

Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton

Safrin Zuraidah¹⁾, K Budi Hastono²⁾, Martinus A Jehabut³⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas DR. Soetomo, Surabaya, Indonesia

Email: safrin.zuraidah@unitomo.ac.id

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas DR. Soetomo, Surabaya, Indonesia

Email: budi.hastono@unitomo.ac.id

³⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas DR. Soetomo, Surabaya, Indonesia

Email: martinus@yahoo.com

Received: 2022-06-25; Accepted: 2022-09-28; Published: 2022-09-30

Abstract

Currently, the rapid development of infrastructure development, the need for concrete and concrete constituent materials is also increasing, this results in the occurrence of large-scale mining of natural resources which has an impact on decreasing the quality of ecosystems that can damage the environment. Pecan shells are waste from candlenut fruit that can be used for coarse aggregate because it has a fairly large hardness. The Camba forest complex is a forest that stretches from the Cemara, Camba, and Mallawa sub-districts which are the largest candlenut-producing sub-districts in Maros Regency. The area of candlenut forest under management is 9,299 hectares with a production of $\pm 3,675.40$ tons/year, out of the total candlenut production in Indonesia of 79,137 tons/year. The purpose of the study was to test the compressive strength, split tensile strength, and volume weight of concrete using candlenut shell waste as a substitute for making concrete with a composition of 0% 2.5% 5% 7.5% and 10% by weight of coarse aggregate. Based on the results of the study, the optimum value for the composition of the candlenut shell was 10% with an average compressive strength of 22.54 MPa, and a volume weight of 1.74 Kg/cm³ and a Split Tensile Strength of 2.71 MPa., can be categorized as lightweight concrete. Which includes lightweight structural aggregate concrete with an air dry density of 1440 – 1850 kg/m³ and a compressive strength greater than 17.24 MPa. (American Concrete Institute - ACI, 2004), It is recommended that the composition of 10% candlenut shell waste can be used for the manufacture of lightweight concrete mixes for simple houses, paving.

Key Words: unit weight; compressive strength; tensile strength; flexural strength.

Abstrak

Dengan adanya perkembangannya pembangunan infrastruktur yang pesat, maka kebutuhan beton dan material penyusun beton juga semakin meningkat, hal ini berakibat terjadinya penambangan sumberdaya alam secara besar-besaran yang berdampak menurunnya kualitas ekosistem yang dapat merusak lingkungan. Cangkang kemiri adalah limbah dari buah kemiri yang dapat dimanfaatkan untuk agregat kasar karena memiliki kekerasan yang cukup besar. Kompleks hutan Camba merupakan hutan yang terbentang dari Kecamatan Cemara, Camba, dan Mallawa yang merupakan kecamatan penghasil kemiri terbesar pada Kabupaten Maros. Luas hutan kemiri yang dikelola yakni 9.299 Ha dengan produksi $\pm 3.675,40$ ton/tahun, dari total keseluruhan produksi kemiri di Indonesia sebesar 79.137 ton/tahun. Tujuan penelitian untuk menguji Kuat tekan, Kuat tarik belah, dan berat volume pada beton menggunakan limbah cangkang kemiri sebagai bahan substitusi pembuatan beton dengan komposisi 0% 2,5% 5% 7,5% dan 10 % terhadap berat agregat kasar. Berdasarkan hasil penelitian maka didapat nilai optimum pada komposisi cangkang kemiri 10% dengan kuat tekan rata-rata 22.54 MPa, dan berat volume 1,74 Kg/cm³ dan Kuat Tarik Belah 2,71 MPa., dapat dikategorikan beton ringan (*lightweight concrete*). Yang termasuk Beton agregat ringan struktural dengan *density* kering udara 1440 – 1850 kg/m³ dan kuat tekan lebih besar dari 17,24 MPa. (American Concrete Institute - ACI, 2004), Direkomendasikan komposisi Limbah cangkang kemiri 10% dapat digunakan untuk pembuatan campuran beton ringan rumah sederhana, Paving.

Kata Kunci: Berat volume; kuat tekan; kuat tarik belah; kuat lentur.

