Jurnal Pengabdian Masyarakat

https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/abdialkimia
Vol. 2 No. 2 (Mei 2026)

ABDI Al-Kimia

Submitted: 15-03-2026 | Accepted: 30-05-2026 | Published: 30-06-2026

Analisis Proksimat Batu Bara Melalui Penentuan Kadar *Moisture*, *Ash Content* dan *Volatile Matter* pada Sampel Batu Bara

Aisah Azzahra[1*], Maswati Baharuddin[1]

[1] Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar, Indonesia

*Corresponding author: aisahazzahra10@gmail.com

Abstract

Coal remains the backbone of primary energy and industrial raw materials in Indonesia, making quality control through laboratory testing an uncompromising necessity. This study aims to examine the application of proximate analysis of coal using the gravimetric method to determine inherent moisture, ash content, and volatile matter in ten coal samples categorized as Reference Material (RM) and General Analysis (GA). Testing was conducted through gradual heating at 105°C for moisture, 800°C for ash content, and 950°C for volatile matter, based on the mass difference before and after thermal treatment. The results showed variations in inherent moisture between 3.35% and 24.54%, ash content between 3.24% and 6.47%, and volatile matter between 37.60% and 78.39%. Most of the tested samples had ash contents above the ideal 4% tolerance, potentially causing slagging risks in industrial combustion equipment. This study confirms that conventional gravimetry remains highly accurate and relevant as a reliable quality control instrument for coal analysis.

Keywords: *proximate analysis, coal, gravimetry, ash content, volatile matter.*

Abstrak

Batu bara masih menjadi tulang punggung energi primer dan bahan baku industri di Indonesia, sehingga pengendalian mutunya melalui pengujian laboratorium menjadi kebutuhan yang tidak dapat ditawar. Penelitian ini bertujuan mengkaji penerapan analisis proksimat batu bara dengan metode gravimetri untuk menentukan kadar air bawaan (*inherent moisture*), kadar abu (*ash content*), dan kadar zat terbang (*volatile matter*) pada sepuluh sampel batu bara kategori *Reference Material* (RM) dan *General Analysis* (GA). Pengujian dilakukan melalui pemanasan bertingkat pada suhu 105°C untuk *moisture*, 800°C untuk *ash content*, dan 950°C untuk *volatile matter*, dengan prinsip dasar berupa penimbangan selisih massa sebelum dan sesudah perlakuan termal. Hasil pengujian menunjukkan variasi kadar air bawaan antara 3,35% hingga 24,54%, kadar abu antara 3,24% hingga 6,47%, dan kadar zat terbang antara 37,60% hingga 78,39%. Sebagian besar sampel yang diuji memiliki kadar abu di atas ambang toleransi ideal 4% sehingga berpotensi menimbulkan risiko *slagging* pada peralatan pembakaran industri. Penelitian ini menegaskan bahwa metode gravimetri konvensional tetap relevan dan akurat sebagai instrumen utama dalam pengendalian mutu batu bara.

Kata Kunci: analisis proksimat, batu bara, gravimetri, kadar abu, zat terbang.

A. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal luas sebagai salah satu negara dengan cadangan batu bara terbesar di dunia sekaligus menjadi pemain utama dalam perdagangan ekspor komoditas tersebut. Posisi strategis ini menuntut adanya sistem pengendalian mutu yang ketat, mengingat batu bara berfungsi sebagai sumber energi primer bagi pembangkit listrik tenaga uap dan bahan baku penting bagi industri. Setiap *batch* batu bara yang diperdagangkan harus memenuhi spesifikasi teknis, sehingga keberadaan pengujian laboratorium independen menjadi pentingl (Utami, 2022).

Batu bara didefinisikan sebagai batuan sedimen organik yang terbentuk dari akumulasi sisa tumbuhan yang mengalami transformasi biokimia dan geokimia dalam rentang waktu geologi yang sangat panjang. Proses pembentukannya melalui dua fase utama, yaitu fase penggambutan yang melibatkan aktivitas mikroorganisme anaerobik dalam mendekomposisi materi vegetasi rawa, dan fase pembatubaraan yang mengubah gambut menjadi batuan padat akibat tekanan dan suhu tinggi selama jutaan tahun, disertai pelepasan unsur hidrogen dan oksigen secara bertahap (Yuwanto, 2024). Selama proses tersebut berlangsung, terjadi perubahan sifat fisik dan kimia batuan yang pada akhirnya menentukan tingkat kematangan atau *coal rank*, mulai dari lignit, sub-bituminus, bituminus, hingga antrasit (Salsabila, 2025).

