


Pemanfaatan Abu Cangkang Kopi Sebagai Substitusi Semen Untuk Bahan Beton Ringan Menggunakan Bahan Tambah Sikament NN

Use of Caffe back ashes as a cement substitution for lightweight concrete by using simament NN material

Raden Dedi Iman Kurnia ^{a,*}, Suhaimi^b, Romaynoor Ismy^c, Akmal^d

^{a,b,c} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Aceh, Indonesia

^d Mahasiswa Program Studi Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Aceh, Indonesia


Article Info	ABSTRACT
<p>Keywords: Lightweight concrete Coffee shell ash cement Sikament NN</p>	<p>The chemical reaction of cement and water produces compounds that are alkaline and react with various acids so that they can reduce the quality of concrete. To minimize this effect, pozzolanic materials need to be added. Organic pozzolan materials such as coffee shell ash waste can be used as material for making lightweight foam concrete which can be applied to non-structural buildings such as lightweight bricks. This research was conducted to see the effect of coffee shell ash substitution for cement on the properties of fresh concrete and the mechanical properties of lightweight foam concrete and to find the most optimal substitution composition for coffee shell ash for cement as well as lightweight foam concrete with FAS 0.5. Substitution of coffee shell ash for cement weight was carried out with variations of 0% BBN, 5% BBAK1, 10% BBAK2, and 15% BBAK3 using 1% superplasticizer additive. The test object used is a cylinder with dimensions of 15 cm x 30 cm. The number of test objects used was 24 pieces. Tests for compressive strength and split tensile strength were carried out at the age of 28 days. The results of compressive strength tests carried out at 28 days for the lightweight foam concrete variations BBN, BBAK 1, BBAK 2 and BBAK 3 were respectively 15.29 MPa, 12.21 MPa, 18.29 MPa and 19.52 MPa. The greater showing variation in the percentage of coffee shell ash substitution used, the greater the resulting compressive strength and split tensile strength values. This is because Sikament NN also plays a role in increasing the compressive strength of concrete.</p>
Info artikel	ABSTRAK
<p>Kata Kunci: Beton ringan Abu cangkang kopi Semen Sikament NN</p> <p>Received: 28 Juli 2024 Accepted: 21 Juli 2024 Published: 31 Juli 2024</p>	<p>Reaksi kimia semen dan air menghasilkan senyawa yang bersifat basa dan bereaksi dengan berbagai asam sehingga dapat menurunkan mutu beton. Untuk meminimalisir efek tersebut, perlu ditambahkan bahan yang bersifat <i>pozzolanic material</i>. Material pozolan organik seperti limbah abu cangkang kopi dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan beton ringan busa yang bisa diaplikasikan untuk bangunan non struktur seperti bata ringan. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh substitusi abu cangkang kopi terhadap semen pada sifat beton segar dan sifat mekanis beton ringan busa dan menemukan komposisi substitusi abu cangkang kopi terhadap semen yang paling optimal serta beton ringan busa dengan FAS 0,5. Substitusi abu cangkang kopi terhadap berat semen dilakukan dengan variasi sebesar 0% BBN, 5% BBAK1, 10% BBAK2, dan 15% BBAK3 dengan menggunakan bahan tambah <i>superplasticizer</i> 1%. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Jumlah benda uji yang digunakan adalah 24 buah. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dilakukan pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan pada umur 28 hari untuk variasi beton ringan busa BBN, BBAK 1, BBAK 2 dan BBAK 3 berturut turut adalah 15.29 MPa, 12.21 MPa, 18.29 MPa dan 19.52 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar variasi persentase substitusi abu cangkang kopi yang digunakan semakin meningkat nilai kuat tekan dan kuat tarik belah yang dihasilkan. Hal ini disebabkan <i>Sikament NN</i> juga berperan dalam peningkatan kuat tekan beton.</p> <p>Copyright ©2024 The Authors This is an open access article under the CC-BY-SA 4.0 International License</p> 

PENDAHULUAN

Beton ringan mempunyai berat volume mulai dari 400 kg/m³ sampai dengan 1800 kg/m³, pembuatannya menggunakan agregat ringan atau dengan menambahkan udara (*foam*) yang biasa disebut beton ringan aerasi (Puro, 2014). Beton ringan adalah beton yang mengganti material agregat dengan agregat yang memiliki berat yang lebih ringan, sehingga beton ini akan memiliki berat massa lebih ringan dibandingkan beton normal (Hamdan dkk., 2022). Beton ringan merupakan beton yang memiliki berat yang lebih ringan dari beton pada umumnya. Berat dari beton ringan kurang dari 1800 kg/m³ (Taswin, 2021). Beton ringan aerasi terdiri dari dua jenis yaitu *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Kedua jenis beton ringan ini memiliki proses pembuatan yang sama yaitu dengan menambahkan gelembung udara ke dalam mortar untuk mengurangi berat beton namun tidak mengurangi volume beton tersebut, namun beton ringan *Cellular Lightweight Concrete*

* Corresponding authors | Raden Dedi Iman Kurnia | Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Aceh, Indonesia.

