



## CANGKANG KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON

Dinda Alma Esa<sup>1</sup>, Agustinus Agus Setiawan<sup>1</sup>, Galih Wulandari Subagyo<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya

### Abstrak

Salah satu program internasional yang sedang di kembangkan saat ini adalah *Sustainable Development Goals* (SDGs) dengan 17 poin utama didalamnya. Penelitian ini mendukung 3 poin SDGs yaitu membangun infrastruktur yang Tangguh, meningkatkan industri inklusif dan berkelanjutan, serta mendorong inovasi menjadikan kota dan pemukiman inklusif, aman, Tangguh dan berkelanjutan dan menjamin pola dan konsumsi yang berkelanjutan. *Sustainable Development Goals* (SDGs) disetujui pada tanggal 25 – 27 September 2015 di markas besar PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa), New York, Amerika Serikat yang dihadiri oleh 193 negara termasuk Indonesia. untuk merealisasikan program tersebut, maka didalam penelitian ini digunakan cangkang kerang darah sebagai substitusi agregat kasar beserta penambahan admixture sehingga diharapkan cangkang kerang darah mempunyai nilai ekonomis dan juga dapat menudukung program SDGs. Hasil kuat tekan beton normal mencapai nilai 27,9 MPa pada umur 28 hari. Pada beton dengan campuran cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) sebagai substitusi agregat kasar pada persentase 5%, 10%, 15%, dan 20% di dapat nilai tertinggi ada pada persentase 10% dengan nilai kuat tekan sebesar 24,9 MPa hampir mendekati kuat tekan yang direncanakan yaitu 25 MPa nilai terendah adalah 19,0 MPa dengan persentase 20%. Pada beton dengan campuran cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) sebagai substitusi agregat kasar dan *superplasticizers* nilai tertinggi kuat tekan beton sebesar 42,4 MPa dengan persentase 5% dan nilai terendah 15,8 MPa dengan persentase 20%. Dapat disimpulkan bahwa beton dengan cangkang kerang darah sebagai pengganti agregat kasar sebesar 10% serta penambahan *superplasticizers* sebanyak 1% layak digunakan sebagai material beton struktural.

**Keywords** : Beton, Cangkang Kerang Darah, *Superplasticizers*, Kuat Tekan Beton

### 1. Pendahuluan

Indonesia termasuk dalam kategori negara berkembang, dalam bidang konstruksi pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi sangat pesat. Keberadaan konstruksi yang memadai merupakan kunci untuk meningkatkan daya saing. Pemerintah Indonesia terus berupaya untuk mempercepat program pembangunan di segala bidang, mulai dari pembangunan perumahan, perkantoran, jembatan, jalan raya, bendungan, dan lain sebagainya. Pembangunan yang terjadi di Indonesia tidak terlepas dari penggunaan material beton.

Material beton merupakan material penting yang sering digunakan pada struktur bangunan. Beton didapat dari pencampuran agregat halus, agregat kasar, semen, pasir, dan air, namun ada beberapa kasus, campuran beton memerlukan bahan tambahan untuk menunjang kualitasnya. Penambahan bahan tambah pada beton adalah agar beton dapat mencapai kuat tekan yang di inginkan dan mutu kualitas yang terbaik.

Material yang di gunakan untuk campuran beton saat ini masih menggunakan material alam agregat kasar yaitu batu alam merupakan sumber daya yang tidak dapat di perbaharui, oleh karena itu diperlukan alternatif lain sebagai pengganti.

Salah satu upaya untuk mencegah kerusakan alam, harus di lakukan inovasi teknologi pembuatan beton dengan menggunakan limbah atau sampah.

Kerang laut darah (*Anadara Granosa*) adalah salah satu kerang yang sering sekali dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Nilai produksi kerang darah di Indonesia pada tahun 2011 yaitu 373,202 ton dan apabila di dibandingkan tahun sebelumnya mengalami peningkatan hingga 44,12% (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2011). Produksi limbah cangkang kerang darah di daerah sukoharjo pada tahun 2019 diperkirakan sekitar 360kg per harinya (Restu Andika, 2019). Rata-rata ini didapatkan dari pengambilan data secara acak pada tempat yang memproduksi makanan kerang darah. Melihat produksi cangkang kerang darah disatu daerah cukup banyak dan tidak dimanfaatkan maka hal ini mendorong penulis memanfaatkan limbah cangkang kerang darah sebagai bahan tambah dan komplemen untuk membuat beton yang kuat dan ekonomis.

