

# Daur Ulang Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton

Imriyanti<sup>1</sup>, Andi Ufiya Husna<sup>1</sup>, Hartawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar

## ABSTRAK

Meningkatnya permintaan beton dalam konstruksi membutuhkan material dalam jumlah besar, sehingga membutuhkan inovasi untuk mempertahankan ketersediaannya. Beton tersusun dari pasir, semen, air, dan batu pecah, bahan-bahan yang semakin menipis akibat pembangunan infrastruktur yang pesat. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan material alternatif, salah satunya adalah limbah Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*). Spesies ini merupakan ancaman yang signifikan bagi tanaman padi sebagai herbivora polifag, tumbuh dengan cepat dan beradaptasi dengan berbagai lingkungan. Penelitian ini menyelidiki potensi penggunaan cangkang keong tutut yang didaur ulang sebagai bahan tambahan pada campuran beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan curing basah, dimana Cangkang Keong Tutut diolah menjadi serbuk dan digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan tingkat penggantian 0%, 5%, 10%, dan 15%. Kuat tekan diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari untuk mengetahui kinerja optimum dari beton yang telah dimodifikasi. Hasil pada umur 28 hari menunjukkan kuat tekan sebesar 27,65 MPa, 30,09 MPa, 26,96 MPa, dan 25,03 MPa, dengan kekuatan tertinggi pada substitusi 5% (30,09 MPa). Kekuatan optimum mencapai 30,26 MPa, memenuhi standar beton struktural K225 (SNI 03-2834-2000). Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah Cangkang Keong Tutut dapat menjadi bahan tambahan yang berkelanjutan dan efektif dalam produksi beton, mengurangi limbah lingkungan dan ketergantungan pada agregat alami.

## ABSTRACT

*The increasing demand for concrete in construction requires large amounts of materials, necessitating innovation to sustain its availability. Concrete is composed of sand, cement, water, and crushed stone, materials that are depleting due to rapid infrastructure development. To address this issue, alternative materials are required, one of which is Tutut Snail Shell (*Bellamiya Javanica*) waste. This species poses a significant threat to rice crops as a polyphagous herbivore, rapidly growing and adapting to various environments. This study investigates the potential use of recycled Tutut Snail Shells as an additive in concrete mixtures.*

*The research adopts an experimental method using wet curing, where Tutut Snail Shells are processed into powder and incorporated as a partial fine aggregate substitute at 0%, 5%, 10%, and 15% replacement levels. Compressive strength was assessed at 7, 14, and 28 days to determine the optimum performance of the modified concrete. The results at 28 days show compressive strengths of 27.65 MPa, 30.09 MPa, 26.96 MPa, and 25.03 MPa, respectively, with the highest strength at 5% substitution (30.09 MPa). The optimum strength reached 30.26 MPa, meeting the K225 structural concrete standard (SNI 03-2834-2000). This study demonstrates that Tutut Snail Shell waste can serve as a sustainable and effective additive in concrete production, reducing environmental waste and dependence on natural aggregates.*

## ARTICLE HISTORY

Received February 19, 2025  
Received in revised form  
February 21, 2025  
Accepted February 25, 2025  
Available online February 28,  
2025

## KEYWORDS

Beton, Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*), Kuat tekan, Nilai optimum, Perawatan basah

*Concrete, Snail shell (*Bellamiya Javanica*), Compressive strength, Optimum value, Wet curing*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan pembangunan saat ini seiring dengan kemajuan teknologi dalam mendirikan gedung-gedung. Bangunan tinggi di Indonesia saat ini sangat gencar didirikan. Mendirikan gedung-gedung tinggi memerlukan material beton yang mampu memperkuat dan memperkokoh bangunan tersebut. Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik, agregat halus, agregat kasar dan air tanpa ada tambahan lain yang dapat membentuk massa padat [1]. Beton memiliki kelebihan antara lain harganya relatif murah,

mempunyai kekuatan yang baik, tahan terhadap api dan tahan aus sehingga biaya perawatannya termasuk rendah, dan bahan dasar penyusunnya mudah ditemukan serta tahan terhadap pembusukan.

Indonesia memiliki area persawahan sehingga dikenal sebagai negara agraria yang kaya terhadap sumber daya alam. Salah satu sumber daya alamnya adalah hasil produk pertanian. Berdasarkan data statistik, Indonesia memiliki lahan persawahan sangat luas, pada tahun 2023 luas lahan persawahan sebesar 8.087.393 juta Ha. Sulawesi Selatan memiliki luas area persawahan sebesar 628.148.00 Ha [2]. Area persawahan ini tidak lepas dari hama yang dapat

menghambat pertanian di Indonesia. Salah satu hamanya adalah Keong Swah/*Bellamiya Javanica*. Keong sawah ini biasa disebut dengan Keong Tutut. Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) ini memiliki tingkat pertumbuhan yang cukup pesat sehingga berpotensi merugikan hasil panen pada pertanian. Hal ini karena Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) memiliki sifat *polyphagous herbivore* yakni berkembang sangat cepat dan dapat beradaptasi dengan lingkungannya.

Permasalahan pertanian inilah menjadi bahan analisis untuk memanfaatkan ulang bagian dari Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) yakni cangkangnya. Diketahui Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) ini sering juga dijadikan bahan makanan ternak tetapi hal ini belum optimal sehingga diupayakan cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) yang menjadi limbah dapat dimanfaatkan dan memberikan nilai tinggi untuk pembangunan.

Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) merupakan jenis keong sawah dengan komposisi kalsium karbonat, kalsium fosfat, silikat magnesium karbonat, besi dan zat organik lainnya membentuk sisa komposisi protein struktural dan sebayawa fosfor. Komponen penyusun cangkang keong Tutut adalah  $\text{CaCO}_3$  dengan rendemen 53,10% [3]. Dengan komponen penyusun berupa  $\text{CaCO}_3$  pada cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) maka dapat menjadi bahan tambah pada agregat halus/pasir pada campuran beton. Pemanfaatan cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) ini adalah untuk mengurangi penggunaan sumber daya alam berupa pasir/agregat halus sehingga bahan tambah ini mampu menjadi bahan yang ramah lingkungan.

### 1.1. Beton

Berdasarkan SNI-2847-2013 Beton berfungsi sebagai bahan konstruksi yang dapat memperkuat bangunan. Beton memiliki kuat tekan yang memberikan kemampuan dalam menerima besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya desak tertentu. Kuat tekan beton sering disebut sebagai kuat desak beton yang memiliki kuat desak tinggi, karena mutu beton hanya ditinjau dari kuat desaknya [4]. Kuat tekan beton didapatkan dengan menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan-tegangan tekan tertinggi ( $f_c$ ) yang dicapai benda uji tersebut pada umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan yang dinyatakan dengan satuan  $\text{N/mm}^2$  atau Mpa (MegaPascal) [5].



Gambar 1. Beton Normal

Sifat beton yang baik adalah beton yang memiliki kuat tekan yang tinggi yakni berkisar antara 20 MPa hingga 50 Mpa pada usia beton 28 hari, sehingga dapat dikatakan bahwa mutu beton dapat diasumsikan berdasarkan kuat tekannya. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, antara lain: (1) Faktor Air - Semen; (2) Umur beton; (3) Jenis semen; (4) Efisiensi dari perawatan (*curing*); (5) Sifat agregat [6].

Sistem perawatan atau dikenal dengan *Curing* pada beton bertujuan untuk menjaga beton agar tidak terlalu cepat kehilangan air atau sebagai langkah untuk menjaga kelembaban dan suhu beton [7]. Pelaksanaan perawatan beton/*curing* untuk mencegah terjadinya temperaatur pada beton atau penguapan air yang berlebihan yang akibatnya dapat memberi pengaruh negatif pada mutu beton yang dihasilkan atau kemampuan layang komponen atau struktur (SNI 03 - 2847 - 2002).

### 1.2. Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*)

Keong sawah ataupun keong sungai (*Bellamiya Javanica*) adalah sejenis siput air yang mudah di jumpai di perairan tawar asia tropis. Hewan bercangkang ini dikenal juga sebagai siput sawah, siput air atau tutut (*Bellamiya Javanica*). Cangkang Keong Sawah atau cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) adalah pelindung karena cangkangnya bersifat keras dan keong tutut memiliki tubuh yang lunak. Cangkang tersebut mengandung banyak kalsium, karena di dalamnya terkandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) atau zat kapur yang sangat tinggi, sehingga dapat bereaksi dengan baik dengan semen sebagai bahan utama pembuatan beton.  $\text{CaCO}_3$  atau zat kapur adalah salah satu bahan untuk pembuatan semen. Pada dasarnya,  $\text{CaCO}_3$  atau zat kapur dapat ditemukan di kulit telur, cangkang keong, dan beberapa cangkang kerang [3].



Gambar 2. Keong Tutut

Komposisi pada cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) hampir seluruhnya dari kalsium karbonat, kalsium fosfat, silikat magnesium karbonat, besi, dan zat organik lainnya membentuk sisa komposisi protein struktural dan senyawa fosfor. Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) memiliki tinggi cangkangnya bisa mencapai 2 cm sedangkan diameternya 1,5 - 2,5 cm. Jika dilihat dari ukurannya keong jenis ini lebih kecil bila di bandingkan dengan jenis keong yang lain. Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) yang hidup di perairan sungai ini memiliki cangkang yang berbentuk kerucut dan panjang. Sedangkan warnanya mulai dari hijau kecoklatan hingga coklat gelap. Memiliki jumlah seluk sebanyak 6-7, dan seluk yang terakhir

memiliki ukuran yang lebih besar. Ujung cangkangnya berbentuk runcing, dan menyiku tumpul pada keong sawah yang masih muda.

## 2. Metode

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan metode eksperimen, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu sama lain dan membandingkan hasilnya. Penelitian Eksperimen adalah penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkontrol secara ketat [8]. Bentuk penelitian eksperimen ada 4 jenis yaitu *pre-experimental*, *true experimental*, *factorial* dan *quasi experimental* [9]. Penelitian eksperimen dapat juga berdasarkan variasi yang diuji. [10].

Eksperimen yang dilakukan adalah membuat serbuk dari cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*), yang dijadikan sebagai bahan tambah pasir (agregat halus) dan agregat kasar pada campuran beton. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai optimum dan kuat tekan beton yang dihasilkan dengan sistem penambahan serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*).

### 2.1. Jenis Variabel dan Data Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai factor-faktor yang berperan penting dalam peristiwa atas segala yang diteliti. Muri Y. [11] Variabel penelitian ini dibedakan menjadi 3 variabel yaitu:

Tabel 1. Variabel Penelitian

Jenis Variabel	Keterangan
Variabel Bebas	Variasi Penambahan serbuk cangkang tutut ( <i>Bellamiya Javanica</i> ) 0%, 5%, 10% dan 15% dan usia pengujian beton yaitu 7, 14, dan 28 hari.
Variabel Terikat	Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan beton
Variabel Kontrol	Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jumlah semen, fas, agregat yang digunakan, nilai slump, waktu pengujian beton, ukuran benda uji.

