



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 7 Nomor 2 (2022)



SINTA Accreditation Number
28/E/KPT/2019

Blending Batubara Dengan Limbah Biomassa Tongkol Jagung Untuk Mengurangi Ketergantungan Sumber Energi Tidak Terbarukan

(Coal Blending With Biomass Waste Corncob To Reduce The Dependence On Non-Renewable Energy Resource)

Syukrika Putri^{1*}, Takdir Syarif^{1,2}, Andi Aladin^{1,2}

¹Program Magister Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Makassar & 90232, Indonesia

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia, Makassar & 90232, Indonesia

Inti Sari

Cadangan batubara sebagai sumber energi tidak terbarukan semakin menipis. Untuk mengurangi laju pemakaian bahan bakar batubara maka dilakukan penelitian blending batubara dengan sumber energi terbarukan berupa biomassa seperti tongkol jagung. Dalam penelitian ini diamati pengaruh rasio tongkol jagung terhadap batubara untuk mendapatkan kualitas campuran bahan bakar terbaik yang memenuhi syarat untuk diaplikasikan pada industri dan pembangkit listrik. Parameter kualitas campuran batubara dan tongkol jagung yang diamati adalah nilai kalor dan kadar sulfur. Bahan bakar batubara yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai kalor 8403 cal/gram dan kadar sulfur 0.71%. Sedangkan tongkol jagung memiliki nilai kalor 3409.64 cal/gram dan kadar sulfur 0.14%. Dari penelitian ini diperoleh pencampuran terbaik dengan rasio tongkol jagung terhadap batubara sebesar 75% yang memberikan nilai kalor 4741.54 cal/gram dan kadar sulfur 0.26%. Kualitas pencampuran batubara dan tongkol jagung ini memenuhi syarat untuk diaplikasikan pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pemanfaatan hasil pencampuran bahan bakar ini dapat mengurangi laju pemakaian batubara sebanyak 75%.

Kata Kunci: Batubara; jagung; blending

Key Words : Coal; corncob; blending

Abstract

Coal reserves as a non-renewable energy resource are running low. To reduce the coal consumption, the present study carried out blending of coal and renewable energy resource from biomass such as corncob. In this study, we observed the effect of blending ratios of corncob to coal in order to establish the recommended blending ratio that meets the requirement of the industry and power plant. The quality parameters observed from the mixture of coal and corncob were calorific value and sulfur content. The coal used in this research has the heating value of 8403 cal / gram and the sulfur content of 0.71%. Meanwhile, the corncob has the calorific value of 3409.64 cal / gram and the sulfur content of 0.14%. The results showed that the best blending ratio of corncob to coal was 75%.

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan UripSumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Phone Number

+62 852 5560 3559
+62 823 4988 0792

Corresponding Author

syukrikaputri@gmail.com



Journal History

Paper received : 02 Maret 2021
Received in revised : 25 September 2022
Accepted : 30 November 2022

which has the calorific value of 4741.54 cal / gram and the sulfur content of 0.26%. The quality of this typical blending ratio meets the requirements of electrical steam power plant application. The utilization of this blending product can reduce the rate of coal consumption by 75%.

PENDAHULUAN

Energi memiliki peran besar dalam menopang perekonomian nasional. Seiring dengan semakin meningkatnya pembangunan khususnya di sektor listrik, industri dan transportasi, maka konsumsi energi juga terus mengalami peningkatan. Saat ini sumber utama pemenuhan kebutuhan energi masih bergantung pada sumberdaya energi fosil seperti minyak bumi, gas dan batubara.

Penggunaan batubara dalam sektor listrik dan industri cukup mendominasi. Sebesar 62,0% kapasitas terpasang pembangkit listrik nasional pada tahun 2020 dihasilkan dari PLT batubara. Sementara penggunaan batubara dalam sektor industri mencapai 39,4% yang kebanyakan digunakan pada industri semen, tekstil, kertas dan industri lainnya [1].

