

**PERBANDINGAN PENENTUAN KADAR PROKSIMAT
DALAM BATUBARA MENGGUNAKAN METODE
GRAVIMETRI KONVENSIONAL DAN
THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS**

Muhammad Robiansyah, Subur P. Pasaribu, Aman Sentosa Panggabean*

*Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gn. Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur, 75119,
Indonesia*

**Email : amanspanggabean@yahoo.com*

Abstract : *Research on the comparison of the determination of proximate levels in coal using conventional gravimetric methods and Thermogravimetric Analysis (TGA) through comparative tests has been carried out. This study aims to determine the comparison of the average analysis results using the t-test, the precision level of analysis results of each method using CV Horwitz, and the comparison of the precision level of the analysis results using the F test. Based on the results of the t-test showed a significant difference in the average analysis results between the two methods for all parameters. In the test using CV Horwitz for parameters of inherent moisture, volatile matter and fixed carbon using both methods and also ash content using the conventional gravimetric method was declared to meet the precision requirements, but for the ash content parameter using TGA instruments was stated otherwise. The F test for parameters of ash content and inherent moisture showed a significant difference in the precision level of the analysis results between the two methods, but for the parameters of volatile matter and fixed carbon was stated otherwise.*

Keywords : *Coal, Comparative Test, Conventional Gravimetric, TGA.*

Abstrak : Penelitian tentang mengenai perbandingan penentuan kadar proksimat dalam batubara menggunakan metode gravimetri konvensional dan *Thermogravimetric Analysis* (TGA) melalui uji banding telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan rata-rata hasil analisa menggunakan uji t, tingkat presisi hasil analisa masing-masing metode menggunakan KV Horwitz, dan perbandingan tingkat presisi hasil analisa menggunakan uji F. Berdasarkan hasil dari uji t menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata hasil analisa antara kedua metode untuk seluruh parameter. Pada pengujian menggunakan KV Horwitz, untuk parameter kadar air terikat, kadar zat terbang dan karbon tertambat menggunakan kedua metode serta kadar abu menggunakan metode gravimetri konvensional dinyatakan memenuhi syarat presisi, namun untuk parameter kadar abu menggunakan rangkaian instrumen TGA dinyatakan sebaliknya. Pada uji F untuk parameter kadar abu dan kadar air terikat menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap tingkat presisi hasil analisa antara kedua metode, namun untuk parameter kadar zat terbang dan karbon tertambat dinyatakan sebaliknya.

Kata Kunci : Batubara, Uji Banding, Gravimetri konvensional, TGA.

1. PENDAHULUAN

Batubara adalah salah satu kekayaan alam negara Indonesia dengan perkiraan total sumber daya mencapai 105 miliar ton dan diperkirakan cadangan batubara mencapai 21 miliar ton (Kusdarini, 2017). Penentuan kualitas batubara dapat dilakukan melalui kegiatan analisa di Laboratorium Pengujian, meliputi berbagai macam parameter seperti kadar abu, jumlah air, zat terbang dan karbon tertambat pada analisis proksimat serta unsur-unsur kimia penyusun batubara pada analisis ultimat. Tekanan, suhu dan usia batubara merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas batubara. Kualitas batubara merupakan sifat kimia dan sifat fisika batubara yang dapat mempengaruhi potensi penggunaannya. Kualitas batubara ditentukan oleh derajat pembatubaraan serta zat mineral dan maseral penyusunnya (Kusuma dkk., 2016; Nur, 2020).

Saat ini, cara sederhana yang banyak dilakukan untuk mengevaluasi kualitas batubara adalah melalui analisis proksimat. Kadar abu merupakan residu yang tersisa saat setelah pembakaran batubara serta memiliki perbedaan dalam jumlah dan susunan kimia dari zat mineral batubara akibat pemanasan yang memecah termis zat mineral (Malaidji, 2018). Banyaknya air yang terkandung dalam batubara sesuai dengan kondisi di lapangan disebut sebagai kadar air yang merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas batubara (Destiana dkk., 2017; Hidayah, 2020), sedangkan kadar zat terbang batubara merupakan nilai yang menunjukkan persentase jumlah zat terbang dalam batubara (Irviansyah dkk., 2020).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Malaidji (2018), analisa proksimat dapat dikerjakan dengan menggunakan metode gravimetri konvensional (penimbangan) pada parameter *moisture in air dried*, *ash content* dan *volatile matter*. Kemudian, penelitian lain juga telah dilakukan oleh Annisa (2019) mengenai pengerjaan analisa proksimat dengan menggunakan