Kadar air pada dasarnya terdiri atas dua jenis, yaitu air permukaan (*free moisture*) yang menempel akibat paparan curah hujan selama penumpukan material di area terbuka, dan air bawaan (*inherent moisture*) yang terperangkap dalam rongga kapiler mikroskopis batuan sejak fase pembentukan geologis (Nugroho dkk., 2025). Tingginya kadar air akan menurunkan nilai kalor karena sebagian energi pembakaran terserap untuk menguapkan kandungan air tersebut. Studi Anggreini dkk. (2021) membuktikan bahwa terdapat hubungan berbanding terbalik antara total kelembapan batuan dengan nilai kalor kotor, di mana setiap kenaikan satu persen kadar air berpotensi menurunkan nilai kalor hingga seratus kilokalori per kilogram.

Kadar abu merepresentasikan residu anorganik yang tersisa setelah proses pembakaran sempurna pada suhu tinggi, umumnya berupa oksida mineral stabil seperti silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan oksida besi (Fe_2O_3) yang berasal dari mineral tanah liat maupun sulfida seperti pirit (FeS_2) (Speight, 2015). Material sisa pembakaran ini tidak menyumbang energi apa pun pada sistem pemanas karena tidak mengandung unsur karbon yang dapat teroksidasi. Hunt (2020) mengklasifikasikan kadar abu batu bara menjadi empat kategori kualitas, yaitu sangat tinggi (15–20%), tinggi (10–15%), sedang (5–10%), dan rendah (di bawah 5%). Yuwanto (2024) menegaskan bahwa akumulasi kadar abu yang melampaui ambang batas 4% dapat memicu terbentuknya kerak padat atau *slagging* pada dinding pipa ketel uap, yang pada gilirannya menghambat laju perpindahan panas dan meningkatkan risiko kebocoran pipa akibat korosi suhu tinggi.

Zat terbang (*volatile matter*) mewakili kumpulan senyawa gas organik seperti metana (CH_4), hidrogen (H_2), dan karbon monoksida (CO) yang terperangkap di dalam matriks batuan dan dilepaskan melalui pemanasan tanpa paparan oksigen. Proporsi zat terbang menentukan tingkat kemudahan penyalaan bahan bakar pada fase awal pembakaran di dalam tungku (Hariyadi & Sastriawan, 2020). Namun demikian, kadar zat terbang yang terlampau tinggi juga meningkatkan risiko bahaya ledakan debu selama proses penggilingan material di fasilitas pengolahan. Karbon tertambat (*fixed carbon*), sebagai residu padat setelah penghilangan air, abu, dan zat terbang, merepresentasikan

proporsi karbon murni yang berperan sebagai sumber panas utama dan secara konsisten menunjukkan hubungan berbanding terbalik dengan kadar zat terbang (Speight, 2015).

Penelitian terdahulu telah mengkaji aspek analisis proksimat batu bara dari berbagai sudut pandang. Fatmawati (2020) berfokus pada penerapan metode gravimetri untuk mengukur parameter kualitas batu bara secara umum, namun belum mengaitkan hasil pengujian dengan implikasi operasionalnya pada peralatan industri secara spesifik. Nugroho dkk. (2025) mengkaji pengaruh lama penumpukan batu bara di *stockpile* terhadap kualitas proksimat, dan menemukan bahwa durasi penumpukan yang lebih lama cenderung menurunkan kadar air permukaan namun berpotensi meningkatkan oksidasi batuan. Adapun Nurlaili dan Wibowo (2025) membandingkan hasil analisis proksimat dengan nilai kalor dengan temuan bahwa nilai kalor berkorelasi kuat dengan kadar karbon tertambat dan berkorelasi negatif dengan kadar air.