Alamat e-mail | rdediimankurnia@umuslim.ac.id

 <https://doi.org/10.51179/rkt.v7i1.1831>

 <http://www.journal.umuslim.ac.id/index.php/rkt>

Kurnia, I. D., Suhaimi, R., Ismy, Akmal. (2024). Pemanfaatan Abu Cangkang Kopi Sebagai Substitusi Semen Untuk Bahan Beton Ringan Menggunakan Bahan Tambah Sikament NN. *Jurnal Rekayasa Teknik dan Teknologi (Rekatek)*, 8(2), 77-85.

(CLC) mengalami proses pengeringan secara alami, sedangkan beton ringan *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) mengalami pengeringan dalam *oven autoclaf* bertekanan tinggi (Siagian, 2016). Komposisi beton ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) terdiri dari semen, air, dan *foam agent*. *Foam* atau busa yang dihasilkan tidak mudah pecah sehingga dapat menahan campuran pasta. Reaksi kimia semen dan air menghasilkan Kalsium Silikat Hidrat (CSH), dan Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dimana senyawa ini bersifat basa dan bereaksi hebat dengan berbagai asam sehingga dapat merugikan dan menurunkan mutu beton. Untuk meminimalisir efek tersebut, dalam adukan beton ditambahkan bahan yang bersifat posolan (*pozzolanic material*). Material posolan dapat berupa non-organik maupun organik. Posolan non-organik seperti abu terbang (*fly ash*), *bottom ash*, dan *silica fume*. Sedangkan posolan organik diantaranya seperti abu jerami padi, abu sekam padi, abu serbuk kayu, dan abu ampas tebu. Keseluruhan bahan organik ini merupakan hasil dari limbah industri pangan/*agro waste* (Alkhaly and Syahfitri, 2017). Sikament NN merupakan bahan tambah (admixture). Menurut SNI 03-2495-1991 bahan tambahan adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang dibubuhkan kedalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya.

Salah satu limbah organik yang banyak di Aceh khususnya Aceh Tengah adalah ampas cangkang kopi. Sama seperti limbah industri pangan yang lain, maka limbah ampas cangkang kopi mempunyai potensi dimanfaatkan sebagai material substitusi sebagian semen. Penelitian ini merupakan studi eksperimen penggunaan limbah ampas cangkang kopi yang dipakai sebagai material substitusi semen dalam pembuatan beton ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). material limbah ampas cangkang kopi diambil dari kabupaten Aceh Tengah, Atang Jungket. Proporsi abu ampas cangkang kopi yang dipakai sebanyak 5%, 10% dan 15% dari volume semen pada campuran beton ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Pembuatan benda uji juga divariasikan dengan penambahan *sikament NN* sebesar 1% dari berat semen. Adapun manfaat dari pada penelitian ini adalah dengan mengetahui besarnya nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan *Cellular Lightweight Concrete* menggunakan abu ampas cangkang kopi sebanyak 5%, 10% dan 15% dari volume semen diperoleh manfaat untuk menjadi inovasi dalam pemanfaatan ampas cangkang kopi sebagai pengganti semen. Sedangkan tujuan utama dari pada penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan *Cellular Lightweight Concrete* menggunakan abu ampas cangkang kopi sebanyak 5%, 10% dan 15% dari volume semen serta mengetahui besarnya nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan *Cellular Lightweight Concrete* menggunakan abu ampas cangkang kopi dengan bahan tambah *sikament NN*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Almuslim Matanglumpangdua Kabupaten Bireuen. Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dari studi literatur, pengadaan material dan peralatan yang dibutuhkan, pemeriksaan material, perencanaan campuran (*mix design*), pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian sifat mekanis beton ringan, dan pengolahan data. Adapun peralatan yang digunakan adalah gelas ukur berbagai ukuran, timbangan, oven listrik, mesin pengaduk beton kapasitas 60 liter, mesin foam generator, cetakan benda uji silinder ukuran diameter 15 cm x tinggi 30 cm, dan mesin kuat tekan beton merek MBT kapasitas 1500 KN.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang meliputi persiapan material, perencanaan campuran beton ringan (*light weight concrete mix design*), pembuatan, perawatan benda uji, serta pengujian benda uji. Pada tahapan persiapan material cetakan benda uji yang digunakan adalah cetakan benda uji silinder ukuran diameter 15 cm x tinggi 30 cm. Selanjutnya pada tahapan pemeriksaan material semen yang diperiksa ialah kehalusannya (tidak bergumpal) dan kantong bungkusnya (tidak robek) secara visual. Semen yang digunakan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 15-2049-1994 dan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 03-2847-2002. Pemeriksaan yang lain ialah memeriksa bahan tambah yaitu *superplasticizer* dengan tipe apa yang akan digunakan dan mengecek tempat ke masannya (agar tidak bocor). Rencana pembuatan benda uji dan variasi variabelnya dijelaskan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Variabel substitusi dan jumlah benda uji