Dalam penelitian ini, sebanyak 48 sampel atau benda uji akan dibuat berdasarkan variabel yang telah ditetapkan. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data empiris yang diperoleh langsung dari laboratorium. Data ini mencakup pemeriksaan kandungan kimia bahan tambah serta pemeriksaan campuran beton yang melibatkan beberapa variabel utama.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi penambahan serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) dengan persentase 0%, 5%, 10%, dan 15%, serta pengujian beton yang dilakukan pada usia 7, 14, dan 28 hari. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan beton

yang dihasilkan dari berbagai variasi campuran. Sementara itu, variabel kontrol mencakup jumlah semen yang digunakan, faktor air-semen (fas), agregat yang digunakan, nilai slump, waktu pengujian beton, serta ukuran benda uji. Selain itu, penelitian ini juga mencakup pemeriksaan karakteristik semen, pengujian karakteristik campuran beton, dan pengujian kuat tekan beton untuk memastikan hasil yang valid dan sesuai standar.

### 2.2. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian mencakup semua alat dan bahan yang digunakan untuk mengumpulkan, mengukur, menyelidiki suatu masalah, serta menyajikan data secara sistematis dan objektif. Tujuan utama dari penggunaan instrumen ini adalah untuk memecahkan suatu persoalan atau melakukan pengujian secara ilmiah. Dalam penelitian ini, bahan dan alat yang digunakan terdiri dari beberapa komponen utama.

Bahan penelitian yang digunakan meliputi Semen Portland Komposit (PCC) Tipe 1 sebagai bahan pengikat utama dalam campuran beton, agregat halus berupa pasir, serta agregat kasar dalam bentuk chipping. Selain itu, air PDAM digunakan sebagai bahan pencampur untuk proses hidrasi semen, dan limbah cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) yang telah dijadikan serbuk berfungsi sebagai bahan tambahan dalam substitusi agregat halus.

Sementara itu, alat penelitian yang digunakan mencakup berbagai perangkat yang mendukung proses pengujian dan pencampuran beton. Beberapa alat utama yang digunakan adalah timbangan untuk mengukur berat bahan, oven untuk pengeringan, serta saringan atau ayakan untuk memisahkan partikel sesuai ukuran yang diinginkan. Selain itu, digunakan universal testing mekanik untuk mengukur kuat tekan beton, mesin pengaduk untuk mencampur bahan secara homogen, dan cetakan benda uji untuk membentuk sampel beton yang akan diuji. Vibrator digunakan untuk memadatkan campuran beton dalam cetakan, sedangkan loyang dan keranjang sampel digunakan dalam proses penyimpanan bahan. Piknometer dan gelas ukur berfungsi untuk mengukur berat jenis dan volume, sementara ember, batang penumbuk, mistar, pejorok besi, bak perendam, serta sekop digunakan dalam berbagai tahapan persiapan dan pengujian material.

Penggunaan bahan penelitian bertujuan untuk menyusun campuran beton yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, sedangkan alat penelitian berfungsi sebagai sarana pengolahan dan pembentukan benda uji dalam proses penelitian ini.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Tahap dan Prosedur Penelitian

Tahapan pemeriksaan bahan merupakan bagian dari prosedur penelitian yang dilakukan sebelum melakukan penelitian secara eksperimen yang menggunakan bahan yang memiliki unsur kimia atau senyawa kimia [12,13]. Tahapan pemeriksaan bahan dalam penelitian ini melalui pengujian dan pemeriksaan bahan yang disesuaikan dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), terdapat pada tabel berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Uji Material

Uji Material	Agregat Halus	Agregat Kasar
Berat volume (Lepas dan Padat)	(SNI 03-4804-1998) Interval 1.4 - 1.9	SNI 03-4804-1998 Interval 1.4-1.9 kg/liter
Kadar Lumpur	(SNI 03-1971-1990) Interval 2% - 5%	SNI 03-1971-1990 Interval 0.5% - 2%
Berat jenis dan Penyerapan Air	(SNI 1970:2008) Interval 1.6-3.3 (berat jenis) dan 0.20%-2.00% (penyerapan air)	SNI 1971:2008 Interval 1.6-3 (berat jenis) dan 0.20%-2.00% (penyerapan air)
Analisa Saringan	SNI ASTM C136:2012 Interval 2.20 - 3.10	SNI ASTM C136 : 2012 Interval 5.50 - 8.50

Proses penelitian dilakukan uji material dengan memperhatikan berat volume dari setiap benda uji, kadar lumpu dalam air, sistem penyerapan air dari setiap benda uji serta kondisi saringan yang digunakan dalam membuat serbuk dari Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*). Tujuan dari uji material ini agar bahan dan peralatan penelitian dapat terkontrol sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan dalam SNI (Standar Nasional Indonesia) dalam meneliti bahan.

### 3.2. Uji Karakteristik Penyusun Campuran Beton

Tahapan dalam penelitian dilakukan uji karakteristik terhadap bahan yang akan diolah dalam campuran beton selain bahan utama beton seperti: semen, pasir/agregat halus, agregat kasar dan air.

#### Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*)

Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) yang dijadikan sebagai bahan tambah pada campuran beton dilakukan penghancuran dalam bentuk serbuk yang lolos pada saringan/ayakan Nomor 200, hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan besaran butir pasir yang digunakan sehingga memberikan bentuk dan ukuran sama pada bahan. Diketahui Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) memiliki kandungan kimia sehingga diperlukan pemeriksaan seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*)

Mineral	Kuantitatif (%)
CaO	98,075
Ru2O	0,678
SrO	0,615
Fe2O3	0,594
Br	0,037

Berdasarkan pada hasil pengujian diperoleh komposisi tertinggi pada serbuk cangkang tutut berupa kapur (CaO) sebesar 98,075% dan komposisi terendah yaitu Br sebesar 0,037%.

