

Pemanfaatan *Sludge Ash Pond* PT Cirebon Electrical Power (CEP) sebagai Bahan Bakar Alternatif

Utilizations of Sludge Ash Pond PT Cirebon Electrical Power (CEP) as Alternative Fuel

Ilham Satria Raditya Putra^a, Agik Dwika Putra^a, Rochim B Cahyono^{b*}

^a PT Cirebon Electric Power, Jl. Raya Cirebon – Tegal Km. 8,5, Cirebon, Jawa Barat 45181, Indonesia

^bDepartment of Chemical Engineering, Universitas Gadjah Mada. Jl Grafika No. 2 Kampus UGM, 55281 Yogyakarta, Indonesia

Artikel histori :

Diterima 8 Juni 2023
Diterima dalam revisi 21 Juni 2023
Diterima 21 Juni 2023
Online 3 Juni 2023

ABSTRAK: Sebagai salah satu PLTU yang menggunakan batubara sebagai sumber energi, PT Cirebon Electric Power (PT CEP) berkomitmen untuk mengatasi permasalahan limbah dengan prinsip 3R. *Sludge ash ponds* yang merupakan limbah proses produksi memiliki potensi untuk substitusi bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan *sludge ash ponds* dengan target parameter berupa nilai kalor. Berdasarkan proximate analysis, *sludge ash pond* hanya mempunyai nilai kalor cukup rendah, berkisar 210 kkal/kg. Hal tersebut menyebabkan *sludge ash pond* tidak menguntungkan untuk dijadikan bahan bakar secara langsung. Agar pemanfaatan lebih efisien, maka dilakukan proses pirolisis untuk menaikkan nilai kalor yang ada dan didapatkan sebesar 700 – 870 kkal/kg. Agar sesuai dengan standar minimum alternatif bahan bakar dengan nilai kalor sebesar 4500 kkal/kg, dilakukan blending dengan bahan bakar yang tersedia di industri. Hasil blending dengan menggunakan batubara menunjukkan jika semakin tinggi kandungan batubara yang digunakan jelas meningkatkan nilai kalor produk briket campuran. Dengan memperhatikan standar nilai kalor, terlihat campuran komposisi 20/80 berpotensi untuk digunakan, dimana nilai kalornya berkisar 4600 kkal/kg. Hasil blending menggunakan char pirolisis *sludge ash pond* tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada peningkatan nilai kalor dari produk, misalnya pada perbandingan 40/60, selisih antara kedua bahan hanya 210 kkal/kg. Oleh karena itu, pretreatment pirolisis pada *sludge ash pond* tidak memberikan dampak yang signifikan dibandingkan dengan energi yang dikeluarkan untuk menjalankan proses tersebut.

Kata Kunci: Sludge ash pond; bahan bakar alternatif; briket

ABSTRACT: As one of the power plants that uses coal as an energy source, PT Cirebon Electric Power (PT CEP) is committed to addressing waste problems with the 3R principle. Sludge ash ponds which is waste of the process production has the potential for alternative fuel. This study aims to evaluate the utilization of sludge ash ponds with the main target parameter in the form of calorific value. Based on proximate analysis, sludge pond ash only had a low heating value, around 210 kcal/kg, thus unbeneficial to be used as fuel directly. In order to make efficient utilization, a pyrolysis process was carried out to increase the existing heating value and was obtained at 700 – 870 kcal/kg. Generally, the standard of alternative fuel had minimum heating value of 4500 kcal/kg, therefore the blending process was carried out based on the fuel availability in the industrial site. The results of blending using coal showed that the high heating value of mixed briquette product was achieved at elevated more coal content used. By paying attention to the standard heating value, the ratio composition of ash pond to coal, 20/80 satisfy for utilization, where the heating value was around 4600 kcal/kg. The blending proses using pyrolysis char of ash pond showed un significant effect on the increasing of heating value, for example in a 40/60 ratio, the difference between the two types materials was only 210 kcal/kg. Therefore, pyrolysis pretreatment of sludge ash pond had insignificant impact compared to the energy expended to run the process.

