

# **SAGO ASH SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN PADA BETON**

**Abdi Manaf<sup>\*</sup>, Apriansyah<sup>1</sup>, Amalia Nurdin<sup>1</sup>, Irma Ridhayani<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat, Jalan Prof. Dr. Baharuddin Lopa, SH, Talumung, Majene, Sulawesi Barat, 91411

<sup>\*</sup>e-mail: [abdimanaf.21@gmail.com](mailto:abdimanaf.21@gmail.com)

(Received: 12 Okt. 2022; Reviewed: 13 Okt. 2022.; Accepted: 30 Okt. 2022 )

## **Abstract**

**Article Title.** *Currently, industrial plants produce a lot of waste that can damage the ecosystem and pollute the environment. Partly or totally substitution of cement with another environmentally products in making concrete become the alternative. This paper investigates the effect of partial replacement of cement with sago ash in concrete. The mixtures of concrete were prepared by replacing sago ash 5%, 10% and 15% of total weight of cement. The cement water factor used is 40%. There were seventy two specimens of concrete cylinder fabricated in this study. The specimens are tested with compressive strength test and split tensile test. The results from the test clarify the effect of replacing the cement with sago ash on the strength of concrete. The result showed that concrete compressive strength reduce as increasing replacement ratio of sago ash to cement. However, the ratio between compressive strength and split strength optimum on replacement ratio sago ash of 15%.*

**Keywords:** *sago ash, compressive strength, tensile strength.*

## **Abstrak**

Saat ini, pabrik industri menghasilkan banyak limbah yang dapat merusak ekosistem dan pencemaran lingkungan. Penggantian sebagian atau secara total semen dengan bahan lain yang lebih ramah lingkungan dalam proses pembuatan beton menjadi pilihan alternatif. Tujuan penelitian ini menyelidiki pengaruh penggantian sebagian semen dengan sago ash pada beton. Campuran beton dibuat dengan mengganti sago ash 5%, 10% dan 15% dari berat total semen. Faktor air semen yang digunakan sebesar 40%. Ada tujuh puluh dua benda uji silinder beton yang dibuat dalam penelitian ini. Spesimen diuji dengan uji kuat tekan dan uji tarik belah. Hasil pengujian menjelaskan pengaruh penggantian semen dengan sago ash terhadap kekuatan beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton menurun seiring dengan meningkatnya rasio penggantian sago ash terhadap semen. Namun rasio antara kuat tekan dan kuat belah optimum pada rasio penggantian sago ash sebesar 15%.

**Kata Kunci:** sago ash, kuat tekan beton, kuat belah beton.

## Pendahuluan

Pemanfaatan limbah serat sago sebagai bahan pengisi beton berpotensi dapat meningkatkan kuat tekan beton. Serat sago atau ampas mempunyai karakteristik yaitu: kadar air 12.5%, protein 0.85%, lemak 0.91% dan serat kasar 10.5% serta kerapatan jenis 1.56 g/m<sup>3</sup>. Berdasarkan komposisi ini serat sago berpotensi untuk digunakan sebagai material konstruksi. Serat sago mengandung silikat bentok amorof yang umumnya silikat ini jauh lebih reaktif dari pada silikat bentuk kristal. Di daerah produksi sago, di Majene-Sulawesi Barat, Indonesia, pemanfaatan sago sekam ataupun abunya akan sangat bermanfaat bagi lingkungan karena sampah selalu tidak terkendali dan menyebabkan berdampak buruk pada aliran sungai. Sago merupakan material berkelanjutan karena merupakan makanan tradisional masyarakat setempat. Sago umumnya dipanen pada umur antara 10-12 tahun pada waktu tinggi tanaman sudah mencapai 10-15 meter. Batang sago banyak mengandung pati. Sago mempunyai nilai gizi yang rendah karena kadar serat kasarnya yang tinggi dan kadar proteinnya yang rendah, walaupun kadar patinya cukup tinggi. Bila dibandingkan dengan komponen lain dari tanaman sago, maka ampas sago merupakan komponen terbesar. Hal ini perlu menjadi perhatian dari jumlah yang besar tersebut pemanfaatannya dibatasi oleh kadar seratnya yang relatif tinggi tanpa mendapat perlakuan khusus terlebih dahulu (Preston dan Leng, 2017). Menurut (Rumalatu, 2021) bahwa perbandingan yang diperoleh tepung dan ampas sago adalah 1:6. Jumlah limbah tersebut, sampai saat ini belum dimanfaatkan sebagaimana mestinya hanya dibiarkan menumpuk pada tempat-tempat pengolahan tepung sago sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Pemanfaatan limbah atau ampas sago dalam pembuatan batako merupakan hal yang baik, yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas batako. Hasil analisis komposisi zat makanan ampas sago sebagai berikut : protein kasar 2,3%, serat kasar 18,86%, Beton 70,04% dan gross energi 4148 Kkal . Ampas sago yang telah difermentasi meningkat kadar proteinnya sampai 14% (Rumalatu, 2021).