#### Uji Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan salah satu bahan campur pada beton yang bentuknya seperti kerikil tetapi memiliki ketajaman yang berfungsi sebagai pengikat semen, agregat halus dan air [14]. Adapun hasil uji agregat kasar pada penelitian ini adalah:

Tabel 4. Hasil Uji Agregat Kasar

Karakteristik Agregat	Interval Spesifikasi	Hasil Pengujian	Ket.
Kadar Lumpur	< 1%	0,5%	Memenuhi
Kadar Air	0,5%-2,0%	2,00%	Memenuhi
Berat Jenis :			
- Berat Jenis Curah		2,67%	
- Berat Jenis Kering	1,6%-3,3%	2,74%	Memenuhi
- Permukaan (SSD)			
- Berat Jenis Semen		2,88%	
Penyerapan Air	0,2%-4,0%	2,75%	Memenuhi
Berat Volume			
- Lepas	1,6 kg/lit	1,61%	Memenuhi
- Padat	1,9 kg/lit	1,61%	
Modulus Kekerasan	5,50 %-8,50%	3,312%	Tidak Memenuhi

Tabel uji agregat kasar menunjukkan kadar lumpur, kadar air, berat jenis, penyerapan air dan berat volume dari Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) sebagai bahan tambah pada campuran beton memenuhi hanya modulus kekerasan dari cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) yang tidak memenuhi, hal ini disebabkan dari karakteristik cangkang yang mudah hancur tetapi memiliki tingkat kekerasan yang tidak maksimal (3,312%) yang nilainya berada dibawah interval spesifikasi.

#### Uji Agregat Halus

Cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) yang dipergunakan sebagai bahan tambah pasir dilakukan dengan cara penghancuran berupa serbuk dengan besaran butiran lolos dari saringan/ayakan nomor 200. Adapun hasil uji agregat halus berupa cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) adalah:

Tabel 5. Hasil Uji Agregat Halus

Karakteristik Agregat	Interval Spesifikasi	Hasil Pengujian	Ket.
Kadar Lumpur	< 5%	2%	Memenuhi
Kadar Air	2,0%-5,0%	200%	Memenuhi
Berat Jenis :			
- Berat Jenis Curah		1,87%	
- Berat Jenis Kering	1,6%-3,3%	1,89%	Memenuhi
- Permukaan (SSD)			
- Berat Jenis Semen		1,9%	
Penyerapan Air	0,2%-2,0%	1,21%	Memenuhi
Berat Volume			
-Lepas	1,4 kg/lit	1,3%	Memenuhi
- Padat	1,9 kg/lit	1,49%	
Modulus Kehalusan	1,50 %-3,50%	1,55%	Memenuhi



Hasil uji agregat halus berupa bahan tambah cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) menunjukkan uji karakteristiknya semuanya memenuhi karena nilai yang dihasilkan dibawah dari nilai interval spesifikasi. Hal ini disimpulkan bahwa campuran beton dengan bahan tambah cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) sangat kuat mengikat bahan lainnya dalam campuran beton.

### Semen Portland (PC)

Portland Cement (PC) atau semen adalah bahan yang bertindak sebagai bahan pengikat agregat, jika dicampur dengan air semen menjadi pasta [15]. Pada semen terdapat komponen utama yang saling mengikat, yaitu:

Tabel 6. Komponen Utama Semen

Nama Campuran	Komposisi Oksida	Singkatan
Trikalsium Silikat	3CaO- SiO <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S
Dikalsium Silikat	2CaO-SiO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S
Trikalsium Aluminat	3CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> A
Tetrakalsium Aluminoforit	4CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> AF

Silikat, C<sub>3</sub>S dan C<sub>2</sub>S merupakan senyawa paling penting, sebab ke tiga bahan tersebut menentukan kekuatan dari pasta semen. Kandungan silikat pada semen bukan merupakan campuran yang murni, melainkan mengandung sedikit oksida padat yang secara signifikan akan mempengaruhi susunan atom; bentuk kristal; dan perilaku hidrolis semen.

### Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan (*consistency*), agar dapat dicapai suatu kelecakan yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap atau tertinggal di dalam beton yang sudah mengeras, sehingga menimbulkan pori-pori [16].

### 3.3. Perhitungan Mix Design

Perhitungan Mix Design adalah perhitungan campuran beton normal yang dilakukan pada penelitian didasarkan pada SNI 03-2834-2000 [17]. Menggunakan metode DOE (*Development of Environment*) untuk beton normal dan beton modifikasi dengan penambahan serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) dengan variasi 5%, 10%, dan 15%.

Data perhitungan mix design untuk pemuatan beton normal dalam penelitian ini mencakup berbagai parameter teknis yang telah ditetapkan. Kuat tekan beton yang direncanakan (*f'c*) adalah sebesar 20 MPa dengan nilai standar deviasi sebesar 6 MPa. Jenis semen yang digunakan adalah Semen Portland Komposit (PPC) tipe I, yang

memiliki karakteristik sesuai dengan kebutuhan konstruksi beton.

Agregat yang digunakan terdiri dari agregat halus dan agregat kasar, di mana agregat halus berupa pasir alami, sedangkan agregat kasar terdiri dari batu pecah atau chipping. Nilai slump yang direncanakan untuk campuran beton ini berada dalam rentang 60-180 mm, yang menunjukkan tingkat kelecakan yang sesuai untuk aplikasi konstruksi. Ukuran butir nominal maksimum agregat yang digunakan adalah 20 mm, dengan tipe gradasi agregat halus dikategorikan sebagai tipe II.

