

**Solidifikasi Zink pada Limbah Bulu Ayam
dengan Menggunakan Semen Portland
Solidification of Zinc in Waste Chicken Feather by Portland Cement**

Rostyalina, M. Pranjoto Utomo

Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Email : pranjotoutomo@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) kadar zink pada matriks semen/limbah yang terekstrak dengan menggunakan metode ekstraksi bertahap (2) kadar zink yang terluluh pada matriks semen/limbah dengan menggunakan uji peluluhan yaitu *toxicity characteristics leaching procedure* (TCLP) (3) rasio penambahan bulu ayam yang memberikan kuat tekan matriks semen paling besar.

Limbah bulu ayam yang dijadikan campuran matriks semen dipreparasi dengan cara dikarbonisasi dan diabukan. Peluluhan logam seng pada matriks diketahui dengan ekstraksi bertahap dan TCLP yang dilanjutkan analisis menggunakan spektroskopi serapan atom. Kuat tekan matriks diketahui dengan uji kuat tekan menggunakan *Technotest Modesta Italy*.

Analisis spektroskopi serapan atom pada sampel matriks semen/limbah fraksi ekstraksi bertahap yaitu 1,539 ppm, 9,413 ppm, tidak terdeteksi, 19,937 ppm, dan 2,622 ppm, sedangkan analisis pada TCLP standar adalah 0,264 ppm, pada kelima tahapan TCLP progresif adalah 2,264 ppm, 2,007 ppm, 0,547 ppm, 0,638 ppm, dan 0,189 ppm, hasil pada kelima tahapan TCLP modifikasi adalah 22,902 ppm, 11,903 ppm, 10,972 ppm, 12,110 ppm, dan 11,256 ppm. Kuat tekan sampel matriks semen / limbah pada penelitian ini adalah 302,0408 kg/cm² pada penambahan 0,0625% arang limbah bulu ayam.

Kata kunci : zink, matriks semen, solidifikasi, TCLP, ekstraksi bertahap, kuat tekan

Abstract

The aims of the research were to determine (1) the amount of extracted zinc in the cement/waste matrix using sequential extraction method (2) the amount of leached zinc in the cement/waste matrix using toxicity characteristics leaching procedure (TCLP) and (3) the ratio of waste chicken feather addition that provide the highest strength of the cement matrix.

Waste chicken feather used as a mixture of cement matrix were prepared by carbonizing and ashing. Leaching of zinc metal on the matrix was determined by sequential extraction and TCLP next analysis using atomic absorption spectroscopy. Strength of the matrix was determined with compressive strength test using *Technotest Modesta Italy*.

Atomic absorption spectroscopy analysis of the sample cement/waste matrix with sequential extraction of each fraction were found to be 1.539 ppm, 9.413 ppm, undetected, 19.937 ppm, and 2.622 ppm, for standard TCLP was 0.264 ppm, for progressive TCLP were 0.264 ppm, 2.007 ppm, 0.547 ppm, 0.638 ppm, and 0.189 ppm, for TCLP modification were 22.902 ppm, 11.933 ppm, 10.972 ppm, 12.110 ppm, 11.256 ppm. Compressive strength of the cement/ waste chicken feather in this research was 302,0408 kg/cm² with the addition of 0.0625% carbonization waste chicken feathers.

Keywords : zinc, cement matrix, solidification, TCLP, sequential extraction, compressive strength

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bulu berisi informasi mengenai peredaran konsentrasi logam berat dalam darah pada saat perkembangan unggas [1]. Bulu unggas ini digunakan sebagai campuran dalam membuat matriks semen/limbah.

Tingkat peluluhan zink dari matriks semen/limbah dapat diketahui menggunakan metode ekstraksi bertahap dan solifidikasi/stabilisasi, yaitu proses percampuran limbah dengan pengikat untuk mengurangi pelepasan kontaminasi secara fisika dan kimia menjadi suatu bentuk yang dapat diterima lingkungan [2].