PENDAHULUAN

Hampir pada semua struktur bangunan menggunakan material beton pada elemen strukturnya, hal ini disebabkan beton punya kelebihan dibandingkan dengan material lainnya ialah beton mudah dibentuk, harganya relatif murah dan memerlukan perawatan yang mudah, tetapi meningkatnya kebutuhan beton

berakibat kebutuhan material penyusun beton juga semakin meningkat, hal ini berakibat terjadinya penambangan sumberdaya alam secara besar-besaran yang berdampak menurunnya kualitas ekosistem yang dapat merusak lingkungan. Oleh sebab itu sebagai alternatif bahan bangunan yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah meningkatnya kebutuhan untuk bangunan dengan memanfaatkan limbah. Limbah

industri dan konstruksi yang tidak bernilai ekonomi bisa dimanfaatkan kembali untuk campuran material beton (Amalia andyini.2013).

Beberapa peneliti terus berinovasi memperbaiki sifat-sifat beton antara lain mensubstitusi cangkang kemiri kedalam campuran beton yang dinamakan beton cangkang, yaitu beton yang terdiri dari campuran semen, agregat halus dan bahan substitusi cangkang. Cangkang alamiah (kulit kemiri) juga mengandung zat gizi dan non gizi. zat non gizi dalam kemiri misalnya *saponin flavonoida dan polifenol*. Penggunaan bahan cangkang kemiri sebagai suatu inovasi yang baru dapat dikembangkan dan dimanfaatkan lebih maksimal. Dipastikan hal ini dapat meningkatkan nilai ekonomis cangkang kemiri yang selama ini hanya dikenal sebagai bahan limbah dari tanaman kemiri. pemanfaatan cangkang kemiri selama ini hanya bersifat konvensional, misalnya sebagai bahan pengganti kayu bakar, maupun sebagai bahan obat bakar nyamuk. Berdasarkan dari latar belakang, maka diharapkan penggunaan cangkang kemiri sebagai bahan substitusi agregat kasar dalam campuran beton bisa meningkatkan kekuatan beton. Beton yang bermutu tinggi adalah beton yang memerlukan material penyusunnya yang berkualitas.

Menurut Badan Statistik Daerah Kabupaten Maros (2015), hutan Camba adalah hutan yang terbentang dari Kecamatan Cemara, Camba, dan Mallawa yang merupakan kecamatan yang menghasilkan kemiri terbesar di Kabupaten Maros. Luas hutan kemiri yang dikelola 9.299 Ha dengan menghasilkan \pm 3.675,40 ton/tahun, dari total keseluruhan penghasilan kemiri di Indonesia senilai 79.137 ton/tahun. Perkiraan jumlah limbah tempurung kemiri pada Kabupaten Maros pada tahun 2015 mencapai 79.137 ton/tahun (Maemunah, 2018). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan cangkang kemiri sebagai bahan substitusi pada campuran beton dengan komposisi sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% terhadap agregat kasar, serta menganalisa komposisi optimum dari penggunaan cangkang kemiri dalam mencapai kuat tekan maksimum, dan berat volumenya.

Penelitian Sejenis Yang Sudah Dilakukan

Jangin.A,I (2016), melakukan penelitian dengan menggunakan 2 (dua) rancangan campuran beton yang berbeda, masing-masing untuk agregat batu dan agregat kulit kemiri. Umur benda uji beton direncanakan untuk umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari, dengan mutu beton yang direncanakan f_c' 20 MPa. Dari hasil uji, nilai kuat tekan beton agregat kulit kemiri rata-rata 28 hari yaitu 8,59 MPa. Sedangkan beton agregat batu pecah yaitu 32,37 MPa. Kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari yaitu beton agregat kulit kemiri 8,40 MPa, sedangkan beton agregat batu 30,68 MPa. Maka dapat dinyatakan bahwa kulit kemiri tidak layak digunakan sebagai agregat kasar dalam campuran beton.

Mulyati. (2019), menyatakan bahwa bahan tambahan cangkang kemiri 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% terhadap berat agregat kasar, dengan menggunakan aditif *sikacim concrete* 0,7% dari volume air. Benda uji kubus ukuran 15 cm \times 15 cm \times 15 cm, dengan rancangan mutu beton K250 menggunakan metode SNI 03-2834-1993, untuk uji kuat tekan beton umur 28 hari menggunakan metode SNI 03- 1974-1990. Hasil uji beton normal dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dengan signifikan. Nilai rata-rata kuat tekan beton umur 28 hari dengan kombinasi cangkang kemiri 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%, dengan *sikacim concrete additive* 0,7% pada campuran beton, mengalami peningkatan sebesar 4,78%, 7,06%, 9,38%, 11,90% dari kuat tekan beton tanpa bahan tambah. Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan cangkang kemiri samapi 1%, dengan *sikacim concrete additive* 0,7% menghasilkan kuat tekan beton yang semakin tinggi.