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah serat batang sago untuk pembuatan batako. Produk batako yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan seperti dinding rumah. Bahan dasar pembuatan batako ini adalah semen dan pasir dengan komposisi campuran 1 : 7 dan serat batang sago dengan panjang tetapyaitu 5 mm. Dimana dalam hal ini serat batang sago ditambahkan dalam jumlah tertentu, yaitu 0% (tanpa penambahan serat batang sago), 5%, 10% dan 15%. Sampel batako yang telah dibuat dikeringkan selama 1 bulan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh nilai kuat tekan optimal pada penambahan serat batang sago dengan komposisi 10% dengan nilai kuat tekan 2,03 N/mm<sup>2</sup>. Pada komposisi ini, nilai maksimum kuat lentur yang diperoleh yaitu sebesar 3,02 N/mm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan ini memenuhi SNI-3-0349-1989 dengan kelas batako mutu IV. (Darmawati dkk, 2016).

Oleh karena itu penelitian yang berkelanjutan untuk memahami lebih dalam pengaruh penambahan abu sago (sago ash) terhadap perilaku beton akan terus dilakukan. Meninjau kasus-kasus tersebut, tahun pertama studi ini akan berfokus pada penggunaan sago ash untuk menggantikan persentase semen Portland 0-15% pada pembuatan beton sehingga dapat meningkatkan kuat tekannya.

## Metode

### Material dan Persiapan

Semen yang digunakan yaitu Portland Composite Cement (PCC) Tipe 1 yang memiliki berat jenis 3145 kg/m<sup>3</sup>, dan luas permukaan spesifik 382 m<sup>2</sup>/kg. PCC yang digunakan dalam penelitian ini diproduksi oleh produsen semen Indonesia yang tersedia banyak di pasaran yang komposisi kimianya sesuai standar SNI 15-7064-2004. Komposisi kimia dari PCC dan abu sago (sago ash) ini dapat dilihat pada Tabel 1. Semen sebagian digantikan oleh sago ash dengan rasio antara 0-15% dengan interval penggantian 5% dari berat semen. Sago ash didapatkan dari pembakaran limbah serat sago tanpa pengontrolan suhu dan lama pembakaran (pembakaran natural). Sago ash yang telah kering dan dingin di saring dengan lolos saringan No.50 seperti yang terlihat pada Gambar 1. Agregat halus yang digunakan adalah pasir sungai dengan berat jenis 2.13, modulus kehalusan sebesar 3,36 dan passing sieve 5 mm. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan berat jenis 2.56, modulus kehalusan 6,9 dan ukuran maksimum agregat 20 mm. Agregat halus dan agregat kasar ini memenuhi sesuai SNI 03-1968-1990. Agregat halus dan agregat kasar ini berasal dari tambang lokal di Majene, Sulawesi Barat yaitu Sungai Mappili. Karakteristik agregat halus dan agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 2 (Dasar dan Patah, 2021). Untuk air pencampur yang digunakan adalah air tawar yang diperoleh dari kran di laboratorium.



