

**ANALYSIS OF WATER ABSORPTION AND TOTAL CHROME LEACHING TEST
USING ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER (AAS) ON PAVING
BLOCK SAMPLES MADE FROM WASTE LEATHER SHAVING**

**ANALISIS DAYA SERAP AIR DAN PENGUJIAN KROM TOTAL HASIL LEACHING
DENGAN MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM (SSA) PADA
SAMPEL BATAKO DARI LIMBAH SHAVING KULIT**

Warmiati^{1*} dan Septiyana Windiastuti²

¹Department of Plastic and Rubber Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, 55188,
Yogyakarta, Indonesia

²Department of Leather Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, 55188, Yogyakarta,
Indonesia

*corresponding author: warmiati@atk.ac.id

Abstract:

Shaving waste from leather tanning can be utilized as a filler material in the production of concrete blocks. The manufactured concrete blocks are subsequently subjected to immersion for durations of 1, 3, 7, 10, and 14 days. Subsequently, the leached total chromium content from the soaked concrete blocks is tested using an atomic absorption spectrophotometer, by the Indonesian National Standard (SNI) 6989-84:2019, which outlines the procedure for testing dissolved and total metal content through atomic absorption spectrometry. Additionally, water absorption testing is conducted according to SNI 03-0349:1989 for concrete blocks used in wall construction. The aim of this research is twofold: to determine the water absorption capacity of three sample variations and compare the results against the SNI, and to ascertain the leached chromium concentration from the soaked blocks over a time range of 1 to 14 days, using an atomic absorption spectrometer and referring to the established environmental quality standards. The results obtained from testing the total chromium content released from the soaked concrete blocks meet the requirements of the quality standards for chromium content in leather tanning wastewater, as specified in Ministerial Regulation No. 5 of 2014 (maximum of 0.6 mg/L) and Local Regulation of Yogyakarta Special Region No. 7 of 2016 (maximum of 0.5 mg/L). Meanwhile, the water absorption testing outcomes for the concrete block samples derived from shaving waste comply with the stipulations of SNI 03-0349:1989. Sample codes A and B meet the criteria for quality level 1, with a maximum absorption of 25%, while sample code C meets quality level II standards.

Keywords: total chromium, atomic absorption spectrophotometer, waste leather shaving, paving block

Intisari:

Limbah *shaving* dari hasil penyamakan kulit dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada pembuatan batako. Batako yang telah dibuat kemudian dilakukan perendaman selama 1, 3,

7, 10 dan 14 hari. Selanjutnya hasil perendaman batako dilakukan pengujian jumlah krom total yang lepas menggunakan spektrofotometer serapan atom yang mengacu pada SNI 6989-84:2019 tentang cara uji kadar logam terlarut dan logam total secara spektrometri serapan atom dan dilakukan juga pengujian daya serap air yang mengacu pada SNI 03-0349:1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya serap air dari tiga variasi sampel yang kemudian dibandingkan hasilnya dengan SNI dan untuk mengetahui konsentrasi krom yang lepas dari hasil perendaman selama rentang waktu 1 - 14 hari dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom dengan mengacu pada nilai baku mutu lingkungan.

Hasil yang diperoleh dari pengujian kadar krom total dari hasil perendaman batako memenuhi syarat baku mutu air limbah penyamakan kulit untuk jumlah krom total berdasarkan Permen LH No 5 Tahun 2014 yaitu maksimal 0,6 mg/L dan pada Perda Daerah Istimewa Yogyakarta No 7 Tahun 2016 yaitu maksimal 0,5 mg/L. Sedangkan untuk hasil pengujian daya serap air pada sampel batako dari limbah *shaving* memenuhi syarat SNI 03-0349:1989 untuk kode sampel A dan B memenuhi syarat mutu tingkat 1 yaitu maksimum 25% dan sampel kode C mutu tingkat II.