Harris, (2020), dari hasil uji kuat tekan menyatakan hubungan antara beton normal 0% dan 20%, 35%, 50% yang di campur dengan cangkang kemiri. Massa beton normal yaitu sebesar 8187,9gram dan massa beton dengan campuran cangkang kemiri sebanyak 20% 7701,3 dan massa beton dengan campuran cangkang kemiri 35% 73,89,7 serta 50% 7221,7gram. hasil dari kuat beton normal sebesar 27,19 Mpa dan kuat tekan beton yang di campur cangkang kemiri 50% mencapai kuat tekan beton terendah yakni mengalami penurunan 15,17 MPa. Penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak cangkang kemiri yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap campuran beton maka semakin menurun nilai kuat tekannya. Pengaruh penambahan cangkang kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan komposisi 0%, 20%, 35% , 50% menghasilkan kuat tekan yang semakin menurun dari beton normal, dimana nilai kuat tekan beton normal pada umur beton 28 hari senilai 27,19MPa, sedangkan beton dengan cangkang kemiri komposisi 20% menghasilkan kuat tekan senilai 17,33 MPa, dan komposisi 35% menghasilkan kuat tekan beton senilai 16,04 Mpa, sedangkan 50% menghasilkan kuat tekan beton senilai 15,17 Mpa, maka dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar penambahan cangkang kemiri yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar terhadap campuran beton, maka semakin menurun kekuatannya.

Mitha Kadang, (2020), menyatakan bahwa nilai daya serap aktif cangkang kemiri seiring dengan bertambahnya variasi cangkang kemiri sampai dengan 8% semakin turun, tetapi diatas 8% daya serap air meningkat. Dengan menggunakan cangkang kemiri terhadap daya serap maka semakin meningkat dari kuat tekan normal yaitu pada variasi 2% dan 8% dari jumlah semen. Pencampuran lebih dari 8% akan mengurangi kuat tekan, dengan demikian penggunaan cangkang kemiri dengan kadar 8%, 25,04 MPa merupakan kadar campuran optimum. Nilai kuat tekan dengan variasi campuran 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% masih diatas SNI 03- 68888-2002 Tipe M umur 28 hari

I HULU. (2021), melakukan penelitian menggunakan kulit kemiri dengan ukuran maksimal 20 mm. Variasi pengganti agregat kasar (kerikil) pada campuran beton. Kulit kemiri digunakan dengan variasi 10%, 20%, dan 30%. Untuk pengujian kuat tekan digunakan benda uji silinder dengan diameter 15cm, dan tinggi 30cm. Pengujian kuat tekan di uji pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari, penambahan kulit kemiri pada campuran beton mengakibatkan penurunan kuat tekan beton normal disetiap variasi persentasenya. Hal ini disebabkan campuran kulit kemiri tidak cukup kuat untuk menjadi pengganti agregat kasar, sehingga mengakibatkan penurunan kuat tekan beton.

Menurut (American Concrete Institute - ACI, 2004), terdapat 3 jenis beton agregat ringan berdasarkan *density*, yaitu:

- Beton agregat ringan kepadatan rendah dengan *density* kering udara 400 – 800 kg/m³ dan kuat tekan antara 0,69–6,89 MPa. Agregat ringan yang digunakan antara lain *vermiculite* dan *perlite*.
- Beton agregat ringan kekuatan moderat dengan *density* kering udara 800–1400 kg/m³ dan kuat tekan antara 6,89–17,24 MPa. Agregat ringan yang digunakan antara lain batu apung (*pumice stone*) dan scoria.
- Beton agregat ringan struktural dengan *density* kering udara 1440 – 1850 kg/m³ dan kuat tekan lebih besar dari 17,24 MPa.