Gambar 1. Penampakan dari serat sago (a) dan sago ash (b)

Tabel 1. Komposisi Kimia dari PCC dan Sago ash

Chemical Composition	PCC	Sago Ash
Silicon Dioxide (SiO <sub>2</sub> )	20.5	73.48
Aluminum Trioxide (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5.5	-
Ferric Oxide (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.9	1.06
Calcium Oxide or Lime (CaO)	62,0	24.06
Magnesium Oxide (MgO)	0.89	-
Sulfur Trioxide (SO <sub>3</sub> )	2.8	-

Tabel 2. Karakteristik Agregat

Item	Agregat Pasir	Agregat Kasar
Berat jenis, g/m <sup>3</sup>	2.13	2.56
Kadar lumpur, %	0.49	0.55
Kadar air, %	7.22	0.64
penyerapan air, %	1.69	0.64
Modulus kehalusan	3.36	6.9
Kadar organis	No.2	No.2

### Desain dan Pembuatan Benda Uji

Faktor air semen (FAS) yang digunakan adalah 50%. Mix proporsi dengan 100% penggunaan semen PCC sebagai beton normal (kontrol spesimen) dapat dilihat pada Tabel 3. Desain benda uji dengan berbagai variasi penggunaan sago ash dapat dilihat pada Tabel 4. Beton dicampur dalam mixer selama beberapa menit dengan prosedur pencampuran beton normal sesuai SNI 7656:2012. Konsistensi beton ditentukan dengan melakukan uji *slump* sebelum dilakukan pencetakan selinder. Total sebanyak 72 selinder beton (diameter 100 mm dan panjang 200 mm) dengan masing-masing 36 selinder untuk uji tekan dan 36 selinder untuk uji tarik belah kemudian dicor menggunakan baja cetakan. Benda uji selinder dikeluarkan dari cetakan 24 jam setelah dicetak. Masing-masing benda uji diberikan label untuk masing-masing tipe penggunaan sago ash yang ditentukan. Semua benda uji dirawat dalam laboratorium dengan kondisi suhu ruang yang tidak terkontrol. Kuat tekan dan kuat belah rata-rata diambil dari 3 benda uji selinder yang akan diuji tekan pada umur 7, 28 dan 91 hari. Berdasarkan SNI 2458:2008 tentang tata cara pengambilan contoh uji beton mensyaratkan mengambil minimum 3 sampel kemudian dirata-ratakan untuk meminimalisir variasi kekuatan setiap sampel.

Tabel 3. Desain beton normal

Mix beton	Semen	Pasir	Kerikil	Air
Kg/cm <sup>3</sup>	580	559	830	232
ratio	1	0.96	1.43	0.40

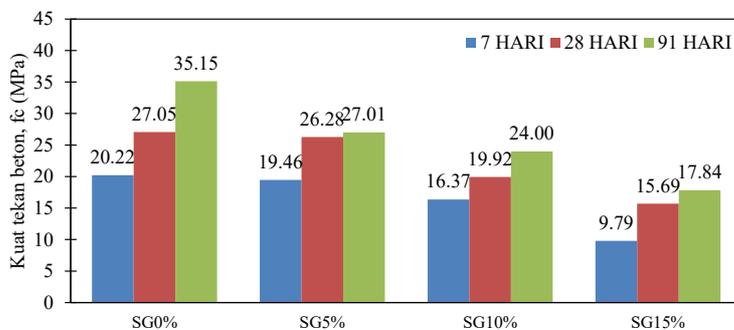
Tabel 4. Desain benda uji sago ash

No.	Tipe	Variasi sago ash	Jumlah benda uji	
			Kuat Tekan	Kuat Belah
1	SG0	0%	9	9
2	SG5	5%	9	9