Penelitian Robiansyah dkk. (2021) memberikan kontribusi penting dengan membandingkan metode gravimetri konvensional dan *Thermogravimetric Analysis* (TGA), yang menyimpulkan bahwa meskipun TGA menawarkan efisiensi waktu, metode gravimetri konvensional tetap unggul dari sisi akurasi apabila prosedur kerja dilaksanakan secara disiplin. Sementara itu, Pradana (2022) mengulas penerapan *quality control* batu bara pada sebuah laboratorium pengujian independen lainnya, namun kajian tersebut lebih menitikberatkan pada aspek manajerial dan alur kerja laboratorium ketimbang analisis mendalam terhadap pola hubungan antar-parameter proksimat itu sendiri. Kebaruan penelitian ini terletak pada upaya mengaitkan secara eksplisit variasi hasil proksimat dari sepuluh sampel batu bara dengan latar belakang berbeda yang diuji pada satu laboratorium inspeksi independen di kawasan timur Indonesia dengan implikasi teknis operasionalnya. Pendekatan ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai bagaimana data laboratorium rutin dapat diterjemahkan menjadi informasi yang bermakna bagi pengambilan keputusan teknis dan komersial oleh pengguna akhir batu bara, mencakup potensi risiko *slagging* pada peralatan *boiler*, risiko ledakan debu pada tahap penggilingan, serta konsekuensi ekonomis berupa penurunan nilai kalor.

Mutu batu bara secara konvensional dievaluasi melalui analisis proksimat, yakni pemisahan komponen menjadi kadar air (*moisture*), kadar abu (*ash content*), kadar zat terbang (*volatile matter*), dan karbon tertambat (*fixed carbon*). Keempat parameter ini menjadi indikator utama dalam menilai nilai kalor dan efisiensi pembakaran. Pemanfaatan sumber daya alam, termasuk batu bara, memiliki landasan nilai yang relevan dengan ajaran Islam sebagaimana termaktub dalam Al-Qur'an surah Al-Jatsiyah ayat 13:

وَسَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِى السَّمٰوٰتِ وَمَا فِى الْاَرْضِ جَمِيْعًا مِّنْهُۗ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ

Artinya: "Dan Dia menundukkan untukmu apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda bagi kaum yang berpikir." (QS. Al-Jatsiyah [45]: 13).

Menurut penafsiran M. Quraish Shihab (2002) dalam *Tafsir Al-Mishbah*, kata *sakhkhara* (menundukkan) bermakna bahwa Allah Swt. telah memfasilitasi dan menjadikan alam semesta termasuk energi fosil seperti batu bara yang tersimpan di dalam lapisan bumi siap untuk diteliti, diolah, dan dimanfaatkan oleh manusia. Namun, penundukan ini diakhiri dengan penekanan pada frasa "bagi kaum yang berpikir" (*yatafakkarun*). Hal ini mengandung pesan bahwa karunia tersebut tidak boleh dieksploitasi secara serampangan, melainkan harus dikelola secara bijaksana menggunakan ilmu pengetahuan, metode ilmiah yang terukur, dan kaidah yang dapat dipertanggungjawabkan.

Proses analisis proksimat di laboratorium untuk mengetahui kadar *moisture, ash content*, dan *volatile matter* merupakan wujud nyata dari upaya "berpikir" (*tafakkur*) tersebut. Pengujian laboratorium tidak hanya sebatas rutinitas teknis, melainkan manifestasi dari menjaga amanah Allah dalam mengelola sumber daya alam. Melalui keakuratan data dan kejujuran pelaporan hasil analisis kimia, pemanfaatan batu bara dapat dilakukan lebih efisien mencegah kerugian finansial akibat kualitas yang buruk, menghindari kerusakan alat industri (seperti bahaya *slagging* dan ledakan debu), serta meminimalkan residu limbah yang mencemari lingkungan. Dengan demikian, sains kimia bertindak sebagai alat ukur kepatuhan manusia dalam mengelola dan mensyukuri karunia alam demi kemaslahatan bersama secara berkelanjutan.

