

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KUAT LENTUR BETON

Amiwarti^{1*}, Herri Purwanto², Muhammad Firdaus³, Tri Satya Fitri⁴

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang. Email: amiwartiishak@gmail.com

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang.

³Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang.

⁴Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang.

ABSTRACT

The material properties of concrete are superior under compressive forces but exhibit weakness when subjected to tensile forces. One method to reduce this disadvantage is by incorporating natural fibers into the concrete mixture. The coconut fiber was selected due to its friction resistance and rapid water absorption. This study aimed to evaluate the influence of varying percentages of coconut fiber on the flexural strength of concrete, with a mixture at 3%, 4%, and 5% of the concrete volume. The average flexural strength results for 28-day concrete testing indicated 4.653 MPa for 3%, 4.802 MPa for 4%, and 4.653 MPa for 5%, respectively. These tests confirm that the coconut fiber can enhance the flexural strength of concrete, provided it does not go beyond the optimal threshold of 4%. Exceeding this limit could lead to the formation of voids within the concrete, resulting in reduced flexural strength.

Keywords : Concrete, Flexural Strength, Coconut Fiber

ABSTRAK

Sifat material beton lebih unggul dalam gaya tekan tetapi menunjukkan kelemahan bila terkena gaya tarik. Salah satu metode untuk mengurangi kelemahan ini adalah dengan menggunakan serat alami ke dalam campuran beton. Sabut kelapa dipilih karena tahan gesekan dan cepat menyerap air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi persentase sabut kelapa terhadap kuat lentur beton, dengan campuran sebesar 3%, 4%, dan 5% dari volume beton. Hasil kuat lentur rata-rata pengujian beton umur 28 hari masing-masing sebesar 4,653 MPa untuk 3%, 4,802 MPa untuk 4%, dan 4,653 MPa untuk 5%. Pengujian ini membuktikan bahwa sabut kelapa dapat meningkatkan kuat lentur beton, asalkan tidak melebihi ambang batas optimal yaitu 4%. Melebihi batas ini dapat menyebabkan terbentuknya rongga-rongga di dalam beton, yang mengakibatkan berkurangnya kuat lentur.

Kata Kunci : Beton, Kuat Lentur, Sabut Kelapa

1. LATAR BELAKANG

Beton merupakan komponen penting dalam bangunan karena material ini merupakan bagian dari salah satu penunjang struktur. Beton memiliki keunggulan terhadap tekan, dan lemah terhadap tarik (Hani & Tanjung 2020). Nilai regangan ultimit yang rendah dapat mengakibatkan beton runtuh secara tiba-tiba setelah regangan maksimum terlampaui. Salah satu cara untuk mengatasi kelemahan tersebut yaitu dengan menambahkan serat alam ke dalam campuran beton, dikarenakan serat tersebut dapat

meningkatkan daktilitas dan ketahanan terhadap beban kejut (Malino et al., 2019). Berdasarkan petunjuk teknis pembuatan proses pembuatan serat semen, serat yang harus digunakan adalah yang mudah menyerap air, karena dapat menghasilkan nilai kekuatan yang lebih besar jika dibanding dengan serat yang sulit menyerap air (Yanuar 2014).

Pada umumnya, serat berfungsi sebagai elemen penguat dalam material komposit, meningkatkan karakteristik mekanisnya dengan memberikan kekakuan, kekerasan, dan kekuatan yang lebih besar. Selain itu, pemanfaatan serat juga mengurangi konsumsi resin (Mawardi et al., 2017). Di sisi lain, Indonesia disebut sebagai penghasil kelapa terbesar di dunia, dimana luas nya mencapai 3,73 juta hektar dengan total produksi mencapai 15,4 Miliar butir kelapa (Dirjen Perkebunan dalam Patty 2011). Sabut kelapa merupakan limbah serat yang sering terlihat di sekitar lingkungan hidup manusia. Limbah ini dapat digunakan sebagai campuran beton karena memiliki sifat ulet, menyerap air, dan memiliki daya tahan yang baik asalkan tidak langsung berhubungan dengan cuaca (Wahyudi et al., 2014)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian diawali dengan studi literatur, untuk mengumpulkan dan mengevaluasi sumber-sumber informasi yang relevan. Kemudian diikuti dengan uji eksperimental, tujuannya untuk mengetahui pengaruh serat kelapa terhadap kuat lentur beton yang dilakukan di Laboratorium CV Global Engineering. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Alat dan Bahan
Bahan yang akan digunakan meliputi :
 - a) Sabut Kelapa yang berasal dari Jalur Mulya
 - b) Semen yang diambil dari PT. Semen Baturaja
 - c) Pasir yang berasal dari Tanjung Raja
 - d) Kerikil yang berasal dari Merak
 - e) Air yang diambil dari PDAM Tirta Musi