Salah satu program internasional yang sedang di kembangkan saat ini adalah *Sustainable Development Goals* (SDGs) dengan 17 poin utama didalamnya. Pada penelitian ini mendukung 3 poin SDGs yaitu membangun infrastruktur yang Tangguh, meningkatkan industri inklusif dan berkelanjutan, serta mendorong inovasi menjadikan

kota dan pemukiman inklusif, aman, Tangguh dan berkelanjutan dan menjamin pola dan konsumsi yang berkelanjutan. *Sustainable Development Goals* (SDGs) disetujui pada tanggal 25 – 27 September 2015 di markas besar PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa), New York, Amerika Serikat yang dihadiri oleh 193 negara termasuk Indonesia. Untuk merealisasikan program tersebut, maka didalam penelitian ini digunakan cangkang kerang darah sebagai substitusi agregat kasar beserta penambahan admixture sehingga berharap cangkang kerang darah mempunyai nilai ekonomis dan juga dapat mendukung program SDGs.

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (Sudarmoko, 1997). Beton normal memiliki massa jenis 2200 kg/m<sup>3</sup> sampai 2500 kg/m<sup>3</sup> sedangkan beton ringan memiliki massa jenis tidak lebih dari 1900 kg/m<sup>3</sup> (SNI-03-2847-2002). Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan kasar sebagai bahan pengisi (Kusuma, 1993).

Agregat merupakan material alam yang berbentuk butiran mineral alami dan berfungsi sebagai bahan pengisi pada campuran beton. Beberapa fungsi agregat dalam beton yaitu menghemat penggunaan bahan perekat, mengurangi susut beton, meningkatkan kekuatan, dan dengan gradasi yang baik akan menjadikan beton padat (Cindika, 2008). Agregat menempati sekitar 75%-80% dari isi total beton, oleh karena itu pengaruh agregat pada sifat dan daya tahan beton sangat berpengaruh.

Persyaratan agregat sebagai campuran beton bersih, keras, dan harus memiliki gradasi (susunan butir) yang baik, sehingga campuran beton menjadi homogen dan rapat. Gradasi agregat dapat berpengaruh pada kekuatan beton itu sendiri. Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya butirannya. Dalam bidang teknologi beton nilai batas daerah agregat kasar dan halus adalah 4,75 mm (ASTM C 33, 1994). Jika agregat memiliki ukuran di bawah 4,75 mm maka agregat tersebut masuk kedalam agregat halus, sebaliknya jika agregat itu melebihi 4,75 mm maka masuk ke dalam agregat kasar.

Kerang merupakan nama sekumpulan moluska *dwicangkerang* dari *family cardiidae* yang merupakan salah satu komoditi perikanan yang banyak dibudidayakan dan dijadikan sebagai salah satu usaha sampingan oleh masyarakat yang hidup di daerah pesisir. Teknik budidaya kerang mudah dilakukan, tidak memerlukan modal besar dan dapat dipanen setelah umur 6-7 bulan. Hasil panen kerang

per hektar mencapai 200-300 ton pertahun kerang utuh atau sekitar 60-100 ton daging kerang (Rezeki, 2013). Jenis kerang yang sering di konsumsi dan dijumpai di Indonesia yaitu kerang darah (*Anadara Granosa*), kerang hijau (*Perna Viridis*), kerang bambu (*Ensis Leei*), kerang tiram, kerang bulu (*Anadara Antiquata*), kerang simping (*Pectinidae*).

Cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) sebagai bahan substitusi parsial pada beton dapat dilakukan dengan menjadikan cangkang kerang darah sebagai pengganti agregat kasar pada pencampuran beton. Cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) mengandung kapur, silika dan alumunium.