Kata kunci: krom total, spektrofotometer serapan atom, limbah *shaving* kulit, batako

Pendahuluan

Industri penyamakan kulit menghasilkan berbagai macam jenis limbah, mulai dari limbah padat, limbah cair, maupun limbah udara. Limbah dari industri perkulitan ini masih menjadi hal yang perlu diperhatikan karena mengandung bahan-bahan kimia dan tidak bisa dibuang langsung ke lingkungan. Untuk menangani limbah dari industri perkulitan, diperlukan inovasi-inovasi tepat guna yang bisa mengurangi jumlah limbah dan bisa dimanfaatkan kembali menjadi sesuatu yang bermanfaat. Salah satu limbah padat yang dihasilkan adalah limbah *shaving*, Limbah *shaving* adalah limbah yang dihasilkan dari proses *shaving* kulit setelah proses penyamakan. Pada proses penyamakan ini telah menggunakan berbagai macam jenis bahan kimia salah satunya adalah krom trivalen. Krom (Cr_2O_3) merupakan salah satu bahan penyamak mineral yang banyak digunakan dalam proses pengolahan kulit, krom ini berwarna hijau tua dan merupakan jenis garam krom kompleks bervalensi III. Limbah *shaving* yang dihasilkan dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai pengisi pada batako. Krom (III) yang terdapat dalam limbah *shaving* di-*immobilisasi* melalui pemrosesan menjadi batako [15].

Pada proses pemanfaatan limbah padat untuk pembuatan batako atau bata beton (*paving block*), diharapkan dapat mengurangi adanya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh industri penyamakan kulit dan bata beton yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk pembangunan fisik [13]. Batako merupakan salah satu alternatif bahan dinding yang murah dan relatif kuat. Batako dibuat dengan mencampur semen, pasir, dan air, kemudian dipadatkan dengan ukuran standar. Komposisi batako terdiri dari pasir, semen, dan air [4].

Spektrofotometer serapan atom merupakan sebuah teknik analisis kuantitatif yang menggunakan instrument untuk mengukur penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom logam krom dalam keadaan bebas [8]. Prinsip utama dari spektrometri serapan atom adalah analit logam tertentu diatomisasi dalam nyala udara-asetilena untuk mengubahnya menjadi atom yang kemudian menyerap energi dari radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh lampu katoda berongga pada panjang gelombang 357,9 nm untuk logam krom. Tingkat penyerapan yang terjadi secara proporsional terhadap konsentrasi analit, sesuai dengan hukum Lambert Beer yang menyatakan bahwa "ketika sebuah sumber

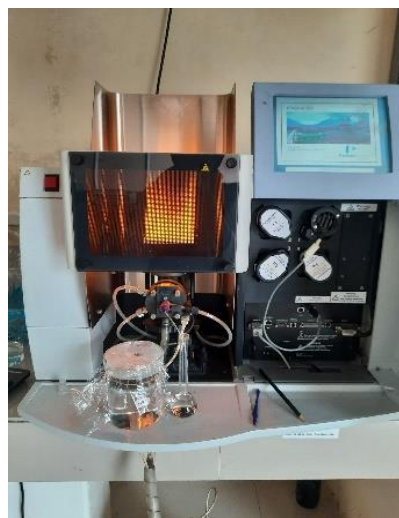
cahaya monokromatik melewati medium yang transparan, intensitas cahaya yang diteruskan akan berkurang seiring dengan peningkatan ketebalan medium yang mengabsorpsi" [16].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya serap air dari tiga variasi sampel yang kemudian dibandingkan hasilnya dengan SNI 03-0349:1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding serta untuk mengetahui konsentrasi krom yang lepas dari hasil perendaman (*leaching*) selama rentang waktu 1, 3, 7, 10 dan 14 hari dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom dengan mengacu pada nilai baku mutu lingkungan. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup baku mutu air limbah krom total pada industri penyamakan kulit berdasarkan Permen LH No 5 Tahun 2014 yaitu max 0,6 mg/L dan pada Perda Daerah Istimewa Yogyakarta No 7 Tahun 2016 yaitu max 0,5 mg/L.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan batako dan perendaman sampel yaitu neraca analitik, gelas ukur 100mL, gelas beaker 100mL dan 1000mL, gelas plastik, nampan, propipet, cetakan batako, sendok plastik, spektrofotometer serapan atom (gambar 1), lampu katoda berongga (*hollow cathode lamp*) Cr, pipet volumetric 50mL, pipet ukur 1mL, 5mL, 10mL dan 25mL, labu ukur 50mL dan 100mL, erlenmeyer 250mL, corong kaca, kaca arloji, pipet tetes, botol semprot, pemanas listrik. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu pasir, semen, limbah *shaving*, aquades, larutan induk kromium 1000 mg/L (SRM from NIST), gas asetilen UHP, asam nitrat 65%, larutan pengencer (akuades ditambah asam nitrat sampai PH 2) dan hidrogen peroksida 30%.