Gambar 1. Bahan

Sedangkan untuk alat-alat yang digunakan meliputi :

- a) Cetakan balok ukuran 15cm x 15cm x 60cm
- b) *Concrete mixer*
- c) *Slump cone*
- d) Timbangan
- e) Mesin uji lentur



Gambar 2. Alat

2. Pengujian Karakteristik Agregat Kasar dan Halus, terdiri dari :

- a) Pengujian kadar lumpur (ASTM C117:2012)
- b) Pengujian kadar organik (SNI 2816:2014)
- c) Pengujian analisis saringan (ASTM C136:2012)
- d) Pengujian keausan (SNI 2417:2008)
- e) Pengujian kadar air (SNI 1971-2011)
- f) Pengujian berat jenis dan penyerapan air (SNI 1969:2008)
- g) Pengujian berat isi (SNI 1973:2008)

3. Pembuatan Campuran Beton

Pembuatan campuran beton mengacu pada SNI 7656:2012, adapun perencanaannya dapat dilihat pada Tabel 1 :

Tabel 1. Perencanaan benda uji

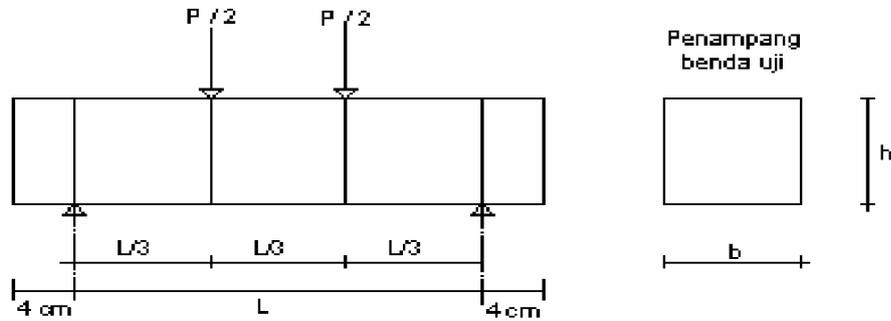
Ukuran Benda Uji	Nama Beton	Waktu Pengujian		Total Benda Uji
		7 Hari	28 Hari	
15 cm x 15 cm x 60 cm	Normal	3	3	6
	Campuran 3%	3	3	6
	Campuran 4%	3	3	6
	Campuran 5%	3	3	6

4. Pengujian *Slump* (SNI 03-1972-1990)
5. Pencetakan/*Moulding* (SNI 2493:2011)
6. Pembongkaran *Bekisting* (SNI 2493:2011)
7. Perawatan / *Curing* (SNI 2493:2011)

Beton direndam di dalam air untuk mencegah atau mengurangi terjadinya kehilangan air akibat proses hidrasi yang akan mempengaruhi kualitas material (Iskandar dalam Budi 2020). Waktu perendaman yaitu 7 dan 28 hari untuk setiap benda uji

8. Pengujian Kuat Lentur

Pengujian ini mengacu pada SNI 4431:2011, dimana dua beban terpusat diberikan pada balok dengan jarak 1/3 bentang (Gambar 3), sehingga pola keruntuhan balok ditengah bentang hanya diakibatkan oleh lentur murni saja (Pane et al., 2015)



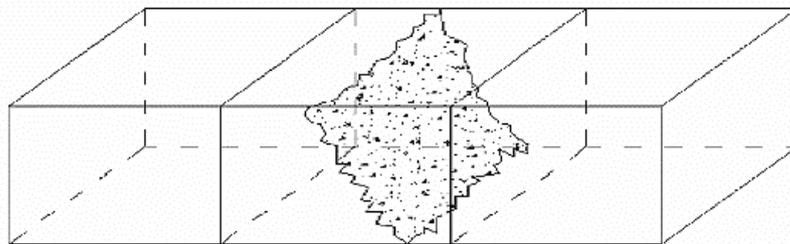
Gambar 3. Detail tanda titik perletakan balok