Batubara (*coal*) adalah sedimen batuan organik dari fosil-fosil tumbuhan yang terbentuk dalam jangka waktu sangat lama, puluhan hingga ratusan juta tahun, dengan komposisi utama karbon, hidrogen dan oksigen yang membuatnya mudah terbakar. Selain tersusun dari senyawa organik, batubara juga memiliki senyawa-senyawa anorganik khususnya unsur mineral yang berasal dari lempung, pasir kuarsa, batu kapur dan lainnya yang menentukan mutu batubara. Baiknya kualitas batubara dapat dilihat dari besarnya komposisi karbon dan hidrogennya serta kecilnya komposisi oksigen dan moisturnya [2].

Namun kelemahan batubara adalah sifatnya yang tidak terbarukan sehingga keberadaannya suatu saat akan habis.

Karenanya muncul berbagai dorongan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi tidak terbarukan khususnya batubara. Saat ini pemerintah tengah berupaya untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan sebagai upaya untuk menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Upaya ini dijamin dalam PP No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional yang menargetkan bauran energi baru dan terbarukan minimal 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 [3].

Salah satu hal yang dapat mendukung realisasi target pemerintah adalah dengan meningkatkan

penggunaan biomassa. Biomassa dapat menjadi bahan bakar campuran batubara dalam proses *co-firing*, yaitu proses pembakaran yang melibatkan dua jenis bahan. Salah satu metode *co-firing* yang paling mudah digunakan adalah *direct co-firing* yaitu pembakaran dengan kondisi bahan bakar batubara dan biomassa yang diumpangkan ke boiler sudah dalam keadaan tercampur. Pada *direct co-firing* meniscayakan proses pencampuran awal batu bara dan biomassa sebelum pembakaran atau dikenal juga dengan istilah *blending*.

Limbah biomassa merupakan alternatif yang bisa digunakan dalam *blending* batubara. Karena keberadaannya sebagai limbah masih kurang mendapatkan perhatian serius sehingga dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Disamping itu penggunaan limbah biomassa dalam *blending* batubara dapat meningkatkan nilai ekonomis limbah tersebut.

Keunggulan lain dari biomassa sebagai bahan bakar adalah biomassa lebih ramah lingkungan karena mengandung lebih sedikit sulfur dibanding batubara. Pada umumnya biomassa pangan sering digunakan untuk menghasilkan energi, contohnya seperti jerami, gandum, tandan kosong sawit, batang tebu, dan lain-lain. Selain itu dapat juga menggunakan limbah hasil hutan dan tanaman yang diperuntukkan khusus sebagai sumber energi.

Indonesia memiliki kekayaan biomassa yang beragam. Salah satu limbah biomassa yang berpotensi sebagai sumber energi adalah limbah tongkol jagung. Sulawesi Selatan adalah salah satu wilayah penghasil jagung terbesar di Indonesia. Produksi jagung Sulawesi Selatan Pada tahun 2015 mencapai 1.528.413 ton yang berasal dari lahan pertanian seluas 295.115 ha [4].

Tongkol jagung adalah bagian dari limbah tanaman jagung yang biasa dikenal dengan nama biomassa jagung. Proporsi tongkol jagung adalah 20% dari limbah jagung.

Dari analisis ultimat tongkol jagung dapat dilihat bahwa karbon (C) adalah komposisi utama tongkol jagung dengan persentase karbon 47.60%. Tongkol jagung juga memiliki kadar nitrogen dan

sulfur yang rendah, di bawah 1% [5]. Kadar nitrogen dan sulfur yang rendah dalam bahan baku dapat berkontribusi positif terhadap keberlanjutan lingkungan karena dapat mereduksi persentase nitrogen dioksida (NO^2) dan sulfur dioksida (SO^2) dalam proses pembakaran.

Atas dasar itu penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh rasio pencampuran tongkol jagung dalam batubara untuk mendapatkan kualitas campuran bahan bakar terbaik yang memenuhi syarat untuk diaplikasikan di industri seperti PLTU.

METODE PENELITIAN

Metode blending dalam penelitian ini adalah metode pencampuran seara manual dimana batubara dan tongkol jagung dihaluskan lalu keduanya dimasukkan dalam suatu wadah tertutup untuk dilakukan proses homogenisasi dengan pengocokan.

