

VERIFIKASI METODE MBAS TERHADAP PEMANFAATAN FABA DALAM PENURUNAN KADAR SURFAKTAN ANIONIK LIMBAH CAIR DOMESTIK LAUNDRY DI BALIKPAPAN

VERIFICATION OF THE MBAS METHOD ON THE UTILIZATION OF FABA IN REDUCING THE LEVELS OF ANIONIK SURFACTANTS IN DOMESTIC LAUNDRY WASTEWATER IN BALIKPAPAN

Adhe Paramita^{*1,2,4}, Muthia Elma^{3,4}, Aulia Rahma^{3,4}, Made Yuri Suryani¹

¹Laboratorium Terpadu, Institut Teknologi Kalimantan, Karang Joang Km.15, Kota Balikpapan, Indonesia

²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, Indonesia

³Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani KM 36, Banjarbaru 70714, Indonesia

⁴Materials and Membranes Research Group (M2ReG), Lambung Mangkurat University, Jl. A. Yani KM 36, Banjarbaru 70714, Indonesia

*Corresponding Author: adheprm23@gmail.com

Diterbitkan: 23 April 2024

ABSTRACT

The Flay Ash and Bottom ash (FABA) used are derived from the Balikpapan Power Plant. Chemical activation was carried out using a base treatment with NaOH concentrations of 0 and 6 M mixed with FABA at a ratio of 10 mL solution per 1 gram of ash at a temperature of 160°C and then the mixture was dried under neutral conditions at 100°C for 4 hours. The activated FABA was then applied in the treatment of laundry waste. The verification of anionik surfactant parameters in the laundry wastewater samples was conducted based on the MBAS (Methylene Blue Active Substances) method using a UV-Vis spectrophotometer, were in accordance with the SNI 06-6989.51-2005 standard at a wavelength of 652 nm. The results was indicated by the value $R^2=0.9981$ and the value of $r=0.9990$, equivalent to 99.9%. The limit of detection (LOD) value was determined to be 0.56082 mg/L, while the smallest measurable concentration limit (LOQ) was 1.86941. The precision level measured by %RSD was 0.08965%, which is less than 2/3 of the maximum Horwitz %CV value of 7.82018%. The test data indicates good precision results. The concentration of anionik surfactant also experienced a significant decrease in the case of Flay Ash 6 M.

Keywords: bottom ash, flay ash, laundry, surfactant

PENDAHULUAN

Hasil pembakaran batubara tersusun dari bahan volatil seperti CO₂, SO₂, NO₂, dan H₂O serta bahan non-volatil berupa abu batubara yang dikenal dengan FABA (*Flay Ash* dan *Bottom ash*) dan sisa hasil pembakara [12][16]. Komposisi *flay ash* memiliki kesamaan dengan batuan vulkanik dengan komponen utama yaitu berupa senyawa alumina dan silika yang dimana merupakan komposisi terbentuknya zeolit. Salah satu metode konversi yang dapat dilakukan yaitu dengan metode konversi menggunakan basa [4][6][16]. Lama waktunya konversi basa mempengaruhi jenis zeolite yang terbentuk dan Zeolit yang terbentuk dari hasil refluks NaOH dengan waktu 12 jam adalah zeolit Na-P1, 24 jam adalah zeolit Na-P1 dan NaA-Hidrat dan 72 jam adalah zeolit Na-P1, NaA-Hidrat, *Analcime* dan NaX-Hidrat. Zeolit Na-P1 mempunyai kristalinitas yang baik pada waktu refluks 24 jam [16].

Sama halnya dengan komposisi *bottom ash*, tersusun oleh silikon, aluminium, besi dan kalsium. Fasa kristalin utama pada *bottom ash* yaitu SiO₂ dan Al₂O₃, sehingga memungkinkan terbentuknya Zeolit yang banyak digunakan sebagai penyaring molekul (*Molecular sieve*) serta penyerap kation katalis [7][10]. Zeolit merupakan bahan anorganik dengan struktur mikro berpori yang telah banyak dikembangkan dan digunakan untuk banyak hal seperti proses penjernihan atau limbah akibat adanya kemungkinan spesies bermigrasi ke ruang antar partikel [2][3][5][7].

