

PEMANFAATAN LIMBAH BIOSOLID DAN FLY ASH UNTUK PEMBUATAN BATU BATA

Erwan Adi Saputro, Nove Kartika Erliyanti, Meiswita Romalawati, Rachmad Ramadhan Yogaswara*)

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur,
60294, Indonesia

*)Penulis Korespondensi: E-mail: r.yogaswara.tk@upnjatim.ac.id

Abstrak

Proses pengolahan limbah di industri dapat dilakukan dengan beberapa cara, misalnya pengolahan secara fisika, kimia dan biologi. Pada pengolahan limbah secara biologi akan menghasilkan produk samping berupa biosolid. Biosolid ini seperti tanah yang berwarna kuning kecokelatan dengan kandungan senyawa besi oksida (Fe_2O_3), kalsium oksida (CaO), silika (SiO_2), kalium oksida (K_2O) dan magnesium oksida (MgO). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposisi batu bata biosolid yang memiliki nilai kuat tekan sesuai dengan SNI. Pada penelitian ini Limbah padat biosolid dibuat sebagai batu bata dengan dicampur abu terbang batu bara dan semen. Komposisi batu bata tersebut meliputi; fly ash dengan kadar 10, 20, 30, 40, dan 50%; semen berkadar 10, 15, 20, 25, dan 30%. Waktu pengeringan yang di terapkan pada penelitian ini adalah 7, 14, 21, dan 28hari. Setelah pengeringan, batu bata diuji kuat tekan-nya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu bata yang mempunyai nilai kuat tekan terbaik dan sesuai dengan SNI 15-2094-2000 yaitu batu bata biosolid dengan tambahan fly ash 30% dan semen 25% serta waktu pengeringan 28hari, dengan kuat tekan sebesar $64,51\text{kg/cm}^2$.

Kata kunci: abu terbang; batu bata; biosolid; kuat tekan; semen.

THE UTILIZATION OF BIOSOLID WASTE AND FLY ASH AS BRICK MATERIAL

Abstract

Waste water treatment usually use physical, chemical and biological treatment. When the biological is applied, the side product is called biosolid. Biosolid is like brownish yellow soil containing iron oxide compound (Fe_2O_3), calcium oxide (CaO), silica (SiO_2), potassium oxide (K_2O), and magnesium oxide (MgO). The purpose of this research is to find the best combination of fly ash and biosolid which has good pressure strength. In this reserach , the brick is mixed with fly ash in the weight of 10, 20, 30, 40, and 50% combined with cement content of 10, 15, 20, 25, and 30%. Then the bricks were treated through drying process of 7, 14, 21, and 28days. After drying, the bricks are tested for the compressive strength. The best results of bricks are having the strongest in accordance with SNI 15-2094-2000 are bricks with 30% fly ash composition, 25% cement, and 28days drying time, with pressure strength of 64.51kg/cm^2 .

Keywords: biosolid; brick; cement; fly ash; pressure strength.

PENDAHULUAN

Biosolid merupakan istilah bagi suatu padatan organik stabil dari lumpur limbah yang telah diolah dan dikeringkan pada instalasi pengolahan air

limbah (IPAL). Biosolid biasanya merupakan hasil buangan dari unit pengolahan limbah biologis pada IPAL (Wang dkk, 2007). Biosolid tergolong dalam limbah padat yang tidak mempunyai nilai ekonomis dan dihasilkan oleh fasilitas IPAL dalam kuantitas

yang cukup besar. Jumlah limbah padat *biosolid* yang dihasilkan di dunia ini secara global sekitar 10^8 ton per tahun (Thangarajan dkk, 2013). Produksi limbah padat *biosolid* diprediksi semakin meningkat setiap tahunnya hingga berpotensi mencapai $17,5 \times 10^7$ ton per tahun pada tahun 2050 berdasarkan prediksi populasi manusia di tahun tersebut (UN, 2015).