Tabel 1. Persentase Senyawa Pada Kerang Darah

Komponen	Cangkang Kerang Darah (kadar % berat)
CaO	67,072
SiO <sub>2</sub>	8,252
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,402
MgO	22,652
AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,622

Sumber : Jurnal Restu Andika, 2019

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang paling penting. Air dapat bereaksi dengan semen dan menjadi bahan perekat. Air yang digunakan harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, juga zat organik dan bahan-bahan yang dapat merusak bahan lainnya. Air yang digunakan harus air tawar dan dapat diminum, tujuannya agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran beton menjadi keras setelah melewati waktu tertentu. Air yang digunakan dalam campuran beton tidak terlalu banyak, sehingga kekuatan beton yang dihasilkan tinggi. Pengurangan jumlah air akan berdampak pada rendahnya tingkat *workability* yang berakibat sulitnya proses pengadukan dan pencetakan.

Semen merupakan salah satu bahan perekat yang jika di campur dengan air mampu mengikat bahan-bahan padat seperti pasir dan batu. Sifat pengikat semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya.

Menurut SNI 15-2049-2015, semen *portland* adalah semen hidrolis yang di hasilkan dengan cara menggiling retak semen *Portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling Bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan lain.

Semen *Portland* tipe 1 digunakan untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus yaitu :

- Tidak memerlukan ketahanan sulfat
- Tidak memerlukan persyaratan panas hidrasi

c) Tidak memerlukan kekuatan awal tinggi.

*Superplasticizers* merupakan bahan tambah pencampur beton (*admixture*) yang ditambahkan saat pengadukan berlangsung dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*) untuk memperbaiki kinerja kekuatannya. *Superplasticizers* termasuk jenis campuran yang meningkatkan mutu beton. *Superplasticizers* juga mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan *workability*. Cara kerja *superplasticizers* secara umum adalah partikel semen dalam air cenderung untuk berkolesi satu sama lainnya dan partikel semen akan mengumpal (flokulasi). Penambahan bahan tambah *superplasticizers* mengakibatkan partikel semen ini akan saling melepaskan diri dan terdispersi (menolak). Pada penelitian ini *superplasticizers* yang digunakan adalah Polyneva HE.

Polyneva HE adalah jenis *superplasticizers* dari Nevalindo. Polyneva HE merupakan campuran berwarna coklat berbahan dasar polimer aktif dalam larutan air yang menyebarkan butiran semen untuk beton berkualitas (kedap air, tahan lama, dan berkekuatan tinggi). Polyneva HE masuk kedalam ASTM-C 494-81 “*Standard Specification For Chemical Admixture For Concrete*” klasifikasi Tipe F, *Water Reducing And High Range Admixture*. Adalah bahan tambah yang berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12%. Polyneva HE sangat membantu untuk pengecoran karena mampu mempercepat pengerasan dan mampu mencapai kekuatan mekanik beton yang sangat tinggi pada usia muda beton.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan pengaruh penggunaan cangkang kerang darah sebagai substitusi parsial dari agregat kasar. Pengaruh yang ditinjau adalah dari sisi nilai kuat tekan beton yang dihasilkan

## 2. Metode Penelitian

Cangkang kerang darah yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari rumah makan seafood di Kawasan BSD-Bintaro. Cangkang kerang darah yang telah diperoleh di cuci hingga bersih kemudian dijemur.

Teknik pengumpulan data adalah cara-cara yang digunakan untuk mengumpulkan data baik yang berupa data primer maupun data sekunder.

Pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan dilaboratorium PT. Jaya Beton Indonesia. Benda uji yang di buat sebanyak 81 sample. Dengan variasi seperti :

Tabel 2. Jumlah Benda Uji

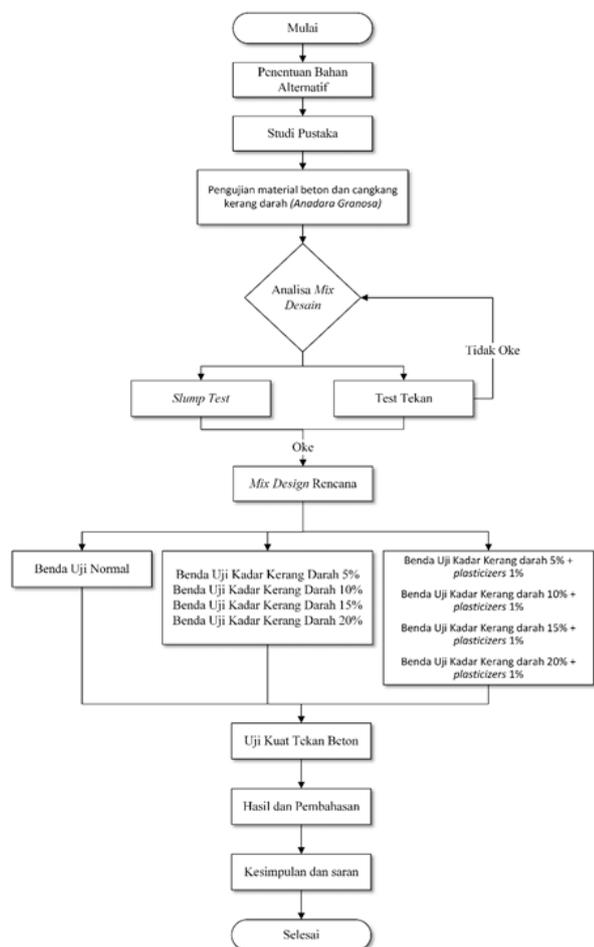
No.	Variasi Cangkang Kerang Darah	Var.	Jumlah Benda Uji			
			7	14	28	Total
1.	Normal	0%	3	3	3	9
2.	Cangkang Kerang 1	5%	3	3	3	9
3.	Cangkang Kerang 2	10%	3	3	3	9
4.	Cangkang Kerang 3	15%	3	3	3	9
5.	Cangkang Kerang 4	20%	3	3	3	9
6.	Cangkang Kerang superplasticizers 1	5%	3	3	3	9
7.	Cangkang Kerang superplasticizers 2	10%	3	3	3	9
8.	Cangkang Kerang superplasticizers 3	15%	3	3	3	9
9.	Cangkang Kerang superplasticizers 4	20%	3	3	3	9

### 2.1. Pengujian Karakteristik Material

Pemeriksaan material terdiri dari pemeriksaan agregat kasar, agregat halus, dan cangkang kerang dara (*Anadar Granosa*). Pemeriksaan agregat kasar dan halus terdiri dari berat jenis, daya serap air, berat isi kadar lumpur, analisis saringan, dan abrasi *los angeles*, sedangkan untuk cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) sebagai substitusi agregat kasar di lakukan pemeriksaan berat jenis, berat isi, kadar lumpur, abrasi *los angeles* dan analisis saringan.

## 2.2. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 2.3. Tahap Pengujian

Tahap ini dilakukan pengujian beton pada usia 7, 14 dan 28 hari dengan kuat tekan rencana sebesar 25 MPa. Pada penelitian hanya dilakukan pengujian kuat tekan beton. Tahap Pengujian Kuat Tekan Beton adalah pengujian kuat tekan beton menggunakan standar pengujian SNI 1974:2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan benda uji silinder. Kuat tekan beton dianggap sempurna setelah mencapai 100% setelah beton berumur 28 hari. Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan alat *compressing testing machine* (CTM) dengan meletakkan benda uji berbentuk silinder ukuran diameter 100 mm, tinggi 200 mm dalam tegak lurus, lalu memberikan beban tekanan bertingkat sampai benda uji hancur. Kuat tekan beton dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$f_c' = \frac{P}{A} \times 1,04 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

$f_c'$  = kuat tekan (MPa)

$P$  = beban tekan maksimum (N)

$A$  = luas penampang silinder beton ( $\frac{1}{4}\pi D^2$ )