No	Kode Benda uji	Variasi		Jenis pengujian	
		Presentase Substitusi ASP	Keterangan	Kuat tekan	Kuat Tarik Belah
1	BBN	0%	Beton busa normal + sikament NN 1%	3	3
2	BBAAK 1	5%	Beton busa substitusi 5% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	3	3

3	BBAAK 2	10%	Beton busa substitusi 10% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	3	3
4	BBAAK 3	15%	Beton busa substitusi 15% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	3	3
Total				12	12

Pada tahapan perencanaan perencanaan campuran beton ringan (*light weight concrete mix design*) yang dilakukan berdasarkan pada metode coba-coba (*trial and error*). Berdasarkan metode tersebut akan diperoleh banyaknya masing-masing material yang digunakan, yaitu jumlah semen, air serta bahan lainnya. Langkah perhitungan campuran dapat dilihat sebagaimana berikut:

1. Asumsi : Berat busa (*foam*) = 0
2. Menentukan Jumlah Semen dalam 1 m³ beton ringan
Jumlah semen yang dibutuhkan untuk 1 m³ (di dapatkan dari *trial and error* sehingga dapat memenuhi kebutuhan berat jenis rencana)
3. Menentukan Presentase abu cangkang kopi dalam 1 m³. Jumlah abu cangkang kopi yang di butuhkan untuk 1m³ adalah jumlah abu cangkang kopi = berat volume x presentase abu cangkang kopi.
4. Menentukan Jumlah Air dalam 1 m³ beton busa. Sedangkan jumlah air yang dibutuhkan untuk 1m³ adalah jumlah semen x abu cangkang kopi. Perhitungan kontrol dilakukan dengan menggunakan rumus berikut berat volume yang direncanakan = jumlah semen + jumlah air + jumlah abu cangkang kopi.
5. Menentukan jumlah *foam* dalam 1 m³ beton busa. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengkonversikan jumlah semen dan jumlah air ke dalam liter dengan cara dibagi dengan berat jenisnya (berat *foam* dalam satuan liter) dimana ketentuan yang dilakukan adalah volume 1m³ = 1000 liter = 1000kg = 1ton, sehingga: 1 liter = 1kg.

$$\text{Semen} = \frac{\text{Berat semen /m}^3 \text{ kg}}{\text{Berat jenis semen kg/l}} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\text{Air} = \frac{\text{Berat air /m}^3 \text{ kg}}{\text{Berat jenis air kg/l}} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$\text{SD} = \frac{\text{Berat Abu ampas kopi/m}^3 \text{ kg}}{\text{Berat Abu ampas kopi kg/l}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Berdasarkan jumlah *foam* yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwasannya di butuhkan untuk 1m³ beton busa (1000 – (Semen + Air + Abu cangkang kopi) liter).

Pengadukan Mortal Beton dan Pengujian Sifat Fisis Beton Segar

Sebelum pekerjaan pengecoran dimulai, masing-masing material ditimbang beratnya sesuai dengan perbandingan campuran yang diperoleh dari rancangan campuran beton (*mix design*). Cetakan benda uji diolesi dengan oli yang bertujuan untuk memudahkan pembukaan cetakan setelah beton mengeras. Sedangkan pada berat volume (bobot isi) dilakukan dengan tujuan pengujian untuk mengetahui kesesuaian berat volume beton rencana dengan berat volume beton yang didapat. Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM C. 138-92, Test Method For Uni Weight, dan SNI 03-1973-1990. Berat volume atau bobot isi (P) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat adukan beton dengan volume adukan beton, secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \dots\dots\dots (2.1)$$

Di mana:

P = bobot isi (gram/cm³)

W = berat adukan beton (gram)

V = volume adukan beton (cm³)

Sikament NN

Sikament NN yang digunakan pada penelitian ini adalah sikament NN yang sesuai dengan SNI 03-2495-1991 dimana, Sikament NN merupakan suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang dibubuhkan kedalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya. *Admixture* atau bahan tambah dibedakan menjadi tujuh jenis, yaitu:

1. Tipe A adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan.
2. Tipe B adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
3. Tipe C adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mempercepat waktu pengikatan dan menambah kekuatan awal beton.

4. Tipe D adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
5. Tipe E adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah diterapkan dan juga untuk mempercepat waktu pengikatan serta menambah kekuatan awal beton.
6. Tipe F adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah diterapkan.
7. Tipe G adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.