Bahan-bahan Penyusun Beton

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton merupakan terdiri dari beberapa campuran yakni agregat halus, agregat kasar, air, dan semen. Dalam penyusun beton ini menggunakan bahan tambahan yaitu cangkang kemiri dan dengan bahan tambah berguna untuk memperbaiki sifat beton tersebut. Adapun beberapa faktor juga yang mempengaruhi kuat tekan beton diantaranya adalah nilai perbandingan campuran,

Cangkang Kemiri

Cangkang kemiri dapat diperoleh dari hasil pengolahan biji kemiri dari setiap kilogram biji kemiri akan dihasilkan 30% inti dan 70% cangkang. Sedangkan presentase masa buah kemiri menjadi sebesar 64,57% dan tergolong sangat tinggi bila dibandingkan dengan tempurung kelapa dan tempurung kelapa sawit yang tidak lebih dari 30%. Jumlah cangkang kemiri yang dihasilkan dari tiap pengolahan biji kemiri sangat banyak tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Untuk itu diperlukan suatu usaha pemanfaatan cangkang agar tidak menjadi limbah buangan. Proses pemisahan cangkang kemiri biasanya dilakukan secara manual seperti, awalnya biji kemiri akan dijemur disekitar 2-5 hari lalu dikeringkan dan dipecahkan secara manual yakni dengan dipukul menggunakan palu atau benda keras lainnya. Cangkang kemiri ini juga memiliki daya kuat dan tajam yakni bisa membahayakan pejalan kaki yang tidak menggunakan

mutu bahan penyusun, teknis pengecoran, dan perawatan beton.

Semen Portland

Menurut ASTM C – 150, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling *klynker* yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang akan digiling dengan bersama sama dengan bahan utamanya. Tipe I merupakan semen portland untuk tujuan umum. Jenis ini paling banyak di produksi karena digunakan untuk hampir seluruh jenis konstruksi.

Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan pasir Lumajang dan dapat juga dinamakan pasir sungai, dikarenakan selain penambangannya dilakukan di daerah sungai, juga terdapat beberapa yang dilakukan di pegunungan. Ketersediaan pasir ini berasal dari kegiatan rutin gunung semeru yang mengeluarkan material kurang lebih satu juta m³/tahun berupa muntahan dari gunung Semeru dan kemudian dibawah oleh air sungai hingga kelaut. Muntahan gunung ini membawa partikel zat besi, sehingga kemudian menjadi pasir besi ditepi pantai.

Agregat Kasar

SNI 1970 2008 agregat kasar adalah batuan yang berupa pecahan yang diperoleh dari industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran antara 4,75mm (no.4-40mm) atau (1½ inci). Agregat kasar juga dapat tertahan pada saringan 2,36mm yang setara dengan no.8 dan lolos saringan 40mm atau saringan no.1.15 inci. Fungsi agregat kasar dalam campuran adalah selain memberikan stabilitas juga sebagai pengisi mortar campuran agar menjadi hasil yang lebih stabil.

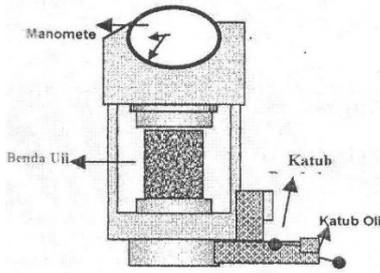
alas kaki karena teksturnya sangat kaku dan keras. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk mengolah limbah cangkang kemiri menjadi lebih bernilai positif.

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila terus dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat desak beton merupakan sifat yang terpenting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat sifat lain. Kekuatan desak beton ditentukan oleh pengaturan perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, dan air, dan berbagai jenis campuran lainnya. Perbandingan dari air semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi juga desaknya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air juga mengakibatkan kemampuan pekerjaan (mudahnya pembuatan bata

ringan) akan tetapi menurunkan kekuatan (Chu Kia Wang dan C.G. Salmon, 1990). Untuk menentukan kekuatan benda uji dengan rumus:

$$f_c' : \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$



Gambar 1. Uji Kuat Tekan Beton

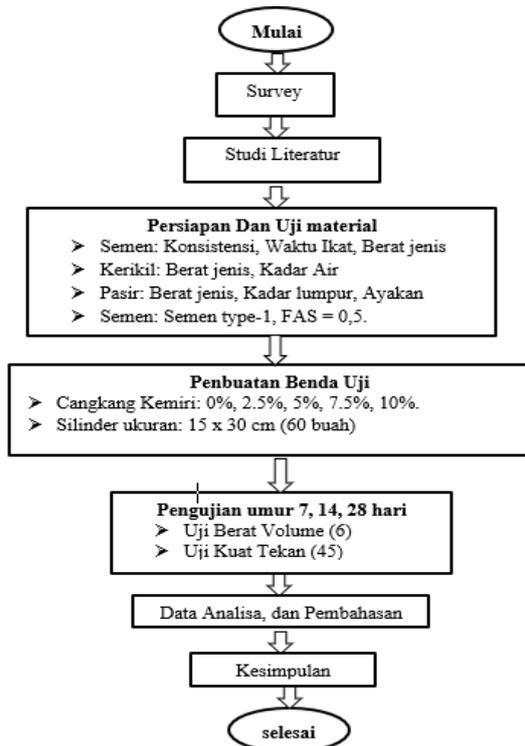
METODE PENELITIAN

Penelitian eksperimental yang dilakukan pada dasarnya untuk pencarian bahan alternatif material penyusun beton untuk mendapatkan beton bermutu dan berkinerja tinggi, serta mengangkat nilai ekonomis limbah dari bahan yang mencemari lingkungan menjadi bahan yang bermanfaat.

Dalam penelitian ini yang merupakan variabel terukur :

- a. Variabel bebas : - Dengan substitusi cangkang kemiri 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% terhadap berat agregat kasar
- b. Variabel tak bebas : - Kuat Tekan (*Compration Strenght*)

- Berat Volume



Gambar 2. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rekapitulasi Uji Material Beton

No	Karakteristik agregat	Interval Spesifikasi	Hasil Pengujian	Keterangan
Semen Gresik				
1	Konsistensi normal	-	32 % ~ 80 ml	OK
2	Waktu mengikat awal	-	55,25 menit	OK
3	Waktu Mengikat akhir	-	135 menit	OK
4	Berat jenis	< 3,70	2,675	OK
6	Berat Volume	-	0,971 gr/cm ³	OK
Pasir Lumajang				
1	Kelembaban	< 6%	3,5 %	OK
2	Berat Jenis	<3,3	2,78	OK
3	Resapan	< 4%	3,66 %	OK
4	Berat Volume	< 1,9	1,28 gr/cm ³	OK
5	Kadar Lumpur (Pengendapan)	< 5%	3,45 %	OK
6	Kadar Lumpur (Pencucian)	< 5%	2 %	OK
7	Analisa Ayakan	2,3 - 3,2	2,525 Zona 2	OK
Batu Pecah				
1	Kelembaban	< 6%	1,4 %	OK
2	Berat Jenis	< 3,3	2,46	OK
3	Resapan	< 4%	2,81 %	OK
4	Berat Volume	< 1,9	1,261 gr/cm ³	OK
5	Kadar Lumpur (Pengendapan)	< 5%	1,69 %	OK
6	Kadar Lumpur (Pencucian)	< 5%	1,1 %	OK
7	Tes Abrasi	<50%	42,30	OK
Cangkang Kemiri				
1	Kelembaban	< 6%	1,0 %	OK
2	Berat Jenis	< 3,3	1,26	OK
3	Resapan	< 4%	0,81 %	OK
4	Berat Volume	< 1,9	0,91 gr/cm ³	OK
5	Kadar Lumpur (Pengendapan)	< 5%	0,69 %	OK
6	Kadar Lumpur (Pencucian)	< 5%	0,1 %	OK

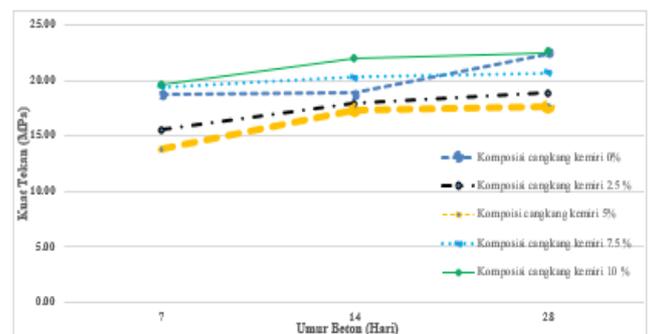
Sumber: Hasil Analisa Penelitian

Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Beton Rata-rata Umur 7, 14 , dan 28 hari

