

## KUAT TEKAN BETON YANG MENGANDUNG ABU AMPAS KOPI DENGAN BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER

Yulius Rief Alkhaly<sup>1)</sup>, Ya'qub Fedriansyah<sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

email: yr.alkhaly@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v8i1.146>

### Abstrak

Penggunaan material posolan yang berasal dari bahan organik dalam adukan beton terus meningkat. Material posolan ini dapat berupa hasil sampingan dari produk pertanian/perkebunan. Salah satu produk sampingan dari pengolahan produk perkebunan adalah ampas kopi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan dari beton yang mengandung abu ampas kopi (AAK) sebesar 5% dengan bahan tambah superplasticizer pada variasi 0,5%, 1% dan 2% dari berat semen. Abu ampas kopi didapat dengan cara dibakar pada suhu 700 °C, kemudian dihaluskan hingga lolos saringan no.200 (75 µm). Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm x 300 mm sebanyak 40 buah. Mutu beton yang direncanakan adalah 35 MPa dengan fas 0,385. Hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur 28 hari (BN) sebesar 35,98 MPa. Pada pengurangan air adukan 10% dan penambahan superplasticizer 0,5%, 1% dan 2% didapat nilai kuat tekan sebesar 42,32 MPa, 43,33 MPa, dan 47,83 MPa, meningkat sebesar 17% sampai 33% dari kuat tekan beton normal. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa substitusi abu ampas kopi 5% terhadap berat semen tanpa superplasticizer memberi peningkatan kuat tekan sebesar 3,78% dari beton normal. Pada substitusi AAK sebesar 5% dan dengan tambahan superplasticizer sebesar 0,5%, 1% dan 2%, dihasilkan kuat tekan masing-masing sebesar 44,71 MPa, 45,90 MPa dan 49,74 MPa. Ketiga mutu beton ini dapat di kategorikan dalam beton mutu tinggi.

Kata kunci: *Material posolan, abu ampas kopi, kuat tekan, superplasticizer*

### Abstract

The use of pozzolanic material derived from an organic part in concrete mixes become more expanded. This pozzolanic material can be a waste of agricultural products. Coffee dregs is one of the agricultural by-products. The aim of this research was to determine the compressive strength of concrete that containing 5% coffee dregs ash (CDA) with the variation of 0,5%, 1% and 2% superplasticizer as admixture by unit weight of cement contents. Coffee dregs ash was obtained by calcinating at a temperature of 700 °C, then grounded to pass sieving no. 200 (75 µm). The specimens used are the cylindrical form with a diameter of 150 mm x 300 mm, total specimens were 40 samples. The specified compressive strength of concrete was 35 MPa with water binder ratio was 0,385. The result of normal concrete compressive strength at 28 days (BN) was 35,98 MPa. In the reduction of 10% mixing water and the addition of 0,5%, 1% and 2% superplasticizer, the compressive strength was 42.32 MPa, 43.33 MPa, and 47.83 MPa, increasing by 17% to 33% of normal concrete compressive strength. The results also showed that the substitution of 5% CDA by weight of cement without superplasticizer increased the compressive strength of 3.78% of normal concrete. In the 5% substitution of CDA and with the addition of superplasticizer of 0,5%, 1%, and 2%, the compressive strengths were 44,71 MPa, 45,90 MPa, and 49,74 MPa respectively. These three concrete qualities can be categorized as high strength concrete.

Keywords: *Pozzolanic material, coffee dregs ash, compressive strenght, superplasticize*

## 1. Latar Belakang

Semen merupakan bahan pengikat yang sangat mudah digunakan tanpa ada persyaratan khusus, sehingga menjadi bahan pengikat yang paling populer untuk membuat beton. Campuran semen dan air menghasilkan pasta yang berfungsi sebagai pengikat agregat dalam adukan beton. Semen yang terkena air akan bereaksi membentuk senyawa Kalsium Silikat Hidrat (CHS) dan Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Senyawa Kalsium Hidroksida memberi dampak yang tidak menguntungkan bagi kekuatan beton. Dampak negatif ini memungkinkan untuk dikurangi dengan memberi senyawa Silika Dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) ke dalam adukan beton. Senyawa Silika Dioksida akan bereaksi dengan senyawa Kalsium Hidroksida membentuk senyawa Kalsium Silikat Hidrat kembali.