Biosolid adalah padatan yang tersusun dari matriks heterogen kompleks. *Biosolid* memiliki komposisi dan karakteristik yang beragam karena berbagai faktor seperti umur *biosolid*, suhu, dan kelembaban lingkungan serta proses pembentukan *biosolid* (Wang, 2008). Limbah *biosolid* ini pada umumnya memiliki kandungan mineral oksida seperti silika, magnesium oksida, kalsium oksida, hingga besi oksida (Girovich, 1996). Namun, parameter utama yang menunjukkan senyawa organik dan kandungan padatan dari *biosolid* adalah *total solid* (TS) termasuk padatan tersuspensi dan padatan terlarut serta *volatile solid* (VS) (Wang, 2008). Lebih dari itu, limbah padat *biosolid* memiliki kandungan senyawa organik yang sangat tinggi berkisar antara 50% hingga 70% (Li, 2012).

Biosolid telah lama digunakan sebagai pupuk di lahan-lahan pertanian dan perkebunan karena kandungan nutrisi di dalamnya (Gohil, 2000). Selain itu, *biosolid* juga memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku produk berbasis tanah liat seperti batu bata. Batu bata merupakan bahan bangunan yang umumnya diproduksi dari tanah liat. Namun demikian, ekskavasi tanah liat yang masif sebagai bahan baku produksi batu bata dapat merusak stabilitas tanah dan menjadi salah satu isu lingkungan.

Mohajerani, dkk (2019) telah memanfaatkan *biosolid* ke dalam campuran batu bata dengan kandungan *biosolid* maksimal 25%. Batu bata yang dihasilkan memiliki kuat tekan bervariasi mulai dari 12,04MPa hingga 35,5MPa. Tanah liat masih menjadi bahan baku utama pada batu bata tersebut dengan kandungan minimal 75%. Sehingga, riset terkait pengembangan pembuatan batu bata berbasis dasar *biosolid* dengan meminimalisir penggunaan tanah liat perlu terus dilakukan.

Di samping itu, abu terbang hasil pembakaran batu bara (*fly ash*) juga telah diteliti dan berpotensi menjadi alternatif bahan baku pembuatan batu bata (Evendi, 2015). Alsaidi, dkk (2007) juga telah menguji kuat tekan dari batu bata yang berbahan baku campuran lempung dan abu terbang. Penelitian tersebut menghasilkan batu bata dengan kadar abu terbang maksimum hingga 40% dan kuat tekan mencapai $4,197\text{N/mm}^2$. Kandungan abu terbang lebih dari 40% di dalam campuran bahan baku pembuatan batu bata menurunkan kekuatan dari batu bata.

Oleh karena itu, penambahan semen perlu dilakukan agar batu bata yang dihasilkan memiliki

nilai kuat tekan yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Baharita (2011) telah meneliti bahwa penambahan semen dapat meningkatkan kekuatan dari batu bata walaupun pembuatannya tanpa proses pembakaran. Nilai kuat tekan batu bata dengan penambahan semen dapat mencapai $4,595\text{N/mm}^2$ dan telah memenuhi Standar Industri Indonesia (SII). Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah *biosolid* sebagai bahan baku dalam pembuatan batu bata dalam rangka mengurangi eksploitasi tanah liat. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan abu terbang (*fly ash*) dan semen pada pembuatan batu bata berbahan *biosolid* terhadap nilai kuat tekan. Nilai kuat tekan batu bata yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi standar nasional atau SNI.