Komposisi	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)			Persentase Kenaikan (+) / Penurunan (-)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari	7 Hari (%)	14 Hari (%)	28 Hari (%)
	0%	18.67	18.86	22.45	0	0
2,5 %	15.56	17.92	18.86	-3.11	-0.94	-3.58
5%	13.77	17.35	17.64	-4.90	-1.51	-4.81
7,5 %	19.43	20.28	20.65	0.75	1.41	-1.79
10%	19.62	21.98	22.54	0.94	3.11	0.09

Sumber: Hasil Penelitian

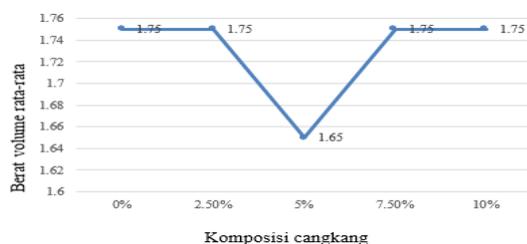


Gambar 3. Grafik Uji Kuat Tekan dengan Komposisi Cangkang Kemiri 0% 2,5% 5% 7,5% dan 10%.

Berdasarkan hasil Uji Kuat Tekan beton rata-rata pada tabel 2, menunjukkan umur 7 hari, hasil Uji Kuat tekan berbeda seperti komposisi 5% mengalami penurunan sebesar 19,43 MPa, sedangkan komposisi 10% mengalami kenaikan sebesar 19,62 MPa. Sedangkan pada umur beton 14 hari, mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya cangkang kemiri. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi cangkang kemiri meningkat Kuat Tekan pada komposisi 7,5% sebesar 20,28 MPa meningkat 1,41% dan 10% sebesar 21,98 MPa meningkat 3,11%. Uji Kuat Tekan rata-rata beton umur 28 hari pada komposisi 7,5% dan 10% mengalami peningkatan, Sedangkan komposisi 2,5% dan 5% mengalami penurunan yang cukup besar yaitu 3,58% dan 4,81%, hal ini disebabkan karena pada waktu pembuatan benda uji tidak dirojak secara sempurna, sehingga terjadi rongga-rongga/ keropos yang berpengaruh pada kekuatannya. Bila dibandingkan dengan beton tanpa cangkang kemiri, pada komposisi 7,5% mengalami kenaikan 1.41 % pada umur beton 14 hari, mengalami penurunan pada umur beton 28 hari yaitu -1.79 MPa. Sedangkan untuk komposisi 10 % mengalami presentase kenaikan dari umur beton 7 hari yaitu 0.75 % dan umur 14 hari yaitu 1.41 %, mengalami penurunan pada umur beton 28 hari yaitu 0.09 %.

Bila dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Mitha Kadang, 2020), menggunakan cangkang kemiri terhadap daya serap maka semakin meningkat dari kuat tekan normal yaitu pada variasi 2% dan 8% terhadap jumlah semen. Pencampuran lebih dari 8% akan mengurangi kuat tekan, dengan demikian penggunaan cangkang kemiri dengan kadar 8%, menghasilkan Kuat Tekan 25,04 MPa merupakan kadar campuran optimum. Nilai Kuat Tekan pada umur 28 hari dengan variasi campuran 0%, 2%, 4%, 6 %, 8% dan 10% masih diatas SNI 03- 68888-2002 termasuk kategori Tipe M.

Hasil Uji Berat Volume Beton



Gambar 4. Hasil Uji Berat Volume Beton umur 28 hari

Dari Gambar 4. Hasil uji berat volume rata-rata yang sama pada komposisi 0% 2,5% 7,5% dan 10% sebesar 1,75 Kg/Cm³. Sedangkan berat volume rata-rata pada komposisi 5% yaitu 1,65 Kg/Cm³. Adanya nilai berat volume yang menyimpang diantara komposisi lainnya, hal ini disebabkan karena benda uji pada waktu proses pengecoran kurang rojokannya sehingga kepadatannya juga kurang, hal ini berdampak pada kekuatan tekannya menjadi rendah, lihat Gambar