Material yang mengandung senyawa Silika Dioksida atau disebut material posolan dapat berasal dari bahan mineral atau bahan organik. Penggunaan material posolan dalam adukan beton mulai banyak ditemukan sekitar tahun 1970an di Utara Amerika (Kosmatka, *et al.*, 2003). Material berupa *FlyAsh*, *Silica Fume*, *Ground Granulated Blast Furnace Slag*, dan *Metakaolin* adalah sebagian dari jenis posolan yang berasal dari bahan mineral. Material posolan tersebut dapat disubsitusikan 10% - 40% dari berat semen (Khan & Iqbal, 2011).

Sebagai alternatif, dewasa ini juga telah berkembang penggunaan posolan alami (organik) yang berasal dari sisa hasil produk pertanian/perkebunan. Sisa produk pertanian ini banyak ditemukan di negara berkembang dan belum optimal dimanfaatkan sehingga menjadi limbah padat yang mencemari lingkungan. Penggunaan sisa produk pertanian dalam beton yang diolah menjadi abu posolan mampu menggantikan sebagian berat semen antara 5% - 40% sebagaimana dilaporkan oleh (Joel, 2010) dan Moreno, *et al.*, 2018. Produk sisa pertanian lain yang mungkin dimanfaatkan sebagai material posolan adalah ampas kopi.

Berdasarkan hasil penelitian Alkhalay & Syahfitri, 2016, pengaruh substitusi 5% abu ampas kopi terhadap berat semen meningkatkan kuat tekan beton sebesar 2,39% dari nilai kuat tekan 25,475 MPa menjadi 26,085 MPa. Kemudian, pada substitusi 10% dan 15% hanya mampu mempertahankan kuat tekan beton struktural.

Pada penelitian ini, abu ampas kopi yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen sebesar 5% dan bahan tambah *superplasticizer* (SP) sebesar 0,5%, 1% dan 2% dari berat semen dengan pengurangan air sebesar 10%. Mutu beton yang direncanakan sebesar 35 MPa.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Material

Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I produksi PT. Semen Andalas Indonesia. Agregat yang digunakan dalam campuran pembentuk beton adalah agregat halus yang berupa pasir dan agregat kasar (batu pecah). Agregat tersebut berasal dari Krueng Mane, Kabupaten Aceh Utara.

Air yang digunakan dalam campuran beton diperoleh dari sumur bor yang tersedia di gedung Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh. Bahan tambah berupa *superplasticizer* (SP) yang digunakan adalah tipe F yaitu sikamen-NN produksi PT. Sika Indonesia.

Tabel 1 Analisa saringan agregrat

Ukuran Saringan (mm)	% Lolos	
	Pasir	Batu Pecah
25,00	100	100
19,00	100	95,64
9,50	100	38,45
4,75	100	3,92
2,36	79,80	0
1,18	51,95	0
0,60	26,40	0
0,30	12,30	0
0,15	4,50	0
Modulus halus butir	3,15	2,62

Tabel 2 Sifat fisis material

Uraian	Pasir	Batu pecah	Semen	AAK
Ukuran maksimum (mm)	4,75	19	-	-
Berat Kering jenuh-permukaan	2,50	2,55	3,10	1,53
Jenis Kering tungku/oven	2,44	2,56	-	-
Absorpsi(%)	1,61	2,53	-	-
Kadar lembab(%)	1,11	0,93	-	-

## 2.2 Penyiapan ampas kopi

Ampas kopi sebagai sisa pengolahan minuman kopi dipisahkan dari material lain, kemudian dicuci sampai bersih lalu di keringkan dengan cara dijemur. Setelah kering, ampas kopi di oven dengan suhu stabil 200°C selama  $\pm$  24 jam, untuk mendapatkan arang sekam, dan kemudian dibakar kembali pada suhu 700°C dengan *furnaces* selama 2 jam dan dihaluskan. Setelah dihaluskan ampas kopi kemudian diayak sampai lolos saringan no. 200.

## 2.3 Penyiapan dan perawatan benda uji

Benda uji yang dibuat sebanyak 5 benda uji untuk masing-masing varian beton, dengan jumlah total 40 buah benda uji. Cetakan silinder besi berdiameter 150 mm dan tingginya 300 mm dipakai sebagai wadah beton segar. Faktor air semen sebesar 0,385 dengan proporsi campuran (*mix design*) dirancang berdasarkan metode SNI 03-2834-2012. Tabel 3 berikut memperlihatkan proporsi campuran untuk masing-masing varian beton:

Tabel 3 Proporsi campuran beton

No	Kode Sample	Variasi (AAK + SP) %	Proporsi material per m <sup>3</sup> beton (kg)					
			Semen	Air	Pasir	Batu pecah	AAK	Superplasticizer
1	BN	0 + 0,0	532,50	189,04	711,75	876,14	-	-
2	BSP1	0 + 0,5	532,50	170,13	711,75	876,14	-	2,66
3	BSP2	0 + 1,0	532,50	170,13	711,75	876,14	-	5,33
4	BSP3	0 + 2,0	532,50	170,13	711,75	876,14	-	10,65
5	BAK0	5 + 0,0	506,37	189,04	711,75	876,14	13,22	-
6	BAK1	5 + 0,5	506,37	170,13	711,75	876,14	13,22	2,66
7	BAK2	5 + 1,0	506,37	170,13	711,75	876,14	13,22	5,33
8	BAK3	5 + 2,0	506,37	170,13	711,75	876,14	13,22	10,65

Pengadukan material dilakukan dengan molen laboratorium. Material kering dimasukkan ke molen secara bertahap, dan ditambahkan 1/3 volume air. Kemudian 1/2 volume SP dicampurkan bersama 1/3 volume air adukan lagi. Terakhir, 1/2 volume SP sisa dan 1/3 volume air sisa ditambahkan ke dalam adukan beton. Pengadukan dihentikan setelah material tercampur dengan baik dan terlihat telah homogen yang dapat diidentifikasi berdasarkan warna adukan telah sama seluruhnya. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) berdasarkan pengujian *slump* dan kemudian adukan di cor ke dalam cetakan silinder besi.

Setelah berumur 1 hari, benda uji silinder beton dikeluarkan dari cetakan. Penyimpanan dan perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman di dalam air pada suhu ruangan. Setelah masa perawatan berakhir, maka dilakukan pengujian kuat tekan beton arah vertikal silinder sampai benda uji hancur. Tiap-tiap varian beton diuji pada umur 28 hari.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Tinggi slump

Pengukuran tinggi *slump* dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan yang menunjukkan kemudahan dalam pengerjaan. Target slump rencana sesuai *mix design* adalah 75 mm-100 mm. Adapun hasil pengukuran tinggi slump untuk masing-masing variasi benda uji adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Nilai slump adukan beton

No	Jenis Beton	Kode Sampel	Rerata Tinggi Slump (mm)
1	Beton Normal	BN	75
2	Beton Superplasticizer 1	BSP1	85
3	Beton Superplasticizer 2	BSP2	88
4	Beton Superplasticizer 3	BSP3	93
5	Beton ampas kopi	BAK	78
6	Beton ampas kopi + SP 1	BAK1	87
7	Beton ampas kopi + SP 2	BAK2	90
8	Beton ampas kopi + SP 3	BAK3	95

Tabel 4 memperlihatkan bahwa nilai *slump* untuk seluruh jenis beton telah memenuhi *slump* rencana. Abu ampas kopi (AAK) dan SP memberi dampak pada naiknya nilai *slump*. Abu ampas kopi memberikan kontribusi sebesar 4% terhadap peningkatan nilai *slump*. Peningkatannilai*slump* setelah pengurangan air pencampur sebesar 10% sejalan dengan besarnya kadar SP, yaitu dengan interval peningkatan sebesar 13% - 24%. Selanjutnya, pada beton dengan AAK+ SP, abu ampas kopi memerikan peningkatan terhadap nilai *slump* 2,2% - 2,4% dibanding beton yang hanya menggunakan SP saja.

### 3.2 Kuat tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, dengan kuat tekan yang direncanakan ( $f'c$ ) sebesar 35 MPa. Dari hasil pengujian didapat nilai kuat tekan untuk setiap jenis beton sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5 hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton

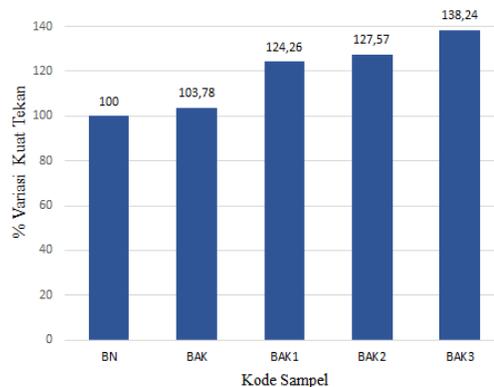
No	Kode Sampel	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)	Varian Terhadap BN (%)	Varian Terhadap BSP1 (%)
1	BN	35,98	100	85,02
2	BSP1	42,32	117,62	100
3	BSP2	43,33	120,43	102,39
4	BSP3	47,83	132,93	113,02
5	BAK	37,34	103,78	88,23
6	BAK1	44,71	124,26	105,65
7	BAK2	45,90	127,57	108,46
8	BAK3	49,74	138,24	117,53

### 3.3 Perbandingan beton normal dengan beton ampas kopi

Berdasarkan Tabel 5 di atas, pada substitusi 5% AAK (BAK) memperoleh kuat tekan 37,34 MPa, terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 3,78% dari beton normal (BN). Hasil ini menunjukkan relevansi dengan penelitian Alkhaly & Syahfitri, 2016 yang menyatakan bahwa pada variasi 5% abu ampas kopi terjadi peningkatan kuat tekan beton.