1,04 = Faktor koreksi

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Uji Sifat Fisik Agregat

Pemeriksaan agregat di laboratorium Jaya Beton merupakan pemeriksaan terhadap agregat kasar, agregat halus dan Cangkang Kerang Dara (*Anadara Granosa*). Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa agregat kasar dan agregat halus yang digunakan telah memenuhi syarat yang ditentukan. Namun untuk Cangkang Kerang Dara (*Anadara Granosa*) sebagai substitusi agregat kasar pada campuran beton tidak memenuhi syarat pada pengujian Analisis Saringan. Hasil pemeriksaan agregat disajikan seperti tabel dibawah ini

Tabel 3 . Hasil Pengujian Agregat Kasar

PENGUJIAN			HASIL	SYARAT
Berat Jenis Agregat Kasar			2,55	Min. 2,5
Daya Serap Agregat Kasar	Air		2,89%	Maks. 3%
Berat Isi Agregat Kasar			1,51 gr/cm <sup>3</sup>	Min. 1,4 gr/cm <sup>3</sup>
Kadar Agregat Kasar	Lumpur		0,73%	< 1 %
Analisis Agregat Kasar	Saringan		7,07	Memenuhi
Abrasi Agregat Kasar	Los Angeles		19,23%	40%

Sumber data diolah dari hasil pengujian di laboratorium

Tabel 4 . Hasil Pengujian Agregat Halus

PENGUJIAN			HASIL	SYARAT
Berat Jenis Agregat Halus			2,52	≥ 2,52
Daya Serap Agregat Halus	Air		2,79%	Maks. 3%
Berat Isi Agregat Halus			1,50 gr/cm <sup>3</sup>	Min. 1,4 gr/cm <sup>3</sup>
Kadar Agregat Halus	Lumpur		2,05%	Maks. 5 %
Analisis Agregat Halus	Saringan		3,16	Memenuhi

Sumber data diolah dari hasil pengujian di laboratorium

Tabel 5 . Hasil Pengujian Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa)

PENGUJIAN		HASIL	SYARAT
Berat Cangkang Dara	Jenis Kerang (Anadara Granosa)	2,71	Min. 2,5
Berat Isi Cangkang Dara	Cangkang Dara (Anadara Granosa)	1,43 gr/cm <sup>3</sup>	Min. 1,4 gr/cm <sup>3</sup>
Kadar Cangkang Dara	Lumpur Kerang (Anadara Granosa)	0,93	1%
Abrasi Cangkang Dara	Los Angeles Kerang (Anadara Granosa)	29,8%	40%
Analisis Cangkang Dara	Saringan Kerang (Anadara Granosa)	8,90	Tidak Memenuhi

Sumber data diolah dari hasil pengujian di laboratorium

### 3.2. Perbandingan Nilai Slump

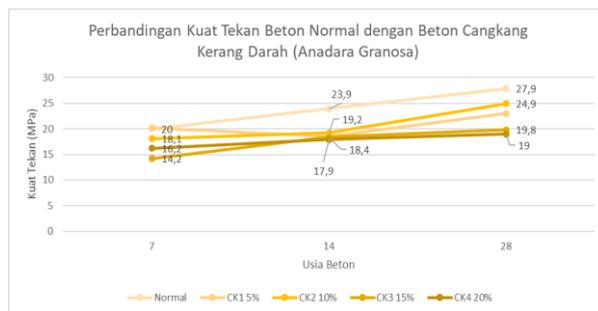
Hasil pengujian nilai slump campuran ditunjukkan dalam Gambar 2. Nilai slump pada setiap persentase masuk dalam persentase slump rencana yaitu 10 ± 2cm. Nilai slump terendah dicapai oleh CK3 yaitu beton dengan cangkang kerang darah dengan persentase 15% mendapatkan nilai 10,5 turun 12,5% dari CK1. Penambahan superplasticizers cenderung menaikkan nilai slump, terlihat pada hasil slump CK2, CK3 dan CK4



