

PEMANFAATAN ABU AMPAS TEBU DALAM PEMBUATAN BETON BUSA RINGAN

Utilization of Bagasse Ash on Lightweight Foamed Concrete

Triastuti¹, Ananto Nugroho², Arif Rahman Saleh³

^{1,2}Pusat Penelitian Biomaterial Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Jl. Raya Bogor KM 46 Cibinong Bogor 16911

³Universitas Negeri Jakarta

Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur

Surel : ¹triastuti@biomaterial.lipi.go.id; ²ananto@biomaterial.lipi.go.id

Diterima: 29 September 2016; Disetujui: 19 Mei 2017

Abstrak

Beton busa (*Foamed Concrete*) adalah salah satu jenis beton ringan yang terdiri dari pasta semen atau mortar, dimana ruang udara atau pori-pori strukturnya terbentuk dengan menambahkan foaming agent kedalam campuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dalam pembuatan beton busa ringan (*lightweight foamed concrete*). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe I, abu ampas tebu, pasir, foaming agent dan air. Mix design yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan ASTM C 796 -97 dengan kuat tekan yang diharapkan sebesar 1,4 MPa. Kuat tekan tertinggi yang dihasilkan pada umur 28 hari sebesar 1,2 MPa sampai 1,9 MPa. Kuat tekan terbesar didapat pada beton busa ringan dengan kadar abu ampas tebu 12%. Sedangkan berat jenis sebesar 1014 – 1037 kg/m³ dan kuat lenturnya sebesar 0,69 – 1,38 Mpa.

Kata Kunci: Beton busa, abu ampas tebu, kuat tekan, berat jenis, kuat lentur

Abstract

Foam concrete is one of type of *Lightweight Concrete*. It composes of cement paste or mortar. In this mixture, there is a void air which it occurred by adding the foaming agent. The objective of this research is to find out the influence of bagasse-ash utilization as a replacement of cement at the *lightweight foamed concrete*. We used cement Portland type 1, bagasse ash, sand, foaming agent and water. In this research, the mix design is according to ASTM C 796 -97 and the target of the compressive strength is 1.4 MPa. The compressive strength of this *lightweight foamed concrete* is between 1.2 MPa and 1,9 Mpa at 28 days. The highest of the compressive strength occurs at 12% of bagasse ash. The density is between 1014 and 1037 kg/m³ and the flexural strength is between 0.69 Mpa and 1.38 MPa.

Keywords : *Foamed concrete, bagasse ash, compressive strength, density, flexural strength*

PENDAHULUAN

Beton busa ringan (*Lightweight Foamed Concrete*) merupakan salah satu jenis beton ringan yang terdiri dari udara yang terjebak yang bereaksi dengan agregat sehingga menghasilkan berat yang lebih ringan daripada beton normal (Awang, Mydin, and Ahmad 2013). Selanjutnya dikatakan bahwa, beton busa ringan memiliki berat jenis (*density*) sekitar 300 – 2000 kg/m³ dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 2 MPa 3 MPa (Awang, Mydin, and Ahmad 2013). Sedangkan menurut Neville (2011) kuat tekan untuk beton busa ringan adalah antara 1 MPa – 15 MPa. Dengan kuat tekan dibawah 17 MPa, beton busa ringan ini sangat cocok digunakan sebagai bahan nonstruktur seperti dinding, partisi, bahan

isolasi dan bahan pengisi (Mydin 2011). Beton busa ringan terdiri dari semen, pasir dengan tambahan busa sebagai bahan pengontrol berat jenis (*density*) tanpa menggunakan agregat kasar (Gunawan and Setiono 2014)

Foaming agent sebagai bahan material terpenting dalam pembuatan beton busa ringan, dapat diklasifikasikan kedalam 3 jenis yaitu *polymer foam agent*, *protein foam agent* dan *surface active agent* (Awang et al. 2013). Adanya rongga-rongga udara yang dihasilkan oleh beton busa ringan, akan menghasilkan beton yang mempunyai sifat penahan panas yang lebih baik daripada beton normal.

Penggabungan bahan-bahan pozolan dari bahan alam maupun buatan ke dalam campuran beton sudah dilakukan sejak dulu. Selain lebih ekonomis, alasan utamanya adalah bahan-bahan pozolan ini dapat berguna dalam meningkatkan sifat-sifat fisik ataupun mekanik beton. Beberapa peneliti telah menggunakan bahan-bahan limbah pertanian ke dalam beton normal ataupun mortar semen seperti abu sekam padi, abu serbuk gergaji, dan abu ampas tebu.