3	SG10	10%	9	9
4	SG15	15%	9	9

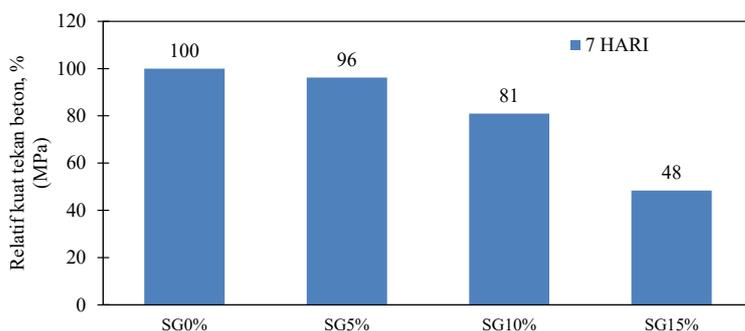
**Results**

Hasil variasi kuat tekan selinder beton dengan periode perawatan umur 7, 28 dan 91 hari dan untuk masing-masing rasio penggantian sago ash dapat dilihat pada Gambar 2. Pada diagram menunjukkan (lihat Gambar 2) peningkatan kuat tekan selinder beton berkorelasi dengan umur beton (7, 28 dan 91 hari). Hal ini terjadi pada semua kasus penambahan sago ash SG0%, SG5%, SG10% dan SG15% dimana kuat tekan beton meningkat dengan bertambahnya umur beton. Lebih lanjut, penambahan sago ash pada setiap interval 5% memberikan pengaruh pada kuat tekan beton. Kuat tekan beton mengalami penurunan pada setiap kenaikan rasio penggantian sago ash terhadap semen. Kuat tekan beton jika diurutkan mulai dari yang terbesar sebagai berikut SG0%>SG5%>SG10%>SG15%. Dari hasil yang terlihat pada Gambar 2, mengindikasikan dengan meningkatnya penggantian sago ash dapat menurunkan kuat tekan beton tergantung pada besar rasio penggantian. Akan tetapi perlu digaris bawahi, kuat tekan beton dengan menggunakan penggantian sago ash terhadap semen tetap memperlihatkan peningkatan linier dengan bertambahnya umur beton.



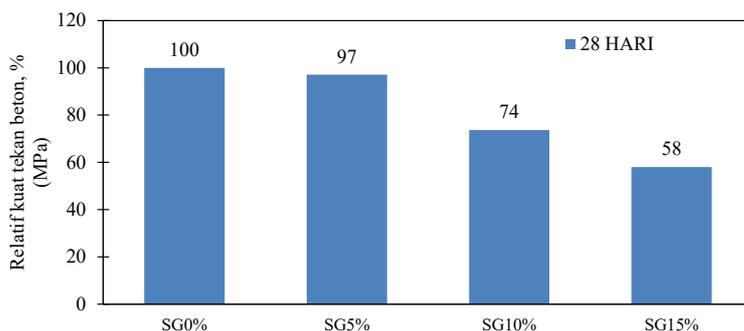
**Gambar 2. Variasi kuat tekan beton dengan periode perawatan umur 7, 28 dan 91 hari**

Kuat tekan relatif beton terhadap rasio penggantian sago ash pada umur beton 7 hari dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan kuat tekan beton mengalami penurunan berkorelasi dengan besarnya rasio penggantian sago ash. Penurunan kuat tekan relatif beton terhadap rasio penggantian semen dengan sago ash: SG5% turun 4%, SG10% turun 19% dan SG15% turun 52%. Hasil ini mengindikasikan besar rasio penggantian semen dengan sago ash mempengaruhi penurunan kuat tekan beton.



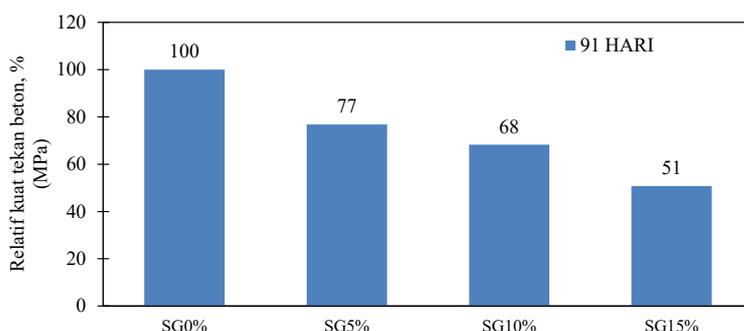
**Gambar 3. Kuat tekan relatif beton terhadap rasio penggantian sago ash untuk periode perawatan beton 7 hari**

Kuat tekan relatif beton terhadap rasio penggantian sago ash pada umur beton 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa secara umum kuat tekan relatif meningkat pada semua rasio pada umur 28 hari jika dibandingkan pada umur 7 hari. Selanjutnya, kuat tekan beton mengalami penurunan berkorelasi dengan besarnya rasio penggantian sago ash. Penurunan kuat tekan relatif beton terhadap rasio penggantian semen dengan sago ash: SG5% turun 3%, SG10% turun 26% dan SG15% turun 42%. Hasil ini mengindikasikan besar rasio penggantian semen dengan sago ash mempengaruhi penurunan kuat tekan beton. Lebih lanjut, kecenderungan kuat tekan relatif terhadap rasio penggantian sago ash pada umur 28 hari sama seperti pada umur 7 hari.