rangkaian alat instrumen *Thermogravimetric Analysis* (TGA) atau *Proximate Analyzer* pada parameter *ash content*, *moisture* dan *volatile matter*. Hasil yang diperoleh dari kedua penelitian tersebut adalah nilai dari masing-masing parameter analisa proksimat yang dinyatakan dalam satuan persen. Adapun penelitian lain yang telah dilakukan oleh Supriyanto (2011) mengenai uji banding terhadap metode AANC dan SSA pada analisis unsur Cu, Cr dan Fe dalam cuplikan biota yang meliputi uji homogenitas, uji banding performa validasi, uji t dan uji F. Namun, sejauh ini belum ditemukan atau masih sedikitnya penelitian yang membahas mengenai uji banding terhadap metode gravimetri konvensional dan *Thermogravimetric Analysis* (TGA) pada analisa proksimat batubara.

Supriyanto (2011) menyatakan bahwa dalam suatu pengujian setiap metode uji yang digunakan memiliki karakter yang berbeda-beda. Perbedaan ini yang selanjutnya akan dibandingkan melalui uji banding. Tujuan dari pengujian ini bukan untuk menentukan baik atau buruknya suatu metode, tetapi hasil dari data uji banding yang telah dilakukan ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pelaku maupun pengguna jasa analisis sebagai referensi pilihan sehingga tujuan yang dicapai dapat optimal. Uji banding tersebut meliputi uji t untuk membandingkan rata-rata hasil analisa dua metode, KV Horwitz untuk menentukan tingkat presisi dari masing-masing metode yang digunakan dan uji F untuk membandingkan tingkat presisi dari dua metode yang digunakan tersebut (Panggabean *et al.*, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai perbandingan penentuan kadar abu, kadar air terikat, kadar zat terbang dan karbon tertambat dalam batubara menggunakan metode gravimetri konvensional dan *Thermogravimetric Analysis* (TGA) melalui uji banding menggunakan uji t, KV Horwitz dan uji F.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: *Branch Scale*, *Hammer Crusher*, *Rotary Sample Divider*, *Raymond Mill*, *tray*, oven dengan suhu konstan 40°C, *Muffle Furnance*, cawan keramik, gegap, baki logam, *Minimum Free Space Oven*, *Analytical Balance*, cawan beserta tutup, desikator, tungku pemanas silinder, cawan dengan tutup yang rapat (ukuran volume = 10 – 20 mL; tinggi = 30 – 35 mm; diameter = 25 – 35 mm), pelat logam, instrumen LECO TGA-701, *crucible* beserta tutupnya, *crucible tong* dan spatula.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: sampel batubara, udara kering, *silica gel*, gas oksigen (kemurnian >99,5%), gas nitrogen (kemurnian >99,5%) dan *compressed air*.

Prosedur Penelitian

Preparasi Sampel Batubara dengan Metode Standar ASTM D 2013-20

Sampel batubara diperkecil ukuran partikelnya menjadi 4,75 mm dan dihomogenkan secara merata hingga 3 kali pengulangan. Sampel batubara ditimbang dengan massa 1 kg di atas *tray* yang sudah diketahui massanya dan dikeringkan di dalam *oven* dengan suhu konstan 40°C hingga 6 jam pertama, lalu ditimbang setiap 1 jam pengeringan dalam kurun waktu maksimal 18 jam atau hingga sampel batubara telah dalam keadaan konstan (jika nilai %ADL penimbangan terakhir memiliki selisih 0,1% dari penimbangan sebelumnya). Kemudian, sampel batubara dihaluskan ukuran partikelnya menjadi 250 µm dan dimasukkan ke dalam wadah untuk dilakukan analisa proksimat.