Dalam prakteknya, limbah laundry merupakan salah satu limbah yang memiliki sifat zat terlarut seperti senyawa ionik natrium tripolifosfat dan surfaktan yang



sulitterdegradasi [14][17]. Berdasarkan data statistik Dinas Perindustrian, Perdagangan, Koperasi dan UMKM di wilayah Balikpapan tahun 2022 tercatat terdapat 489 usaha laundry [8]. Sehingga diperlukannya pretreatment limbah laundry sebelum dibuang ke badan air. Penelitian ini menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan merujuk SNI 06-6989.51-2005 pada panjang gelombang 652 nm. Metode diverifikasi dengan memperhitungkan nilai uji lineritas, limit deteksi (LOD), limit kuantisasi (LOQ) dan presisi. Kemudian sampel ditreatment dengan absorben FABA dengan proses konversi menjadi Zeolit metode basa (NaOH) dengan konsentrasi 2 M dan 6 M direfluks pada suhu 120 °C selama 12 jam.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan proses eksperimennya pada Laboratorium Terpadu Institut Teknologi Kalimantan. Bahan penelitian ini menggunakan bahan berupa, FABA PLTU di Balikpapan, limbah laundry domestik X dengan titik pengambilan sampel yaitu koordinat-1.2335505196185705, 116.8847242086015, NaOH merck yang diencerkan dengan konsentrasi (1M, 2M dan 6M), Indikator fenolftalein, H₂SO₄ merck yang diencerkan 1 dan 6 M, *chlorofoam Merck*, *glass wool*, fosfat mohohidrat Pudak, SLS *merck isopropyl alcohol* dan *metilen blue merck*. Sedangkan alat yang digunakan yaitu pH meter, corong pemisah 500mL iwaki, gelas ukur 100 mL iwaki, mortar alu, oven, pipet tetes dan pipet ukur 25mL. Sampel diuji dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis merek Shimadzu, XRF Horiba dan FTIR merek Bruker.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. VERIFIKASI PENGUJIAN

Pengujian surfaktan anionik menggunakan metode MBAS diatur oleh Badan Standarisasi Nasional Indonesia yang mengacu pada SNI 06-6989.51-2005 dengan panjang gelombang deteksi 652 nm. Oleh karena itu, dalam proses menguji surfaktan anion diperlukan verifikasi metode. Verifikasi metode merupakan suatu aktivitas yang dikerjakan oleh laboratorium untuk membuktikan bahwa metode yang dipakai sebagai acuan dalam proses pengujian dapat menghasilkan data yang akurat. Hal itu bertujuan untuk menjamin mutu dari hasil pengujian tersebut [13][15]. Larutan kerja dengan kadar surfaktan blanko, 0,4; 0,8; 1,2; dan 2,0 mg/L MBAS sesuai dengan SNI 06-6989.51-2005. Namun, larutan kerja diperpanjang hingga 15,0 mg/L MBAS.



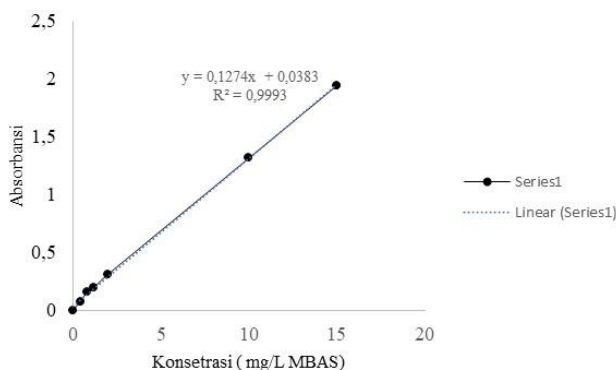
Gambar 1. Larutan Kerja SLS Standar

Larutan kerja kemudian diabsorbansi hingga menghasilkan data uji sebagai berikut :

Tabel 1 . Absorbansi larutan standar

No	Konsentrasi (mg/L MBAS)	Absorbansi
1	0	0
2	0,4	0,081
3	0,8	0,157
4	1,2	0,202
5	2	0,315
6	10	1,316

Dari data diatas kemudian dibuat kurva linieritas untuk menentukan nilai R.