Tujuan

Mengetahui kadar zink pada matriks semen/limbah yang terekstrak

dengan menggunakan metode ekstraksi bertahap, kadar zink yang terluhul pada matriks semen/limbah dengan menggunakan uji peluluhan yaitu TCLP dan rasio penambahan bulu ayam yang memberikan kuat tekan matriks semen paling besar.

Kajian Pustaka

Semen adalah *hidrolic binder* (perekat hidraulis) yaitu senyawa - senyawa yang terkandung di dalam semen dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan.

Limbah bulu ayam dapat digunakan sebagai penguat dalam komposit semen terikat tetapi campuran bulu yang dibutuhkan hanya sekitar 10% [3]. Kemampuan daya tahan beton campuran bulu dasar

sebanyak 15% hingga 20% mengalami penurunan yang signifikan [4].

Ekstraksi bertahap menunjukkan bahwa logam yang bersifat paling mudah berpindah akan dihapus dalam fraksi pertama dan terus pada fraksi selanjutnya dalam rangka penurunan mobilitas tersebut.

Toxic Characteristic Leaching Procedure (TCLP), merupakan salah satu uji karakteristik toksisitas terhadap suatu limbah atau bahan pencemar, karakteristik yang dimaksud adalah karakteristik *leaching*. *Leaching* atau pelindihan adalah proses pencucian bahan pencemar oleh air hujan secara alami.

METODE PENELITIAN

Pembuatan matriks semen /limbah. Membuat campuran semen dan limbah dengan rasio perbandingan yang telah ditentukan. Campuran ditambahkan air dengan perbandingan 1:2 dari campuran semen dan dimasukkan ke dalam cetakan uji berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm, lalu dijenuhkan hingga 1 hari, matriks

dikeluarkan dan direndam selama 28 hari.

Uji tekan. Matriks diletakkan pada mesin *Technodest Modesta Italy* dan secara perlahan alat menekan sampel matriks.

Ekstraksi bertahap.

Fraksi 1, sampel diekstraksi dengan 0,5 M $MgCl_2$ pada pH 7 dengan perbandingan 1:8, diaduk kontinyu selama 5 jam (suhu kamar). *Fraksi 2*, residu dari fraksi 1 diekstraksi dengan CH_3COONa 1 M pada pH 5 dengan perbandingan 1:8, diaduk kontinyu selama 5 jam (suhu kamar). *Fraksi 3*, residu dari fraksi 2 diekstraksi dengan $NH_2.OH.HCl$ 0,04 M dalam 25% (v/v) CH_3COOH dengan perbandingan 1:26 pada pH 2 diaduk sesekali selama 6 jam pada 96 °C. *Fraksi 4*, residu dari fraksi 3 diekstraksi dengan 30% H_2O_2 dengan perbandingan 1:20 pada pH 2, diaduk sesekali selama 6 jam pada suhu 85°C, lalu dilanjutkan ekstraksi dengan CH_3COONH_4 3,2 M dalam 20% HNO_3 (v/v) dengan pengadukan kontinyu selama 30 menit. *Fraksi 5*, residu dari fraksi 4 dilarutkan dengan

asam HNO₃ pekat dan HClO₄ pada temperatur 90-190 °C selama 18 jam.

TCLP standar. Sekitar 10 gram partikel berukuran ~100 mikrometer dimasukkan dalam erlenmeyer. 200 ml larutan CH₃COONa 1 M (pH larutan dibuat 2 dengan menambah CH₃COOH) ditambahkan ke dalam sampel. Larutan disentrifus dengan kecepatan 216 rpm pada temperatur kamar selama 2 jam 25 menit. Filtrat disaring dan pH diukur. Filtrat ditambah HNO₃ pekat sampai pH < 2. sebelum dianalisis dengan metode spektroskopi serapan atom (SSA)

TCLP progresif. Merupakan lima kali pengulangan tahap TCLP standar.

TCLP modifikasi. Prosedur sama dengan TCLP progresif tetapi menggunakan pelarut air alami yaitu air tanah.