Gambar 1. Spektrofotometer Serapan Atom AA200 Perkin Elmer

Metode

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari pembuatan batako dari limbah *shaving* kulit, dilanjutkan dengan perendaman batako, pengambilan sampel larutan proses perendaman batako, pengujian serapan air sampel batako dan pengujian sampel menggunakan spektrofotometer serapan atom.

Pembuatan Batako

Proses pembuatan batako dilakukan dengan menggunakan bahan yaitu pasir, limbah *shaving*, semen dan air secukupnya sampai didapatkan campuran adonan yang kuat untuk bisa dicetak pada cetakan batako. Cetakan batako yang digunakan berukuran 5 cm x 10 cm x 5 cm. Terdapat alat penekan untuk memadatkan sampel batako yang akan dicetak. Pada pembuatan sampel batako ini dilakukan variasi jumlah limbah *shaving* yang digunakan.



Gambar 2. Pencetakan sampel batako

Perendaman Sampel Batako

Sampel batako yang sudah dikeringkan kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awal. Batako direndam dalam wadah gelas beaker 1000 mL dan direndam dengan aquades sampai sampel batako terendam sepenuhnya kemudian ditutup agar tidak terkena kotoran ataupun partikel lain selain dari sampel batako (gambar 3).



Gambar 3. Proses perendaman sampel batako

Pengambilan Sampel Hasil Rendaman

Larutan rendaman sampel batako diambil sejumlah 50 mL dan dilakukan variasi hari pengambilan sampel yaitu pada hari ke 1, hari ke 3, hari ke 7, hari ke 10 dan hari ke 14. Sampel yang diambil diawetkan dengan ditambahkan Asam Nitrat p.a sampai dicapai pH 2.

Pengujian Penyerapan Air (SNI 03-0349:1989)

Sampel batako yang sudah direndam kemudian dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat basah. Selanjutnya sampel batako dikeringkan menggunakan oven dengan pemanasan pada suhu kurang lebih 105°C sampai didapatkan berat selisih dua kali penimbangan tidak

lebih dari 0,2% dan penimbangan pada kondisi kering ini untuk mengetahui berat kering batako. Untuk menentukan nilai daya serap air digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

A = berat batako basah

B = berat batako kering

Pengujian Krom Total (SNI 6989-84:2019)

Pengujian krom total dari sampel rendaman batako dilakukan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Spektrofotometer serapan atom atau yang lebih dikenal dengan nama aslinya dalam bahasa Inggris yaitu *atomic absorption spectrophotometer* adalah perangkat dalam analisis kimia yang berdasarkan prinsip penyerapan energi oleh atom [3]. Spektrofotometer serapan atom digunakan untuk mengukur konsentrasi analit dalam sampel. Elektron di atom akan berpindah ke orbital yang lebih tinggi dalam waktu singkat ketika menyerap energi (radiasi pada panjang gelombang tertentu). Instrumen spektrofotometer serapan atom terdiri dari beberapa bagian, termasuk sumber radiasi (*hollow cathode*), sistem atomisasi (*atomizer*), monokromator, detektor foto, dan pembacaan hasil [12]. Sebelum dilakukan pengujian dilakukan proses preparasi sampel terlebih dahulu.