Berat jenis spesifik dalam kondisi Saturated Surface Dry (SSD) untuk agregat kasar adalah sebesar 2,74, sedangkan untuk agregat halus sebesar 1,89. Kadar air dalam agregat kasar dan agregat halus masing-masing adalah 2%. Selain itu, penyerapan air agregat kasar tercatat sebesar 2,75%, sementara penyerapan air agregat halus adalah 1,21%.

Berat volume agregat kasar dalam kondisi lepas dan padat masing-masing bernilai 1,61, sedangkan berat volume agregat halus dalam kondisi lepas adalah 1,3 dan dalam kondisi padat adalah 1,49. Perhitungan ini dilakukan untuk memastikan bahwa campuran beton memiliki kualitas yang optimal dalam hal kekuatan, ketahanan, dan stabilitas sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Proporsi Campuran

Material	Desinty (kg/l)	Volume (L)	Berat (kg)
Air	1,00	205	205
Semen	3,15	130,2	410,13
Pasir	1,89	251,48	475,29
Kerikil	2,74	374,88	1.027,2
Udara	-	40	-
Jumlah		1000	1,930

Hasil perhitungan proporsi campuran akan diaplikasikan pada pengujian beton untuk mendapatkan nilai optimum dan kuat tekan beton dengan penambahan serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*).

### 3.4. Hasil Pengujian Beton

#### Pengujian Slump

Pengujian Slump beton merupakan bagian utama dari penelitian ini karena pengujian ini telah mengaplikasikan campuran beton normal dengan variasi bahan tambah berupa serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*), yakni: beton normal, variasi 5%, 10% dan 15%. Hasil dari pengujian slump untuk penelitian ini adalah:

Tabel 8. Hasil Pengujian Slump

Variasi Beton	Nilai Slump
Beton Normal	3 cm
	Tinggi: 27
	Diameter atas: 12 cm Diameter bawah: 20 cm
Beton Variasi 5%	1 cm
	Tinggi: 29 cm
	Diameter atas: 8,5 cm Diameter bawah: 18 cm
Beton Variasi 10 %	2,5 cm
	Tinggi: 27,5 cm
	Diameter atas: 10 cm

Variasi Beton	Nilai Slump
Beton Variasi 15%	Diameter bawah: 20 cm
	1,5 cm
	Tinggi: 28,5 cm
	Diameter atas: 9 cm
	Diameter bawah: 18 cm

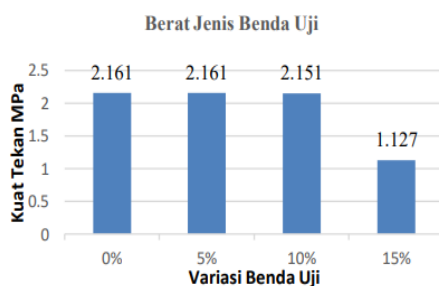
Tabel dan gambar diatas menghasilkan, dengan menambahkan serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) maka nilai slump beton variasi mengalami penurunan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan serbuk cangkang tutut (*Bellamiya Javanica*) dalam menyerap air yang dapat mempengaruhi konsistensi dari campuran beton sehingga berpengaruh terhadap nilai slump dan *workability* (tingkat kenudahan pada pengerjaan beton) yang dihasilkan. Nilai slump tertinggi terdapat pada beton normal sebesar 3 cm dan terendah pada beton variasi 5% sebesar 1 cm, Adapun dengan beton variasi 10% memiliki nilai slump sebesar 2,5 cm, dan beton dengan variasi 15% sebesar 1,5 cm.

### Berat Satuan Benda Uji

Setelah melakukan uji slump pada penelitian ini maka pengujian terhadap benda, yang bertujuan untuk mengetahui berat jenis dari beton normal dan beton variasi.

Tabel 9. Berat Benda Uji

Variasi Beton	Berat Sampel (Kg)	Berat Jenis (Kg/m <sup>3</sup> )	Reduksi Terhadap Beton Normal (%)
0%	4,323	2,161	-
5%	4,323	2,161	-
10%	4,315	2,157	- 0.18
15%	4,255	2,127	-1,57



Gambar 3. Grafik nilai rata-rata benda uji

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa berat jenis pada beton normal 0% dan beton variasi 5% memiliki hasil berat jenis yang sama yaitu sebesar 2.161 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan penambahan serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) dengan variasi 10% mengalami penurunan dan memiliki berat jenis yaitu sebesar 2.151 kg/m<sup>3</sup>, dan penambahan cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) dengan variasi 15% memiliki berat jenis terendah yaitu sebesar 1.127 kg/m<sup>3</sup>. Perbedaan berat jenis ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya adanya berat benda uji, penyerapan air yang berbeda antara benda uji, rongga udara yang tertangkap dalam setiap benda uji, dan tekstur permukaan benda uji.

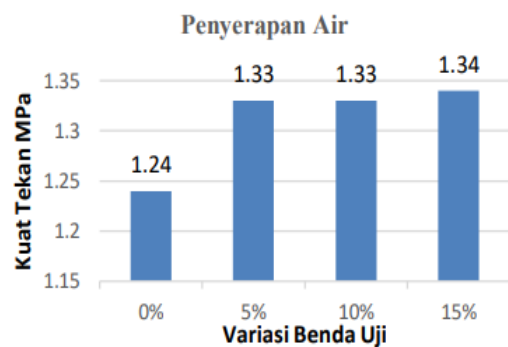
### Penyerapan Air

Setelah menganalisis berat benda uji maka melakukan pengamatan terhadap nilai serap air yang terjadi pada beton normal 0% dan beton variasi 5%, 10% dan 15%.