B. METODE PENGUJIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental laboratorium kuantitatif yang dilaksanakan di sebuah laboratorium pengujian kimia independen di wilayah Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan, pada periode Januari hingga Februari 2026. Peralatan utama yang digunakan dalam pengujian metode gravimetri ini meliputi tanur pembakaran (*muffle furnace*), neraca analitik digital dengan ketelitian hingga 0,0001 gram, oven pengering, krusibel silika bertutup, cawan porselen, dan desikator kedap udara. Adapun bahan uji yang dianalisis terdiri atas sepuluh sampel serbuk batu bara dan mencakup sampel kategori *Reference Material* (RM) maupun *General Analysis* (GA).

Tahap awal pengujian dimulai dengan proses ekuilibrasi terhadap sampel GA. Serbuk batu bara dihamparkan secara merata di atas nampan dan dibiarkan terpapar sirkulasi udara pada suhu ruangan selama minimal tiga jam hingga bobot serbuk mencapai titik keseimbangan yang konstan. Langkah ini sangat penting untuk menstabilkan kadar air internal material terhadap kondisi atmosferik laboratorium sebelum tahap analisis pemanasan dimulai.

Prosedur penentuan kadar air bawaan (*inherent moisture*) dilakukan dengan menimbang satu gram sampel, kemudian memanaskannya di dalam oven pengering bersuhu 105°C selama satu jam untuk memutus ikatan hidrogen molekul air kapiler tanpa mendekomposisi senyawa organik. Selanjutnya, penentuan kadar abu (*ash content*) dilakukan dengan menimbang satu gram sampel ke dalam cawan porselen terbuka, lalu dibakar di dalam tanur pembakaran yang suhunya dinaikkan secara bertahap hingga mencapai 800 °C dan dipertahankan selama empat jam agar seluruh unsur karbon teroksidasi sempurna. Penentuan kadar zat terbang (*volatile matter*) menerapkan prinsip pirolisis anaerobik. Sebanyak satu gram sampel dimasukkan ke dalam krusibel silika yang ditutup rapat untuk mencegah kontak oksigen, kemudian dipanaskan secara cepat di dalam tanur bersuhu 950 °C selama tepat tujuh menit. Pada setiap akhir proses pemanasan baik untuk uji kadar air, abu, maupun zat terbang sampel wajib didinginkan terlebih dahulu di dalam desikator bersilika gel guna mencegah penyerapan kembali uap air bebas dari udara sebelum dilakukan penimbangan akhir di neraca analitik. Seluruh data susut bobot dari kesepuluh sampel kemudian dihitung persentasenya dan dianalisis secara deskriptif.

Kadar air bawaan (*Inherent Moisture*) dan kadar abu (*Ash Content*) dihitung berdasarkan persentase hilangnya massa air setelah pemanasan:

$$\mathrm{Im} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (1)$$

dengan m_1 adalah massa wadah kosong (gram), m_2 adalah massa wadah dan sampel sebelum dipanaskan (gram), dan m_3 adalah massa wadah dan sampel setelah dipanaskan (gram).

Kadar zat terbang (*Volatile Matter*) dihitung berdasarkan total susut bobot setelah pirolisis dikurangi dengan persentase kadar air bawaan yang telah dihitung sebelumnya:

$$VM = \left(\frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\%\right) - IM \quad (2)$$

dengan m_1 adalah massa krusibel dan tutup kosong (gram), m_2 adalah massa krusibel, tutup, dan sampel sebelum dipanaskan (gram), dan m_3 adalah massa krusibel, tutup, dan sampel setelah dipanaskan (gram).

Kadar karbon tertambat (*Fixed Carbon*, *FC*) diperoleh secara matematis dari selisih total persentase dengan jumlah parameter proksimat lainnya:

$$FC = 100\% - (IM + Ash + VM) \quad (3)$$

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data proksimat pada penelitian ini diperoleh melalui perlakuan termal terkontrol dan penjagaan kondisi lingkungan pengujian yang konsisten. Pemanasan spesimen pada suhu 105°C bertujuan memberikan energi yang cukup untuk memutus ikatan hidrogen pada molekul air kapiler tanpa mendekomposisi senyawa organik padat, sehingga susut bobot murni mencerminkan kandungan air. Proses pengabuan menggunakan cawan terbuka pada suhu 800°C memungkinkan matriks batu bara teroksidasi sempurna menyisakan residu mineral anorganik, sedangkan penentuan zat terbang pada suhu 950°C menerapkan prinsip pirolisis anaerobik dalam wadah tertutup agar senyawa volatil menguap tanpa membakar karbon tertambat.