Penentuan Analisa Proksimat dengan Metode Gravimetri Konvensional

Kadar Abu

Cawan kosong ditimbang dan dicatat hasil penimbangannya. Kemudian, sampel batubara ditimbang dalam cawan sebanyak

1±0,0010 gram dan dicatat hasil penimbangannya (cawan + sampel). Lalu, dimasukkan cawan berisi sampel ke dalam tungku dan dipanaskan secara bertahap dengan cara menaikkan suhu *furnace* hingga 500±10°C selama 1 jam pertama. Pemanasan dilanjutkan dengan cara menaikkan suhu *furnace* hingga 750±15°C hingga 2 jam selanjutnya. Cawan dikeluarkan dari *furnace* dan didinginkan ±15 menit. Setelah itu, ditimbang massa cawan + sampel setelah pemanasan dan dicatat hasil penimbangannya. Hasil Residu dibuang dan dibersihkan cawan, kemudian ditimbang massa cawan kosong dan dicatat hasil penimbangannya. Dihitung nilai kadar abudalam satuan % dengan pengulangan sebanyak 10 kali.

Kadar Air Terikat

Minimum Free Space Oven dinyalakan hingga suhunya mencapai 104 – 110°C. Kemudian, cawan kosong beserta tutup ditimbang dan dicatat hasil penimbangannya. Sampel batubara ditimbang dalam cawan sebanyak 1±0,0010 gram dan dicatat hasil penimbangannya (cawan beserta tutup + sampel). Lalu, dimasukkan cawan berisi sampel ke dalam *Minimum Free Space Oven* bersuhu 104 – 110°C dengan posisi cawan dalam keadaan terbuka dan dipanaskan selama ± 1 jam dengan aliran udara kering. Setelah itu, dikeluarkan cawan berisi sampel dari *oven* dan segera ditutup kembali untuk didinginkan ke dalam desikator selama ± 15 menit. Setelah itu, ditimbang massa cawan beserta tutup + sampel setelah pemanasan dan dicatat hasil penimbangannya. Dihitung nilai kadar air terikat dalam satuan % dengan pengulangan sebanyak 10 kali.

Kadar Zat Terbang

Cawan kosong beserta tutup ditimbang dan dicatat hasil penimbangannya. Kemudian, sampel batubara ditimbang dalam cawan sebanyak 1±0,0010 gram dan dicatat hasil penimbangannya (cawan beserta tutup + sampel). Lalu, dipasang cawan pada kawat penyangga dan dimasukkan cawan berisi sampel ke dalam tungku untuk dipanaskan pada suhu 950°C selama 7 menit. Cawan dikeluarkan dari *furnace* dan didinginkan

± 15 menit. Setelah itu, ditimbang massa cawan + sampel setelah pemanasan dan dicatat hasil penimbangannya. Dihitung nilai kadar zat terbang dalam satuan % dengan pengulangan sebanyak 10 kali.

Karbon Tertambat

Nilai kadar abu, kadar air terikat dan kadar zat terbang dikalkulasi, kemudian dikurangkan dengan 100% (dianggap sebagai nilai keseluruhan dari parameter analisa proksimat batubara). Hasil pengurangan yang didapatkan merupakan nilai karbon tertambat dalam satuan % pada batubara.

Penentuan Analisa Proksimat dengan Thermogravimetric Analysis (TGA)

Sampel batubara sebanyak $1 \pm 0,1$ gram dimasukkan ke dalam *crucible* yang sudah terpasang pada perangkat *Thermogravimetric Analysis* (TGA) dengan kondisi aliran gas oksigen 99,5% (tekanan ± 35 psi), gas nitrogen 99,5% (tekanan ± 35 psi) dan tekanan udara ± 45 psi dengan pengulangan sebanyak 10 kali. Selanjutnya, dilakukan analisa menggunakan instrumen TGA sehingga secara otomatis proses analisa akan dijalankan berurutan dimulai dengan parameter kadar air terikat, dilanjutkan dengan parameter kadar zat terbang dan terakhir adalah parameter kadar abu. Setelah semua analisa selesai, hasilnya akan muncul pada layar monitor yang terkoneksi dengan aplikasi dan instrumen TGA. Kemudian, data yang telah dihasilkan dicatat untuk selanjutnya digunakan dalam uji banding.