HASIL DAN DISKUSI

Kuat tekan. Matriks dengan persentase perbandingan 0,0625% sampel bulu ayam karbonisasi memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan variabel kontrol dan paling tinggi bila dibandingkan

matriks dengan persentase campuran bulu ayam lainnya. Persentase 0,0625% limbah menghasilkan kuat tekan 302,0408 kg/cm², sehingga matriks inilah yang akan diuji secara kimia.

Persentase 0,0625% limbah bulu ayam karbonisasi menghasilkan daya tekan matriks yang tinggi, menunjukkan adanya kemungkinan bahwa pembentukan pasta semen yang terlapisi semua partikel atau serat bulu ayam [3]. Persentase limbah bulu ayam lainnya tidak menghasilkan kuat tekan matriks yang lebih tinggi dari persentase limbah 0,0625%, menunjukkkn bahwa zink menghambat proses hidrasi semen dan membentuk CaZn₂ (OH) 6 (2H₂O) [5]. Sehingga menyebabkan terjadinya penyerapan air oleh residu protein higroskopis ini yang memungkinkan terjadinya kontribusi terhadap rendahnya kuat tekan yang dihasilkan dari campuran semen dan bulu ayam dengan adanya daya tarik molekul air pada pasta semen [6].

Ekstraksi kimia bertahap.

Analisis pada sampel matriks semen/limbah 0,0625% untuk 5 tahapan dalam proses ekstraksi bertahap yaitu 1,539 ppm, 9,413 ppm, tidak terdeteksi, 19,937 ppm, dan 2,622 ppm. Penggunaan reagen yang berbeda pada tiap tahapan ekstraksi bertahap ini didasarkan pada kelebihan metode ekstraksi bertahap Tessier yaitu selektivitas reagen yang baik. Metode ini juga memberikan perolehan jumlah total logam yang lebih baik dan pemutusan yang lengkap [7]. Fraksi pertama membutuhkan reagen yang berupa garam sehingga digunakan $MgCl_2$ karena kation magnesium pada reaktan ini menggusur ikatan lemah logam secara elektrostatik yang terletak pada bagian organik dan anorganik [8], menghasilkan 1,539 ppm zink terekstrak. Fraksi kedua berada pada kondisi larutan pH 5 yang dikarenakan pelepasan logam tercapai melalui pemutusan pecahan dari material padatan pada pH yang mendekati 5,0 [9]. Penggunaan natrium asetat dengan

penyesuaian pH menjadi 5 menghasilkan 9,413 ppm zink terekstrak. Fraksi ketiga tidak memberikan hasil dikarenakan spesies zink dalam matriks limbah tidak berikatan dengan oksida besi, baik yang berasal dari semen maupun limbah itu sendiri. Fraksi keempat menghasilkan 19,937 ppm zink terekstrak dan menunjukkan persentase kadar zink yang terbanyak bila dibandingkan dengan keempat fraksi lainnya. Keadaan ini menunjukkan bahwa sebagian besar zink membentuk zink yang terikat pada sulfida. Fraksi kelima menunjukkan sisa logam zink yang tidak terekstrak pada keempat tahapan ekstraksi bertahap sebelumnya yaitu sebesar 2,622 ppm.

TCLP standar. Konsentrasi logam zink yang terluluh dari matriks semen/limbah terhadap buffer natrium asetat adalah sebesar 2,264 ppm.

TCLP progresif dan TCLP modifikasi. Konsentrasi logam zink terluluh pada TCLP modifikasi yaitu 22,902 ppm, 11,933 ppm, 10,972 ppm,

12,110 ppm, dan 11,256 ppm. Penurunan terjadi pada tahap ekstraksi ke-2, ke-3 dan ke-5 tetapi mengalami kenaikan pada ekstraksi tahap ke-4. Logam zink yang terluluh paling tinggi yaitu pada tahap pertama. Konsentrasi logam zink terluluh pada TCLP progresif yaitu 2,264 ppm, 2,007 ppm, 0,547 ppm, 0,638 ppm, dan 0,189 ppm. Penurunan terjadi pada ekstraksi tahap ke-2, ke-3 dan ke-5 tetapi mengalami kenaikan pada ekstraksi tahap ke-4. Logam zink yang terluluh paling tinggi yaitu pada tahap pertama. Total logam zink yang terluluh pada TCLP modifikasi progresif yaitu sebanyak 69,143 ppm lebih besar daripada TCLP progresif yang hanya sebesar 3,645 ppm.