3 dapat dikategorikan beton ringan (*lightweight concrete*), termasuk Beton agregat ringan struktural dengan *density* kering udara 1440 – 1850 kg/m³ dan kuat tekan lebih besar dari 17,24 MPa. (American Concrete Institute - ACI, 2004).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan cangkang kemiri sebagai bahan substitusi agregat kasar sebagai berikut:

Penggunaan cangkang kemiri hasil Kuat Tekan pada komposisi 7,5% dan 10% mengalami peningkatan, sedangkan untuk kuat tekan pada komposisi 2,5% dan 5% mengalami penurunan. Kuat Tekan maksimum pada komposisi 10% sebesar 22,54 Mpa pada umur beton 28 hari. Sedangkan, untuk uji Berat Volume adanya penambahan cangkang kemiri hasilnya semakin menurun berat volume berat, terendah pada komposisi 5% sebesar 1.74 Kg/Cm³ atau 1740 kg/m³

Penggunaan cangkang kemiri dengan kuat tekan mengalami penurunan secara signifikan pada komposisi 2,5% 5% 7,5% sedangkan pada komposisi 10% pada beton umur 28 hari nilai Kuat Tekannya mendekati dengan beton normal tanpa limbah. Sedangkan untuk nilai optimumnya adalah pada komposisi cangkang kemiri 10% sehingga, jika penambahan komposisi cangkang kemiri lebih dari 10% akan mengurangi kuat tekan beton. dapat dikategorikan beton ringan (*lightweight concrete*). Yang termasuk Beton agregat ringan struktural dengan *density* kering udara 1440 – 1850 kg/m³ dan kuat tekan lebih besar dari 17,24 MPa. (American Concrete Institute - ACI, 2004),

Direkomendasikan komposisi Limbah cangkang kemiri 10% dapat digunakan untuk pembuatan campuran beton ringan rumah sederhana, Paving.

DAFTAR PUSTAKA

- Andyini Amalya, 2013. “Pemanfaatan Limbah Tempurung Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Halus dan Agregat Kasar Pada Percobaan Pembuatan Beton Normal”. (Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember, 2013).
- Awalyatun. 2014. “Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri Terhadap Kuat Tekan dan Retakan Beton Pasca Bakar”. Jurnal Einstein, 3 (1) Desember 2014, 9-14. (Medan: Universitas Negeri Medan, 2014).
- Amri, D. (2019). Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kemiri Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Pada Beton Terhadap Massa Dan Kuat Tekan Beton. (Medan: Fakultas Teknik Universitas Medan Area, 2019).
- Depertemen P.U. 1989. SK SNI-S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)). (Bandung: LPMB, 1989).
- Haris. 2020. “Studi Kelayakan penggunaan cangkang kemiri sebagai pengganti sebagai Agregat Kasar Terhadap Mutu Beton”. Civil Engineering journal on Research and

Development, 1 (2) September 2020, 41-46.
(Madako: Fakultas Teknik Universitas Madako, 2020).

HULU, I. (2021). Beton Bermutu Ramah Lingkungan Dengan Menggunakan Kulit Kemiri Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *URI* <http://repository.uhn.ac.id/handle/123456789/5211>

Jangin, A. I., Samsurizal, E., & Supriyadi, A. (2016). Studi eksperimental beton ramah lingkungan menggunakan kulit kemiri sebagai agregat kasar. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 2(2).

Mulyati, M., & Adman, A. (2019). Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(2), 38-45. (Padang: Institute Teknologi Padang, 2019).

Mitha Kadang 2020 “Efek Konsentrasi Zat Aktivator Terhadap Daya Serapn Karbon Aktif Cangkang Kemiri” *Jurnal Penelitian Fisika*, 5 (4) November 2020,

Nugraha Paul, dan Antoni. 2007. “*Teknologi Beton*”, (Yogyakarta: Penerbit Andi, 2007).

Standar Nasional Indonesia, 2002 “*Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*” (SNI 03-2491-2002), Badan Standar Nasional Indonesiaional, Bandung Standar Nasional I.

LAMPIRAN



Gambar 1. Proses rendaman cangkang kemiri



Gambar 2. Proses Jemur cangkang kemiri



Gambar 3. Proses jemur cangkang kemiri setelah dicuci



Gambar 4. Campuran dalam silinder dengan menggunakan rojokan



Gambar 5. Proses Uji Kuat Tekan