

# Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca Pada Beton yang Direndam dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap Kuat Tekan

Israel Padang<sup>1</sup>, Hernita Matana<sup>2</sup>, Abraham Ganti<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Jl. Nusantara No.12 Makale, Kabupaten Tana Toraja, Indonesia

<sup>1</sup>[civilrael1107@gmail.com](mailto:civilrael1107@gmail.com); <sup>2</sup>[hernita@ukitoraja.ac.id](mailto:hernita@ukitoraja.ac.id); <sup>3</sup>[abrahamganti272@gmail.com](mailto:abrahamganti272@gmail.com)  
\*[civilrael1107@gmail.com](mailto:civilrael1107@gmail.com)

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p><b>Kata Kunci:</b> Asam Sulfat Beton Korosif Kuat Tekan Serbuk Kaca</p>	<p>Penggunaan beton pada lingkungan agresif sangat berpengaruh pada keawetan dan nilai kuat tekan beton. Lingkungan tanah yang terkontaminasi dengan unsur kimia agresif dapat merusak bagian bawah tanah. Struktur beton yang kontak langsung dengan senyawa asam sulfat akan mempengaruhi kualitas kuat tekan beton karena asam sulfat dapat membuat beton menjadi korosi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk kaca pada beton yang direndam larutan asam sulfat pH3. Larutan asam sulfat merupakan larutan yang bersifat korosif terhadap beton. Proses pembuatan beton dilakukan dengan menambahkan serbuk kaca sebagai pengganti sebagian pasir dengan kadar 10 % dan 20%. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15cm x tinggi 30 cm sebanyak 45 sampel yang akan diuji pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 setelah direndam larutan asam sulfat pH3. Penelitian eksperimental di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja menunjukkan bahwa kuat tekan beton yang berusia 28 hari dengan penambahan 20 % serbuk kaca sebagai pengganti sebagian pasir memiliki kuat tekan optimal. Hasil yang didapat dari penambahan 20 % serbuk kaca pada umur 28 hari sebesar 20,75 MPa. Kuat tekan terus meningkat seiring penambahan kadar serbuk kaca dan umur dari beton yang direndam. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk kaca pada beton bisa menjadi alternatif untuk mengatasi serangan sulfat pada beton.</p>
<p><b>Keywords:</b> Sulfuric Acid Concrete Corrosive Compressive Strength Glass Powder</p>	<p><b>ABSTRACT</b></p> <p>The use of concrete in aggressive environments has a significant impact on the durability and compressive strength of concrete. Soil environments contaminated with aggressive chemical elements can damage the soil's substructure. Concrete structures that are in direct contact with sulfuric acid compounds will affect the quality of concrete compressive strength because sulfuric acid can cause concrete to corrode. This study aims to determine the effect of adding glass powder to concrete immersed in a pH3 sulfuric acid solution. Sulfuric acid solution is a corrosive solution to concrete. The concrete making process is carried out by adding glass powder as a substitute for some sand with a content of 10% and 20%. The test specimens used in this study are cylindrical specimens with a diameter of 15cm x height 30cm, totaling 45 samples that will be tested at the age of 3, 7, 14, 21, and 28 after being immersed in a pH3 sulfuric acid solution. Experimental research at the Civil Engineering Laboratory of Toraja Christian University in Indonesia shows that concrete compressive strength at the age of 28 days with the addition of 20% glass powder as a substitute for some sand has an optimal compressive strength. The results obtained from the addition of 20% glass powder at 28 days old were 20.75 MPa. Compressive strength continues to increase with the addition of glass powder content and age of the immersed concrete. Thus, it can be concluded that the addition of glass powder to concrete can be an alternative to overcome sulfate attacks on concrete.</p>

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## I. Pendahuluan

Beton merupakan bahan konstruksi yang mempunyai peranan yang semakin luas seiring dengan laju pembangunan saat ini. Beton dihasilkan dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar berupa pasir, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan bahan perekat dan air secukupnya sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung.