Penelitian sebelumnya memberikan informasi bahwa abu beberapa limbah pertanian mempunyai kandungan silika yang tinggi dan dapat digunakan sebagai material *pozolan* (Aprianti et al. 2015). Para peneliti pendahulu sudah mampu memanfaatkan abu limbah pertanian seperti abu sekam padi, abu ampas tebu, dan kulit kacang sebagai bahan pengganti semen pada pembuatan beton (Aprianti et al. 2015). Namun penggunaan abu limbah industri pertanian khususnya abu ampas tebu dalam beton busa ringan masih belum banyak.

Komposisi kimia dari semen Portland dan abu ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 1. Komponen terbesar dalam abu ampas tebu adalah silika sebesar 55% melebihi kadar silika pada semen Portland yang hanya sebesar 20,9 %. Di sisi lain nilai LOI (*Loss On Ignition*) abu ampas tebu sebesar 19,2% lebih besar dari batas yang ditentukan ASTM C 618 untuk pozolan kelas N. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa abu ampas tebu dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen Portland meskipun persentase LOI nya lebih besar dari nilai LOI semen Portland.

Tabel 1 Komposisi Kimia Semen Portland dan Abu Ampas Tebu

Komposisi Kimia (%)	Semen Portland	Abu Ampas Tebu
Silika (SiO ₂)	20,9	55,0
Alumina (Al ₂ O ₃)	4,7	5,1
Besi (Fe ₂ O ₃)	3,4	4,1
Kapur (CaO)	65,4	11,0
Magnesia (MgO)	1,2	0,9
Alkali (K ₂) + Na ₂ O	0,5	1,4
Sulfur (SO ₃)	2,7	2,2
LOI	0,9	19,2

Sumber : (Rattanasotinunt et al. 2013)

Total produksi tebu di 110 negara yang ada di dunia adalah lebih dari 1.500 juta ton, dari total produksi ini telah menghasilkan sekitar 40-45% serat tebu dan menghasilkan sekitar 8-10% abu (Modani and Vyawahare 2013). Penggunaan bahan-bahan

pozolan dalam pembuatan beton memberikan pengaruh yang positif terhadap lingkungan, karena dengan penggantian semen dalam pembuatan beton akan mengurangi emisi gas rumah kaca (CH₄ dan CO₂) yang menyebabkan pemanasan global (Maldonado-Bandala et al. 2011). Satu ton produksi semen menghasilkan satu ton gas CO₂ dan industri semen bertanggung jawab pada 5% emisi CO₂ di dunia (Maldonado-Bandala et al. 2011). Oleh karena itu pemanfaatan limbah produk pertanian seperti ampas tebu sebagai bahan pengganti semen Portland dalam pembuatan beton busa diharapkan dapat mengurangi emisi gas karbondioksida serta menghasilkan material yang ramah lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dalam pembuatan beton busa ringan serta sifat fisik dan mekanik dari beton busa ringan.

METODE

Material yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen Portland tipe 1, pasir dari sungai Cimangkok, Sukabumi, Jawa Barat, *foaming agent* dan abu ampas tebu. Pasir yang digunakan adalah yang lolos ukuran 20 mesh dan tertahan 100 mesh. Sedangkan *foaming agent* yang digunakan merupakan jenis *foaming agent* sintesis. Dimana sebelum digunakan *foaming agent* terlebih dahulu dicampurkan dengan air dengan perbandingan 1 banding 30. Setelah itu dengan menggunakan *foam generator* akan menghasilkan busa yang berbentuk seragam dan tidak pecah.

Material tersebut sebelum digunakan, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan awal yang meliputi pemeriksaan terhadap tiap bahan-bahan yang digunakan yaitu pemeriksaan berat jenis abu ampas tebu, pemeriksaan kadar lumpur agregat halus, pengujian analisa saringan agregat halus, pengujian kadar air agregat halus dan pengujian zat organik agregat halus. Jumlah ulangan pemeriksaan bahan penelitian sebanyak 3 ulangan untuk setiap pemeriksaan.

Perhitungan rancangan campuran beton ringan nonstruktural berdasarkan ASTM C976 - 97 dengan mutu beton *f'c* adalah 1,4 MPa. *Mix design* dalam penelitian ini memerlukan air sebesar 118 kg, bahan pengikat (semen atau semen dan abu ampas tebu) sebesar 410 kg, pasir sebesar 410 kg dan *foaming agent* sebesar 1,42 liter untuk per meter kubiknya.