Analisis Data Uji Banding

Perbandingan Rata-rata Hasil Analisa Menggunakan Uji t

Hasil analisa pada metode gravimetri konvensional dan *thermogravimetric analysis* (TGA) yang diperoleh selanjutnya digunakan dalam perbandingan rata-rata hasil analisa antara dua metode uji menggunakan uji t dengan membandingkan nilai t_{hitung} dan t_{tabel} . Kriteria penerimaan hipotesis: (dengan tingkat signifikansi 5%) jika nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima yang menunjukkan tidak ditemukan perbedaan

dari hasil analisa kedua metode uji tersebut dan berlaku sebaliknya.

Penentuan Tingkat Presisi Menggunakan KV Horwitz

Hasil analisa pada metode gravimetri konvensional dan *thermogravimetric analysis* (TGA) yang diperoleh selanjutnya digunakan dalam perhitungan rata-rata nilai kadar abu, kadar air terikat, kadar zat terbang dan karbon tertambat dalam sampel batubara. Kemudian, dihitung nilai standar deviasi, % KV dan KV Horwitz. Kriteria penerimaan tingkat presisi metode: jika nilai $\% KV \leq 2/3$ KV Horwitz, maka hasil presisi metode tersebut dinyatakan baik.

Perbandingan Tingkat Presisi Menggunakan Uji F

Hasil analisa pada metode gravimetri konvensional dan *thermogravimetric analysis* (TGA) yang diperoleh selanjutnya digunakan dalam perbandingan tingkat presisi antara dua metode uji menggunakan uji F dengan membandingkan F_{hitung} dan F_{tabel} . Kriteria penerimaan hipotesis: (dengan tingkat signifikansi 5%) jika nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka H_0 diterima yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan secara signifikan mengenai variabilitas hasil dari hasil analisa kedua metode uji tersebut dan berlaku sebaliknya (Miller dan Miller, 2005).

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode komparatif (uji banding) merupakan uji yang bertujuan untuk memberikan suatu analisa data melalui perbandingan kelompok atau variabel dalam jumlah tertentu. Dalam menguji hipotesis yang berkaitan dengan perbedaan rata-rata hasil analisa antara dua metode dapat menggunakan uji t sampel independen (tidak saling berhubungan) dengan syarat data harus berdistribusi normal (Putri, 2014). Analisa data menggunakan uji F bertujuan untuk menentukan tingkat kecermatan metode dengan membandingkan masing-masing varians (Supriyanto, 2011). Dalam menentukan tingkat presisi suatu metode dapat menggunakan teknik keterulangan

dengan membandingkan nilai % KV percobaan dengan nilai 2/3 % KV Horwitz(Simanjuntak dkk., 2020; Sukaryono, 2017).

Uji Banding Hasil Analisa Kadar Air Terikat

Perbandingan rata-rata hasil analisa menggunakan uji t dengan taraf nyata 5% dan $n = 10$ didapatkan hasil uji $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga dapat ditarik kesimpulan adanya perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata hasil analisa kadar air terikat antara metode gravimetri konvensional dengan TGA.

Tabel 1. Hasil Analisa Kadar Air Terikat

Analisa ke -	GK (%)	TGA (%)
1	9,96	10,65
2	10,07	10,64
3	10,05	10,63
4	9,97	10,61
5	10,04	10,61
6	10,01	10,62
7	9,97	10,63
8	9,94	10,61
9	9,98	10,62
10	10,00	10,59
Varians (S^2)	0,0020	0,0003
F_{hitung}	6,6281	
F_{tabel}	3,1789	
Keterangan	Varians yang tidak sama	
t_{hitung}	41,2599	
t_{tabel}	2,1788	

Perbandingan tingkat presisi menggunakan uji F dengan taraf nyata 5% dan $n = 10$ didapatkan hasil uji $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga dapat ditarik kesimpulan adanya perbedaan yang signifikan terhadap tingkat presisi hasil analisa kadar air terikat antara metode gravimetri konvensional dengan TGA.