Gambar 1. Sikament NN

Buih Busa (Foam)

Foam agent adalah suatu larutan pekat dari bahan sulfaktan, ketika digunakan harus dilarutkan dengan air. Pembuatan gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen, sehingga akan terjadi banyak pori-pori udara didalam bata. *Foam generator* dihasilkan *foam* yang stabil sehingga sangat cocok digunakan untuk bata beton ringan. *Foam* yang ditambahkan kedalam campuran mortar bata harus dikontrol untuk mendapatkan kepadatan yang diinginkan. Penambahan *foam* kedalam campuran mortar bata maka dapat meningkatkan volume mortar bata beton ringan tanpa menambah berat dari mortar bata itu sendiri. Berdasarkan bahannya *foam agent* terbagi menjadi dua macam yaitu Berbahan dasar sintetis dan berbahan dasar protein. *Foam agent* berbahan dasar sintetis memiliki kepadatan sekitar 40 kg/m^3 dan dapat mengembang sekitar 25 kali. *Foam agent* jenis ini sangat stabil untuk bata dengan kepadatan diatas 1000 kg/m^3 , dan dapat bertahan hingga 16 bulan dalam keadaan tertutup. *Foam agent* berbahan dasar protein didapat dari bahan-bahan alami dan memiliki kepadatan sekitar 80 kg/m^3 yang dapat mengembang sekitar 12,5 kali. *Foaming agent* ini hanya dapat bertahan hingga 12 bulan dalam keadaan terbuka (Suryanita, 2020).



Gambar 2. Buih busa (foam)

Abu Ampas Cangkang Kopi

Material posolan dapat berupa non-organik maupun organik. Posolan non-organik seperti abu terbang (fly ash), bottom ash, dan silica fume. Sedangkan posolan organik diantaranya seperti abu jerami padi, abu sekam padi, abu serbuk kayu, dan abu ampas tebu. Keseluruhan bahan organik ini merupakan hasil dari limbah industri pangan/agro waste (Alkhaly and Syahfitri, 2017). Abu Ampas Cangkang kopi merupakan limbah industri pangan yang dihasilkan dari pengolahan biji kopi. Abu Ampas cangkang biji kopi yang dipisahkan dari material lain, kemudian dicuci sampai bersih lalu dikeringkan dengan cara dijemur. Setelah di keringkan, cangkang kopi dibakar pada oven dengan suhu 200°C selama 4 jam, untuk mendapatkan arang sekam kemudian dibakar kembali pada suhu 700°C pada *furnace elektrik*. Selanjutnya cangkang kopi dihaluskan dan diayak dengan saringan No.200 sehingga menjadi abu cangkang kopi.



Gambar 2. Abu ampas cangkang kopi

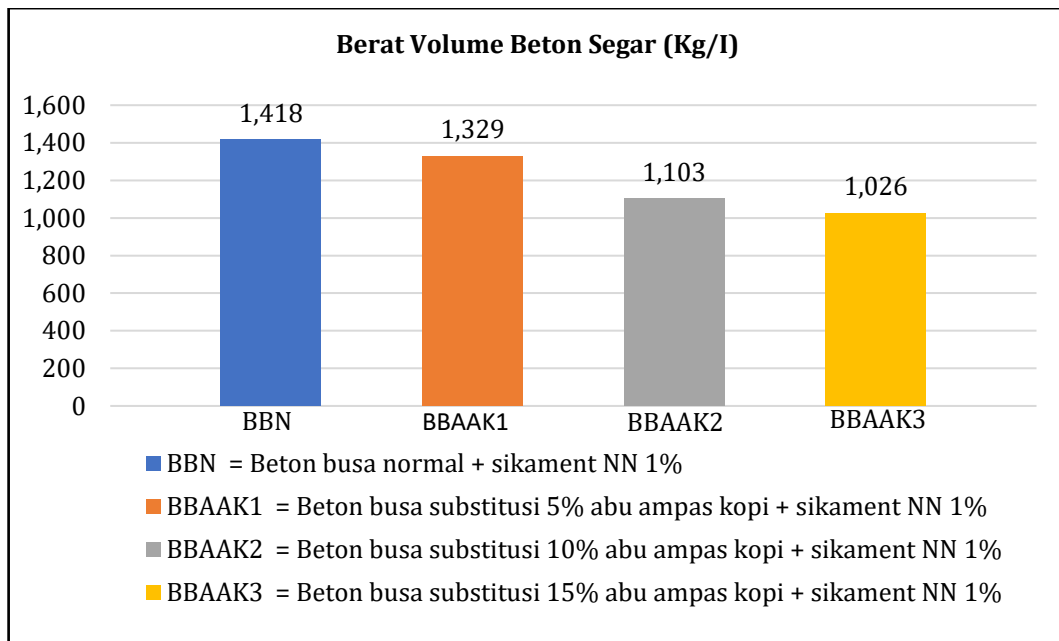
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang diperoleh berupa pengujian yang dilakukan mengenai sifat mekanis dan fisis dari beton ringan busa dengan variasi substitusi Abu cangkang kopi menggunakan sikament NN. Hasil dari pada penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui optimalisasi penggunaan abu cangkang kopi pada beton ringan busa terhadap sifat mekanisnya dilakukan dengan melihat dan menganalisis hasil plot data pengukuran kuat tekan dan tarik belah dalam bentuk grafik. Berdasarkan hasil penelitian pengujian berat isi beton segar dapat dilihat sebagaimana pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan berat isi beton segar