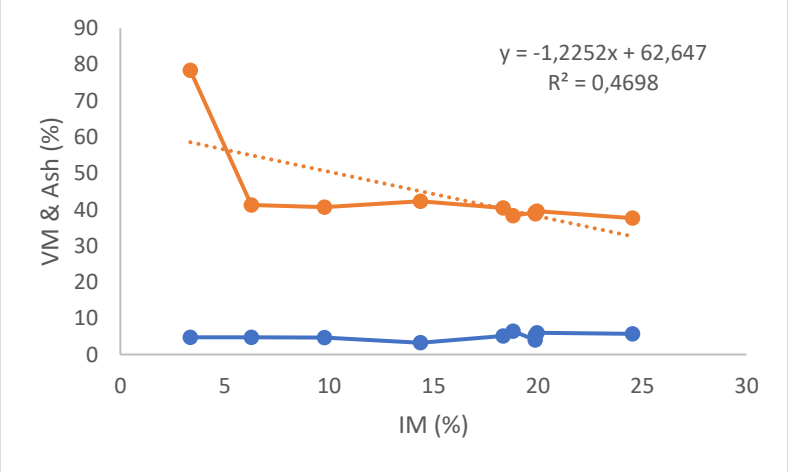
Tabel 1. Hasil Pengujian Proksimat Sepuluh Sampel Batu Bara (*Air Dried Basis*)

No	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)
1	24.54	5.70	37.60	32.16
2	19.87	4.02	39.16	36.95
3	18.34	5.15	40. 40	36.11
4	3.35	4.74	78.39	13.52
5	19.89	5.3	38.82	35.99
6	6.28	4.75	41.21	47.76
7	18.81	6.47	38.27	36.45
8	19.96	6.03	39.57	34.44
9	9.78	4.67	40.62	44.93
10	14.37	3.24	42.29	40.10

Berdasarkan hasil pengujian kadar air bawaan (*inherent moisture*) menunjukkan variasi yang cukup signifikan, terbentang dari 3,35% hingga 24,54%. Analisis terhadap data ini menunjukkan korelasi negatif yang kuat terhadap nilai kalor (CV). Sampel dengan kadar air terendah (6,28%) mampu menghasilkan nilai kalor hingga 6694 kcal/kg, sedangkan sampel

dengan kadar air tertinggi (24,54%) mengalami penurunan nilai kalor secara drastis hingga 4588 kcal/kg. Temuan ini secara langsung mengonfirmasi dan sejalan dengan studi terdahulu oleh Anggreini dkk. (2021) dan Nurlaili & Wibowo (2025), yang membuktikan bahwa terdapat hubungan berbanding terbalik antara total kelembapan dengan nilai kalor, di mana energi pembakaran terbuang dan terserap untuk menguapkan fase cair internal batuan.

Pada pengujian kadar abu (*ash content*), residu anorganik yang tersisa berkisar antara 3,24% hingga 6,47%. Secara teoretis, Speight (2015) menjelaskan bahwa residu ini umumnya berupa oksida mineral stabil seperti silika, alumina, dan oksida besi yang tidak menyumbang energi pemanas. Pengamatan lebih mendalam pada data menunjukkan bahwa sebagian besar sampel (seperti Sampel 1, 3, 5, 7, dan 8) telah melampaui ambang batas ideal operasional. Kondisi ini sangat relevan dengan teori yang dikemukakan oleh Yuwanto (2024), yang menegaskan bahwa akumulasi kadar abu melampaui batas 4% akan memicu terbentuknya kerak padat (*slagging*) pada dinding pipa ketel uap, sehingga menghambat laju perpindahan panas secara signifikan. Untuk mengevaluasi keterkaitan dinamis antar-parameter secara spesifik, data diplot menggunakan grafik *scatter* yang menampilkan hubungan antara kadar air bawaan (sebagai sumbu X) terhadap kadar abu dan zat terbang (sebagai sumbu Y).