Sumber : SNI 4431:2011

a) Perhitungan

Jika balok uji pada 1/3 tengah bentang seperti pada gambar 4, maka rumus yang digunakan adalah :

$$\sigma = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots (1)$$

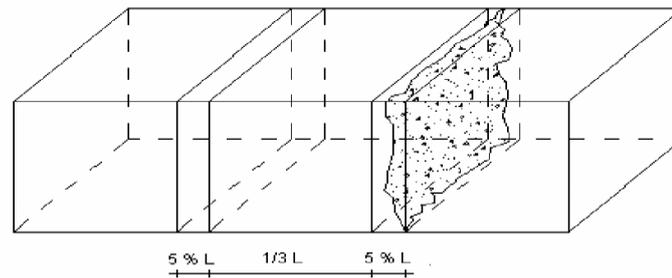


Gambar 4. Patah 1/3 bentang tengah

Sumber : SNI 4431:2011

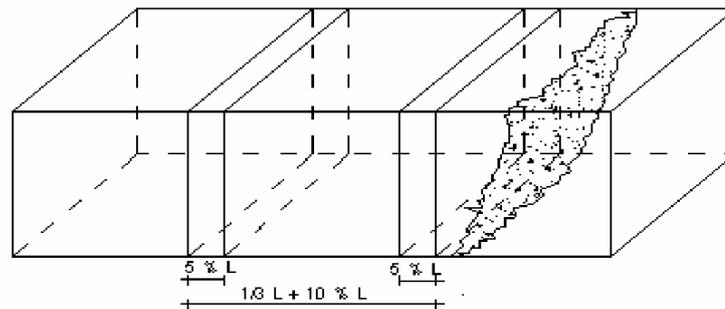
Jika benda uji mengalami patah di bagian luar pusat atau dibagian 1/3 dari jarak titik perletakan tengah, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan (Gambar 5) , maka rumus untuk tegangannya adalah:

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots (2)$$



Gambar 5. Patah diluar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada <5% dari bentang
Sumber : SNI 4431:2011

Untuk balok yang patah dibagian luar pusat, dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% (Gambar 6), maka hasil dari pengujian tidak dapat digunakan



Gambar 6. Patah diluar 1/3 bentang tengah dan garis Patah >5% bentang
Sumber : SNI 4431:2011

Keterangan:

- σ_l = Kuat lentur benda uji (MPa)
- P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji
(pembacaan dalam ton sampai 3 angka di belakang koma)
- L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)
- b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
- a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Karakteristik Agregat Kasar dan Halus

Komposisi campuran beton, agregat kasar dan halus mengacu pada SNI 7656:2012, dimana karakteristik dari agregat dari hasil pengujian adalah:

- a) Pengujian Kadar Lumpur
Hasil rata-rata dari pengujian kadar lumpur agregat halus yaitu 1,011%, dan agregat kasar yaitu 4,873%. Menurut ASTM C117:2012, kadar lumpur tidak boleh melebihi 5%. Material tersebut dapat digunakan tanpa perlu dicuci, sehingga agregat kasar dan halus aman digunakan.
- b) Pengujian Kadar Organik
Kategori kadar organik setelah benda uji didiamkan selama 2 hari yaitu *organic plate* nomor 2 yang berarti agregat aman dari kotoran organik. Menurut SNI 2816-2014 jika warna yang dihasilkan lebih gelap dari warna standar yaitu nomor 3, maka dianggap merugikan.
- c) Pengujian Analisis Saringan Agregat
Persentase modulus kehalusan agregat kasar didapat sebesar 3,778% dengan gradasi No 56. Pada agregat halus didapat modulus kehalusan yaitu 2,474% dengan gradasi No. 2, mengacu pada SNI 03-2804-2000 termasuk ke dalam kategori pasir sedang.
- d) Pengujian Keausan Agregat
Berdasarkan SNI 03-2417-1991, keausan dengan mesin los angeles yaitu maksimal 40%. Pada penelitian ini bahan awal agregat yang digunakan adalah 5011 gram setelah diuji menjadi 1196 gram. Dari data tersebut didapat nilai keausan 23,87%, tidak melebihi batas maksimal aus 40%, maka agregat tersebut dinyatakan aman.
- e) Pengujian Kadar Air Agregat
Untuk agregat kasar didapat nilai rata-rata kadar air 3,766% dan agregat halus 5,144%
- f) Pengujian Berat Jenis Agregat Dan Penyerapan Air
Untuk agregat halus didapat nilai rata-rata berat jenis SSD yaitu 2,596, pada agregat kasar didapat 2,346. Hasil tersebut dikelompokkan sebagai agregat normal karena nilai tersebut tidak melebihi dari batas yang diizinkan yaitu 2,2 – 2,7 (mengacu pada SNI 03-1970-90 dan ASTM C 29 M – 91a). Untuk penyerapan air agregat halus didapat nilai 2,454% , dan pada agregat kasar 2,917% . Kedua nilai ini tidak melebihi batas maksimal penyerapan air yaitu 3%
- g) Pengujian Berat Isi Agregat
Untuk agregat kasar berat isi yang didapat dalam kondisi gembur yaitu 1,280gr/cm³, dan pada kondisi padat yaitu 1,464 gr/cm³. Sedangkan untuk

agregat halus dengan kondisi gembur didapat 1,399 gr/cm³, dan kondisi padat 1,567 gr/cm³.

2. Pembuatan Campuran Beton
Komposisi campuran beton mengacu pada SNI 7656:2012, dengan komposisi dijelaskan pada Tabel 2 :

Tabel 2. Komposisi campuran tiap 1 benda uji balok

Persentase Serat Terhadap Volume Beton	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (Ltr)	Serat (gram)
0%	6,6015	7,4711	14,1844	2,7675	-
3 %	6,6015	7,4711	14,1844	2,7675	405
4 %	6,6015	7,4711	14,1844	2,7675	540
5 %	6,6015	7,4711	14,1844	2,7675	675

Sumber: Hasil Penelitian

3. Pengujian *Slump* Hasil Penelitian
Hasil pemeriksaan dari uji *slump* digunakan untuk menentukan perubahan kadar air pada campuran beton. Hasil analisa diperlihatkan pada Tabel 3. Dari Tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai *slump* mengalami penurunan. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak penggunaan serat sabut kelapa mengakibatkan adukan beton menjadi kental dan sulit pada saat pengerjaannya, dikarenakan sifat dari sabut kelapa yang dapat menyerap air. Namun dari semua hasil uji *slump* memenuhi syarat 10 ± 2 mm (SNI 03-2843-2000).

Tabel 3. Hasil nilai *slump*

Benda Uji	Persentase Serat Sabut Kelapa (%)	Nilai <i>Slump</i> (mm)	Nilai <i>Slump</i> Rata-Rata (mm)
Balok	0 %	12,00	11,66
		11,50	
	3 %	11,50	11,00
		11,50	
		10,50	
		11,00	
	4 %	10,50	10,50
		10,50	
		10,50	
		10,50	
	5 %	8,00	8,83
		10,50	
		8,00	

Sumber : Hasil Penelitian

4. Pengujian Kuat Lentur
Pengujian dilaksanakan setelah masa perawatan (*curing*) dengan masing-masing masa perawatan 7 dan 28 hari. Hasil dari uji kuat lentur dijelaskan pada tabel 4 :