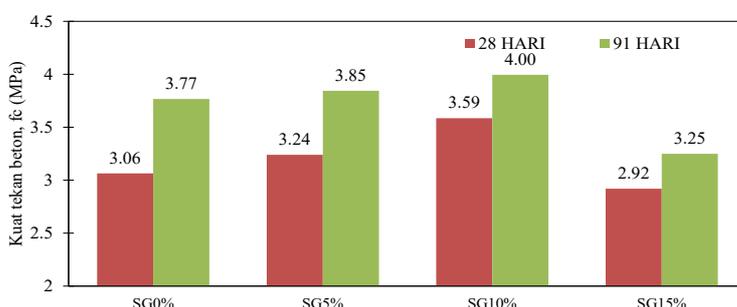
**Gambar 4. Kuat tekan relatif beton terhadap rasio penggantian sago ash untuk periode perawatan beton 28 hari**

Kuat tekan relatif beton terhadap rasio penggantian sago ash pada umur beton 91 hari dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan kuat tekan beton mengalami penurunan berkorelasi linier dengan besarnya rasio penggantian sago ash. Lebih lanjut, penurunan kuat tekan relatif beton terhadap rasio penggantian semen dengan sago ash: SG5% turun 23%, SG10% turun 32% dan SG15% turun 49%. Kecenderungan yang berbeda antara umur 28 hari dan umur 91 hari terlihat pada Gambar 5. Pada umur 28 hari (Gambar 4), kuat tekan relatif meningkat, sementara pada umur 91 hari (Gambar 5) penurunan terjadi pada kuat tekan relatif.



**Gambar 5. Kuat tekan relatif terhadap metode perawatan beton untuk periode perawatan 91 hari**

Kuat belah beton untuk periode perawatan 28 dan 91 hari dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan bahwa secara umum kuat belah beton meningkat khususnya pada umur 91 hari. Kecenderungan peningkatan kuat belah beton terjadi pada SG5% dan SG10% terhadap SG0% pada umur 28 dan 91 hari. Hal berbeda ditunjukkan oleh SG15% dimana kuat belah betonnya lebih rendah dari SG0% pada umur 28 dan 91 hari.



**Gambar 6. Kuat belah beton untuk periode perawatan 28 dan 91 hari**

**Pembahasan**

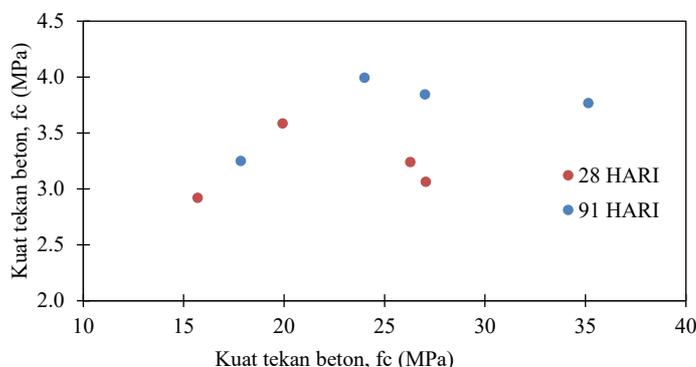
Kuat tekan beton menggunakan sago ash secara umum meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton. Peningkatan kuat tekan beton ini terjadi SG0%, SG5%, SG10% dan SG15% pada umur perawatan 28 dan 91 hari. Hal ini didorong dengan adanya proses hidrasi semen yang membantu meningkatkan kuat tekan pada beton (Neville, 1995). Lebih lanjut, kuat tekan beton menurun seiring dengan bertambahnya rasio penggantian sago ash. Hal ini dikarenakan besar penyerapan air semakin meningkat dengan bertambahnya rasio penggantian semen dengan sago ash (Izaan, 2022). Kehilangan yang terjadi menyebabkan proses hidrasi semen yang dibutuhkan untuk reaksi C-S-H tidak sempurna. Karena hal ini kuat tekan

beton mengalami penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya rasio penggantian sago ash. Hal ini mengindikasikan kuat tekan beton bergantung pada besar penyerapan yang dipengaruhi pada jumlah rasio sago ash. Data ini berkorelasi dengan Gambar 5 untuk kuat tekan beton umur 91 hari dimana kuat tekan beton SG5%, SG10% dan SG15% mengalami penurunan yang sebelumnya meningkat pada umur 28 hari. Kebutuhan jumlah air untuk hidrasi semen tidak tercukupi dikarenakan dengan bertambahnya umur beton dan juga sago ash mampu menyerap air hingga 59% (Izaan, 2022).