Gambar 2. Kurva kalibrasi linieritas larutan

Dari data pengukuran tersebut didapatkan persamaan linier yaitu $y = 0,1274x + 0,0383$ dengan nilai koefisien determinasi yang diperoleh sebesar $R^2 = 0,9993$. Kurva dilakukan uji linieritas sebagai parameter analitik untuk mengetahui nilai baik kurva kalibrasi yang dihasilkan dari hubungan antara nilai konsentrasi (x) terhadap nilai absorbansi (y) pada suatu metode [1][9][15]. Dari perhitungan didapatkan nilai koefisien korelasi sebesar $r = 0,9990$ atau 99,9% perubahan nilai absorbansi dipengaruhi oleh konsentrasi standar dan 0,1% dipengaruhi oleh faktor lain. Hal ini menunjukkan bahwa nilai absorbansi dari pengukuran memiliki korelasi yang baik terhadap konsentrasi larutan standar surfaktan anionik.

Sampel standar kemudian dilakukan penentuan nilai LOD dan LOQ untuk mengetahui nilai absorbansi terkecil yang masih dapat dibedakan dari sinyal yang dihasilkan oleh blanko dengan beberapa pengukuran [9] [15]. Hasil pengukuran menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai penentuan LOD dan LOQ

No	Konsentrasi		Yc	Y-Yc	(Y-Yc) ²
	(mg/L MBAS)	Absorbansi			
1	0	0	0,03830	-0,03830	0,00147
2	0,4	0,081	0,08926	-0,00826	0,00007
3	0,8	0,157	0,14022	0,01678	0,00028
4	1,2	0,202	0,19118	0,01082	0,00012
5	2	0,315	0,29310	0,02190	0,00048
6	10	1,316	1,31230	0,00370	0,00001
7	15	1,9416	1,94930	-0,00770	0,00006
TOTAL					0,00249
S (y/x)					0,02230
LOD					0,52510701
LOQ					1,7503567

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai limit deteksi yang merupakan nilai konsentrasi terkecil analit dari suatu sampel yang dapat dideteksi oleh spektrometri UV-Vis sebesar 0,5251mg/L sedangkan nilai limit kuantitas konsentrasi terkecil analit pada sampel yang dapat terukur sebesar 1,7503mg/L. Sehingga berdasarkan PERDA Kalimantan Timur No.02 tahun 2011 yang mengatur batas maksimal kadar surfaktan anion yang diperbolehkan sebesar 5 mg/L bagi air untuk kualitas air minum sekitar dan 10 mg/L untuk baku mutu air limbah yang bermuara pada badan sungai atau tempat rekreasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai LOD dan LOQ dapat terukur untuk sampel limbah bagi kegiatan usaha di Kalimantan Timur.

Kemudian sampel dilakukan uji presisi. Nilai presisi merupakan kedekatan antara hasil uji yang diperoleh di bawah kondisi tertentu yang ditetapkan. Nilai presisi dihitung dari nilai keterulangan (*repeatability*) atau ketertiruan (*reproducibility*). Semakin dekat nilai hasil pengulangan pengukuran maka nilai pengukuran tersebut juga akan bernilai tinggi. Jika nilai $\%RSD \leq CV$ Horwitz dan batas kebertimaan $\leq 10\%$ [9][11][15].

Tabel 3. Nilai presisi sampel konsentrasi 10M

No	Sampel ID	Absobansi	Konsentrasi	x-xi	(x-xi) ²
1	Replika ke-1	1,046	7,853	-0,0115	0,0001322
2	Replika ke-2	1,046	7,861	-0,0035	0,0000122
3	Replika ke-3	1,047	7,865	0,0005	0,0000003
4	Replika ke-4	1,046	7,861	-0,0035	0,0000122
5	Replika ke-5	1,049	7,877	0,0125	0,0001563
6	Replika ke-6	1,047	7,863	-0,0015	0,0000022
7	Replika ke-7	1,048	7,87	0,0055	0,0000303
8	Replika ke-8	1,047	7,866	0,0015	0,0000023
Rata-rata(Xi)					7,8645
Total (X-Xi)²					0,00035
SD					0,00705
%RSD					0,08965
CV Horwitz					11,73027102
2/3 CV Horwitz					7,820180683

Dari data di atas menunjukkan bahwa pengujian sampel masuk kedalam nilai presisi baik dikarenakan semakin dekat nilai-nilai hasil pengulangan pengukuran maka nilai presisi pengukuran tersebut makin tinggi nilai presisinya.

B. SINTESIS FABA DAN KARAKTERISTIK

FABA dioven selama 24 jam pada suhu 110 °C untuk menghilangkan kadar air. FABA yang kering dengan berat 6,25 g di larutkan dengan NaOH dengan konsentrasi 6 M selama 12 jam pada suhu kamar kemudian dinaikkan pada suhu 100 °C selama 12 jam dan dicuci hingga netral (pH 7). FABA yang netral kemudian di keringkan selama 4 jam dengan oven dengan suhu 110°C. FABA sebelum dan sesudah dikonversi dilakukan analisis XRF.