Tabel 2. Tingkat Presisi Hasil Analisa Kadar Air Terikat

	GK (%)	TGA (%)
Jumlah	99,98	106,21
Rata-rata	10,00	10,62
Std. Deviasi	0,0445	0,0173
% RSD	0,4452	0,1628
% KV Horwitz	2,8285	2,8029
2/3 % KV Horwitz	1,8857	1,8686

Penentuan tingkat presisi menggunakan KV Horwitz pada hasil analisa kadar air terikat menggunakan metode gravimetri konvensional nilai % RSD < 2/3 % KV Horwitz dan rangkaian instrumen TGA nilai % RSD < 2/3 % KV Horwitz sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil analisa kadar air terikat dari kedua metode

tersebut dinyatakan memenuhi syarat presisi.

Uji Banding Hasil Analisa Kadar Abu

Perbandingan rata-rata hasil analisa menggunakan uji t dengan taraf nyata 5% dan $n = 10$ didapatkan hasil uji $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga dapat ditarik kesimpulan adanya perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata hasil analisa kadar abu antara metode gravimetri konvensional dengan TGA.

Tabel 3. Hasil Analisa Kadar Abu

Analisa ke -	GK (%)	TGA (%)
1	2,81	2,86
2	2,85	2,91
3	2,85	2,88
4	2,81	3,12
5	2,78	2,87
6	2,80	2,83
7	2,80	2,79
8	2,77	2,82
9	2,79	2,89
10	2,79	3,01
Varians (S^2)	0,0007	0,0097
F_{hitung}	13,2500	
F_{tabel}	3,1789	
Keterangan	Varians yang tidak sama	
t_{hitung}	2,9275	
t_{tabel}	2,2281	

Perbandingan tingkat presisi menggunakan uji F dengan taraf nyata 5% dan $n = 10$ didapatkan hasil uji $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga dapat ditarik kesimpulan adanya perbedaan yang signifikan terhadap tingkat presisi hasil analisa kadar abu antara metode gravimetri konvensional dengan TGA.

Tabel 4. Tingkat Presisi Hasil Analisa Kadar Abu

	GK (%)	TGA (%)
Jumlah	28,04	28,98
Rata-rata	2,80	2,90
Std. Deviasi	0,0270	0,0983
% RSD	0,9632	3,3919
% KV Horwitz	3,4251	3,4081
2/3 % KV Horwitz	2,2834	2,2720

Penentuan tingkat presisi menggunakan KV Horwitz pada hasil analisa kadar abu menggunakan metode gravimetri konvensional nilai % RSD < 2/3 % KV Horwitz dan rangkaian instrumen TGA nilai % RSD > 2/3 % KV Horwitz sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil analisa kadar abu menggunakan metode gravimetri konvensional dinyatakan memenuhi syarat presisi, sedangkan hasil analisa kadar abu menggunakan rangkaian instrumen TGA dinyatakan tidak memenuhi syarat presisi.

Uji Banding Hasil Analisa Kadar Zat Terbang

Perbandingan rata-rata hasil analisa menggunakan uji t dengan taraf nyata 5% dan $n = 10$ didapatkan hasil uji $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga dapat ditarik kesimpulan adanya perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata hasil analisa kadar zat terbang antara metode gravimetri konvensional dengan TGA.

Tabel 5. Hasil Analisa Kadar Zat Terbang

Analisa ke -	GK (%)	TGA (%)
1	44,11	45,01
2	43,78	45,00
3	43,81	45,22
4	43,90	45,09
5	44,26	45,05
6	43,95	45,17
7	44,16	45,24
8	44,31	45,46
9	44,37	45,42
10	44,07	45,48
Varians (S^2)	0,0435	0,0340
F_{hitung}	1,2778	
F_{tabel}	3,1789	
Keterangan	Varians yang sama	
t_{hitung}	12,9843	
t_{tabel}	2,1009	

Perbandingan tingkat presisi menggunakan uji F dengan taraf nyata 5% dan $n = 10$ didapatkan hasil uji $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga dapat ditarik kesimpulan tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap tingkat presisi hasil analisa kadar zat terbang antara metode gravimetri konvensional dengan TGA.