Keywords: Sludge ash pond; alternative fuel; briquettes

* Corresponding Author

Email address: rochimbakti@ugm.ac.id

1. Pendahuluan

Dengan target capaian *Nationally determined contributions (NDC)*, Indonesia memaksa setiap produsen listrik untuk lebih ramah lingkungan terutama terkait dengan buangan emisi udaranya (Reyseliani et al, 2022). Selain zat buang emisi, pemerintah semakin ketat dalam penerapan baku mutu lingkungan dan dorongan yang sangat kuat untuk melakukan *in situ reuse* maupun *recycle* sehingga terjadi minimasi limbah yang ada (Faradila & Aqilla, 2022).

Sebagai salah satu PLTU yang menggunakan batubara sebagai sumber energi, PT Cirebon Electric Power (PT CEP) yang saat ini mempunyai kapasitas design 660 MW, mempunyai tantangan yang besar untuk memanfaatkan produk samping berupa *Fly Ash dan Bottom Ash (FABA)*. Secara umum, komposisi pembakaran batubara menghasilkan 80 - 90 % fly ash (FA) dan 10 - 20 % bottom ash (BA) (Chu et al, 1978; Wang & Sweigard, 1996). Menurut SNI 03-6414-2002, *fly ash (FA)* merupakan limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanik. FA bervariasi mulai yang lebih kecil dari 1 μm (micrometer) sampai yang lebih besar dari 100 μm (beberapa literatur menyebutkan ukuran 0.5 μm – 300 μm), sebagian besar partikel berukuran < 20 μm (Badan Standarisasi Nasional, 2002; Dirgantara & Karelius, 2019). Umumnya hanya sekitar 10 % sampai 30 % ukuran partikel *fly ash* lebih besar dari 50 μm (Senapati, 2011). Dengan karakteristik tersebut, FABA membutuhkan pengolahan lebih lanjut agar tidak mencemari udara.

Pada saat ini, FABA yang dihasilkan akan disimpan terlebih dahulu sebelum diangkut menuju pihak pengelola. Salah satu metode pembuangan FABA melalui “*wet disposal*” dengan melakukan *landfilling* pada *ash pond*. *Ash pond* ini berfungsi sebagai area *landfill* basah untuk mencegah debu terbang ke udara (Lokeshappa & Dikshit, 2011; Isemin et al, 2017). Akan tetapi volume *ash pond* yang sangat banyak juga menimbulkan masalah baru, karena membutuhkan banyak ruang untuk menampungnya. Hal tersebut membutuhkan tempat yang sangat luas untuk tempat penimbunan *ash pond* yang pada akhirnya juga biaya pengolahan lebih lanjut.

Sesuai dengan regulasi yang ada, *ash pond* ini masih dikategorikan sebagai limbah B3 sehingga seluruh aktivitas pemanfaatan limbah ini harus mengantongi izin dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Hal tersebut menyulitkan PLTU maupun pihak yang ingin memanfaatkan akibat regulasi limbah B3 yang menyebabkan pembengkakan biaya pemanfaatan. Untuk menghindari hal tersebut dan juga mewujudkan industri yang ramah lingkungan, penyelesaian terkait dengan *ash pond* tersebut mutlak untuk diusulkan.

Ash pond tersebut perlu dimanfaatkan kembali menjadi bahan yang berguna sehingga volume tumpukan dapat berkurang. Diperlukan inovasi untuk memberi nilai tambah (*add value*), *ash pond* ini menjadi bahan yang bisa dimanfaatkan kembali baik sebagai produk samping yang dapat dimanfaatkan pada internal perusahaan atau masyarakat. Sludge ini berpotensi untuk diolah menjadi pelet bahan bakar melalui metode pengeringan dengan suhu

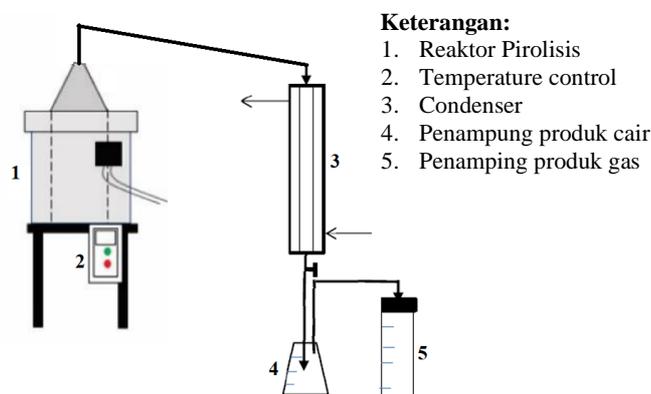
tinggi (Asof, 2022). Dengan kandungan awal yang ada, FABA ini mempunyai nilai kalor yang berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi briket bahan bakar alternatif (Afandi & Delly, 2018). Dengan menjadikan sebagai bahan bakar alternatif, limbah *ash pond* FABA ini akan dapat menggantikan sejumlah batubara yang digunakan dalam PLTU.