Tabel 4. Hasil XRF FABA sebelum dikonversi

Element	Concentration (Wt%)		Element	Concentration (Wt%)	
	SEBELUM			SETELAH	
	Bottom Ash	Flay Ash		Bottom Ash	Flay Ash
Fe	62.0348	62.8911	Fe	58.4937	63.5984
Ca	20.2584	12.8147	Ca	19.5406	16.8134
Si	14.1218	17.3005	Si	14.4263	12.0925
Al	1.3956	1.4052	Al	4.9283	4.2690
Mn	0.9491	0.8657	Mn	0.8917	0.8770
K	0.5376	1.9017	K	0.5376	0.2386
S	0.2969	2.0500			
Zn	0.2792	0.1134	Zn	0.1718	0.1079
Ni	0.0838	0.0228	Ni	0	0.0274

Didapatkan bahwa FABA mengandung Si, Al yang diperlukan dalam pembentukan Zeolit. Konversi menggunakan NaOH digunakan untuk menghilangkan zat pengotor. FABA yang dikonversi kemudian dianalisis kembali untuk mengurangi kadar pengotor yang dapat dilihat bahwa terjadi penurunan konsentrasi di masing-masing elemen.

C. TREATMENT ZEOLIT TERHADAP LIMBAH LAUNDRY

Limbah laundry domestik di kontakkan dengan Zeolit yang terbentuk selama 5 menit kemudian didiamkan selama 1 jam. Sampel kemudian di analisis menggunakan spektrofotometri dengan metode MBAS didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Analisis kontak FAB A terkonversi terhadap limbah.

No	Konsentrasi Penurunan		
	B0M	B6M	F6M
1	13,437	10,510	12,577
2	13,535	10,542	12,596
3	13,482	10,543	12,613
4	13,467	10,550	13,651
5	13,433	10,550	12,644
6	13,414	10,526	12,642
7	13,452	10,839	12,641
8	13,435	10,800	12,64
Rata-rata	13,457	10,608	12,751

Dari data diatas menunjukkan bahwa penurunan surfaktan anionik Bottom 6M mengalami penurunan lebih tinggi dibandingkan dengan Flay ash 6M. ini menunjukkan bahwa daya serap dan ukuran pori cukup baik pada zeolite yang terbentuk.

KESIMPULAN

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa metode pengujian spektrofotometri dapat dilakukan dengan nilai verifikasi yaitu nilai $R^2 = 0,9993$, $r = 0,9990$, LOD (nilai konsentrasi terkecil analit) dari suatu sampel yang dapat dideteksi oleh spektrometri UV-Vis sebesar 0,5251mg/L sedangkan nilai limit kuantitas (LOQ) konsentrasi terkecil analit pada sampel yang dapat terukur sebesar 1,7503mg/L. Sehingga berdasarkan PERDA Kalimantan Timur No.02 tahun 2011 yang mengatur batas maksimal kadar surfaktan anion yang diperbolehkan sebesar 5 mg/L bagi air untuk kualitas air minum sekitar dan 10 mg/L untuk baku mutu air limbah yang bermuara pada badan sungai atau tempat rekreasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai LOD dan LOQ dapat terukur untuk sampel limbah bagi kegiatan usaha di Kalimantan Timur. Sedangkan, nilai presisi merupakan kedekatan antara hasil uji yang diperoleh di bawah kondisi tertentu yang ditetapkan. dikarenakan nilai $\%RSD \leq CV$ Horwitz dan batas kebertimaan $\leq 10\%$.

FABA pada PLTU di Balikpapan, mengandung Si, Al yang dibutuhkan dalam proses Zeolit. Dengan adanya konversi basa, zat pengotor dapat terlarut sehingga membentuk pori yang baik. Konversi basa *Bottom ash* 6M lebih baik dibandingkan dengan *Flay Ash* 6M, yaitu mengalami penurunan dari konsentrasi limbah laundry sebesar 13,457M menjadi 10,608 pada *Bottom ash* 6M sedangkan 12,751 untuk *flay ash* 6M