Berat bahan pengikat merupakan berat semen dan abu ampas tebu. Abu ampas tebu digunakan sebagai bahan pengganti semen. Variasi persentase abu

ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 6%, 9% dan 12% dari berat bahan pengikat.

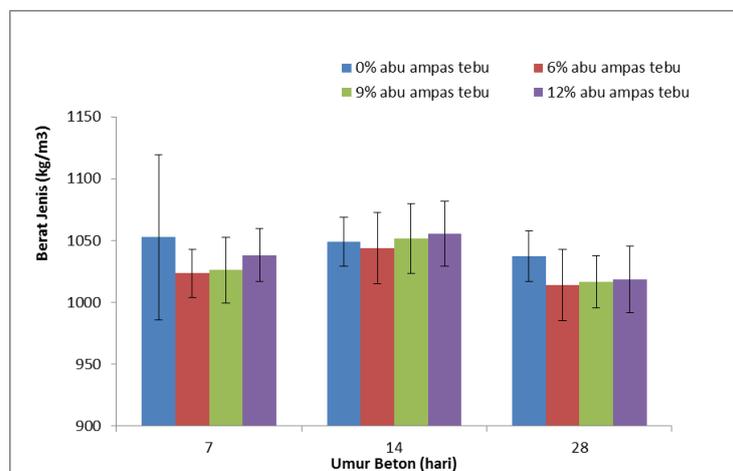
Semen, pasir dan atau abu ampas tebu dicampur terlebih dahulu menggunakan *hand mixer* selama 1 menit. Kemudian ditambahkan air sedikit demi sedikit sesuai dengan *mix design* sambil diaduk menggunakan *hand mixer* selama kurang lebih 5 menit. Setelah terlihat mengental seperti bubur, ditambahkan *foam agent* dan diaduk kembali selama 1 menit. Setelah itu adukan beton busa ringan dicetak ke dalam cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm sebanyak 15 buah untuk pengujian kuat tekan serta balok ukuran 4 cm x 4 cm x 16 cm sebanyak 3 buah untuk pengujian kuat lentur, sesuai dengan ASTM C 133-1994. Cetakan benda uji dilepas 1 hari setelah pencetakan. Setelah dilepas dari cetakan, benda uji disimpan pada suhu ruang selama umur yang ditentukan yaitu selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari seperti yang dipersyaratkan oleh ASTM C796-97. Sebelum pengujian, benda uji terlebih dahulu diukur dimensi dan beratnya.

Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian kuat tekan sesuai dengan ASTM C 133 – 1997, berat jenis

beton dan pengujian kuat lentur. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik dari beton busa ringan. Pengujian kuat tekan terhadap benda uji dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 menggunakan alat uji tekan beton manual hidrolik dengan *Hand Operated* merk Teguh Primatama kapasitas 300 kN dengan ketelitian sebesar 6 kN. Masing-masing pengujian kuat tekan ada 5 buah ulangan. Sedangkan pengujian kuat lentur hanya dilakukan pada umur beton 28 hari sebagai penelitian awal untuk mengetahui pengaruh kadar abu ampas tebu yang digunakan terhadap besarnya kuat lentur. Masing-masing pengujian kuat lentur ada 3 buah ulangan. Data yang dihasilkan dalam pengujian kemudian dilakukan analisa menggunakan uji ANOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan bahwa berat jenis terbesar pada umur 7 dan 28 hari diperoleh pada beton busa tanpa menggunakan abu ampas tebu. Berat jenis yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebesar 1014 - 1037 kg /m³. Pada penelitian ini berat jenis yang dihasilkan kurang dari 2000 kg/m³, sehingga dapat dikategorikan sebagai beton ringan.



Gambar 1 Hubungan Berat Jenis Dengan Umur Beton

Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa kuat tekan meningkat secara *significant* setelah mencapai umur 28 hari. Hal ini diperkuat dengan hasil analisa dengan menggunakan ANOVA, bahwa kuat tekan yang dihasilkan terlihat berbeda nyata akibat pengaruh persentase kadar abu ampas tebu. Dari hasil analisa ANOVA didapatkan bahwa nilai $P < 0,05$. Kuat tekan beton busa ringan yang menggunakan abu ampas tebu sampai 12% menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton busa ringan tanpa menggunakan abu ampas tebu (beton kontrol) pada umur 28 hari.