Pada penelitian ini akan dievaluasi metode yang optimal untuk memanfaatkan *ash pond* FABA ini menjadi briket bahan bakar alternatif. Proses optimasi yang akan mengacu pada standar SNI untuk briket biomassa dan juga parameter kompleksitas proses yang dibutuhkan. Selain itu pemanfaatan pelet bahan bakar dari sludge ini juga tetap perlu mempertimbangkan PP No 22 tahun 2021, karena sludge ash pond masih dikategorikan sebagai Limbah Berbahaya dan Beracun (LB3). Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi awal terkait potensi inovasi pemanfaatan *ash pond* menjadi pelet bahan bakar alternatif tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan peralatan

Sludge ash pond yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. Cirebon Electric Power (CEP) yang berasal dari proses *wet scrubbing*. Material yang ada dikeringkan dalam udara terbuka sebelum digunakan dalam penelitian. Sebagai alternative kandidat bahan campuran briket, PT CEP juga mengirimkan beberapa bahan seperti *bottom ash, fly ash, batubara* untuk digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Rangkaian alat pirolisis

Untuk menghilangkan *volatile matter* dan meningkatkan nilai kalor, bahan *sludge ash pond* yang ada dipirolisis menggunakan rangkaian peralatan sebagaimana tersaji pada Gambar 1. Peralatan tersebut dilengkapi dengan pemanas listrik dan pengendali suhu untuk menjamin proses pirolisis berjalan baik pada kondisi yang diinginkan. Campuran *volatile matter* yang dihasilkan dipisahkan dengan prinsip kondensasi sehingga diperoleh produk gas dan cairan secara terpisah.

2.2 Prosedur penelitian

Sebagai tahap awal, setiap bahan yang ada dilakukan analisis proximate dengan menggunakan *bomb calorimeter* untuk mengevaluasi kandungan *fixed carbon, volatile matter, ash* dan juga nilai kalornya.

Pirolisis *sludge ash pond* dilakukan dalam lingkungan tanpa oksigen dan suhu 450°C selama 60 menit. Hasil padatan yang ada kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan analisis proximate. Formulasi komposisi briket dioptimasi berdasarkan hasil analisis *proximate* dari setiap bahan yang tersedia.

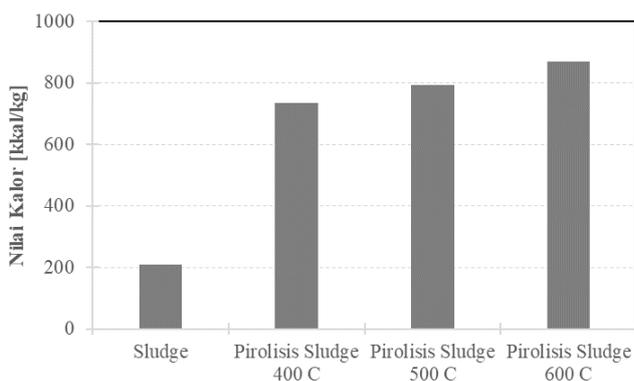
3. Hasil dan Pembahasan

Dengan target pemanfaatan berupa sumber energi, Tabel 1 menyajikan hasil *proximate* analisis dari *sludge ash pond* awal dan produk padatan hasil pirolisis pada berbagai suhu.

Tabel 1. Hasil analisis proximate untuk sludge dan produk padat pirolisis sludge

Sampel	Proximate analysis [%dry basis]		
	Fixed Karbon	Volatile Matter	Abu
Sludge	6,41	37,49	56,02
Pirolisis 400°C	5,21	14,53	80,25
Pirolisis 500°C	5,56	8,16	86,27
Pirolisis 600°C	6,22	2,67	91,11

Secara umum, kandungan karbon yang akan memberikan kontribusi terbesar untuk produksi energi dari suatu sumber energi (Hernowo et al, 2017; Setyoningrum et al, 2018). Terlihat bahwa pirolisis berhasil meningkatkan kandungan karbon yang ada pada bahan sehingga akan berdampak pada peningkatan nilai kalor. Semakin tinggi suhu pirolisis menyebabkan proses penghilangan bahan pengotor semakin baik sehingga akan dihasilkan kandungan karbon yang semakin tinggi pada suhu yang lebih tinggi. Peningkatan nilai kalor dari bahan baku *sludge ash pond* dan juga hasil pirolisisnya tersaji pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Nilai kalor *sludge* dan pirolisis *sludge* pada berbagai variasi suhu percobaan