Tabel 6. Tingkat Presisi Hasil Analisa Kadar Zat Terbang

	GK (%)	TGA (%)
Jumlah	440,71	452,14
Rata-rata	44,07	45,21
Std. Deviasi	0,2085	0,1844
% RSD	0,4730	0,4078
% KV Horwitz	2,2625	2,2538
2/3 % KV Horwitz	1,5083	1,5025

Penentuan tingkat presisi menggunakan KV Horwitz pada hasil analisa kadar zat terbang menggunakan metode gravimetri konvensional nilai % RSD < 2/3 % KV Horwitz dan rangkaian instrumen TGA nilai % RSD < 2/3 % KV Horwitz sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil analisa kadar zat terbang dari kedua metode tersebut dinyatakan memenuhi syarat presisi.

Uji Banding Hasil Analisa Karbon Tertambat

Perbandingan rata-rata hasil analisa

menggunakan uji t dengan taraf nyata 5% dan $n = 10$ didapatkan hasil uji $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga dapat ditarik kesimpulan adanya perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata hasil analisa kadar zat terbang antara metode gravimetri konvensional dengan TGA.

Tabel 7. Hasil Analisa Karbon Tertambat

Analisa ke -	GK (%)	TGA (%)
1	43,12	41,48
2	43,30	41,46
3	43,29	41,26
4	43,33	41,18
5	42,93	41,47
6	43,25	41,38
7	43,06	41,34
8	42,98	41,10
9	42,86	41,07
10	43,14	40,92
Varians (S^2)	0,0271	0,0374
F_{hitung}	1,3808	
F_{tabel}	3,1789	
Keterangan	Varians yang sama	
t_{hitung}	23,1749	
t_{tabel}	2,1009	

Perbandingan tingkat presisi menggunakan uji F dengan taraf nyata 5% dan $n = 10$ didapatkan hasil uji $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga dapat ditarik kesimpulan tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap tingkat presisi hasil analisa karbon tertambat antara metode gravimetri konvensional dengan TGA.

Tabel 8. Tingkat Presisi Hasil Analisa Karbon Tertambat

	GK (%)	TGA (%)
Jumlah	431,27	412,66
Rata-rata	43,13	41,27
Std. Deviasi	0,1646	0,1934
% RSD	0,3816	0,4687
% KV Horwitz	2,2699	2,2850
2/3 % KV Horwitz	1,5133	1,5233

Penentuan tingkat presisi menggunakan KV Horwitz pada hasil analisa karbon tertambat menggunakan metode gravimetri konvensional nilai % RSD < 2/3 % KV Horwitz dan rangkaian instrumen TGA nilai % RSD < 2/3 % KV Horwitz sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil analisa karbon tertambat dari kedua metode tersebut dinyatakan memenuhi syarat presisi.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada uji t menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata hasil analisa antara kedua metode untuk seluruh