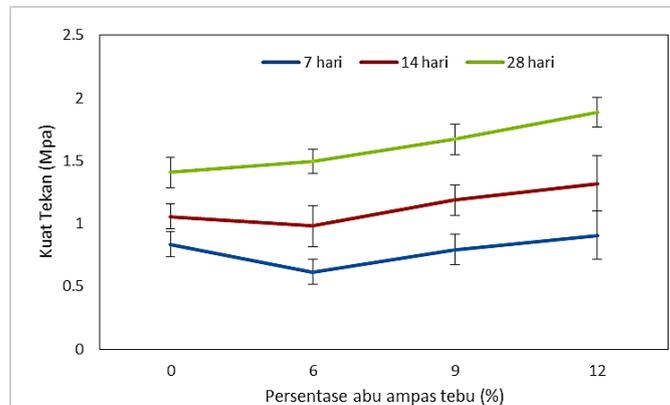
Kuat tekan terendah yang dihasilkan adalah beton busa ringan dengan kadar abu ampas tebu sebesar 6%. Sedangkan kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh beton busa ringan dengan kadar abu ampas tebu sebesar 12%. Pada umur 28 hari, kuat tekan terendah ada pada beton busa ringan tanpa menggunakan abu ampas tebu (kontrol). Kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh beton busa ringan dengan menggunakan kadar abu ampas tebu sebesar 12%. Pada umur 28 hari kuat tekan yang dihasilkan adalah sebesar 1,4 MPa – 1,9 MPa. Dengan menggunakan analisa ANOVA didapatkan bahwa nilai $P < 0,05$

sehingga dapat diketahui bahwa berbeda nyata terhadap pengaruh umur beton dengan kuat tekan yang dihasilkan.

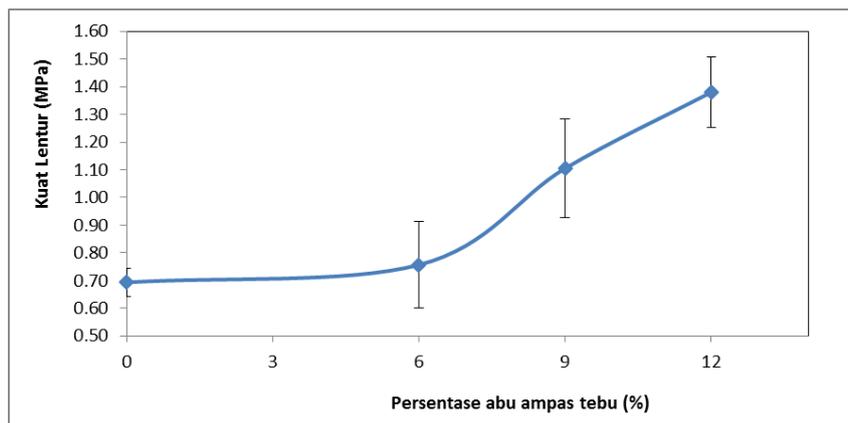
Tren kenaikan kuat tekan ini mirip dengan kuat tekan yang dihasilkan ketika menggunakan *fly ash*. Hal ini disebabkan adanya abu ampas tebu dalam beton busa ringan yang bereaksi dengan senyawa C_3S dan C_3A , sehingga reaksi hidrasi dari kedua senyawa tersebut menjadi terganggu. Sehingga rantai reaksi akan menjadi lebih panjang dan mengakibatkan pengerasan beton menjadi lama (Sebayang 2010). Selain itu reaksi silika dengan kalsium hidroksida dalam beton busa ringan membentuk rantai tambahan C-S-H. Penambahan rantai C-S-H membentuk mikrostruktur dari beton busa ringan menjadi lebih tebal dan nantinya akan

menghasilkan kuat tekan yang besar setelah beberapa hari (Lim et al. 2013). Namun pada umur 28 hari, kuat tekan beton busa ringan dengan menggunakan abu ampas tebu menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton busa ringan yang tanpa menggunakan abu ampas tebu (kontrol).

Dari hasil pengujian, beton jenis ini mengalami retak berupa retak kerucut dan geser (*cone and shear*) pada saat dilakukan uji tekan, sehingga distribusi kekuatan dalam benda uji tidak merata dan retakan yang terjadi mengikuti titik-titik perlemahannya. Secara keseluruhan beton mengalami pola retak yang sama pada setiap umur beton.