Tersaji dengan jelas bahwa proses pirolisis jelas berhasil meningkatkan nilai kalor secara signifikan. Hal ini sejalan dengan data kandungan karbon pada Tabel 1 yaitu semakin tinggi suhu pirolisis maka semakin tinggi pula kandungan karbon yang berdampak langsung pada kenaikan nilai kalor. Dengan nilai kalor yang sangat rendah, berkisar 210 kkal/kg, menyebabkan bahan *sludge ash pond* tidak menguntungkan untuk dijadikan bahan bakar secara

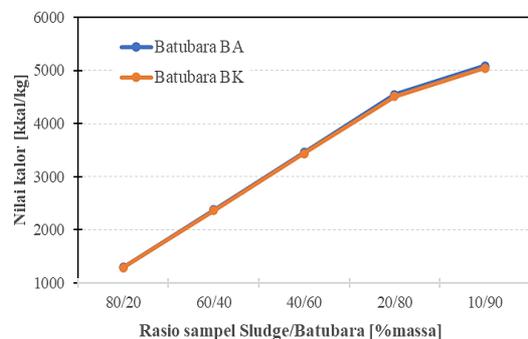
langsung di Industri. Rendahnya nilai kalor akan menyebabkan jumlah massa bahan yang sangat besar untuk menghasilkan jumlah energi yang diinginkan sehingga sulit dihandle oleh peralatan *furnace* yang digunakan (Gani et al, 2005; Wang et al, 2016). Agar pemanfaatan *sludge ash pond* lebih efisien, maka dilakukan proses pirolisis untuk menaikkan nilai kalor yang ada. Dengan kisaran nilai kalor yang didapatkan sebesar 700 – 870 kkal/kg, char hasil pirolisis berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada proses yang ada. Material tersebut dapat digunakan langsung atau dilakukan *blending*/pencampuran dengan bahan bakar yang tersedia agar memiliki nilai kalor yang tidak jauh berbeda. Dengan kondisi *furnace* yang sudah terbangun dan beroperasi, kondisi ini sangat penting agar *input rate* dari bahan bakar dapat sesuai dengan volume ruang bakar yang ada (Soncini et al, 2013).

Agar mudah dan efektif, bahan yang akan digunakan sebagai *blending* harus sudah tersedia di area produksi PT, CEP. Tabel 2 menyajikan kandidat beberapa bahan yang tersedia dengan hasil analisis proximate dan nilai kalor yang dimiliki.

Tabel 2. Hasil analisis proximate dan nilai kalor kandidat campuran produk briket

Sampel	Proximate analysis [%dry basis]			Nilai kalor [kkal/kg]
	Fixed Karbon	Volatile Matter	Abu	
Bottom ash	8,30	4,34	87,35	957,79
Fly ash	0,73	0,86	98,41	114,15
Batubara BA	56,06	40,49	3,42	5625,65
Batubara BK	57,26	37,29	5,42	5579,42

Dari berbagai kandidat yang ada, jenis batubara yang selama ini digunakan pada *furnace* memiliki peluang yang sangat baik karena tingginya nilai kalor yang dimiliki. Dengan melakukan *blending* dengan *sludge ash pond* maka jumlah batubara yang digunakan dapat berkurang dan secara langsung akan mengurangi jumlah emisi CO₂ yang ada. Selain itu, metode ini juga dapat menyelesaikan permasalahan tumpukan limbah dan memanfaatkannya kembali/recycle pada proses produksi yang ada.

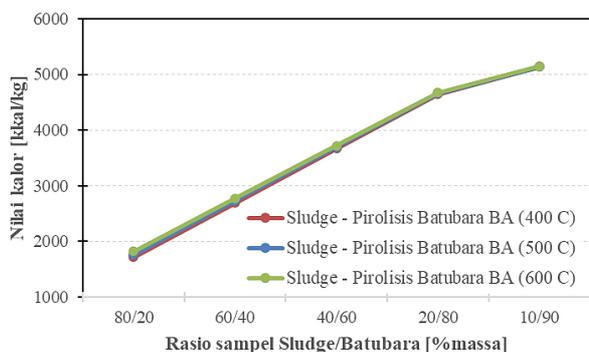


Gambar 3. Pengaruh komposisi dan jenis batubara pada nilai kalor campuran produk briket

Untuk mendapatkan komposisi campuran yang sesuai, dilakukan formulasi ratio antara *sludge ash pond* dengan batubara baik jenis BA maupun BK sebagaimana tersaji pada Gambar 3.

