA MAKRO*.  
[https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/59708/ART2008\\_SWD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/59708/ART2008_SWD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lestiani, D. D., Muhayatun, & Adventini, N. (2010). Karakteristik Unsur pada Abu Dasar dan Abu Terbang Batu Bara Menggunakan Analisis Aktivasi Neutron Instrumental. *Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 11(1), 27–34.
- Nurhayati, C., & Susanto, T. (2019). Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Bahan Pada Unit Pengolahan Air Gambut. 26(2), 95–106.
- Pinatih, I. D. A. S. P., Kusmiyarti, T. B., & Susila, K. D. (2015). Evaluasi status kesuburan tanah pada lahan pertanian di kecamatan denpasar selatan. *Agroteknologi Tropika*, 4(4), 282–292.  
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>
- Prakoso, B. A., Rostyaningsih, D., Marom, A., Publik, J. A., Diponegoro, U., Profesor, J., Soedarto, H., & Dampak, E. (2016). EVALUASI DAMPAK PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP ( PLTU ) TANJUNG JATI B di DESA TUBANAN KECAMATAN KEMBANG KABUPATEN JEPARA. *Juournal of Public Policy and Management Review*, 5(2), 1–14. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jppmr/article/view/10898>
- Priatmadi, Bambang Joko. Saiddy, Akhmad Rizalli . Septiana, M. (2014). Pengaruh abu batubara terhadap perbaikan sifat kimia tanah di kalimantan selatan. 14(2), 1–6.
- Rr Diah Nugraheni Setyowati, D. (2017). *Studi pemilihan tanaman revegetasi untuk keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang*. 14–20.
- Susila, I. W. (2018). Teknik pengambilan sampel purposive. *Jurnal Alfabeta*, 1, 49–53.
- Swara, N. A., Santoso, D. H., & Muryani, E. (2020). Evaluasi Kemampuan Lahan untuk Budidaya Holtikultura Pada Lahan Bekas Penambangan Batuan di Balerante, Kemalang, Klaten. *Geomedia*, 18(1), 60–67.
- Wardhani, E., Sutisna, M., & Dewi, A. (2012a). Evaluasi Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Batubara Sebagai Campuran Media Tanam Pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*). *Jurnal Itenas Rekayasa*, 16(1), 218821.

- Wardhani, E., Sutisna, M., & Dewi, A. (2012b). Evaluasi Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Batubara Sebagai Campuran Media Tanam Pada Tanaman Tomat (Sola Wardhani, E., Sutisna, M., & Dewi, A. (2012). Evaluasi Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Batubara Sebagai Campuran Media Tanam Pada Tanaman Tomat (Sol. *Jurnal Itenas Rekayasa*, 16(1), 218821.
- Winarno, H., Muhammad, D., & Wibowo, Y. G. (2019). Pemanfaatan Limbah Fly Ash Dan Bottom Ash Dari Pltu Sumsel-5 Sebagai Bahan Utama Pembuatan Paving Block. *Jurnal Teknik*, 11(1), 1067. <https://doi.org/10.30736/jt.v11i1.288>