Grafik 1. Grafik Korelasi antara Kadar Air Bawaan (IM) dengan Kadar Abu dan Zat Terbang pada Sampel Batu Bara

Grafik tersebut juga memperlihatkan fenomena berbanding terbalik (*inversely proportional*) antara kadar air dan zat terbang. Titik lonjakan tertinggi untuk zat terbang (mencapai 78,39%) terekam saat material batu bara berada pada kondisi paling kering (kadar air 3,35%), dan sebaliknya diikuti oleh penyusutan drastis pada parameter karbon tertambat (13,52%). Pola saling menekan ini selaras dengan prinsip dasar yang diutarakan Speight (2015) bahwa proporsi *volatile matter* secara konsisten akan menunjukkan hubungan berbanding terbalik dengan *fixed carbon*. Lebih lanjut, merujuk pada kajian Hariyadi & Sastriawan (2020), kandungan zat terbang yang sangat tinggi secara operasional menguntungkan untuk penyalaan awal (*ignition*), namun proporsi yang ekstrem justru menjadi faktor pemicu utama bahaya ledakan debu selama proses penggilingan di instalasi industri.

D. PENUTUP

Simpulan

Penerapan metode gravimetri konvensional terbukti akurat dan relevan dalam mengevaluasi kualitas batu bara melalui analisis proksimat. Hasil pengujian terhadap sepuluh sampel menunjukkan rentang variasi yang signifikan, dengan kadar air bawaan (*inherent moisture*) sebesar 3,35%–24,54%, kadar abu (*ash content*) 3,24%–6,47%, dan zat terbang (*volatile matter*) 37,60%–78,39%. Analisis korelasi membuktikan adanya hubungan linear yang moderat (R^2 = 0,4698) antar parameter, di mana kadar air berbanding terbalik secara konsisten dengan persentase zat terbang maupun nilai kalor bahan bakar. Variasi kualitas ini memengaruhi implikasi teknis secara langsung, yakni risiko pembentukan kerak (*slagging*) pada *boiler* akibat tingginya abu, dan bahaya ledakan debu akibat tingginya zat terbang. Akurasi pengujian ini sangat didukung oleh penerapan prosedur ekuilibrasi dan desikator yang ketat, meskipun durasi pemanasan bertahap yang cukup panjang menjadi faktor penghambat dalam efisiensi waktu penyelesaian analisis laboratorium

Saran

Berdasarkan evaluasi terhadap lamanya waktu yang dibutuhkan dalam metode gravimetri konvensional, disarankan bagi laboratorium pengujian untuk mulai mengintegrasikan instrumen otomatis seperti *Thermogravimetric Analysis* (TGA) guna mereduksi durasi pemanasan dan meminimalkan risiko kesalahan manusia (*human error*) saat memindahkan sampel uji. Selain itu, bagi pihak industri manufaktur dan pembangkit listrik, disarankan untuk melakukan pengawasan mutu yang lebih ketat pada tahap penerimaan bahan bakar (*receiving*), khususnya pada parameter kadar abu. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar jumlah sampel diperbanyak dan dikelompokkan berdasarkan variasi formasi geologis asalnya, sehingga diperoleh profil pemetaan mutu batu bara yang lebih representatif.

E. DAFTAR PUSTAKA

Al-Qur'anul Al-Karim Kementerian Agama Republik Indonesia.

Amin, M. R., & Sudiana, K. (2024). The Influence of Work Life Balance and Work Environment on Employee Job Satisfaction of PT. Sucofindo Makassar Branch. Jurnal Ekonomi, 13(3), 1471–1486.

Anggreini, D., Bahtiar, S., Widyawati, F., & Hidayat, S. (2021). Analisis Hubungan Kandungan Total Moisture, Total Sulphur dan Ash Content terhadap Gross Calorific Value pada Batubara. Jurnal Tambora, 5(3), 51–57.

Fatmawati, F. M. (2020). Analisis Parameter Kualitas Batubara Menggunakan Metode Gravimetri. Jurnal Teknik Pertambangan, 4(1), 338–346.

Gorewoda, T. (2025). Evaluasi Batas Toleransi Kesalahan Pengujian Laboratorium Batubara. Jurnal Standardisasi dan Mutu, 9(2), 70–82.