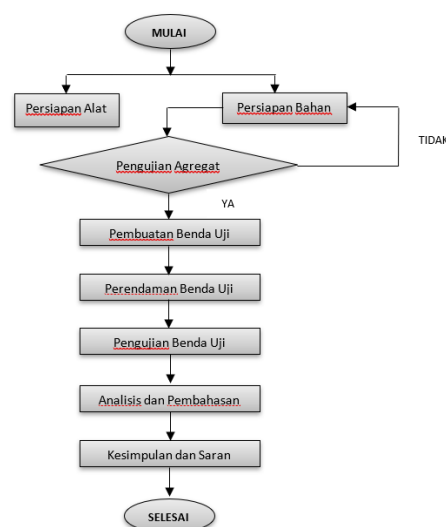
Pemakaian beton pada lingkungan agresif sangat berpengaruh terhadap keawetan dan nilai kuat tekan beton. Struktur beton dikatakan berada pada lingkungan agresif apabila beton terus menerus berada pada lingkungan air laut, tanah dan kawasan industri dimana banyak terkandung sulfat, beton akan rentan terhadap serangan sulfat yang dapat mengurangi durabilitas beton akibat adanya disintegrasi material-material penyusun beton oleh sulfat yang terkontaminasi limbah beberapa bahan kimia yang merusak beton dapat juga berada pada lingkungan agresif maupun lingkungan tanah (Stefanus dkk, 2013, dalam belie 2007). Sementara lingkungan tanah yang terkontaminasi bahan kimia agresif dapat merusak bagian bawah tanah seperti pondasi, basement, tunnel ataupun bangunan penahan tanah.

Struktur beton yang kontak langsung dengan senyawa asam sulfat akan mempengaruhi kualitas kuat tekan beton karena asam sulfat dapat membuat beton menjadi korosi. Korosi sudah dikenal sejak lama dan sangat merugikan. Terjadinya korosi dapat dipengaruhi oleh temperature, garam-garam yang terlarut, dan adanya aktivitas mikroorganisme (bakteri). Perawatan kimiawi yang mempengaruhi korositas air terhadap pembuatan beton, yaitu pH, CO<sub>2</sub> agresif, amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), magnesium (Mg<sup>+2</sup>) dan sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Dari kelima parameter kimia tersebut pH merupakan parameter yang harus diperhatikan dalam penentuan sifat korositas air. Fanisa Eki G. P. dan Gunawan Tanzil, 2013 melakukan penelitian tentang bagaimana pengaruh penambahan serbuk kaca pada beton jika direndam magnesium sulfat. Metode penelitian yang digunakan adalah ACI Standard 211. 1-91. Dari hasil penelitian nilai kuat tekan beton yang ditambahkan serbuk kaca pada umur 28 hari sebanyak 5%, 10%, 15%, 20% lalu direndam magnesium sulfat berturut – turut adalah 20.97, 21.64, 22.31, 22.41, 23.08. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan semakin bertambah seiring penambahan serbuk kaca. Serbuk kaca merupakan material yang mampu melawan serangan korosi pada beton yang direndam magnesium sulfat. Limbah kaca biasanya hanya didaur ulang sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan nilai guna kaca. Karena kandungan silikanya yang cukup tinggi kaca dapat dijadikan alternatif untuk bahan pembuatan beton.

## II. Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental test*) yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja. Proses pembuatan beton dilakukan dengan menambahkan serbuk kaca sebagai pengganti sebagian pasir dengan kadar 10 % dan 20%. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15cm x tinggi 30 cm sebanyak 45 sampel yang akan diuji pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 setelah direndam larutan asam sulfat pH3.

Pengujian dilakukan terhadap benda uji dengan perendaman menggunakan asam sulfat pH3 dengan penambahan serbuk kaca 0% sebanyak 15 sampel, 10 % sebanyak 15 sampel, dan 20% sebanyak 15 sampel. Metode perancangan yang digunakan mengacu pada standar SNI-03-2847-2002. Berikut merupakan bagan alir penelitian.



Gambar 1. Alur Penelitian

### III. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pemeriksaan Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel berikut:

**Tabel 1** Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Keterangan
1	Kadar air	1,7	0,2 – 5 %	Memenuhi
2	Berat volume			
	Kondisi lepas	1,36	1,2 – 1,9	Memenuhi
	Kondisi padat	1,55	1,2 – 1,9	Memenuhi
3	Kadar lumpur	1,72	0,2 – 2 %	Memenuhi
4	Berat jenis (bulk)	2,39	1,6 – 3,1	Memenuhi
5	Bj jenuh kering permukaan (SSD)	2,49	1,6 – 3,1	Memenuhi
6	Bj semu (apparent)	2,64	1,6 – 3,1	Memenuhi
7	Penyerapan ( Absorption)	3,88	0,2 – 5 %	Memenuhi