Hubungan antara kuat tekan dan kuat belah pada periode perawatan 28 dan 91 hari ditampilkan pada Gambar 7. Terlihat bahwa kuat tekan dan kuat belah beton dengan penggantian sago ash tidak saling berkorelasi. Kecenderungan yang tergambar tidak berkorelasi, dimana data umur 28 hari dan 91 hari tampak tersebar. Umumnya, untuk beton konvensional, kuat tarik belah adalah sekitar 8% sampai 12% dari kuat tekan (Kosmatka, 2022). Lebih lanjut, rasio antara kuat tekan dan kuat belah beton dengan sago ash dilampirkan pada Tabel 5. Dapat terlihat bahwa rasio antara kuat tekan dan kuat belah meningkat dengan bertambahnya kandungan sago ash pada beton. Hal ini terjadi pada beton SG5%, SG10% dan SG15% yang rasio meningkat dengan bertambahnya jumlah sago ash. Rasio maksimum dapat dilihat pada SG15%, hal ini memberi indikasi bahwa sago ash meningkatkan rasio antara kuat tekan dan kuat belah.

**Tabel 5. Rasio antara kuat tekan dan kuat belah**

Waktu	Tipe	Kuat Tekan, Mpa	Kuat Belah, Mpa	Ratio, %
28 Hari	SG0%	27.05	3.06	11.33
	SG5%	26.28	3.24	12.33
	SG10%	19.92	3.59	17.99
	SG15%	15.69	2.92	18.61
91 Hari	SG0%	35.15	3.77	10.72
	SG5%	27.01	3.85	14.23
	SG10%	24.00	4.00	16.65
	SG15%	17.84	3.25	18.22



**Gambar 7. Hubungan antara kuat tekan dan kuat belah pada periode perawatan 28 dan 91 hari**

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian secara experimental didapatkan pengaruh sago ash terhadap kuat tekan dan kuat belah beton. Kuat tekan beton dengan sago ash SG5%, SG10% dan SG15% meningkat pada umur 28 dan 91 hari. Namun kuat tekan beton mengalami penurunan yang linier dengan bertambahnya rasio penggantian sago ash dengan semen. Kuat tekan beton dengan sago ash yang tertinggi hingga terendah dengan urutan SG5%>SG10%>SG15%. Kuat tekan dan kuat belah tidak begitu saling terpengaruh, namun rasio antara kuat tekan dan kuat belah beton tertinggi pada SG15%.

## Referensi

Preston TR and Leng R.A., 2017, Matching Ruminant Production System with Available Resources in The Tropics, Penabul Books, Armidale.

- Rumalatu FJ. 2021. Distribusi dan Potensi Pati Beberapa Sgu (*Metroxylon*, sp) di Daerah Seram barat. Fakultas Pertanian/Kehutanan yang Berafiliasi dengan Fateta IPB. Bogor.
- Neville, A. M. (1995). *Properties of concrete* (Vol. 4, p. 1995). London: Longman.
- Izaan, I. H., Hani, A. S., Norhayati, A. W., Hairi, O. M., Zalipah, J., Azlina, A. N., ... & Wimala, M. (2022, May). Preliminary Study of Sago Fine Waste as a Sand Replacement Material for Cement Brick. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1022, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- Kosmatka, S. H., Panarese, W. C., & Kerkhoff, B. (2002). *Design and control of concrete mixtures* (Vol. 5420, pp. 60077-1083). Skokie, IL: Portland Cement Association.
- Dasar, A., & Patah, D. (2021). Pasir dan Kerikil Sungai Mappili sebagai material Lokal untuk Campuran Beton di Sulawesi Barat. *BANDAR: JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING*, 3(2), 9-14.