No	Variasi Benda Uji	Kode Benda Uji	Nilai FAS	Berat Volume Beton (Kg/l)
1	Beton busa normal + sikament NN 1%	BBN	0.5	1.418
2	Beton busa substitusi 5% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK1	0.5	1.329
3	Beton busa substitusi 10% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK2	0.5	1.103
4	Beton busa substitusi 15% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK3	0.5	1.026

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa nilai berat beton segar untuk beton ringan busa FAS 0,5 beton busa normal menggunakan *sikament NN* 1% (BBN) adalah 1.418 Kg/L. Hasil pengukuran lainnya menunjukkan bahwa berat beton segar untuk beton ringan busa FAS 0,5 substitusi abu cangkang kopi 5%, 10% dan 15%, menggunakan *sikament NN* 1% mengalami penurunan berat sebesar 6,69 %, 28,55% dan 38,20% dari berat beton busa BBN. Penurunan berat beton segar ini terjadi akibat adanya perbedaan jumlah semen yang digunakan. Penggunaan jumlah air yang sama untuk setiap variasi benda uji mengakibatkan kekentalan pasta semen yang berbeda. Substitusi abu cangkang kopi sebagai pengganti semen tidak terlalu berpengaruh terhadap kekentalan pasta, hal ini disebabkan karena sifat abu cangkang kopi yang tidak sama persis seperti semen. Pasta semen yang encer bercampur dengan buih busa menghasilkan berat volume beton segar yang sedikit lebih ringan dibandingkan pasta semen yang lebih kental. Hasil pengujian berat isi beton segar terlihat bahwa, semakin besar penambahan abu cangkang kopi yang di berikan pada campuran beton maka nilai berat isi beton segar akan semakin kecil seperti yang terlihat pada Gambar 4.



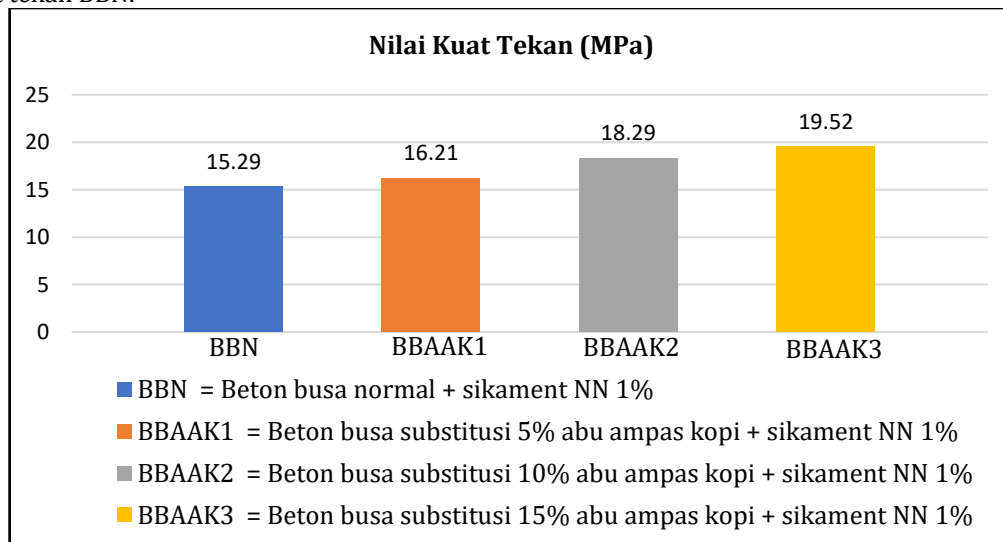
Gambar 4. Hubungan variasi substitusi abu cangkang kopi menggunakan sikament NN dengan berat volume beton segar.

Selanjutnya berdasarkan hasil penelitian pada kuat tekan beton yang diperoleh rata – rata beton busa dengan variasi substitusi Abu cangkang kopi menggunakan *sikament NN* pada umur 28 hari seperti diperlihatkan pada Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan beton, diketahui bahwa semakin besar substitusi Abu cangkang kopi menggunakan *sikament NN* yang digunakan maka akan semakin besar pula nilai kuat tekan beton yang dihasilkan seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi substitusi Abu cangkang kopi menggunakan sikament NN

No	Variasi Benda Uji	Kode Benda Uji	Nilai Kuat Tekan (MPa)
1	Beton busa normal + sikament NN 1%	BBN	15,29
2	Beton busa substitusi 5% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK1	16,21
3	Beton busa substitusi 10% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK2	18,29
4	Beton busa substitusi 15% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK3	19,52

Nilai kuat tekan untuk benda uji BBN sebesar 15,29 MPa. Benda uji BBAAK 1 mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 5,68% dibanding kuat tekan BBN, benda uji BBAAK 2 mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 16,41% dibanding kuat tekan BBN dan benda uji BBAAK 3 mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 21,68% dibanding kuat tekan BBN.