METODE PENELITIAN

Bahan

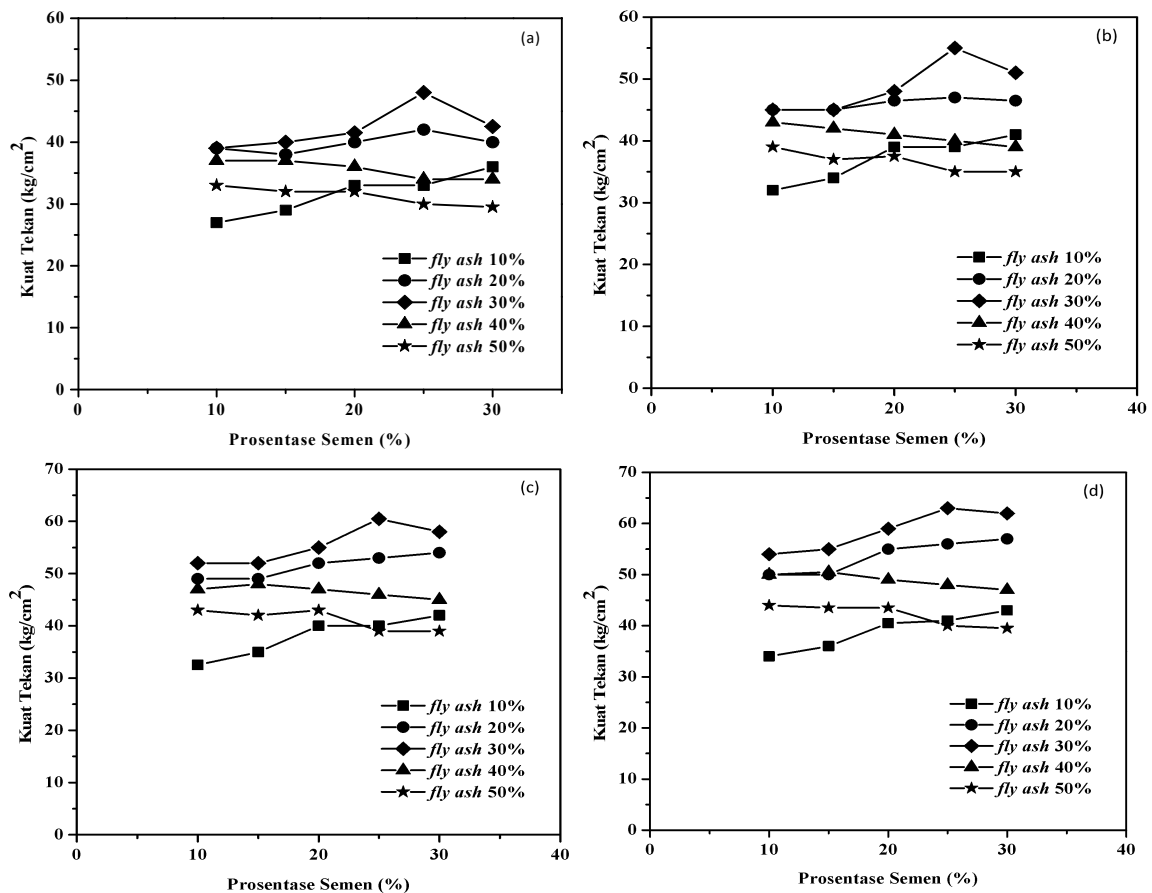
Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah padat *biosolid*. Limbah padat *biosolid* ini diambil dari instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di Kawasan Industri Kota Surabaya. Bahan baku lain yang digunakan adalah limbah abu terbang (*fly ash*) dari pembakaran batu bara di salah satu pembangkit listrik di Kota Gresik. Selain itu, bahan baku pendukung lainnya ialah semen yang diperoleh dari pasar lokal.

Eksperimental dan Pengumpulan Data

Tahap awal eksperimental pada penelitian ini adalah melakukan proses pencampuran (*mixing*) dari limbah padat *biosolid*, limbah *fly ash*, dan semen dengan komposisi tertentu. Campuran berupa limbah padat *biosolid*, limbah *fly ash*, dan semen kemudian ditambahkan air ± 1 liter. Proses ini memiliki tujuan untuk menentukan kombinasi campuran limbah padat *biosolid* dengan *fly ash* batu bara dan semen. Campuran itu, kemudian ditekan sehingga menghasilkan produk batu bata yang terbaik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Tahapan berikutnya yang dilakukan ialah pencetakan, dan pengeringan batu bata dari ketiga bahan baku di atas.

Berbagai kajian yang dilakukan meliputi variasi kadar *fly ash* batu bara dari 10, 20, 30, 40, dan 50%. Selain itu, kadar semen pada campuran juga divariasikan yakni sebesar 10, 15, 20, 25, dan 30%. Modul batu bata yang digunakan hanya satu modul yakni modul M-6b. Hasil yang diperoleh dalam kajian ini berupa persentase penambahan *fly ash* dan semen yang terbaik. Waktu yang diperlukan untuk pengeringan ialah 28 hari. Lalu, produk batu bata yang dihasilkan diuji kualitasnya setiap 7 hari sekali dan memerlukan 2 produk untuk tiap kali uji kualitas. Uji kuat tekan batu bata dilakukan dengan menggunakan alat tekan hidrolik (*hydraulic press*).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Hasil uji kuat tekan pada pengeringan (a) hari ke-7; (b) hari ke-14; (c) hari ke-21; (d) hari ke-28

Uji tekan yang dilakukan setiap 7 hari pada penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kandungan air terhadap kekuatan batu bata yang dihasilkan. Pada gambar 1a menunjukkan bahwa untuk pengeringan batu bata hingga hari ke-7, kuat tekan batu bata berkisar antara 20 sampai 50 kg/cm². Hal ini disebabkan pengeringan dilakukan dengan waktu yang singkat, sehingga batu bata yang dihasilkan masih memiliki kelembaban yang tinggi atau belum kering (Alsaidi dkk, 2007).