Berdasarkan pada tabel dan grafik di atas, menunjukkan bahwa beton dengan penambahan serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) dapat meningkatkan daya serap air, dengan daya serap air tertinggi pada beton dengan variasi penambahan 15% yaitu sebesar 1.34% dari penyerapan air beton normal. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh jumlah pori dan bahan tambah yang digunakan.

Tabel 10. Penyerapan Air

Variasi Beton	Berat Sebelum Perawatan (kg)	Berat Setelah Perawatan (kg)	Penyerapan Air (%)
0%	4,230	4,290	1,41
	4,280	4,330	1,17
	4,300	4,350	1,16
Rata-rata = 1,24			
5%	4,175	4,235	1,43
	4,295	4,345	1,16
	4,195	4,255	1,43
Rata-rata = 1,33			
10%	4,300	4,350	1,16
	4,255	4,315	1,41
	4,220	4,280	1,42
Rata-rata = 1,33			
15%	4,235	4,295	1,41
	4,175	4,225	1,19
	4,185	4,245	1,43
Rata-rata = 1,34			



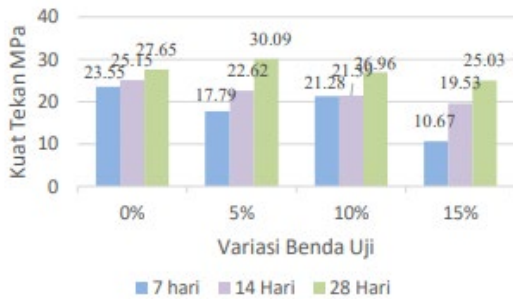
Gambar 4. Grafik penyerapan air pada benda uji

### Kuat Tekan Beton

Setelah mendapatkan nilai hasil dari berat satuan benda uji dan penyerapan air maka dilakukan pencetakan benda uji serta perawatan benda uji sebelum melakukan uji kuat tekan beton. Kegiatan selanjutnya adalah melakukan perawatan beton secara *wet curing*/basah maka dengan penanganan waktu 7, 14 dan 28 hari untuk mendapatkan nilai kuat tekan dengan variasi cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) (0%, 5%, 10% dan 15%). Maka rekapitulasi hasil pengujian beton dapat diketahui berdasarkan kalkulasi dari pengujian pada umur beton ke 7, 14, dan 28 hari. Adapun rekapitulasi kuat tekan beton dapat diketahui berdasarkan tabel berikut:

Tabel 11. Rekapitulasi Kuat Tekan Beton

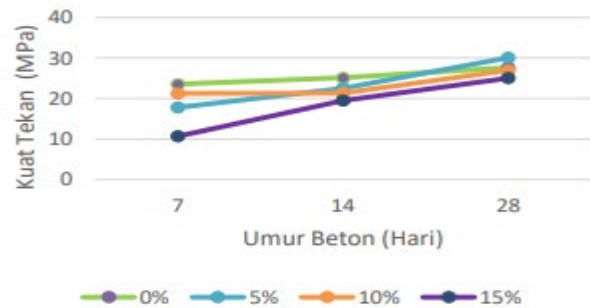
Variasi Penambahan Serbuk Cangkang Keong Tutut	Kuat Tekan Beton (MPa)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
0%	23,55	25,15	27,65
5%	17,79	22,62	30,09
10%	21,28	21,39	26,69
15%	10,67	19,53	25,03



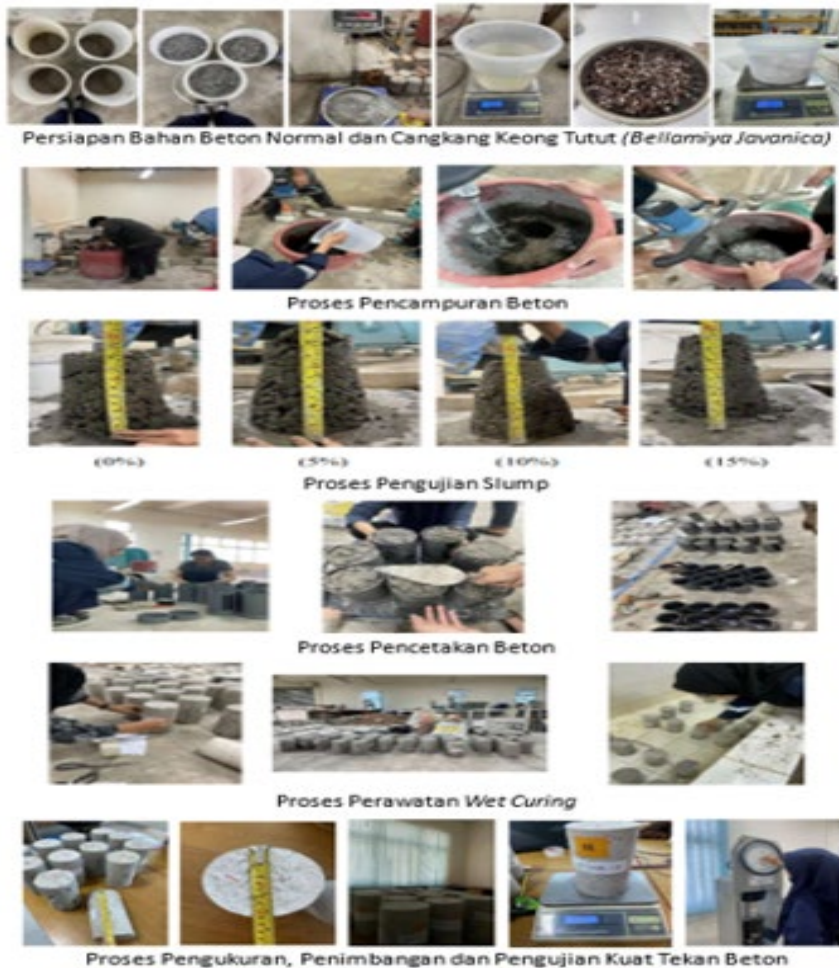
Gambar 5. Grafik Batang hasil pengujian kuat tekan beton cangkang Keong Tutut