Adapun prosedur kerja blending batubara dan biomassa tongkol jagung dijelaskan sebagai berikut:

1. Preparasi Bahan Baku

Untuk bahan baku tongkol jagung dalam penelitian ini dikumpulkan sebanyak 5 Kg dari Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan.

Tongkol jagung dikeringkan di bawah sinar matahari selama 6 jam perhari selama 3 hari. Untuk memastikan kandungan air maka dilakukan pengovenan hingga dicapai berat konstan.

Tongkol jagung digerus hingga lolos pada ayakan 70 mesh. Selanjutnya tongkol jagung yang sudah halus disimpan dalam plastik seal yang kedap udara.

Bahan baku batubara yang didapatkan dari PT. Geoservices Samarinda Kalimantan Timur telah tersedia dalam bentuk halus berukuran 100 mesh. Batubara yang sudah halus disimpan dalam plastik seal yang kedap udara.

2. Analisis

Dalam penelitian ini digunakan dua jenis analisis yaitu analisis nilai kalor dan analisis kadar sulfur. Rasio tongkol jagung (TJ) terhadap batubara (BB) dalam campuran adalah 33.3, 57.1, 75, dan 88.9 (% massa). Untuk homogenisasi maka sampel yang sudah dicampur sesuai rasio dikocok dalam wadah tertutup hingga homogen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Rasio Pencampuran Terhadap Nilai Kalor

Dalam penelitian ini didapatkan nilai kalor batubara adalah 8.404 cal/gram sedangkan nilai kalor tongkol jagung adalah 3.049,64 cal/gram.

Rendahnya nilai kalor tongkol jagung disebabkan karena pada umumnya biomassa memiliki *fixed carbon* yang lebih rendah dari batubara. Dalam sebuah penelitian dilakukan analisis proximate terhadap tongkol jagung, batang jagung dan serbuk gergaji. Didapatkan nilai *fixed carbon* dari tongkol jagung, batang jagung dan serbuk gergaji secara berturut-turut sebesar 15.9%, 15.6%, 18.5% [6]. *Fixed carbon* telah diketahui berperan utama dalam menentukan nilai kalor.

Adapun batubara secara umum memiliki nilai kalor yang lebih baik dari biomassa karena kandungan *fixed carbon*nya lebih tinggi daripada biomassa.

Untuk batubara lignit dengan *fixed carbon* 36.3-50% memiliki nilai kalor 6329.42-7571.42 kcal/kg; batubara bituminous dengan *fixed carbon* 54.8-55.8% memiliki nilai kalor 4753.03-8693.99 kcal/kg; dan antrasit dengan *fixed carbon* 80.3-86.8% memiliki nilai kalor 7308.68-8646.22 kcal/kg [7].

Tabel 1. Pengaruh Rasio Pencampuran Terhadap Nilai Kalor

TJ (%)	BB (%)	Nilai Kalor (Cal/gram)
0	100	8403
33,3	66,7	5892.59
57,1	42,9	5108.01
75	25	4741.54
88,9	11,1	4112.97
100	0	3409.64

Sedangkan batubara dari dalam penelitian ini memiliki *fixed carbon* sebesar 67.2% dengan *gross calorific value* sebesar 8403 cal/gram. Penambahan tongkol jagung dengan rasio 33.3%-88.9% menghasilkan campuran batubara dan tongkol jagung dengan nilai kalor antara 5892.59-4112.97 cal/gram.

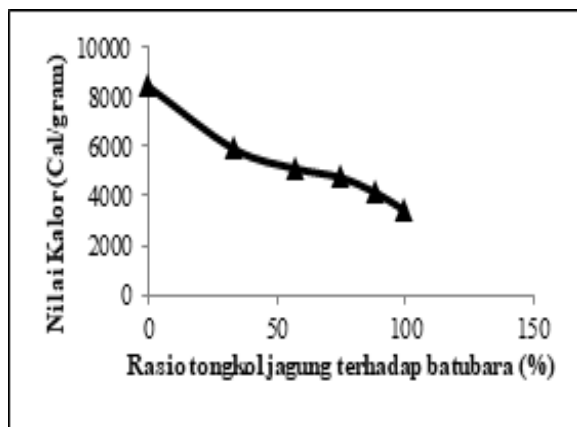
Dalam penelitian ini hubungan antara nilai kalor campuran dan rasio tongkol jagung terhadap batubara dapat didekati dengan persamaan polynomial orde tiga berikut:

$$Q_{\text{campuran}} = -0,01.\%TJ^3 + 1,71.\%TJ^2 - 122,17.\%TJ + 8406,81 \dots\dots\dots(1)$$