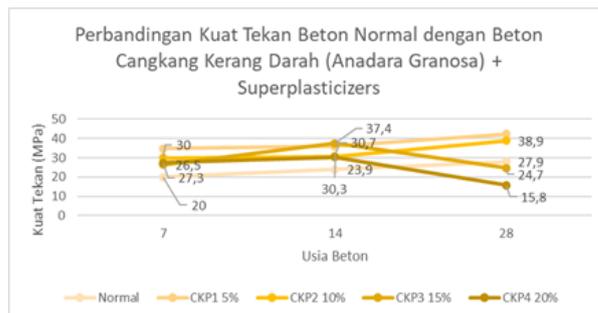
Gambar 2. Perbandingan Nilai Slump

### 3.3. Perbandingan Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton normal mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu, beton normal mengalami peningkatan pesat. Beton dengan tambahan cangkang kerang darah (Anadara Granosa) mengalami penurunan hingga pada persentase 20% namun ada peningkatan pada persentase 10%.

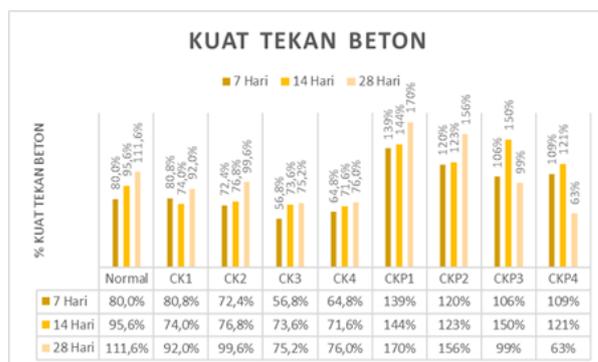


Gambar 3. Kuat Tekan Beton Normal dan Cangkang Kerang Darah



Gambar 4. Kuat Tekan Beton Normal dan Cangkang Kerang Darah + Superplasticizers

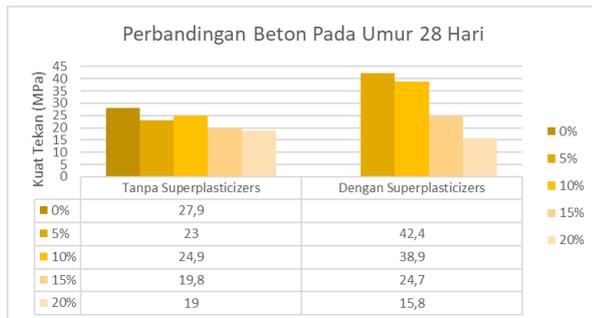
Pada umur beton 28 hari beton dengan cangkang kerang darah + superplasticizers mendapat nilai lebih tinggi pada persentase 5%, dan nilai terendah ada pada persentase 20%. Pengaruh penambahan superplasticizers pada beton cangkang kerang darah (Anadara Granosa) bisa menghasilkan kuat tekan yang lebih dari beton normal, akan tetapi pada persentase 15% dan 20% mengalami penurunan kuat tekan pada umur beton 28 hari dan tidak lebih tinggi dari beton normal.



Gambar 5. Pertumbuhan Kuat Tekan Beton Terhadap Usia Beton

Kuat tekan untuk sampel beton normal secara keseluruhan mencapai standard kuat tekan yang disyaratkan pada peraturan beton Indonesia. Beton dengan cangkang kerang darah pada umur 28 hari masing-masing sample tidak masuk dalam standar yang ada karena di bawah 100% namun

pada CK2 hampir mendekati standar dengan nilai 99,6%. Beton dengan cangkang kerang darah dan *superplasticizers* pada umur beton 28 hari hanya CKP1 dan CKP2 yang mendapatkan nilai 100%, untuk CKP3 hampir mendekati standar dengan nilai 99% sedangkan yang CKP4 hanya mendapat nilai 63%.