Formulasi campuran tersebut dilakukan dengan target nilai kalor yang sesuai atau dapat digunakan pada pembakaran di furnace. Secara umum, *furnace* di industri PLTU dapat menggunakan *low grade coal* (*sub-bituminous* atau *brown coal*) yang memiliki nilai kalor berkisar 4500 kkal/kg (Sheng et al, 2005). Gambar 3 menunjukkan jika semakin tinggi kandungan batubara yang digunakan jelas meningkatkan nilai kalor briket campuran yang didapat. Batubara baik jenis BA maupun BK mempunyai garis yang berimpit dikarenakan miripnya nilai kalor yang dimiliki oleh kedua jenis batubara tersebut seperti tersaji pada Tabel 2 diatas. Dengan memperhatikan standar nilai kalor *brown coal* yang sering digunakan di industri PLTU terlihat campuran komposisi 20/80 berpotensi untuk digunakan.

Sedangkan Gambar 4 menyajikan dampak dari *pretreatment* pirolisis *sludge ash pond* terhadap capaian nilai kalor pada campuran menggunakan batubara BA pada berbagai suhu yang digunakan.



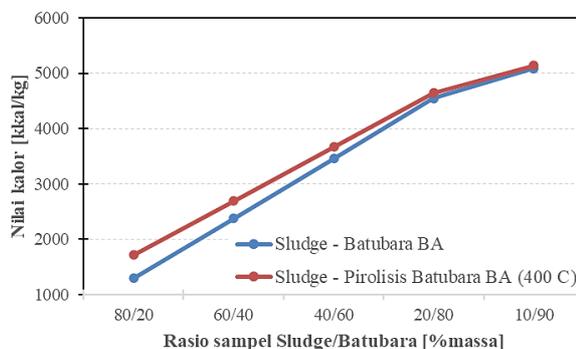
Gambar 4. Pengaruh suhu pirolisis batubara pada nilai kalor campuran produk briket

Terlihat sekilas jika suhu pirolisis yang digunakan kurang memberikan dampak signifikan terhadap nilai kalor campuran yang ada karena garis yang hampir berimpit antara ketiga suhu yang dicoba. Hal ini konsisten dengan data yang diperoleh pada Tabel 1 dimana hasil analisis *proximate* dan nilai kalor tidak jauh berbeda, Kondisi tersebut ditambah dengan tingginya nilai kalor dari batubara jenis BA yang digunakan sebagai bahan pencampur sehingga semakin memperkecil dampak dari pirolisis yang ada.

Untuk mengevaluasi efektifitas proses *pretreatment* pirolisis pada *sludge ash pond*, dilakukan perbandingan jenis bahan campuran tanpa pirolisis dan dengan pirolisis sebagaimana tersaji pada Gambar 5. Secara umum, campuran sludge dengan char pirolisis mempunyai nilai kalor yang lebih tinggi pada rasio sampel komposisi yang sama. Hal ini jelas terjadi karena memang *char sludge* mempunyai nilai kalor yang lebih tinggi daripada bahan sludge awal.

Gambar 5 memberikan informasi yang penting karena ternyata *pretreatment* pirolisis tidak memberikan dampak

yang signifikan pada nilai kalor campuran/blending. Pada perbandingan 40/60 misalnya, selisih antara kedua bahan tersebut hanya berkisar 210 kkal/kg dan terus mengecil dengan kenaikan kandungan batubara yang digunakan. Oleh karena itu, *pretreatment* pirolisis pada *sludge ash pond* sebelum digunakan sebagai bahan bakar tidak memberikan dampak yang signifikan dibandingkan dengan energi yang dikeluarkan untuk menjalankan proses tersebut.