Dengan koefisien korelasi $R^2 = 1$

Jika dilihat dari nilai kalor, hasil dari blending batubara dengan biomassa tongkol jagung di atas memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan bakar dalam PLTU, terlebih saat ini telah banyak dibangun pembangkit listrik dengan bahan bakar batubara berkalori rendah berkisar antara 4000 kal/g (*as received*) [8].

Beberapa contoh PLTU dengan bahan bakar berkalori rendah diantaranya PLTU Paiton unit 3 yang beroperasi pada 18 maret 2012 berbahan bakar batubara dengan nilai kalor 4500 kcal/kg; PLTU Cirebon yang beroperasi pada 27 Juli 2012 menggunakan batubara jenis sub-bituminus dengan nilai kalor ± 4500 kcal/kg (*as received*) [9]; PLTU Pelabuhan Ratu menggunakan batubara berkalori 4.296 kcal/kg [10].



Gambar 1. Pengaruh Rasio Terhadap Nilai Kalor

Keberadaan PLTU yang beroperasi dengan nilai kalor bahan bakar yang lebih rendah memungkinkan pemakaian bahan bakar campuran batubara dan biomassa dengan rasio biomassa yang lebih banyak. Sebagaimana terlihat pada gambar 1 nilai kalor sebesar 4741.54 cal/gram dapat dicapai dengan rasio tongkol jagung terhadap batubara sebanyak 75%.

Rasio tongkol jagung yang digunakan bisa lebih besar lagi jika tongkol jagung dapat ditingkatkan kualitasnya dengan pirolisis. Karena itu perlu adanya penelitian lanjutan untuk melihat rasio pencampuran batubara dengan menggunakan tongkol jagung hasil pirolisis.

Pirolisis menghasilkan material dengan kadar karbon padat yang lebih tinggi. Sebagai upaya untuk meningkatkan penggunaan biomassa sebagai sumber energi, maka tengah gencar dilakukan perbaikan kualitas biomassa, salah satu upaya yang populer adalah melalui pirolisis [11]. Terlebih Reaktor pirolisis mudah dirancang dan tidak membutuhkan perawatan yang besar. Sistem reaktor tidak membutuhkan komponen rumit [12].

Dengan menggunakan rancangan reaktor yang baik misalnya dengan menambahkan aliran nitrogen (N_2) selama proses pirolisis, kualitas produk padat (*charcoal*) yang dihasilkan memiliki peningkatan yaitu *fixed carbon* meningkat sebesar 3% dan nilai kalornya meningkat sebesar 4% dibandingkan dengan produk pirolisis tanpa aliran nitrogen. Produk lainnya berupa asap cair juga mengalami peningkatan [13]. Pirolisis tongkol jagung menghasilkan produk samping berupa asap cair grade 3 yang dapat langsung digunakan sebagai pestisida dan dapat dioleh lebih lanjut untuk meningkatkan kualitasnya [14].

Pengaruh Rasio Pencampuran Terhadap Kadar Sulfur

Dalam penelitian ini didapatkan kandungan sulfur tongkol jagung sebesar 0,14%. Sementara untuk batubara memiliki kandungan sulfur yang cukup tinggi yaitu 0,71%.

PLTU Suralaya beroperasi dengan batubara yang memiliki kandungan sulfur rata-rata 0,4% namun masih ditoleransi hingga 0,9% [15]. Namun demikian, studi SO_2 yang pada tahun 1999 mengungkapkan bahwa batubara dengan kandungan sulfur diatas 0,44% dan O_2 3% akan memproduksi polusi SO_2 yang melebihi batas aman baku mutu lingkungan[16]. Maka Jika misalnya suatu PLTU mensyaratkan 0,4% untuk kadar sulfur maka batubara dalam penelitian ini perlu untuk diturunkan kadar sulfurnya setidaknya sebesar 38% untuk memenuhi standar PLTU.