Gambar 5. Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Substitusi Abu Cangkang Kopi

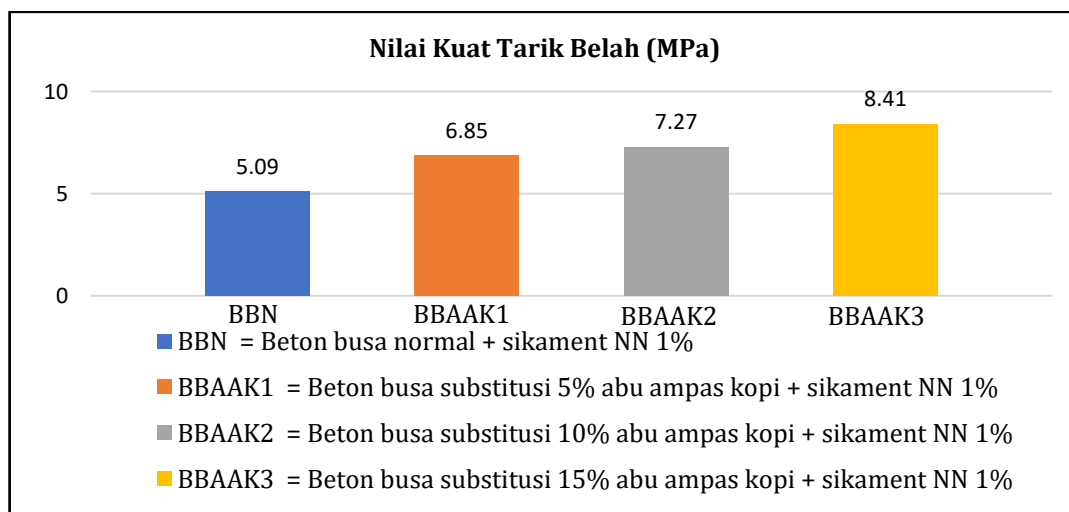
Menggunakan *Sikament NN*

Hasil pengujian daya tarik belah rata – rata beton busa dengan variasi substitusi Abu cangkang kopi menggunakan *sikament NN* pada umur 28 hari seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat Tarik belah beton umur 28 hari dengan variasi substitusi Abu cangkang kopi menggunakan *sikament NN*

No	Variasi Benda Uji	Kode Benda Uji	Nilai Kuat Tarik Belah (MPa)
1	Beton busa normal + sikament NN 1%	BBN	5,09
2	Beton busa substitusi 5% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK1	6,85
3	Beton busa substitusi 10% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK2	7,27
4	Beton busa substitusi 15% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK3	8,41

Berdasarkan pada hasil pengujian kuat tarik belah beton, diketahui bahwa semakin besar substitusi Abu cangkang kopi menggunakan *sikament NN* yang digunakan maka akan semakin besar pula nilai kuat tarik belah beton yang dihasilkan seperti yang terlihat pada Gambar 6 nilai kuat tarik belah untuk benda uji BBN sebesar 5,09 MPa. Benda uji BBAAK 1 mengalami peningkatan kuat tarik belah sebesar 25,70% dibanding kuat tarik belah BBN, benda uji BBAAK 2 mengalami peningkatan kuat tarik belah sebesar 29,98% dibanding kuat tarik belah BBN dan benda uji BBAAK 3 mengalami peningkatan kuat tarik belah sebesar 39,47% dibanding kuat tarik belah BBN. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa benda uji dengan persentase variasi substitusi abu cangkang kopi menggunakan *superplasticizr* yang lebih besar akan memiliki nilai kuat tarik belah yang lebih besar. Hal ini terjadi karena pengaruh variasi substitusi abu cangkang kopi yang mengandung silika yang berfungsi sebagai zat pengikat alami.



Gambar 6. Hubungan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Substitusi Abu Cangkang Kopi Menggunakan *Sikament NN*

Rasio nilai kuat tekan dan tarik belah terhadap berat beton yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada perhitungan rasio perbandingan nilai kuat tekan dan tarik belah untuk masing- masing variasi benda uji terhadap berat benda ujinya atau *strength to weight ratio* (SWR). Hal ini dilakukan untuk melihat mana dari jenis variasi benda uji yang memiliki *ratio* perbandingan yang paling optimal, terhadap kekuatan beton baik dalam menerima beban tekan atau tarik. Berdasarkan hasil perhitungan SWR untuk kekuatan tekan, benda uji BBAAK 3 menggunakan *sikament NN* memiliki nilai SWR yang paling baik yaitu sebesar 2,31 Untuk benda uji BBN dan BBAAK 1, BBAAK 2 memiliki nilai SWR sebesar 1,84, 1,81 dan 2,15. Dari hasil perhitungan SWR dapat dinyatakan bahwa selain dari benda uji BBAAK 3 menggunakan *sikament NN*, benda uji dengan persentase variasi substitusi abu cangkang kopi menggunakan *sikament NN* yang paling besar merupakan benda uji yang memiliki campuran paling optimal. Adalah benda uji BBAAK 1 yang memiliki berat beton rata-rata 8,928 Kg dengan nilai kuat tekan sebesar 16,21 MPa.