**Gambar 1** Perbandingan Beton Pada Umur 28 Hari

Pada beton dengan penambahan cangkang kerang darah tanpa *superplasticizers* diperoleh kuat tekan tertinggi pada persentase penambahan kerang sebanyak 10% yaitu 24,9 MPa nilai tersebut menunjukkan adanya penurunan kuat tekan beton sebesar 10,75% dari kuat tekan beton normal adanya peningkatan dikarenakan selama menuju proses *setting time* terdapat beberapa pengaruh seperti kondisi lingkungan yaitu udara ataupun *temperature* lingkungan. Sehingga mempengaruhi kondisi pada kuat tekan beton tersebut, sedangkan pada beton penambahan cangkang kerang darah dan *superplasticizers* di peroleh nilai kuat tekan tertinggi pada persentase penambahan *superplasticizers* sebanyak 5% yaitu 42,4 MPa hasil tersebut jika dibandingkan dengan beton normal tanpa substitusi kerang darah dan *superplasticizers* memiliki peningkatan kuat tekan sebesar 51,9% serta mengalami peningkatan sebesar 84,3% jika di bandingkan dengan beton campuran 5% kerang darah tanpa *superplasticizers*.

#### 4. Kesimpulan

Penambahan cangkang kerang darah sebagai substitusi parsial agregat kasar memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton. Penggantian agregat kasar dengan cangkang kerang darah sebanyak 5% memberikan pengaruh penurunan kuat tekan beton hingga 17,6% dari beton normal, namun penggantian di atas 10% cenderung menurunkan kuat tekan beton hingga 10,7%.

Penambahan *superplasticizers* Polyneva HE sebanyak 1% terbukti mampu meningkatkan kuat tekan beton yang menggunakan cangkang kerang darah sebanyak 5% sebagai substitusi parsial

agregat kasar, penambahan Polyneva HE sebanyak 1% meningkatkan kuat tekan beton sebesar 84%.

Kerang darah yang telah dilakukan uji propertis memenuhi beberapa kriteria sebagai substitusi agregat kasar, serta Kerang Darah telah lolos pengujian Los Angeles dan juga lolos pada saringan yang telah ditentukan yaitu lolos saringan dengan ukuran 25 mm dan tertahan pada saringan dengan ukuran 20 mm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. SNI 03-2834-2000. *Badan Standardisasi Nasional*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002. *Badan Standardisasi Nasional*, 251.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 15-2049-2015. Semen Portland. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1-128.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton. SNI 03-2495-1991. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. SNI 1969:2008. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. SNI 03-1969-1990. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. SNI 03-1970-1990. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). Metode Pengujian Bobot isi dan Rongga Udara dalam Agregat. SNI 03-4804-1998. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No.200 (0,075mm). SNI 03-4142-1996. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.. SNI 03-1969-1990. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara Uji Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Abrasi Los Angeles. SNI 2417:2008.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton. SNI 03-

- 2495-1991. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- ASTM C 494-81 “*Standard Specification For Cemical Admixture For Concrete*. Amerika.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. SNI 1974:2011. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1993). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran beton Normal. SNI 03-2834-1993. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran beton Normal, Beton Berta dan Beton Massa. SNI 7656:2012. *Bada Standar Nasional Indonesia*.
- Fassa, F. (2017). *PENGANTAR MATERIAL KONSTRUKSI*. Universitas Pembangunan Jaya.
- Kusuma, Gideon; Vis, W.C. (1993). Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang (CUR-1). Jakarta : Erlangga.
- Mulyono, T. (2003). Teknologi Beton, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Neville, A.M. (1981). *Properties Of Concrete, Third Edition, Longman Scientific & Technical, Essex, England*.
- Rahmat, Irna Hendriyani, Moh. Syaiful Anwar (2016). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah *Reduced Water* dan *Accelerated Admixture*. *Info Teknik*. Volume 17, No 2.
- Restu Andika, Hendramawat Aski Safarizki. (2019). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Sebagai Bahan Tambah dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDuluS)*. Volume 1, No 1.
- Rika Sylviana. (2015). Pengaruh bahan Tambahan *Plasticizers* Terhadap *Slump* dan Kuat Tekan Beton. *Jurnal BENTANG*. Volume 3 No, 2
- Rifki Imani. (2019). Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*). Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Majalah Ilmiah*. Volume 26, No 1.
- Safrin Zuraidah, La Ode Adi S, K. Budi Hastono. (2015). Limbah Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil*. Volume 1, No 1.