Preparasi Sampel

Sampel sebanyak 50 mL dimasukkan kedalam beaker gelas 100mL kemudian ditambahkan 5mL asam nitrat pekat 65% kemudian ditutup dengan kaca arloji dan dipanaskan sampai volume sampel tersisa 1/3 bagian. Sampel hasil destruksi dipindahkan kedalam labu takar 50mL ditambahkan 0,5mL hidrogen peroksida 30% dan ditambahkan air pengencer hingga tanda batas kemudian dihomogenkan .



Gambar 4. Proses destruksi sampel

Pembuatan Larutan Baku Logam Cr 100mg/L

Larutan induk logam Cr 1000 mg/L dipipet sebanyak 10 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan dengan larutan pengencer sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

Pembuatan Larutan Baku Logam Cr 100mg/L

Larutan baku logam Cr 100 mg/L dipipet sebanyak 10 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan dengan larutan pengencer sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

Pembuatan Deret Standar Logam Cr 0,2; 0,5; 1; 2 dan 3 mg/L

Larutan baku logam 10 mg/L dipipet sebanyak 1; 2,5; 5; 10 dan 15 mL, dimasukkan masing-masing ke dalam labu ukur 50 mL lalu ditambahkan dengan larutan pengencer sampai tanda batas kemudian dihomogenkan.

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Alat SSA dinyalakan dan dioptimalkan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengukuran logam Cr, selang aspirator dimasukkan kedalam larutan blanko untuk diukur serapannya kemudian di *rezero* hingga serapan nol, setelah itu deret standar dari yang terkecil hingga terbesar diukur serapannya pada panjang gelombang 357,9 nm, setiap penggantian deret standar selang aspirator dicuci dengan larutan pengencer, jika semua deret standar sudah diketahui serapannya (nilai absorbansinya) dibuat kurva kalibrasinya, nilai koefisien regresi linier harus menunjukkan $\geq 0,995$, jika kurang dari 0,995 alat SSA harus dioptimasi kembali dan diulang pembacaannya hingga memenuhi syarat koefisien regresi linier. Dari hasil kurva kalibrasi dapat menentukan konsentrasi sampel dengan rumus :

$$y = a + bx \quad (2)$$

Keterangan:

y : Serapan sampel (absorbansi)

b : Slope

x : Konsentrasi Cr

a : intersep

Pengujian Sampel

Sampel limbah diukur serapannya pada Panjang gelombang 357,9nm, setiap penggantian sampel selang aspirator dicuci dengan larutan pengencer.

Perhitungan

Konsentrasi logam krom total dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Logam } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = C \times Fp \quad (3)$$

Keterangan:

C : Konsentrasi logam krom total yang didapat dari hasil pengukuran (mg/L)

Fp : Faktor pengenceran.

Hasil Dan Pembahasan

Pengujian Daya Serap Air

Pada pembuatan sampel batako, pasir dan limbah *shaving* berfungsi sebagai bahan pengisi, sedangkan semen dan air berfungsi sebagai bahan perekat. Pada penelitian ini dilakukan tiga variasi penambahan limbah shaving yaitu 15 gram, 25 gram dan 35 gram dengan masing-masing komposisi sebagai berikut ini :