(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Uki Toraja)

#### 3.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Hasil pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel berikut:

**Tabel 2** Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Keterangan
1	Kadar air	1,34 %	3 – 6 %	Memenuhi
2	Berat volume			
	Kondisi lepas	1,31	1,2 – 1,9	Memenuhi
	Kondisi padat	1,4	1,2 – 1,9	Memenuhi
3	Kadar lumpur	1,83	0,2 – 6 %	Memenuhi
4	Berat jenis (bulk)	2,74	1,6 – 3,1	Memenuhi
5	Bj jenuh kering permukaan (SSD)	2,79	1,6 – 3,1	Memenuhi
6	Bj semu (apparent)	2,87	1,6 – 3,1	Memenuhi
7	Penyerapan ( Absorption)	1,62 %	0,2 – 5 %	Memenuhi

(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Uki Toraja)

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa semua hasil pengujian memenuhi spesifikasi menurut ASTM dan SNI.

#### 3.3 Formulir Perancangan Campuran Adukan Beton

**Tabel 3** Formulir Perancangan Adukan Beton Untuk 3 Benda Uji Silinder

Persentase		BN	0%	10%	20%
Semen	Kg	7,973	7,973	7,973	7,973
Air	Kg	4,45	4,45	4,45	4,45
Agregat Halus	Kg	12,49	12,49	11,24	9,9
Agregat Kasar	Kg	22,76	22,76	22,76	22,76
Serbuk Kaca	Kg	0	0	1,249	2,498

### 3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Perhitungan nilai kuat tekan beton dihitung menggunakan persamaan :

$$F = \frac{P}{A}$$

Dimana :

F = Kuat tekan beton (Mpa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

#### a. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 4 Hasil pengujian kuat tekan beton normal

Kode	Umur Beton	Kuat Tekan Rencana	Berat	Luas Kubus (A)	Beban (P)	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-rata
	Hari	(Mpa)	(gr)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(Mpa)	(Mpa)
BN3 <sub>1</sub>	3	20	7745	17662,5	200000	11,32	11,41
BN3 <sub>2</sub>		20	7776	17662,5	195000	11,04	
BN3 <sub>3</sub>		20	7755	17662,5	210000	11,88	
BN7 <sub>1</sub>	7	20	7860	17662,5	265000	15,00	15,47
BN7 <sub>2</sub>		20	7770	17662,5	265000	15,00	
BN7 <sub>3</sub>		20	7765	17662,5	290000	16,42	
BN14 <sub>1</sub>	14	20	7750	17662,5	345000	19,53	19,25
BN14 <sub>2</sub>		20	7815	17662,5	335000	18,97	
BN14 <sub>3</sub>		20	7814	17662,5	340000	19,25	
BN28 <sub>1</sub>	28	20	7827	17662,5	430000	24,34	23,40
BN28 <sub>2</sub>		20	7898	17662,5	410000	23,21	
BN28 <sub>3</sub>		20	7860	17662,5	400000	22,65	

#### b. Pengujian Kuat Tekan Beton 0%, 10%, 20% Serbuk Kaca Perendaman Larutan Asam Sulfat PH3

Untuk hasil keseluruhan kuat tekan beton penambahan 0%,10%, 20 % serbuk kaca dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5 Hasil uji kuat tekan umur 3 hari

Jenis beton	Kode	Berat	Luas silinder (A)	Beban (P)	Kuat tekan	Rata-rata
		(kg)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(Mpa)	(Mpa)
0% Serbuk Kaca	BP 0 1	12,238	17662,5	185000	10,47	10,84
	BP 0 2	12,107	17662,5	200000	11,32	
	BP 0 3	12,296	17662,5	190000	10,75	
Penambahan 10 % serbuk kaca	BP10.1	11,946	17662,5	220000	12,45	12,73
	BP10.2	11,866	17662,5	230000	13,02	
	BP10.3	11,883	17662,5	225000	12,73	
Penambahan 20 % serbuk kaca	BP20.1	11,992	17662,5	250000	14,15	14,15
	BP20.2	11,977	17662,5	245000	13,87	
	BP20.3	11,896	17662,5	255000	14,43	

(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Uki Toraja)