Tabel 2. Pengaruh Rasio Pencampuran Terhadap Nilai Kalor

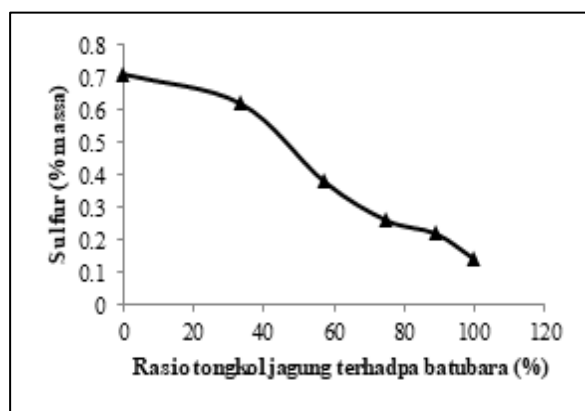
TJ	BB	Kadar Sulfur (%)
0	100	0.71
33,3	66,7	0.62
57,1	42,9	0.38
75	25	0.26
88,9	11,1	0.22
100	0	0.14

Penambahan tongkol jagung dapat menurunkan kadar sulfur secara signifikan hingga 69% pada penambahan 88.9% tongkol jagung yaitu dengan kadar sulfur campuran sebesar 0,22%. Namun demikian kadar sulfur pada penambahan 57.1% tongkol jagung sebesar 0.38% sudah termasuk baik untuk standar PLTU.

Dalam penelitian ini hubungan antara kadar sulfur campuran dan rasio tongkol jagung terhadap batubara dapat didekati dengan persamaan polynomial orde tiga berikut:

$$S_{\text{campuran}} = 1E-6.\%TJ^3 - 2E-4.\%TJ^2 + 0,001.\%TJ + 0,713 \dots\dots\dots(2)$$

dengan koefisien korelasi $R^2 = 0,99$

**Gambar 2.** Pengaruh Rasio Terhadap Nilai Kalor

Alamiahnya biomassa mengandung sulfur, nitrogen, dan klorin dengan jumlah sangat kecil yang tergantung pada sumber bahan biomasa yang digunakan [17].

Dalam beberapa penelitian terlihat kadar sulfur tongkol jagung juga dapat bervariasi mulai dari 0.69,

0.1 dan 0.2 [18][19]. Variasi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perbedaan spesies jagung yang digunakan, kondisi cuaca yang berbeda di mana jagung ditanam dan perbedaan jenis tanah tempat jagung dibudidayakan [18].

Jika suatu PLTU mensyaratkan kadar sulfur maksimal 0,4% maka rasio tongkol jagung yang harus ditambahkan minimal 60% sebagaimana terlihat di gambar 2 kurva tongkol jagung dan arang tongkol jagung pada kadar sulfur 0,4% berpotongan di titik 60%.

KESIMPULAN

Bahan bakar campuran dengan rasio tongkol jagung terhadap batubara sebanyak 75% menghasilkan nilai kalor sebesar 4741.54 cal/gram dimana nilai tersebut sesuai untuk PLTU-PLTU generasi baru yang menggunakan boiler superkritikal. Dengan rasio tongkol jagung 75% kadar sulfur yang dihasilkan dalam campuran cukup rendah yaitu 0.26%. Penggunaan biomassa tongkol jagung sebagai campuran batubara dapat mengurangi ketergantungan terhadap batubara dan memiliki dampak lingkungan yang baik karena dapat menurunkan kadar sulfur dalam bahan bakar sehingga mereduksi kadar SO_2 dalam pembakaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dihaturkan kepada Direktur DRPM Ristek Dikti yang telah memberikan dukungan sarana dan prasarana penelitian melalui proyek Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) yang dilaksanakan oleh tim peneliti dosen UMI Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] DEN, "Neraca Energi Nasional 2019," 2020.
- [2] S. Hasan, A. Aladin, T. Syarif, and M. Arman, "Pengaruh Penambahan Gas Nitrogen Terhadap Kualitas Charcoal Yang Diproduksi Secara Pirolysis Dari Limbah Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Ulin (Euxideroxylon Zwageri)," *J. Chem. Process Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 61–68, 2020, doi: 10.33536/jcpe.v5i1.472.
- [3] Dewan Energi Nasional, "Outlook Energi Indonesia 2019," 2019.