Melalui grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton, benda uji mengalami peningkatan seiring dengan bertambah umur beton. Dengan kuat tekan tertinggi

adalah beton dengan persentase variasi penambahan SCKT (Serbuk Cangkang Keong Tutut) sebesar 5% pada umur beton 28 hari. salah satu yang menyebabkan kenaikan kuat tekan beton adalah perawatan beton dengan metode *wet curing* sehingga perawatan beton dengan cara merendam benda uji, makin meningkat kuat tekan beton dengan signifikan [18]. Selain itu peningkatan kuat tekan beton disebabkan oleh kandungan silika oksida (SiO<sub>2</sub>) dan kalsium oksida (CaO) yang bercampur dengan air akan membentuk calcium silikat hidrat yang merupakan factor penentu kuat tekan beton [19].



Gambar 6. Grafik Garis hasil pengujian kuat tekan beton cangkang Keong Tutut

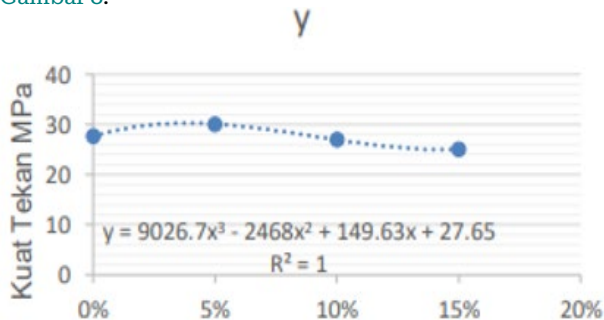


Gambar 7. Proses pembuatan, pencampuran, pengujian, pencetakan, pengukuran, penimbangan dan pengujian kuat tekan beton

Adapun penurunan pada kuat tekan beton disebabkan oleh kandungan kalsium oksida yang berlebih pada campuran serbuk cangkang tutut dengan variasi tertentu. Dari hasil pengujian selama 28 hari dapat dilihat bahwa kuat tekan beton memenuhi kuat tekan beton yang direncanakan yaitu 20 MPa (SNI 03-2834-2000), dan dapat memenuhi kekuatan beton dengan mutu beton K 225 yakni menghasilkan beton struktural, penggunaan bahan material ini dapat berupa penyusunan rangka pada struktur baja, bekisting, rumah bertingkat, pasangan bata dan lain sebagainya. Karakteristik kuat tekan beton tersebut telah mencapai umur 28 hari yaitu 225 kg / cm<sup>2</sup> atau dengan kata lain kuat tekan beton sebesar 225 kg/cm<sup>2</sup> terbilang sesudah 28 hari.

### Nilai Optimum Kuat Tekan Beton

Untuk mengetahui nilai optimum dan nilai minimum kuat tekan beton dari data tabulasi sebelumnya pada komposisi variasi penambahan serbuk caangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) sesuai dengan mutu yang digunakan, maka diolah dengan menggunakan metode analisis regresi polynominal. Data yang digunakan untuk analisis regresi polynominal adalah hasil rata-rata kuat tekan beton umur 28 hari, karena pada saat umur tersebut beton akan mengalami pengerasan secara sempurna. Menurut SNI T-15-1990-03, perkiraan perkembangan kekuatan beton dapat dilihat pada grafik Gambar 8.



Gambar 8. Grafik nilai optimum kuat tekan beton.

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) pada hari ke-28 dengan menggunakan analisis regresi polynominal, diperoleh persamaan  $y = 9026,7x^3 - 2468x^2 + 149,63x + 27,65$  dengan koefisien determinasi atau nilai  $R^2 = 1$ .

Hasil diferensial (turunan) dari persamaan  $y = 9026,7x^3 - 2468x^2 + 149,63x + 27,65$  dihasilkan persamaan  $y = 27.080,1x^2 - 4936x + 149,63$  dengan hasil himpunan penyelesaian  $(x = 0,143 ; x = 0,04)$ . Berdasarkan hasil substitusi nilai  $x$  ke dalam persamaan  $y = 9026,7x^3 - 2468x^2 + 149,63x + 27,65$  diperoleh dengan penambahan serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) sebesar 0,17% dari variasi 5% serbuk cangkang tutut menghasilkan nilai optimum sebesar 30,26 Mpa.

Pencampuran dalam pembuatan beton sebaiknya mengikuti tahap-tahap pembuatan beton yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas bangunan, sedangkan pembentukan campuran beton dengan menggunakan variasi atau bahan campuran lainnya haruslah sesuai dengan ketentuan dan kandungan yang hampir menyamai bahan campuran beton normal [20].

## 4. Kesimpulan

Melalui hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan serbuk cangkang Keong Tutut (*Bellamiya Javanica*) dalam variasi 0%, 5%, 10%, dan 15%, beberapa kesimpulan dapat diambil. Penggunaan serbuk cangkang Keong Tutut dalam campuran beton berpengaruh terhadap workability beton, yang ditunjukkan dengan nilai slump yang semakin rendah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai slump pada beton normal sebesar 3 cm, sementara rata-rata nilai slump pada beton dengan penambahan serbuk cangkang Keong Tutut hanya mencapai 1,5 cm, yang mengindikasikan penurunan workability.