Hardiani, T., & Indah, M. (2024). Perancangan Sistem Presensi pada PT Sucofindo Cabang Makassar Menggunakan Metode Waterfall. Information System Journal, 7(2), 127–134.

Hariyadi, S., & Sastriawan, B. (2020). Kajian Analisis Kualitas Batubara PT Khotai Makmur Insan Abadi Site Separi 3 Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten

Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. Jurnal Geologi Pertambangan (JGP), 26(2), 39–51.

Hatigoran, G., Birowo, S., & Fa, L. B. (2024). Perancangan Materi Pembelajaran Uji Kadar Air dengan Metode Gravimetri Berbasis Android. Jurnal Informatika dan Bisnis, 13(2), 151–160.

Hunt, R. (2020). Coal Quality Classification and Its Industrial Implications. International Journal of Coal Science, dikutip dalam laporan pengujian mutu batu bara.

Muchijidin. (2006). Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Novizar, D., & Saryadi, S. (2019). Pengaruh Kompensasi dan Pelatihan terhadap Kinerja Karyawan Melalui Motivasi Kerja sebagai Variabel Intervening (Studi pada PT. Sucofindo Cabang Semarang). Jurnal Ilmu Administrasi Bisnis, 8(4), 278–286.

Nugroho, R. W., Oktaviani, R., Winarno, A., & Ismail, A. (2025). Studi Pengaruh Lama Penumpukan Batubara terhadap Kualitas Proximate Batubara di ROM Coal Stockpile pada PT Multi Harapan Utama Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik, 3(6), 107–117.

Oppusungu, J. (2025). Penerapan Standar ISO/IEC 17025:2017 pada Laboratorium Pengujian. Jurnal Penjaminan Mutu, 11(1), 110–125.

Prihatin, T., & Pratama, M. D. (2024). Uji Presisi pada Preparasi Sampel Batubara Metode ASTM (American Society for Testing and Material). Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains (JITS), 1(3), 134–138.

Pradana, M. Z. (2022). Analisis Quality Control Batubara di Stockpile PT. Kuansing Inti Makmur di Kabupaten Bungo Provinsi Jambi pada Uji Laboratorium PT. Sucofindo (Persero) Cabang Padang (Disertasi doktoral, ITNY).

Rediwiska, P., Jumarding, A., & Ruslan, M. (2025). Analisis Kinerja Keuangan pada PT. Sucofindo (Persero) Cabang Makassar. Journal of Economy Business Development, 3(3), 438–448.

Rehebayak, H. A. (2018). Bab III Dasar Teori: Proses Pembentukan Batubara. Bandung: Koleksi Digital Perpustakaan Institut Teknologi Bandung (ITB).

Robiansyah, M., Pasaribu, S. P., & Panggabean, A. S. (2021). Perbandingan Penentuan Kadar Proksimat dalam Batubara Menggunakan Metode Gravimetri Konvensional dan Thermogravimetric Analysis. Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan, 5(2), 64–71.

Salsabila, N. (2025). Klasifikasi Peringkat Batu Bara Berdasarkan Karakteristik Fisik dan Kimia. Jurnal Geosains dan Teknologi, 8(1), 1–12.

Shihab, M. Quraish. (2002). Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an. Jakarta: Lentera Hati.

Soleman, N., Sengkey, R., & Jacobus, A. (2018). Aplikasi Sistem Penerbitan Sertifikat PT. Sucofindo. Jurnal Teknik Informatika, 13(2), 1–8.

Speight, J. G. (2015). Handbook of Coal Analysis (2nd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.

Sugianto, B. (2020). Penerapan Quality Control Menggunakan In-House Standard pada Pengujian Batubara. Jurnal Sains Analitik, 8(1), 5–15.

Sundek, S. (2020). Preparasi Sampel Batubara untuk Pengujian Laboratorium. Jurnal Teknik Pertambangan Terapan, 6(2), 34–41.

Utami, R. (2022). Kontribusi Ekspor Batubara terhadap Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP). Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik, 10(1), 10–22.

Yuwanto, A. (2024). Pengaruh Kadar Abu Batubara terhadap Efisiensi Mesin Boiler. Jurnal Teknik Energi, 12(1), 1–10.