### 3.4 Perbandingan beton normal dengan beton ampas kopi +superplasticizer

Tabel 5 memperlihatkan adanya hubungan antara kuat tekan beton dengan persentase penggunaan SP dan AAK pada umur 28 hari. Pengurangan air adukan 10% dan penambahan SP masing-masing 0,5% (BSP1), 1% (BSP2), dan 2% (BSP3) memberi hasil kuat tekan beturut-turut 42,32 MPa, 43,33 MPa, dan 47,83 MPa atau kuat tekan meningkat masing-masing sebesar 17,62; 20,43%; dan 32,93% dari beton normal (BN).



Gambar1 Persentase kenaikan kuat tekan beton ampas kopi dan beton ampas kopi + superplasticizer terhadap beton normal

Gambar 1 menunjukkan bahwa dengan AAK 5% dan variasi masing-masing SP 0,5% (BAK1), 1% (BAK2) dan 2% (BAK3) diperoleh kenaikan kuat tekan sebesar 24,28%, 27,57% dan 38,24% dibanding beton normal (BN). Merujuk kuat tekan yang dihasilkan oleh BAK1, BAK2, dan BAK3 dari Tabel 5 di atas, ketiga jenis beton ini dapat dikategorikan sebagai beton mutu tinggi, dengan kuat tekan melebihi 43 MPa.

### 3.5 Perbandingan beton superplasticizer dengan beton ampas kopi + superplasticizer

Tabel 6 memberi gambaran bahwa abu ampas kopi mampu meningkatkan kuat tekan beton dengan bahan tambah superplasticizer. Sampel BAK1, BAK2, dan BAK3 menunjukkan peningkatan kuat tekan masing-masing sebesar 5,65%, 5,93%, dan 3,99% dibanding dengan masing-masing sample BSP1, BSP2 dan BSP3.

Tabel 6 Perbandingan kuat tekan beton ampas kopi + superplasticizer dengan beton superplasticizer

No	Kode Sampel	Perbandingan kuat tekan (%)
1	BAK1 : BSP1	105,65
3	BAK2 : BSP2	105,93
4	BAK3 : BSP3	103,99

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadinya peningkatan *slump* pada beton dengan kandungan abu ampas kopi dan juga pada beton dengan kandungan abu ampas kopi + superplasticizer.
2. Penambahan superplasticizer dan pengurangan air adukan sebesar 10% mampu meningkatkan kuat tekan beton normal dengan tingkat kemudahan kerja makin meningkat.
3. Substitusi 5% abu ampas kopi terhadap berat semen memberikan peningkatan kuat tekan beton normal dan beton dengan bahan tambah superplasticizer. Kandungan ampas kopi + superplasticizer dalam adukan beton dapat digunakan untuk memproduksi beton mutu tinggi.

### 4.2 Saran

Berikut beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan abu ampas kopi sebagai material pengganti sebagian semen:

1. Diperlukan penelitian untuk mengetahui kandungan optimum SiO<sub>2</sub> dalam abu ampas kopi yang bakar dengan berbagai variasi temperatur.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan abu ampas kopi dengan ukuran nano partikel.

### **Daftar Kepustakaan**

- Alkhaly, Y. R. dan Syahfitri, M. (2016) **Studi Eksperimen Penggunaan Abu Ampas Kopi Sebagai Material Pengganti Parsial Semen Pada Pembuatan Beton**, *Teras Jurnal*, Vol. 6 (2), hal. 101–110.
- Joel, M. (2010) **A Review of Partial Replacement of Cement with Some Agro Wastes**, *Nigerian Journal Of Technology*, Vol. 29 (June), hal. 12–20.
- Khan, R. S. dan Iqbal, M. (2011) **Supplementary Cementing Materials**. London: Springer.
- Kosmatka, S. H., *et al.* (2003) **Design and Control Design and Control of Concrete Mixtures**. Fourteenth, *Engineering Bulletin*. Fourteenth. Illinois: Portland Cement Association.
- Moreno, P., *et al.* (2018) **Tobacco waste ash: a promising supplementary cementitious material**, *International Journal of Energy and Environmental Engineering*. Springer Berlin Heidelberg, (May), hal. 1–6.