Jika komposisi semen yang digunakan terlalu rendah, maka hasil uji tekan juga rendah sehingga kualitas batu bata rendah. Namun, jika komposisi semen yang digunakan terlalu tinggi, maka hasil uji kuat tekan juga rendah sehingga batu bata yang dihasilkan juga berkualitas rendah (Evendi, 2015). Untuk mendapatkan hasil batu bata yang maksimal, diperlukan komposisi semen yang tidak terlalu tinggi ataupun rendah. Nilai optimum dicapai pada titik kadar semen 20-30% berat (Baharita, 2011).

Sebaliknya, pada gambar 1b terlihat bahwa pengeringan batu bata hingga hari ke-14

meningkatkan kuat tekan dari produk batu bata. Hal ini disebabkan oleh semakin keringnya batu bata yang dihasilkan walaupun perubahannya tidak signifikan. Namun demikian, kualitas tekan batu bata yang dihasilkan juga semakin meningkat. Hal tersebut diperkuat pada gambar 1c dimana pengeringan batu bata hingga hari ke-21 menghasilkan peningkatan nilai kuat tekan yang lebih besar. Nilai kuat tekan yang dihasilkan telah memenuhi ambang batas SNI 15-2094-2000 yakni sebesar 50 kg/cm² (Baharita, 2011).

Pada gambar 1d menunjukkan bahwa perubahan juga terjadi saat batu bata dikeringkan hingga hari ke-28. Selain itu, perubahan kualitas batu bata yang terjadi juga berbeda-beda. Untuk batu bata dengan kadar semen dan fly ash yang rendah mengalami peningkatan kuat tekan yang sangat rendah. Lebih dari itu, batu bata dengan kadar semen dan fly ash yang terlalu tinggi juga mengalami peningkatan nilai kuat tekan yang rendah namun sedikit lebih tinggi dibandingkan kadar semen dan fly ash yang rendah. Nilai kuat tekan

maksimum dicapai pada batu bata dengan kadar semen dan *fly ash* yang setara atau sebanding dengan jumlah *biosolid*.

Variasi kandungan semen pada campuran batu bata juga memberikan pengaruh yang signifikan bagi kuat tekan batu bata. Seperti pada gambar 1(a-d) terlihat bahwa semakin tinggi kadar semen yang dipadukan dengan kadar *fly ash* 10% maka semakin tinggi pula kuat tekan yang dihasilkan. Begitu juga sebaliknya, semakin rendah kadar semen yang dipadukan dengan kadar *fly ash* 10% maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan. Lama pengeringan juga memberikan pengaruh terhadap kuat tekan batu bata. Pengeringan batu bata yang semakin lama memberikan efek pada peningkatan kuat tekan batu bata. Hal ini disebabkan kondisi batu bata yang semakin kering setiap harinya, dimana kadar air yang terkandung lebih sedikit. Sehingga, hal tersebut membuat semen dan *fly ash* dapat mengikat *biosolid* secara maksimal (Mohajerani dkk, 2019).

Uji kuat tekan juga dilakukan pada produk yang berupa batu bata pada kadar *fly ash* 20% dan 30% dengan berbagai persentase kandungan semen. Hasil uji menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar semen yang dipadukan dengan kadar *fly ash* 20% dan 30% maka kuat tekan yang dihasilkan juga semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya, semakin rendah kadar semen yang dipadukan dengan kadar *fly ash* 20% dan 30%, maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan. Penambahan *fly ash* yang terlalu banyak menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan batu bata. Disamping itu, lama pengeringan juga berpengaruh pada kuat tekan batu bata. Hal tersebut terlihat bila semakin lama pengeringan batu bata maka batu bata mengalami peningkatan kuat tekan. Hal ini disebabkan kondisi batu bata semakin mengering setiap harinya, dimana kadar air yang terkandung lebih sedikit. Hal tersebut membuat semen dan *fly ash* dapat mengikat *biosolid* dengan lebih maksimal (Mohajerani dkk, 2019). Kuat tekan maksimum pada penelitian ini mencapai 64,51kg/cm² pada kadar *fly ash* 30%, lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yg telah dilakukan oleh Alsaidi dkk, 2007, yang menghasilkan tekan 39,22 kg/cm² pada kadar *fly ash* yang sama. Semakin tinggi kuat tekan menunjukkan bahwa batu bata semakin kuat dalam menahan beban (Alsaidi dkk, 2007).