KESIMPULAN

Analisis spektroskopi serapan atom pada sampel matriks semen/limbah fraksi ekstraksi bertahap yaitu 1,539 ppm, 9,413 ppm, tidak terdeteksi, 19,937 ppm, dan 2,622 ppm, sedangkan analisis pada TCLP standar adalah 0,264 ppm, pada kelima tahapan TCLP progresif adalah 2,264

ppm, 2,007 ppm, 0,547 ppm, 0,638 ppm, dan 0,189 ppm, hasil pada kelima tahapan TCLP modifikasi adalah 22,902 ppm, 11,933 ppm, 10,972 ppm, 12,110 ppm, dan 11,256 ppm. Kuat tekan sampel matriks semen / limbah pada penelitian ini adalah 302,0408 kg/cm² pada penambahan 0,0625% arang limbah bulu ayam.

DAFTAR PUSTAKA

1. V. Jaspers, T. Dauwe, & R. Pinxten. (2004). The Importance of Exogenous Contamination on Heavy Metal Levels in Bird Feathers, A Field Experiment with Free Living Great Tits *Parus major*. *J. Environment*. 6: 356 – 360.
2. H. Ganjidoust, A. Hassani, & A. Rajabpour Ashkiki. (2009). Cement Based Solidification/Stabilization of Heavy Metal Contaminated Soils with The Objective of Achieving High Compressive Strength for the Final Matrix. *Scientific Information Database (SID)*. 16(2): 107–115.
3. D.D.L. Chung. (2005). Dispersion of Short Fibers in Cement. *J. Materials In Civil Engineering*. 17(4): 379-383.

4. N. Menandro Acda. (2010). Waste Chicken Feather as Reinforcement in Cement Bonded Composites. *Philippine Journal of Science*. 139(2): 161-166.
5. X.D. Li, Y.M. Zhang, & C.S. Poon. (2001). Study of Zink in Cementitious Material Stabilised/ Solidified Wastes by Sequential Chemical Extraction and Microstructural Analysis. *Chemical speciation and bioavailability*. 13(1): 1-7.
6. J.R. Barone & N.T. Gregoire. (2006). Characterization of Fiber - Polymer Interactions and Transcrystallity in Short Keratin Fiber-Polypropylene Composites. *Plastics, Rubber, and Composites : Macromolecular Engineering*.
7. Torrijos, Ivan Dario Pinerez. (2012). Study of the Sequential Extraction of Copper and Zinc from MSWI Filter Fly Ash. *Thesis*. Gothenburg:Chalmers University of Technology.
8. K. Hussein Okoro, S. Olalekan Fatoki, & A. Folahan Adekola. (2012). A Review of Sequential Extraction Procedures for Heavy Metals Speciation in Soil and Sediments. *Scientific Reports*. 1: 181.
9. C. Gleyzes, S. Tellier, & M. Astruc. (2002). Fractionation Studies of Trace Elements in Contaminated Soils and Sediments: A Review of Sequential Extraction Procedure. *Trend Analytical Chemistry*. 21: 451-467.

Artikel ini telah disetujui oleh untuk diterbitkan oleh Pembimbing I pada tanggal


M. Pranjoto Utomo, M.Si

NIP. 19710408 199802 1 002

Artikel ini telah direview oleh
Penguji Utama pada tanggal 25/11/2015



Prof. K.H. Sugiyarto, Ph.D.

NIP. 19480915 196806 1 001