**Tabel 6** Hasil uji kuat tekan umur 7 hari

Jenis beton	Kode	Berat	Luas silinder (A)	Beban (P)	Kuat tekan	Rata-rata
		(kg)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(Mpa)	(Mpa)
0% Serbuk Kaca	BP 0 1	12,263	17662,5	230000	13,02	11,88
	BP 0 2	12,120	17662,5	205000	11,60	
	BP 0 3	12,215	17662,5	195000	11,04	
Penambahan 10 % serbuk kaca	BP10.1	12,011	17662,5	230000	13,02	13,58
	BP10.2	12,121	17662,5	235000	13,30	
	BP10.3	12,006	17662,5	255000	14,43	
Penambahan 20 % serbuk kaca	BP20.1	11,869	17662,5	300000	16,98	16,13
	BP20.2	12,105	17662,5	280000	15,85	
	BP20.3	12,020	17662,5	275000	15,56	

(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Uki Toraja)

**Tabel 7** Hasil uji kuat tekan umur 14 hari

Jenis beton	Kode	Berat	Luas silinder (A)	Beban (P)	Kuat tekan	Rata-rata
		(kg)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(Mpa)	(Mpa)
0% Serbuk Kaca	BP 0 1	12,519	17662,5	255000	14,43	14,24
	BP 0 2	12,328	17662,5	260000	14,72	
	BP 0 3	12,221	17662,5	240000	13,58	
Penambahan 10 % serbuk kaca	BP10.1	12,257	17662,5	300000	16,98	16,88
	BP10.2	12,097	17662,5	290000	16,42	
	BP10.3	12,146	17662,5	305000	17,26	
Penambahan 20 % serbuk kaca	BP20.1	12,326	17662,5	320000	18,11	18,87
	BP20.2	12,281	17662,5	345000	19,53	
	BP20.3	12,368	17662,5	335000	18,96	

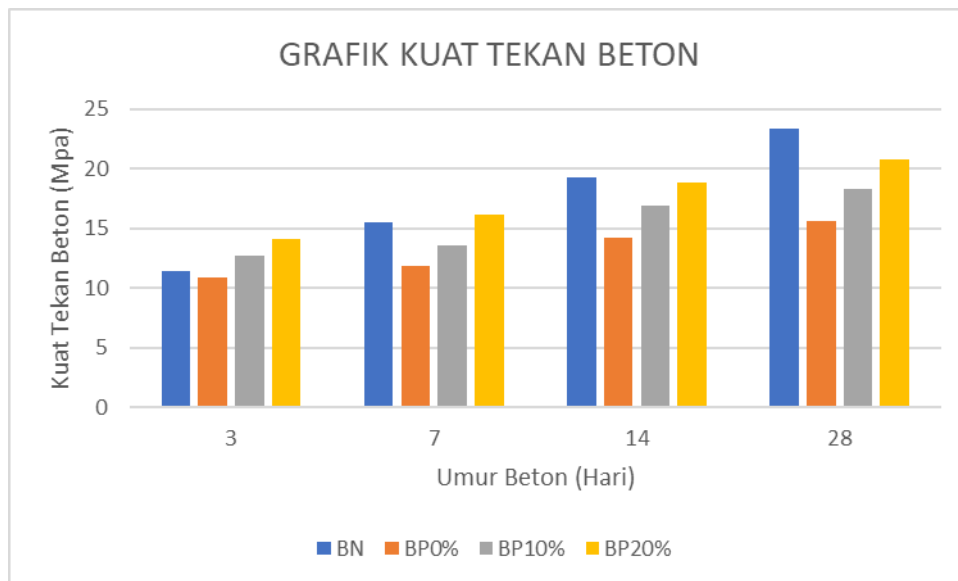
(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Uki Toraja)

**Tabel 8** Hasil uji kuat tekan umur 28 hari

Jenis beton	Kode	Berat	Luas silinder (A)	Beban (P)	Kuat tekan	Rata-rata
		(kg)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(Mpa)	(Mpa)
0% Serbuk Kaca	BP 0 1	12,085	17662,5	255000	14,43	15,66
	BP 0 2	12,000	17662,5	265000	15,00	
	BP 0 3	12,134	17662,5	310000	17,55	
Penambahan 10 % serbuk kaca	BP10.1	12,001	17662,5	350000	19,81	18,30
	BP10.2	12,169	17662,5	295000	16,70	
	BP10.3	12,085	17662,5	325000	18,40	
Penambahan 20 % serbuk kaca	BP20.1	12,384	17662,5	365000	20,66	20,75
	BP20.2	12,226	17662,5	375000	21,23	
	BP20.3	12,280	17662,5	360000	20,38	