Tabel 1. Variasi bahan pembuatan sampel batako

No	Sampel	Pasir (gr)	Semen(gr)	Limbah Shaving (gr)
1	A	200	100	15

2	B	200	100	25
3	C	200	100	35

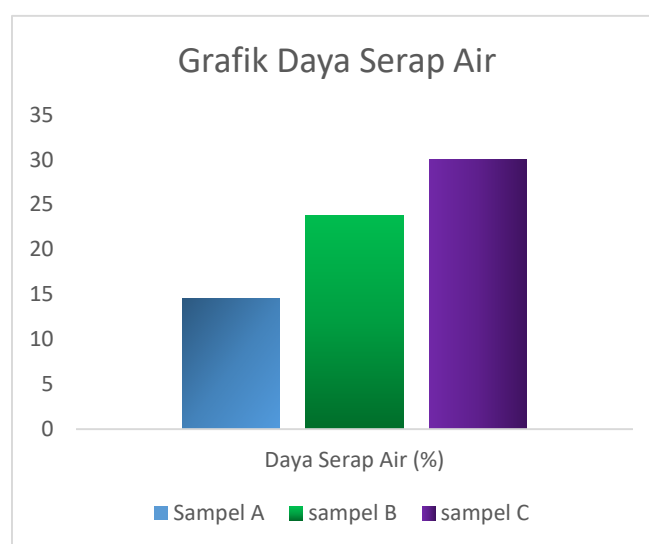
Salah satu syarat fisis batako sesuai dengan SNI 03-0349:1989 adalah pengujian penyerapan air. Kemampuan penyerapan air merujuk pada banyaknya air yang dapat diserap dalam periode tertentu. Semakin rendah angka kemampuan penyerapan air, maka semakin tinggi ketahanan batako terhadap penetrasi cairan [13].

Dari hasil pengujian penyerapan air pada sampel batako didapatkan hasil seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil pengujian penyerapan air

No	Sampel	Berat Awal (gr)	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Daya Serap Air (%)
1	A	322,48	360,46	314,78	14,51
2	B	338,83	413,31	333,79	23,82
3	C	342,36	434,69	334,56	30,01

Berdasarkan data pada tabel 2, sampel kode A yang berisi 15 gram limbah *shaving* memiliki daya serap 14,51%, sampel kode B yang berisi 25 gram limbah *shaving* memiliki daya serap 23,82% dan pada sampel kode C yang berisi 35 gram limbah *shaving* memiliki daya serap 30,01%. Hasil pengujian daya serap air pada sampel batako dari limbah *shaving* memenuhi syarat SNI 03-0349:1989 untuk kode sampel A dan B untuk mutu tingkat 1 yaitu maksimum 25% dan sampel kode C untuk mutu tingkat II yaitu maksimal 35%.



Grafik 1. Hasil daya serap air

Dari grafik 2 terlihat bahwa daya serap sampel C yang berisi lebih banyak limbah *shaving* menunjukkan hasil penyerapan air lebih tinggi dibandingkan dengan sampel A dan B. Hal ini menandakan bahwa semakin banyak limbah *shaving* yang digunakan sebagai bahan pengisi batako, daya serap airnya akan semakin tinggi karena karakteristik dari limbah *shaving* sendiri

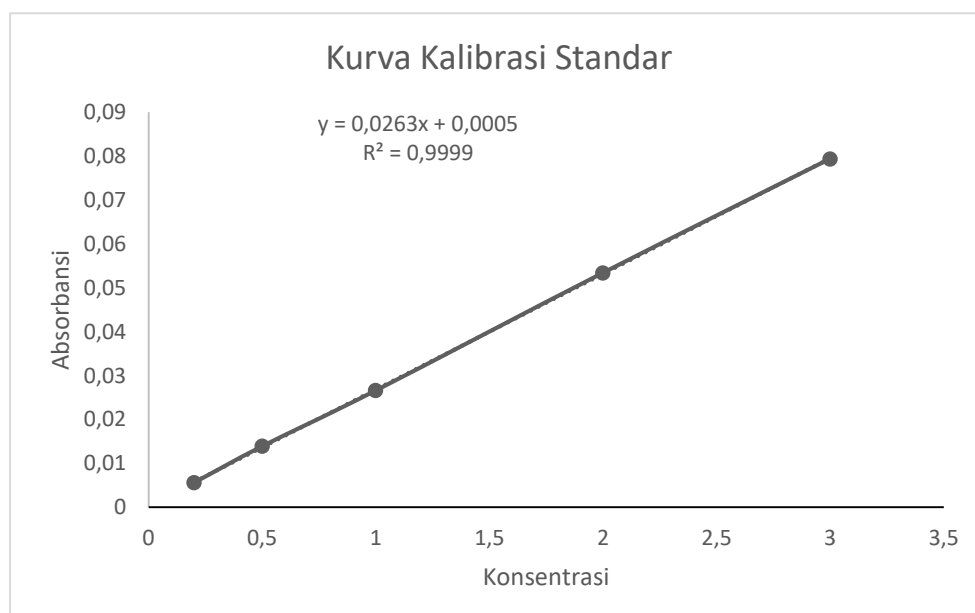
yang berupa serutan, memiliki pori yang besar dan mempunyai berat yang ringan. Nilai daya serap yang tinggi menunjukkan bahwa batako yang dihasilkan tidak dapat digunakan langsung pada area yang terkena paparan air langsung, sehingga jika akan dilakukan pengaplikasian maka hanya dapat digunakan untuk batako dinding, dimana adanya lapisan semen dan cat akan membantu menghambat air yang masuk.