Selain itu, beton dengan penambahan serbuk cangkang Keong Tutut memiliki nilai penyerapan air yang lebih tinggi dibandingkan beton normal. Berdasarkan perbandingan berat benda uji sebelum dan setelah perawatan, penyerapan air pada beton normal adalah sebesar 0,05 kg atau 1,24%, sedangkan pada beton dengan variasi penambahan serbuk cangkang Keong Tutut, nilai rata-rata penyerapan air meningkat menjadi 0,06 kg atau 1,33%.

Hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa nilai kuat tekan untuk masing-masing variasi campuran 0%, 5%, 10%, dan 15% berturut-turut adalah 27,65 MPa, 30,09 MPa, 26,96 MPa, dan 25,03 MPa. Kuat tekan tertinggi dicapai pada variasi 5%, sementara beton dengan variasi 10%-15% mengalami penurunan kuat tekan. Penurunan ini disebabkan oleh terbentuknya pori-pori dalam dinding beton akibat udara yang terperangkap selama pencampuran, yang dapat terjadi karena sistem pemadatan yang tidak berlangsung optimal.

Faktor lain yang memengaruhi penurunan kuat tekan beton adalah tingginya kandungan kalsium oksida dalam campuran serbuk cangkang Keong Tutut pada variasi tertentu. Perhitungan nilai optimum kuat tekan beton menggunakan metode analisa regresi polinomial menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 30,26 MPa dengan penambahan serbuk cangkang Keong Tutut sebesar 0,17% dari variasi 5%.

Berdasarkan SNI 03-2834-2000, hasil uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa campuran ini telah mencapai kuat tekan yang direncanakan, yaitu 20 MPa. Dengan demikian, beton yang menggunakan serbuk cangkang Keong Tutut dapat memenuhi standar kekuatan beton K 225, yang dapat digunakan sebagai beton struktural.

## Daftar Pustaka

- [1] Asmara YP. Concrete Structure. Concrete Reinforcement Degradation and Rehabilitation: Damages, Corrosion and Prevention: Springer, 2023. p. 7-24.
- [2] Purwanti E. Analisis deskriptif profil kemiskinan Indonesia berdasarkan data BPS tahun 2023. *AKADEMIK: Jurnal Mahasiswa Humanis*. 2024;4(1):1-10.
- [3] Permatasari NE, Adi AC. Daya Terima Dan Kandungan Gizi (Energi, Protein) Gyoza Yang Disubstitusi Keong Sawah (*Pila ampullacea*) Dan Puree Kelor (*Moringa oleifera*). *Media Gizi Indonesia (MGI)*. 2018;13(1):62-70.
- [4] Dhir RK, Paine KA, Newlands MD, editors. Composite materials in concrete construction. Proceedings of International Congress, 'Challenges of Concrete Construction', University of Dundee, Scotland; 2002.
- [5] Anita J. Perkembangan kebijakan publik dan program bidang perumahan dan permukiman di Indonesia. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA*. 2022;3(1).



- [6] Fahrizal Zulkarnain S. Teknologi Beton: umsu press; 2022.
- [7] Arkis Z. Pengaruh metode perawatan beton terhadap kuat tekan beton normal. *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*. 2020;7(2):5-.
- [8] Elvera S, Yesita Astarina S. *Metodologi Penelitian*: Penerbit Andi; 2021.
- [9] Prastowo A, Sandra M. *Memahami metode-metode penelitian: suatu tinjauan teoritis & praksis*. 2020.
- [10] Ridha N. *Proses penelitian, masalah, variabel dan paradigma penelitian*. Hikmah. 2017;14(1):62-70.
- [11] Yusuf AM. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif & penelitian gabungan*: Prenada Media; 2016.
- [12] Anggiani K. *Analisis Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan Beton*: Universitas Medan Area; 2022.
- [13] Afifah KN, Sugiarto A. Pengaruh pemanfaatan cangkang keong sawah sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton normal. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*. 2022;3(3):84-90.
- [14] BARIZI A, Rochmah N. BERAT ISI BETON NON-STRUKTURAL PADA PEMANFAATAN TERUMBU KARANG MATI DARI KAMPUNG LOBUK SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR. *Journal of Scientech Research and Development*. 2024;6(1):436-44.
- [15] Polii RA, Sumajouw MD, Windah RS, Polii R, Sumajouw M, Windah R. Kuat tekan beton dengan variasi agregat yang berasal dari beberapa tempat di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*. 2015;3(3):206-11.
- [16] IRYANI AW, YANTI O. ANALISIS KUAT TEKAN BETON GEOPOLYMER MENGGUNAKAN KOMBINASI FLY ASH DAN ABU SEKAM PADI: *POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA*; 2021.
- [17] Hunggurami E, Bolla ME, Messakh P. Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656: 2012. *Jurnal Teknik Sipil*. 2017;6(2):165-72.
- [18] Husna AU. PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG TUTUT (BELLAMIYA JAVANICA) PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN METODE WET CURING= THE EFFECT OF ADDITION OF TUTUUT (BELLAMIYA JAVANICA) POWDER IN CONCRETE MIXTURE ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE USING THE WET CURING METHOD: Universitas Hasanuddin; 2023.
- [19] Ridha'al Syariffudin R, Manalip H, Mondoringin MR. Pengaruh Penggunaan Serbuk Cangkang Keong Sawah Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Nilai Modulus Elastisitas. *Jurnal Sipil Statik*. 2021;8(5).
- [20] Hendrajaya T, Triyoga BR. Pemanfaatan Limbah Baja (Steel Slag) untuk Bahan Pengganti Agregat Kasar pada Komposisi Campuran Beton (Penelitian Laboratorium). 2003.