(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Uki Toraja)

Hubungan antara penambahan serbuk kaca dengan kuat tekan beton yang dapat dicapai dapat dilihat pada Gambar Grafik berikut:



**Gambar 2.** Grafik Kuat Tekan Beton

Dari gambar grafik diperoleh bahwa larutan asam sulfat ph3 dapat menurunkan kuat tekan beton. Terlihat pada grafik kondisi beton normal BN memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan beton normal tanpa tambahan serbuk kaca yang direndam dalam larutan asam sulfat PH3. Dari grafik juga terlihat persentase penambahan serbuk kaca dalam campuran beton memberi dampak peningkatan kuat tekan meskipun direndam dalam larutan asam sulfat PH3 atau dengan kata lain beton dengan penambahan serbuk kaca cenderung mempertahankan kuat tekannya.

#### IV. Kesimpulan

Pengaruh perendaman beton dengan asam sulfat dapat menurunkan kuat tekan beton. Penggunaan variasi campuran serbuk kaca pada beton dapat menghambat penurunan kuat tekan beton.

Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang direndam di larutan asam sulfat pH3 menggunakan variasi campuran serbuk kaca 0% sebesar 15,66 Mpa, 10 % sebesar 18,30 Mpa, variasi tambahan 20 % sebesar 20,75 % Mpa. Peningkatan persentase campuran beton dengan serbuk kaca mampu meningkatkan kemampuan beton dalam mempertahankan kuat tekannya. Hal ini disebabkan serbuk kaca pada beton berperan untuk melawan serangan sulfat yang dapat menurunkan kuat tekan beton.

#### Daftar Pustaka

- Arafuru. 2022. ‘‘ Sifat Beton Keras dan Beton Segar Beserta 15 Karakteristik yang Dimilikinya’’. <https://www.google.com/amp/s/arafuru.com/material/lihat-sifat-dan-karakteristik-dari-beton.html>
- Eki G.P, Fanisa dan Tanzil, Gunawan. Pengaruh Sulfat Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi Sebagian Pasir dengan w/c 0,60 dan 0,65. Jurnal. Padang : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas.Sriwijaya.
- Modul Panduan Praktikum Teknologi Bahan. Laboratorium Teknik Sipil UKI Toraja.
- Munthe, Sonia Sonita. 2019. Pemanfaatan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Terhadap Kuat Tarik Belah dengan FAS 0,3 dan 0,5. Skripsi. Medan: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- Nursyamsi, Indrawan Ivan, dan Puji Hastuty Ika. 2016. Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Batako. Jurnal. Universitas Sumatera Utara.
- Patabang, Suharjum dan Arung Langi, Paska. 2017. Pengaruh Kadar Air dan Perendaman Terhadap Kekuatan Beton. Skripsi. Toraja Utara : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Krisen Indonesia Toraja.
- Putra , A. Agung Fadhilah. 2015. Karakteristik Beton Ringan dengan Bahan Pengisi Styrofoam. Skripsi. Makassar : Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Suhana, Nono dan Muallifah, Ayu. 2017. Pengaruh Rendaman Air Asam Sulfat Pasca Curing Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal.Fakultas Teknik Universitas Wiralodra, Jawa Barat.

- 
- Syahyadi, Risal. Pengujian Kuat Tekan Beton Yang Dipengaruhi Oleh Lingkungan Asam Sulfat. Jurnal. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Wahyudi, Junjung dan Jusman. 2018. Pengaruh Air Asin Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Halus Pasir Pantai Pada Metode Konstruksi Seawall. Skripsi. Makassar : Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Wikipedia .2021. Asam Sulfat, [https://google.com/url?sa=&source=web&rct=j&url=https://id.m.wikipedia.org/wiki/Asam\\_sulfat&ved=2ahUKEwiXnOamOH1AhXS73MBHXZpA6QQmhN6BagWEAl&usg=AOvVaw1Dd-9lQq7lt8iKZUvDKG7z](https://google.com/url?sa=&source=web&rct=j&url=https://id.m.wikipedia.org/wiki/Asam_sulfat&ved=2ahUKEwiXnOamOH1AhXS73MBHXZpA6QQmhN6BagWEAl&usg=AOvVaw1Dd-9lQq7lt8iKZUvDKG7z).