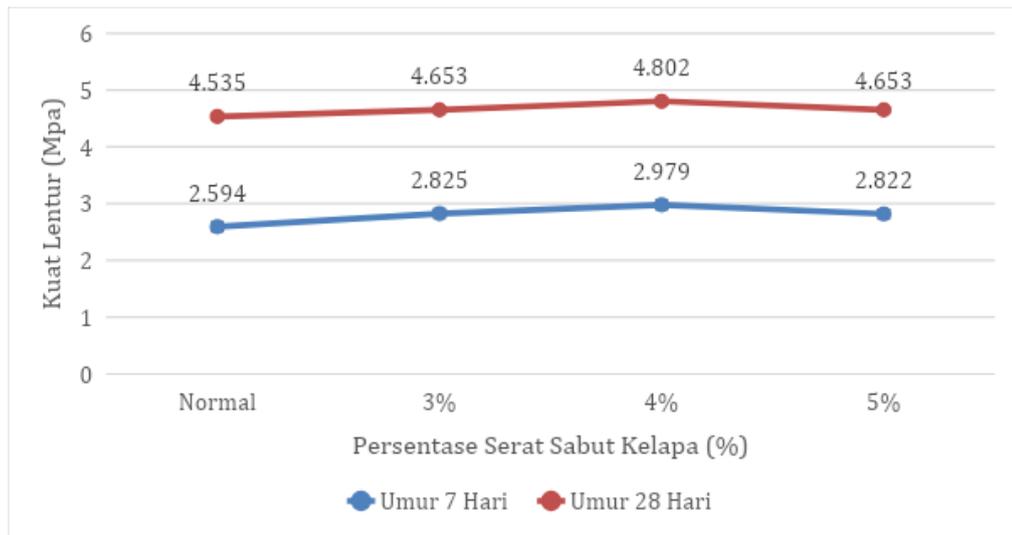
Tabel 4. Hasil nilai uji kuat lentur

Umur Perawatan Benda Uji (Hari)	Kuat Lentur Balok (Mpa)			
	Beton Normal	Campuran 3%	Campuran 4%	Campuran 5%
7 Hari	2,249	2,743	3,051	2,958
	2,712	2,866	2,974	2,989
	2,820	2,866	2,912	2,520
Rata-rata	2,594	2,825	2,979	2,822
28 Hari	4,745	4,761	4,823	4,668
	4,376	4,607	4,745	4,745
	4,484	4,591	4,838	4,545
Rata-Rata	4,535	4,653	4,802	4,653
Mutu Rencana	Fs 4,5 Mpa			

Sumber : Hasil Penelitian

Dari tabel diatas, pola kegagalan lentur untuk semua benda uji terjadi di 1/3 bentang tengah, di mana kuat lentur dari semua spesimen dihitung dengan menggunakan persamaan 1. Dari tabel diatas menunjukkan adanya kenaikan nilai kuat lentur, dimana nilai tertinggi untuk beton 28 hari dengan persentase serat 4% yaitu 4,802 MPa. Akan tetapi nilai kuat lentur menurun pada campuran 5% yaitu 4,653 MPa. Gambar 7 menyajikan pengaruh persentase serat terhadap kuat tekan beton dalam bentuk grafik.

Untuk melihat hasil nilai kuat lentur lebih jelas, lihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik hasil nilai kuat lentur

Sumber : Hasil Penelitian

Persentase kenaikan nilai kuat lentur benda uji, dapat dilihat dari tabel 5 berikut :

Tabel 5. Persentase perubahan nilai kuat lentur

Persentase Penambahan Serat	δ hari (MPa)	$\Delta\delta$ 7 hari (%)	δ 28 hari (MPa)	$\Delta \delta$ 28 hari (%)
0%	2.594		4.535	
3%	2.825	8.91%	4.653	2.60%
4%	2.979	5.45%	4.802	3.20%
5%	2.822	-5.27%	4.653	-3,10%

4. PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian, pada pengujian kuat lentur di umur 28 hari, penambahan sabut kelapa terbukti menaikkan nilai kuat lentur dengan persentase 4%. Dari hasil pengujian sampel normal diketahui hasil kuat lentur yang didapat adalah sebesar 4,535 MPa. Kuat lentur meningkat sebesar 2,602% (4,653 MPa) setelah diberikan penambahan serat sebanyak 3%. Kemudian kuat lentur beton kembali meningkat sebesar 3,202% (4,802 MPa) dengan penambahan serat 4%. Tetapi kuat lentur menjadi menurun setelah ditambah serat 5% yaitu 4,653 MPa, seperti diuraikan dalam tabel 5

Kuat lentur dengan penambahan serat sabut kelapa 4% dapat meningkatkan kuat tekan lentur sebesar 4,802 Mpa. Hal ini dikarenakan sabut kelapa memiliki sifat tahan terhadap gesekan dan tahan air, yang mampu mengurangi atau mencegah laju retakan serta tarikan (Risdianto Yogie.dkk, 2019).