Pengujian Krom Total

Pengujian krom total mengacu pada SNI 6989-84:2019 tentang cara uji kadar logam terlarut dan logam total secara spektrofotometer serapan atom. Pada preparasi uji krom total dilakukan proses destruksi. Destruksi merujuk pada suatu proses yang bertujuan untuk melarutkan atau mengubah sampel menjadi bentuk yang dapat diukur, sehingga komposisi unsur di dalamnya dapat dianalisis [9]. Proses destruksi pada penelitian ini dilakukan dengan penambahan asam nitrat karena merupakan pelarut logam yang baik dan penambahan asam peroksida sebagai agen oksidator untuk menyempurnakan reaksi [5]. Hasil pembacaan deret standar didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pengujian deret standar

Deret Standar (mg/L)	Absorbansi
0,2	0,0056
0,5	0,0139
1	0,0266
2	0,0534
3	0,0794



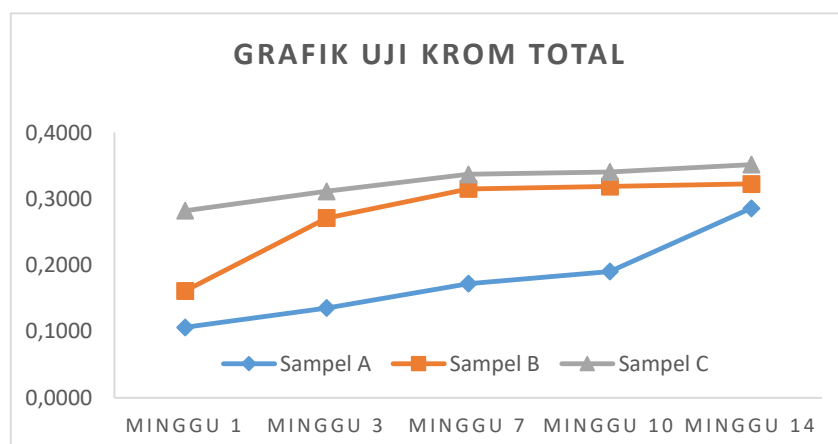
Grafik 2. Kurva kalibrasi standar

Dari hasil tabel 3 terlihat bahwa konsentrasi berbanding lurus dengan nilai absorbansi, semakin tinggi konsentrasinya maka nilai absorbansinya juga semakin besar. Hasil pembacaan deret standar kemudian dibuat kurva persamaan regresi untuk dapat menentukan konsentrasi sampel.

Berdasarkan hasil pada grafik 2 didapatkan nilai koefisien regresi linier $r = 0,9999$, nilai ini memenuhi syarat regresi linier sesuai dengan SNI 6989-84:2019 yaitu $r \geq 0,995$, dan pada hasil kurva kalibrasi juga didapatkan hasil persamaan regresi yaitu $y = 0,0263x + 0,0005$. Dari hasil persamaan regresi linier tersebut maka konsentrasi sampel dapat ditentukan.