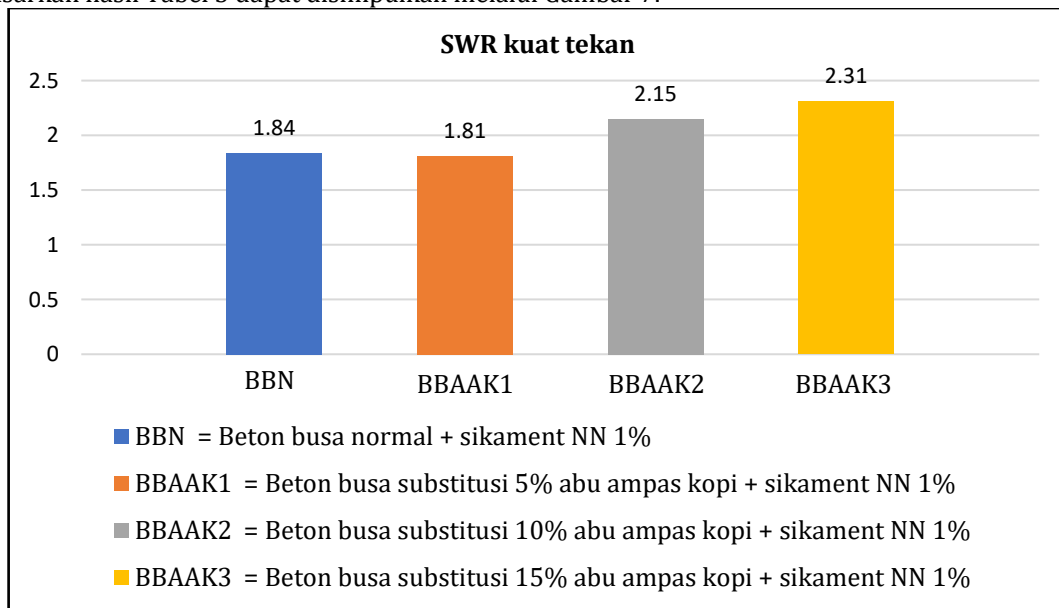
Hasil perhitungan SWR untuk kekuatan tarik belah juga memperlihatkan fenomena yang sama dengan yang terjadi pada perhitungan SWR pada kekuatan tekan. Benda uji beton busa BBAAK 3 menggunakan *sikament NN* memiliki nilai SWR yang paling baik yaitu sebesar 0,97 dibandingkan benda uji lainnya. Untuk benda uji beton ringan busa yang disubstitusi abu cangkang kopi menggunakan *sikament NN* komposisi yang paling optimal adalah benda uji

BBAAK 1 menggunakan *sikament NN*, nilai SWR yang diperoleh sebesar 0,86 dengan berat beton rata-rata 7,895 Kg dan nilai kuat tarik belah sebesar 6,85 MPa.

Tabel 5. Rasio perbandingan nilai kuat tekan terhadap berat benda uji

No	Variasi Benda Uji	Kode Benda Uji	Nilai Kuat Tekan (MPa)	Berat Benda Uji (kg)	SWR
1	Beton busa normal + sikament NN 1%	BBN	15,29	8,300	1,84
2	Beton busa substitusi 5% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK1	16,21	8,928	1,82
3	Beton busa substitusi 10% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK2	18,29	8,477	2,16
4	Beton busa substitusi 15% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK3	19,52	8,448	2,31

Berdasarkan hasil Tabel 5 dapat disimpulkan melalui Gambar 7.