- [4] BPS, "Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan," 2015. <https://sulsel.bps.go.id/indicator/53/1272/1/jagung.html>
- [5] B. Sudarmanta, "Variasi Rasio Gasifying Agent -Biomassa Terhadap Karakterisasi Gasifikasi Tongkol Jagung pada reaktor downdraft," no. May 2010, 2016.
- [6] X. Liu, Y. Zhang, Z. Li, R. Feng, and Y. Zhang, "Characterization of corncob-derived biochar and pyrolysis kinetics in comparison with corn stalk and sawdust," *Bioresour. Technol.*, vol. 170, pp. 76–82, 2014, doi: 10.1016/j.biortech.2014.07.077.
- [7] S. M. Gouws, M. Carrier, J. R. Bunt, and H. W. J. P. Neomagus, "Co-pyrolysis of coal and raw/torrefied biomass: A review on chemistry, kinetics and implementation," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 135, no. March 2020, p. 110189, 2021, doi: 10.1016/j.rser.2020.110189.
- [8] S. Suprpto, "Blending Batubara untuk pembangkit listrik - studi kasus PLTU Suralaya unit 1 - 4," *J. Teknol. Miner. dan batubara*, vol. Vol. 5, no. 13, pp. 31–39, 2009.
- [9] S. Murti *et al.*, *PLTU Batubara Superkritikal Yang Efisien*. 2015. [Online]. Available: www.bppt.go.id
- [10] M. F. Ilham and S. W. A. Suedy, "Effect of Cofiring Using Sawdust on Steam Coal Power Plant Heat Rate Value," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 2, pp. 121–127, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13828.
- [11] M. Syamsiro, "Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Padat Biomassa Dengan Proses Densifikasi Dan Torrefaksi," *J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 1, no. 1, pp. 7–13, 2016.
- [12] A. Aladin, R. S. Alwi, and T. Syarif, "Design of pyrolysis reactor for production of bio-oil and bio-char simultaneously," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1840, pp. 1–5, 2017, doi: 10.1063/1.4982340.
- [13] A. Aladin, B. Modding, T. Syarif, and F. C. Dewi, "Effect of nitrogen gas flowing continuously into the pyrolysis reactor for simultaneous production of charcoal and liquid smoke," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1763, no. 1, p. 012020, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1763/1/012020.
- [14] A. Aladin, S. Yani, B. Modding, and L. Wiyani, "Pyrolysis of Corncob Waste to Produce Liquid Smoke," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 175, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/175/1/012020.
- [15] D. Lestari, M. A. Asy'ari, and R. Hidayatullah, "Geokimia batubara untuk beberapa industri," *J. POROS Tek.*, vol. 8, no. 1, pp. 48–54, 2016, [Online]. Available: <http://ejurnal.poliban.ac.id/index.php/porosteknik/article/view/381>
- [16] C. Cahyadi, "Strategi Menurunkan Emisi So 2 Pada Pltu Batubara," *J. Ilm. Teknol. Energi*, vol. 1, no. 2, pp. 41–53, 2006.
- [17] W. A. Sa'adah, "Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan Serbuk Kayu Mahoni sebahai Bahan Baku Biopellet," Institut Pertanian Bogor, 2014.
- [18] A. Shariff, N. S. M. Aziz, N. I. Ismail, and N. Abdullah, "Corn cob as a potential feedstock for slow pyrolysis of biomass," *J. Phys. Sci.*, vol. 27, no. 2, pp. 123–137, 2016, doi: 10.21315/jps2016.27.2.9.
- [19] M. Trninić, L. Wang, G. Várhegyi, M. Grønli, and Ø. Skreiberg, "Kinetics of corncob pyrolysis," *Energy and Fuels*, vol. 26, no. 4, pp. 2005–2013, 2012, doi: 10.1021/ef3002668.