Tabel 4. Hasil pengujian sampel

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi Sampel (mg/L)
A1	0,0034	0,1062
B1	0,0049	0,1612
C1	0,0082	0,2821
A3	0,0042	0,1355
B3	0,0079	0,2711
C3	0,009	0,3114
A7	0,0052	0,1722
B7	0,0091	0,3150
C7	0,0097	0,3370
A10	0,0057	0,1905
B10	0,0092	0,3187
C10	0,0098	0,3407
A14	0,0083	0,2857
B14	0,0093	0,3223
C14	0,0101	0,3516
C10 Spike	0,0365	1,3187
B14 Spike	0,0354	1,2784



Grafik 3. Grafik hasil krom total

Pada penelitian ini untuk mengetahui jumlah *release* krom dari badan batako dilakukan pada skenario terburuk yaitu dengan perendaman selama rentang waktu 14 hari, kemudian pada frekuensi waktu 1, 3, 7, 10 dan 14 hari sampel diambil untuk dianalisis. Berdasarkan data pada tabel 4 terlihat bahwa semakin lama perendaman jumlah krom yang larut pada air semakin bertambah. Selama rentang waktu 14 hari perendaman hasil yang didapat masih memenuhi syarat baku mutu air limbah krom total pada industri penyamakan kulit berdasarkan Permen LH No 5 Tahun 2014 yaitu max 0,6 mg/L dan pada Perda Daerah Istimewa Yogyakarta No 7 Tahun 2016 yaitu max 0,5 mg/L. Tetapi karena kecenderungan semakin lama perendaman maka semakin tinggi konsentrasi krom seperti terlihat pada grafik 3, maka batako ini tidak dapat diterapkan untuk area yang terkena air langsung misal untuk paving block jalan, dan hanya bisa diterapkan untuk batako pasangan dinding dimana adanya lapisan semen dan cat menghambat masuknya air kedalam batako dan juga harus dilakukan pengujian *release* krom lebih lanjut dan disesuaikan dengan peruntukannya.

Selain dilakukan pembacaan standar dan sampel juga dilakukan pembacaan spike untuk melihat keakuratan/ketepatan dari metode ini yaitu menggunakan sampel C10 dan B14 yang masing-masing ditambahkan standar yang sudah diketahui konsentrasinya, kemudian dihitung nilai perolehan kembalinya menggunakan rumus :

$$\%R = \frac{A-B}{C} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

%R : Nilai persen perolehan kembali

A : Konsentrasi spike

B : Konsentrasi sampel

C : Konsentrasi standar yang ditambahkan

Dari persamaan 4 didapatkan hasil spike perolehan kembali sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Pengujian spike (Akurasi)

Spike	C Spike+spl	C spl	C spike	% Recovery
Spike C10	1,3187	0,3407	1	97,80
Spike B14	1,2784	0,3223	1	95,60

Dari hasil tabel 5 nilai persen perolehan kembali yang didapat memenuhi persyaratan yaitu menurut SNI 6989-84:2019 untuk standar kerja yaitu berada pada rentang 90% - 110%. Nilai persen perolehan kembali ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan memiliki akurasi yang baik.

KESIMPULAN

Salah satu cara untuk memanfaatkan limbah *shaving* kulit adalah dengan menjadikan sebagai bahan pengisi pada pembuatan batako. Hasil uji daya serap air sesuai dengan SNI 03-0349:1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding yaitu pada sampel A dan B memenuhi syarat untuk mutu tingkat 1 yaitu maksimum 25% dan sampel kode C untuk mutu tingkat II yaitu maksimum 35%. Sedangkan hasil uji krom total dari hasil perendaman selama rentang