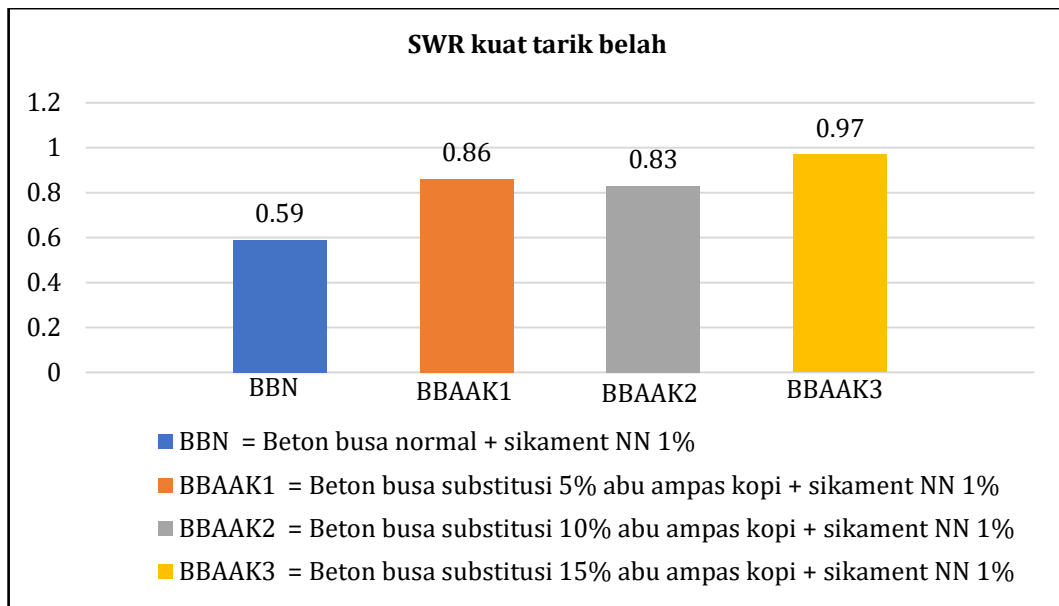
Gambar 7. SWR nilai kuat tekan

Selanjutnya hasil penelitian pada rasio perbandingan nilai kuat Tarik belah terhadap berat benda uji dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rasio perbandingan nilai kuat Tarik belah terhadap berat benda uji

No	Variasi Benda Uji	Kode Benda Uji	Nilai Kuat Tekan (MPa)	Berat Benda Uji (kg)	SWR
1	Beton busa normal + sikament NN 1%	BBN	5,09	8,541	0,60
2	Beton busa substitusi 5% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK1	6,85	7,895	0,87
3	Beton busa substitusi 10% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK2	7,27	8,749	0,83
4	Beton busa substitusi 15% abu cangkang kopi + sikament NN 1%	BBAAK3	8,41	8,584	0,98

Berdasarkan hasil rasio nilai kuat tarik belah diatas dapat di simpulkan sebagaimana yang terdapat pada Gambar 8.



KESIMPULAN

Terdapat empat variasi benda uji yaitu Beton busa normal + sikament NN 1% BBN, BBAAK I, BBAAK II, BBAAK III. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata keempat variasi berturut-turut yaitu 15,29 MPa, 16,21 MPa, 18,29 MPa, 19,52 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah rata-rata keempat variasi berturut-turut yaitu 5,09 MPa, 6,85 MPa, 7,27 MPa, 8,41MPa. Semakin besar variasi persentase substitusi abu cangkang kopi yang digunakan, menghasilkan beton ringan busa dengan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah semakin meningkat. Sikament NN juga berperan dalam peningkatan kuat tekan beton, sehingga benda uji yang menggunakan sikament kuat tekannya meningkat. Hal ini disebabkan karena abu cangkang kopi memiliki daya ikat sebagaimana yang dimiliki oleh semen pada umumnya, secara otomatis hal ini akan menyebabkan peningkatan kuat tekan beton. Berdasarkan perhitungan *strength to weight ratio* (SWR) untuk kuat tekan dan tarik belah, dapat dinyatakan bahwa variasi beton ringan busa BBAAK 3 adalah variasi yang paling optimal diantara variasi persentase substitusi abu cangkang kopi yang menggunakan bahan tambah *sikament NN*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkhaly, Y.R., Syahfitri, M., 2017. Studi Eksperimen Penggunaan Abu Ampas Kopi Sebagai Material Pengganti Parsial Semen Pada Pembuatan Beton. *Teras Jurnal* (Vol. 6, pp 101–110).
- Hamdan, F., Lapian, F.E., Tumpu, M., Mansyur, Irianto, Mabui, D.S.S., Raidyarto, A., Ardi Azis, S., Masdiana, Rangan, P.R., Hamkah, 2022. *Teknologi Beton*. Tohar Media, Makasar.
- Panjaitan, A.N., Ramadhani, R.S., Sitanggang, E.S.Y., 2021. Pengaruh Abu Ampas Kopi Terhadap Kuat Tekan, Porositas Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat* (Vol.1, pp 1–5).
- Puro, S., 2014. Kajian Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Ringan Memanfaatkan Sekam Padi Dan Fly Ash Dengan Kandungan Semen 350 Kg/M³. *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 4.
- Siagian, D.P., 2016. Analisa Penggunaan Foam Agent sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bata Ringan. Iswara, P. D. (2014). *Teknik membaca buku membuka-buka buku*. UPI Sumedang Press.
- Suryanita, R., 2020. Perilaku Mekanik Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete dengan Penambahan Silica
- Taswin, M., 2021. Pengaruh Penggunaan Foam Agent Terhadap Karakteristik Beton Ringan. *JURNAL ILMIAH BERING'S* (Vol. 8, pp 7–9).