Hal sebaliknya terjadi pada campuran batu bata dengan kadar *fly ash* 40% dan 50%. Hasil uji menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar semen yang dipadukan dengan kadar *fly ash* 50%, maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan. Begitu juga sebaliknya, semakin rendah kadar semen yang dipadukan dengan kadar *fly ash* 50% memberikan peningkatan pada kuat tekan batu bata. Hal ini disebabkan oleh penggunaan semen yang terlalu banyak mengakibatkan penyusutan pada batu bata. Sehingga, kemampuan batu bata untuk menahan

beban pun ikut berkurang dan mempengaruhi kuat tekan batu bata (Alsaidi dkk, 2007).

Lebih dari itu, penambahan semen yang terlalu banyak membuat batu bata sulit untuk dipadatkan sehingga mengakibatkan nilai kuat tekan dari produk menjadi rendah. Sebaliknya, penambahan semen yang terlalu sedikit pun menyebabkan jumlah air pada batu bata terlalu banyak sehingga menurunkan nilai kuat tekan (Baharita, 2011). Di samping itu, lama pengeringan juga berpengaruh terhadap kuat tekan batu bata. Waktu pengeringan batu bata yang lama menghasilkan batu bata yang memiliki nilai kuat tekan yang tinggi.

SIMPULAN

Limbah padat *biosolid* dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif produksi batu bata tanpa pembakaran. Komposisi optimum produk batu bata yang dihasilkan yakni 45% *biosolid*, 30% *fly ash* dan 25% semen dengan waktu pengeringan selama 28 hari. Batu bata dengan komposisi optimum tersebut memiliki nilai kuat tekan tertinggi yakni mencapai nilai 64,51kg/cm². Nilai kuat tekan yang dihasilkan tersebut telah memenuhi SNI 15-2094-2000.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsaidi, Muhandi, Suryanita, R. (2007). Perbaikan Karakteristik Batubata Lempung dengan Penambahan Abu Terbang. Jurnal Teknik Sipil, VII (2): 165-179. Pekanbaru. Universitas Riau.
- Baharita, R. (2011). Uji Mutu Batu Bata Tanpa Pembakaran Dengan Tahan Tambahan Semen. Jurusan DIII Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau (Tugas Akhir).
- Evendi, Z., Fadli, A., Drastinawati. (2015). Pembuatan Batu Bata Dengan Penambahan Campuran Fly Ash dan Semen Tanpa Proses Pembakaran. JOM FTEKNIK, Vol. 2, No. 2.
- Gohil, M. B. (2000). Land Treatment of Waste Water. New Age International.
- Girovich, Mark J. (1996). Biosolids Treatment And Management : Processes for Beneficial Use. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Li, J. (2012). Effects of Biosolids on Carbon Sequestration and Nitrogen Cycling. Virginia Polytechnic Institute and State University (PhD Thesis).
- Mohajerani, A., et. al. (2019). A Proposal for Recycling the World's Unused Stockpiles of Treated Wastewater Sludge (Biosolids) in Fired-Clay Bricks. Buildings 2019, 9, 14.

Thangarajan, R., Bolan, N.S., Tian, G., Naidu, R. Kunhikrishnan, A. (2013). Role of Organic Amendment Application on Greenhouse Gas Emission from Soil. *Science of The Total Environment* 465, 72-96.

United Nations. (2015). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights* (ST/ESA/SER.A/352). Department of

Economic and Social Affairs, Population Division (2014).

Wang, L. K., Shamma, N. K., Hung, Y. T. (2007). *Biosolids Treatment Processes*. Totowa, N. J.: Humana Press.

Wang, Lawrence K. (2008). *Handbook Of Environmental Engineering Volume 7: Biosolids Engineering and Management*. Totowa : Humana Press.