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih banyak kepada LPPM Institut Teknologi Kalimantan atas pendanaan hibah Penelitian Tendik tahun 2023 peneliti dapat mengembangkan ide pengujian berhubungan dengan pengelolaan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, A. W. (2020). *ANALISIS SURFAKTAN ANIONIK DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI MENGGUNAKAN METILEN BIRU PADA SAMPEL LIMBAH INLET DAN OUTLET DI LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH DKI JAKARTA UIII*. Yogyakarta.
- [2] Bradley, S. A., Broach, R. W., Mezza, T. M., Prabhakar, S., & Sinkler, W. (2010). Zeolite characterization. *Zeolites in Industrial Separation and Catalysis*, 85-171.
- [3] Chee, D. N. A., Amin, M. A. M., Aziz, F., Jaafar, J., & Ismail, A. F. (2020). Development of advanced nanocomposite membranes by molecular sieving nanomaterials (zeolite and MOF). *In Nanocomposite Membranes for Water and Gas Separation*, 163-198.

- [4] Darwanta. (1997). *Kajian Penambahan $Al(OH)_3$ dalam Sintesis Zeolit 4A dari Abu Layang Batubara UGM*. Yogyakarta.
- [5] Dhani, N., Gasruddin, A., Hartini, H., & Baride, L. (2021). Unconfined compressive strength characteristics of overboulder asbuton and zeolite stabilized soft soil. *Civil Engineering Journal*, 7, 40-48.
- [6] [Fajril, A. (1996). *Sintesis Zeolit 4A dari Abu Layang Batubara Universitas Gadjah Mada*]. Yogyakarta.
- [7] Fitriyah, & Krisnandi, Y. K. (2023). Review : Sintesis dari Bahan Alam dan Limbah Buangan. *Serambui Engineering*, VIII, 6200-6207.
- [8] Made Yuri Suryani, Asful Hariyadi, Adhe Paramita, & Safitri, R. A. (2023). Verifikasi Metode Analisis Kadar Total Fosfat dalam Air Limbah Laundry Merujuk pada SNI 06-6989.31-2005. *Indonesian Journal of Laboratory*, 6, 1-8.
- [9] Miller, J., & Miller, J. C. (2018). *Statistics and chemometrics for analytical chemistry*. Pearson education.
- [10] Nurul Faradilah Said, & Widiastuti, N. (2008). ADSORPSI Cu(II) PADA ZEOLIT A YANG DISINTESIS DARI ABU DASAR BATUBARA PT IPMOMI PAITON. *JURNAL ZEOLIT INDONESIA*, 7.
- [11] Panggabean, A. S., Wirdhaningsih, S. P. P., & Pasaribu, S. P. (2020). Preconcentration of Ion Ni (II) using Ca-Alginate Modified Resin with Dimethylglyoxime as a Filler Material of Column. *Jurnal Kimia Valensi*, 6(1), 40-46.
- [12] Querol, X., Alastuey, A., Soler, A.L., dan Plana, F. (1997). A Fast Method for Recycling *Flay ash*: Microwave-Assisted Zeolite Synthesis. *Enviroment Science Technologi*, 31, 2527-2533.
- [13] Rifai, K. R., & Anissa, A. (2019). Verifikasi Metode Pengujian Coliform dalam Sampel Air Mineral. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 4(2), 45-51.
- [14] Sirajuddin, S., M., & Syahrir, I. (2017, November). Optimasi Kecepatan Pengadukan ada Proses Adsorpsi Limbah Cair Laundry Untuk Menurunkan Kadar Surfaktan Menggunakan Batu Bara. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, UMJ.
- [15] Stefanie Victoria, Saibun Sitorus, & Panggabean, A. S. (2022). VERIFIKASI PARAMETER PENGUJIAN SURFAKTAN ANIONIK DALAM AIR LIMBAH DENGAN METODE MBAS MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS. *Jurnal Atomik*, 7.
- [16] Sunardi, T. R., Edi Mikrianto, Rini Rusmayanthi. (2007). PENGARUH WAKTU REFLUKS DENGAN NaOH TERHADAP KONVERSI ABU LAYANG BATUBARA MENJADI ZEOLIT. *Sains dan Terapan Kimia*, 1, 83-92.
- [17] Wardhana, I. W., Siwi, D. H., & Ika, D. R. (2009). Penggunaan Karbon Aktif dari Sampah Plastik untuk Menurunkan Kandungan Phosphat pada Limbah Cair (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Laundry di Tembalang, Semarang), . *Jurnal Presipitasi*, 10, 30-40.