Gambar 5. Pengaruh proses pirolisis batubara pada nilai kalor campuran produk briket

4. Kesimpulan

Keberadaan limbah *sludge ash pond* mendorong PT, CEP untuk melakukan evaluasi pemanfaatan bahan tersebut sebagai briket bahan bakar alternatif. Berdasarkan *proximate analysis*, *sludge ash pond* hanya mempunyai nilai kalor cukup rendah, berkisar 210 kkal/kg dan proses pirolisis dapat menaikkan nilai kalor sebesar 700 – 870 kkal/kg. Proses blending dengan rasio komposisi sludge ash pond terhadap batubara sebesar 20/80 menghasilkan produk briket sesuai standar dengan nilai kalor berkisar 4600 kkal/kg. Hasil perbandingan proses blending antara *sludge ash pond* dan char pirolisis sludge mengkonfirmasi jika *pretreatment* pirolisis pada *sludge ash pond* tidak memberikan dampak yang signifikan.

Daftar Pustaka

- Afandi, S., & Delly, J. (2018). Pengaruh Pemanfaatan Faba (Fly Ash And Bottom Ash) Terhadap Laju Perpindahan Panas Pada Tungku Arang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 3(1), 1-12.
- Asof, M., Arita, S., Luthfia, L., Andalia, W., & Naswir, M. (2022). Analisis karakteristik dan potensi logam pada limbah padat fly ash dan bottom ash di PLTU industri pupuk. *Jurnal Teknik Kimia*, 28(1), 44-50.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-6414-2002 Pengertian dan Manfaat Fly Ash, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Chu, T. Y. J., Ruane, R. J., & Krenkel, P. A. (1978). Characterization and reuse of ash pond effluents in coal-fired power plants. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 2494-2508.
- Dirgantara, M., Kristian, N., & Karelius, K. (2019). Evaluasi Prediksi Nilai Higher Heating Value (HHV) Biomassa

- Berdasarkan Analisis Ultimate: Evaluation of Prediction Higher Heating Value (HHV) of Biomass-Based on Ultimate Analysis. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 1(2), 107-113.
- Faradila, N., & Aqilla, D. S. (2022). Good Environmental Governance Mainstreaming in Preparation for the Implementation of Carbon Trading in Indonesia. *The Indonesian Journal of International Clinical Legal Education*, 4(4).
- Gani, A., Morishita, K., Nishikawa, K., & Naruse, I. (2005). Characteristics of co-combustion of low-rank coal with biomass. *Energy & Fuels*, 19(4), 1652-1659.
- Hernowo, P., Astuti, N., Prabowo, M. A., & Sutoyo, Y. (2017). Pengukuran nilai kalor biomasa bahan baku biofuel. *Jurnal Teknologi* Vol, 6(2).
- Isemin, R., Mikhalev, A., Klimov, D., Grammelis, P., Margaritis, N., Kourkoumpas, D. S., & Zaichenko, V. (2017). Torrefaction and combustion of pellets made of a mixture of coal sludge and straw. *Fuel*, 210, 859-865.
- Lokeshappa, B., & Dikshit, A. K. (2011). Disposal and management of flyash. *International Conference on Life Science and Technology* (Vol. 3, pp. 11-14).
- Reyseliani, N., Hidayatno, A., & Purwanto, W. W. (2022). Implication of the Paris agreement target on Indonesia electricity sector transition to 2050 using TIMES model. *Energy Policy*, 169, 113184.
- Senapati, M. R. (2011). Fly ash from thermal power plants—waste management and overview. *Current science*, 1791-1794.
- Setyoningrum, T. M., Setiawan, A., & Pamungkas, G. (2018). Pembuatan karbon aktif dari hasil pirolisis ban bekas. *Eksergi*, 15(2), 54-58.
- Sheng, C., & Azevedo, J. L. T. (2005). Estimating the higher heating value of biomass fuels from basic analysis data. *Biomass and bioenergy*, 28(5), 499-507.
- Soncini, R. M., Means, N. C., & Weiland, N. T. (2013). Co-pyrolysis of low rank coals and biomass: Product distributions. *Fuel*, 112, 74-82.
- Wang, D., & Sweigard, R. J. (1996). Characterisation of fly ash and bottom ash from a coal-fired power plant. *International Journal Of Surface Mining And Reclamation*, 10(4), 181-186.
- Wang, G., Zhang, J., Shao, J., Liu, Z., Zhang, G., Xu, T., ... & Lin, H. (2016). Thermal behavior and kinetic analysis of co-combustion of waste biomass/low rank coal blends. *Energy Conversion and Management*, 124, 414-426.