Gambar 2 Hubungan Kuat Tekan dengan Persentase Abu Ampas Tebu



Gambar 3 Hubungan Antara Kuat Lentur dengan Persentase Abu Ampas Tebu pada Umur 28 Hari

Gambar 3 menunjukkan bahwa kuat lentur terendah pada umur 28 hari dihasilkan oleh beton busa ringan tanpa menggunakan abu ampas tebu yaitu sebesar 0,69 MPa dan kuat lentur tertinggi dihasilkan oleh *foam concrete* dengan persentase abu ampas tebu sebesar 12% yaitu 1,38 MPa. Semakin besar persentase abu ampas tebu yang digunakan maka kuat lentur yang dihasilkan semakin besar. Hal ini

disebabkan karena adanya peningkatan berat pada mikrostruktur beton busa ringan akibat reaksi silika dari penambahan rantai C-S-H sehingga meningkatkan kuat geser dan sifat-sifat kelenturan pada benda uji (Lim et al. 2013). Selain itu berdasarkan analisa ANOVA didapatkan $P < 0,05$, hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata

terhadap pengaruh penggunaan abu ampas tebu yang digunakan dengan kuat lentur.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton busa ringan dengan menggunakan abu ampas tebu sebesar 12% menghasilkan kuat tekan terbesar yaitu sebesar 1,9 MPa dapat digunakan sebagai bahan nonstruktur seperti dinding rumah atau bata busa ringan (bata foam). Penambahan abu ampas tebu pada beton busa ringan menghasilkan kenaikan kuat tekan. Berat jenis beton busa ringan dengan menggunakan abu ampas tebu memiliki berat jenis sekitar 1.000 kg/m³ sehingga memenuhi syarat dari beton busa ringan yang mempunyai berat jenis dibawah 2.000 kg/m³.

Pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini yaitu dengan penggunaan abu ampas tebu lebih dari 12% untuk mengetahui persentase optimum penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen Portland dalam pembuatan beton busa ringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pusat Litbang Biomaterial LIPI yang telah memberikan fasilitas selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Aprianti, Evi, Payam Shafigh, Syamsul Bahri, and Javad Nodeh. 2015. "Supplementary Cementitious Materials Origin from Agricultural Wastes - A Review" 74: 176-87.

Awang, Hanizam, Azree Othuman Mydin, and Muhammad Hafiz Ahmad. 2013. "Mechanical and Durability Properties of Fibre Lightweight Foamed Concrete 1" 7 (7): 14-21.

Gunawan, Purnawan, and Setiono. 2014. "Foamed Lightweight Concrete Tech Using Galvalum Az 150 Fiber." *Procedia Engineering* 95 (Scescm). Elsevier B.V.: 433-41. doi:10.1016/j.proeng.2014.12.203.

Lim, Siong Kang, Cher Siang Tan, Ooi Yuan Lim, and Yee Ling Lee. 2013. "Fresh and Hardened Properties of Lightweight Foamed Concrete With Palm Oil Fuel Ash as Filler." *Construction and Building Materials* 46. Elsevier Ltd: 39-47. doi:10.1016/j.conbuildmat.2013.04.015.

Maldonado-Bandala, E.E., V Jiménez Quero, F.J. Olguin-Coca, L G M Lizarraga, M.A. Baltazar-Zamora, A Ortiz-C, F Almeraya, P Zambrano, and C Gaona-Tiburcio. 2011. "Electrochemical Characterization of Modified Concretes with Sugar Cane Bagasse Ash." *International Journal of Electrochemical Science* 6: 4915-26.

Modani, Prashant O., and M. R. Vyawahare. 2013. "Utilization of Bagasse Ash as a Partial Replacement of Fine Aggregate in Concrete." *Procedia Engineering* 51 (NUiCONE 2012): 25-29. doi:10.1016/j.proeng.2013.01.007.

Mydin, Azree. 2011. "Potential of Using Lightweight Foamed Concrete in Composite Load-Bearing Wall Panels in Low-Rise Construction." *Concrete Research Letter* 2 (June): 213-27.

Neville, Adam M. 2011. *Properties of Concrete, 4th*. London: Pitman Publishing.

Rattanashotinunt, Chaiyanunt, Pongsiri Thairit, Weerachart Tangchirapat, and Chai Jaturapitakkul. 2013. "Use of Calcium Carbide Residue and Bagasse Ash Mixtures as a New Cementitious Material in Concrete" 46: 106-11.

Sebayang, Surya. 2010. "Pengaruh Abu Terbang Sebagai Pengganti Sejumlah Semen Pada Beton Alir Mutu Tinggi." *Jurnal Rekayasa* 14. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.