waktu 14 hari yang mengacu pada SNI 6989-84:2019 masih memenuhi syarat baku mutu air limbah krom total pada industri penyamakan kulit berdasarkan Permen LH No 5 Tahun 2014 yaitu max 0,6 mg/L dan pada Perda Daerah Istimewa Yogyakarta No 7 Tahun 2016 yaitu max 0,5 mg/L.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Manajemen Politeknik ATK Yogyakarta atas sarana dan prasarana yang telah disediakan kepada kami, juga kepada kepala laboratorium atas ijin penggunaan alat instrumentasi dan seluruh staf di Laboratorium Instrumentasi & Teknik Polimer dan Laboratorium Limbah & UPAL. Semoga jurnal ini dapat bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Standar Nasional Indonesia, SNI 03-0349-1989 “Bata Beton Untuk Pasangan Dinding”, BSN, Jakarta, 1989.
- [2] Standar Nasional Indonesia, SNI 6989-84-2019 “Cara Uji Kadar Logam Terlarut dan Logam Total Secara Spektrometri Serapan Atom (SSA)-nyala”, BSN, Jakarta, 2019.
- [3] Gunanjar, Spektrofotometri Serapan Atom, *Diktat Keahlian Analisis Kimia Bahan Bakar Nuklir*, Jakarta: BATAN, 1997.
- [4] I. Hendriyani, Rahmat, and S.M. Devi, “Research of Manufacture Brickworks With HVS Waste”, In Proc. SNITT Poltekba, pp. 316–321, 2017.
- [5] A. Lestari dan S. Samsunar, “Analisis Kadar Padatan Tersuspensi Total (TSS) Dan Logam Krom Total (Cr) Pada Limbah tekstil Di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo”, *IJCR*, pp. 32-41, 2021.
- [6] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah, 2014.
- [7] Peraturan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah, 2016.
- [8] D. A. Skoog, D. M. West, and F. J. Holler, *Fundamentals of Analytical Chemistry 9 Edition*, USA: Brooks/cole, 2000.
- [9] D. S. Asmorowati and S. S. Sumarti, “Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering untuk Analisis Timbal dalam Tanah di Sekitar Laboratorium Kimia FMIPA UNNES”, *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 09, no.03, pp. 02–05, 2020.
- [10] Sudarno, S. Nicolaas, and V. Assa, “Pemanfaatan Limbah Plastik untuk Pembuatan Paving Block”, *JTST*, vol. 3, no. 2, pp. 101-110, 2021.
- [11] Sugito, S. D. Marliyan and H. D. Apriana, “Uji Kinerja Instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) Shimadzu 6650 F Terhadap Logam Fe, Zn pada Kegiatan Praktikum Kimia Anorganik di UPT Laboratorium Terpadu UNS”, *Indonesian Journal of Laboratory*, vol. 5, no.2, pp. 83–89, 2022.
- [12] H. Sumar, *Kimia Analitik Instrumen, Edisi Kesatu*, Semarang: IKIP Semarang Press, 1994.
- [13] Supraptiningsih, “Pemanfaatan Limbah Padat Buffing Dari Industri Penyamakan Kulit Untuk Pembuatan Bata Beton (Paving Block)”, Disampaikan pada Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia IV, FKIP: UNS, 2012.
- [14] Supraptiningsih, “Pemanfaatan Limbah Padat Industri Penyamakan Kulit pada Proses Shaving untuk Pembuatan Lembaran Serat Semen”, *Indonesian Journal of Industrial Research*, vol. 6, no. 3, pp. 263-270, 2012.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

- [15] M. W. Syabani, "Prediksi Chromium Release Dari Batako Limbah Shaving Buffing Penyamakan Kulit Dengan Simulasi Monte Carlo", *Berkala Penelitian Teknologi Sepatu dan Produk Kulit*, vol. 15, no. 2, pp. 1-12, 2015.
- [16] A. L. Underwood and R. A. Day, *Kimia Analisis Kuantitatif Edisi V*, Jakarta:Erlangga, 1995.