parameter. Pengujian menggunakan KV Horwitz untuk parameter kadar air terikat, kadar zat terbang dan karbon tertambat dengan kedua metode serta kadar abu dengan metode gravimetri konvensional dinyatakan memenuhi syarat presisi, namun untuk parameter kadar abu dengan rangkaian instrumen TGA dinyatakan sebaliknya. Pada uji F untuk parameter kadar abu dan kadar air terikat menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap tingkat presisi hasil analisa antara kedua metode, namun untuk parameter kadar zat terbang dan karbon tertambat dinyatakan sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, R.N.H, Nawalludin, N., Wakila, M.H. dan Heriansyah, A.F. 2019. Penentuan Tingkat Kematangan Batubara dengan Metode Reflektansi Vitritin pada PT. Bhumi Rantau Energi Kecamatan Lokpaikat, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Geomine*. 7(3): 203-211.
- Destiana, L.G.V., Panggabean, A.S. dan Kartika, R. 2017. Pengembangan Metode Rapid Test Preparation Dalam Penentuan Kadar Inherent Moisture dan Total Sulfur Dengan Menggunakan Metode yang Dipergunakan oleh ISO (International Standard Organization), *Jurnal Atomik*, 2(1): 175-182.
- Hidayah, N., Salmani, N. dan Norfaeda, R. 2020. Studi Pengaruh Perubahan Suhu Terhadap Nilai Total Moisture Batubara Produk E4700 di PT. Adaro Indonesia Site Kelanis, Kalimantan Tengah. *Jurnal GEOSAPTA*. 6(2): 125-129.
- Irviansyah, A., Sitorus, S. dan Panggabean, A.S. 2020. Identifikasi Batuan PAF, NAF dan UNCERTAIN dengan Menggunakan Metode NTAPP Pada Area PT. Trubaindo Coal Mining, Melak-Kalimantan Timur, *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(2): 120-126.
- Kusdarini, E., Budianto, A. dan Ghafarunnisa, D. 2017. Produksi Karbon Aktif dari Batubara Bituminus dengan Aktivasi Tunggal H_3PO_4 , Kombinasi $H_3PO_4-NH_4HCO_3$, dan Termal. *Reaktor*. 17(2): 74-80.
- Kusuma, E.A.S., Panggabean, A.S. dan Arafat, Y. 2015. Optimasi Kinerja Analitik pada Penentuan Kadar Fosfor sebagai P_2O_5 pada Abu Batubara dengan Metode Spektrofotometer Visible, *Jurnal Kimia Mulawarman* 13(1): 9-14.
- Malaidji, E., Anshariah, dan Budiman, A.A. 2018. Analisis Proksimat, Sulfur, dan Nilai Kalor Dalam Penentuan Kualitas Batubara di Desa Pattappa Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*. 6(3): 131-137.
- Miller, J.C., dan Miller, J.N. 2005. Statistika Untuk Kimia. Edisi Kedua. ITB Press. Bandung.
- Nur, Z., Oktavia, M dan Desmawita. 2020. Analisis Kualitas Batubara di PIT dan Stockpile dengan Metoda Analisis Proksimat di PT. Surya Anugrah Sejahtera Kecamatan Rantau Pandan Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. *MineMagz*. 1(2): 1-5.
- Panggabean, A. S., Pasaribu, S., Bohari, and Nurhasanah. 2014. Preconcentration of Chromium (VI) at Trace Levels Using Acid Alumina Resin With Column Method, *Indones. J. Chem. Sci.*, 14(1): 51–56.
- Putri, W.S., Rahardjo, K. dan Djudi, M. 2014. Analisis Perbedaan Komitmen

Muhammad Robiansyah, Subur P. Pasaribu, Aman Sentosa Panggabean

Organisasi Berdasarkan Status
Karyawan (Studi Pada Karyawan PT.
Kobexindo Tractors Tbk.
Representative Office Bengkulu).
Jurnal Administrasi Bisnis.10(1): 1-7.

Simanjuntak, L.H.,Erwin, and
Panggabean, A.S. 2020.
Prakonsentrasi Ion Cd(II) dalam
Sampel Pupuk Nitrogen, Fosfor dan
Kalium (NPK) Menggunakan
Alumina Teraktivasi sebagai Material
Pengisi Kolom, *ALCHEMY Jurnal
Penelitian Kimia*, 16(2): 1-11.

Sukaryono, I.D., Hadinoto, S. dan Fasa.
L.R. 2017. Verifikasi Metode
Pengujian Cemaran Logam Pada Air
Minum Dalam Kemasan (AMDK)
dengan Metode AAS-GFA. *Majalah
Biam Kementerian Perindustrian
Republik Indonesia*. 13(1): 8-16.

Supriyanto C., Samin, dan Sunardi. 2011.
Perbandingan Analisis Unsur Cu, Cr
dan Fe Dalam Cuplikan Biota
Menggunakan Metode AANC dan
SSA. *Jurnal Sains dan Teknologi
Nuklir Indonesia (Indonesian Journal
of Nuclear Science and Technology)*.
12(1): 39-50.