Pada campuran 5% nilai kuat lentur balok menurun kembali menjadi 4,653 Mpa, dan ini membuktikan bahwa semakin banyak serat yang digunakan, akan mengurangi kelecakan adukan beton secara cepat dan juga dapat mengakibatkan *balling* (efek bola), dimana peristiwa terjadinya penggumpalan serat pada saat pengadukan beton yang mengakibatkan beton berongga dan berimbas menurunnya nilai kuat lentur (Malino Leonardus,dkk, 2019).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data dan analisa dari pengujian di Laboratorium disimpulkan bahwa :

1. Nilai kuat lentur yang didapatkan dari beton berbahan tambah sabut kelapa pada campuran serat 0% yaitu 4,535 MPa, pada campuran serat 3% didapat 4,653 MPa, pada campuran serat 4% didapat 4,802, dan terakhir pada campuran serat 5% didapat 4,653 MPa.
2. Sabut kelapa dapat dimanfaatkan sebagai campuran beton untuk menambah nilai kuat lentur dengan batas optimum 4%, hal ini dikarenakan sabut kelapa memiliki sifat yang kuat terhadap gesekan. Persentase penambahan sabut kelapa sangat mempengaruhi hasil nilai kuat lentur beton, dimana jika penggunaan melebihi batas optimum akan membuat material menjadi berongga, dan berakibat pada menurunnya nilai kuat lentur beton.

6. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C136:2012 : *Metode Uji Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- ASTM C117:2012 : *Metode Uji Bahan yang Lebih Halus dari Saringan No. 200 dalam Agregat Mineral dengan Pencucian*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- ASTM C 29/C 29M – 97. *Standard test method for bulk density (unit weight) and voids in aggregate*. American Society for Testing and Material.
- Budi, K. C., Candra, A. I., Karisma, D. A., Muslimin, S., & Sudjati, S. (2020). *Pengaruh Metode Perawatan Beton Dengan Suhu Normal Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan, 5(2), 460-467.
- Hani, S., & Tanjung, Y. T. (2020). *Kajian Eksperimental Pengaruh Penambahan Serat Pisang dan Superplasticizer Pada Campuran Beton*. Educational Building: Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil, 6(2 DES), 76-80..
- Malino, L., Wallah, S. E., & Handono, B. D. (2019). *Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda*. Jurnal Sipil Statik, 7(6).
- Mawardi, I., Azwar, A., & Rizal, A. (2017). *Kajian perlakuan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit epoksi serat sabut kelapa*. Jurnal Polimesin, 15(1), 22-29.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). *Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton*. Jurnal sipil statik, 3(5).
- Patty, Z. (2011). *Analisis produktivitas dan nilai tambah kelapa rakyat (studi*.
- SII 0052-80 : 1981 : *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*. Standar Industri Indonesia. Jakarta
- SNI 2816:2014: *Metode Uji Bahan Organik Dalam Agregat Untuk Beton*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2417:2008 : *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1971:2011: *Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1969:2008 : *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1973:2008 : *Cara Uji Berat Isi , Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- SNI 7656:2012 : *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal Beton Berat Dan Beton Massa*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- SNI 03-1972-1990 : *Metode Pengujian Slump Beton*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

SNI 2493:2011 *Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

SNI 4431:2011 : *Cara Uji Kuat lentur beton normal dengan Dua Pembebanan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

SNI 2816 : 2014- *Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus untuk Beton, Standard Test Method for Organic Impurities in Aggregates for Concrete (ASTM C40/C40M-11, IDT)*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

SNI 03-2834-2000 *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta

SNI 03-2417. 1991. *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles* : Badan Standardisasi Nasional. Jakarta

Tobing, G. R. L., & Risdianto, Y. (2019). *Pengaruh penambahan serat sabut kelapa (coconut fiber) terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur pada beton*. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2).

Yanuar, K. (2014). *Pengaruh Penambahan Kadar Serabut Kelapa Pada Silinder Beton f'c 27, 5 MPa*. *Jurnal INTEKNA: Informasi Teknik dan Niaga*, 14(1).

Wahyudi, T., Edison, B., & Ariyanto, A. (2013). *Penggunaan Ijuk Dan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Pada Beton K-100* (Doctoral dissertation, Universitas Pasir Pengaraian)..