

# PENGARUH PEMANFAATAN SERAT SABUT KELAPA DENGAN PERLAKUAN ALKALI TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

Fandy<sup>1</sup>, Anita<sup>2</sup> and Handoko<sup>3</sup>

**ABSTRAK :** Beton serat merupakan campuran beton dengan penambahan material berupa serat, baik sintetis maupun alami, bertujuan untuk memperbaiki karakteristik beton. Sumber daya alam yang melimpah di Indonesia membuat pemanfaatan serat sabut kelapa dalam campuran beton memiliki prospek yang baik. Penelitian ini mencampurkan beton dengan serat sabut kelapa tanpa dan dengan perlakuan alkali guna mengetahui pengaruh penambahan campuran serat sabut kelapa tersebut terhadap kuat tekan dan tarik beton. Perlakuan alkali diharapkan dapat memperbaiki struktur serat sehingga dapat lebih melekat dengan matriksnya. Benda uji yang dibuat berupa beton kubus 15x15x15 cm<sup>3</sup> untuk pengujian kuat tekan dan beton silinder 15cm x 30cm untuk pengujian *splitting* (kuat tarik beton). Pengujian dilakukan pada benda uji berumur 7, 14, dan 28 hari. Variasi jumlah serat yang digunakan sebesar 0,5%, 0,75%, dan 1% dari volume beton untuk masing-masing serat tanpa perlakuan alkali, serat dengan perlakuan alkali (1 M dan 1,25 M). Hasil pengujian menunjukkan penambahan serat sabut kelapa sebesar 0,5% dengan perlakuan alkali merupakan komposisi yang optimum, dimana mampu meningkatkan nilai kuat tekan dari beton konvensional sebesar 17,8% untuk perlakuan alkali 1,25 M dan 13,5% untuk perlakuan alkali 1 M. Selanjutnya, penambahan serat sebesar 0,75% dengan perlakuan alkali memiliki nilai kuat tarik tertinggi diantara beton dengan variasi serat lainnya.

**KATA KUNCI:** beton serat; serat alami; sabut kelapa; kuat tekan; kuat tarik; alkalisasi; NaOH;

## 1. PENDAHULUAN

Buah kelapa merupakan salah satu buah yang dapat dimanfaatkan secara keseluruhan mulai dari hasil utama yaitu daging buah hingga hasil sampingan yang terdiri dari air, tempurung, dan sabut kelapa. Indonesia sebagai salah satu negara yang memproduksi buah kelapa terbanyak di dunia masih tergolong kurang dalam pemanfaatan buah kelapa ini. Hal ini terbukti dengan industri pengolahan buah kelapa di Indonesia umumnya masih terfokus kepada pengolahan hasil daging buah sebagai hasil utama, sedangkan industri yang mengolah hasil samping buah (*by-product*) seperti air, sabut, dan tempurung kelapa masih secara tradisional dan bersekala kecil, padahal potensi ketersediaan bahan baku untuk membangun industri pengolahannya masih sangat besar (Mahmud dan Ferry, 2005).

Bertolak dari kenyataan yang terjadi, pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan tambahan dalam campuran beton memiliki prospek yang sangat baik di masa depan. Tidak hanya sumber daya yang tersedia dalam jumlah banyak, pemanfaatan limbah sabut kelapa ini juga mempunyai potensi untuk meningkatkan kualitas beton.

Upaya pencampuran material serat sabut kelapa ke dalam campuran beton telah dilakukan oleh (Mawardi, 2006). Komposisi serat sabut kelapa yang dicampurkan adalah 1%, 2%, 3% dan 4% dari volume beton. Hasil yang didapatkan adalah penambahan serat sabut kelapa sebesar 1% dapat menambah kuat lentur paling besar yaitu 15% dibanding kuat lentur tanpa penambahan serat.

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, sipfandy@gmail.com.

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, anitafedora91@gmail.com.

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, hands@peter.petra.ac.id

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Darmanto et al, 2011) mengupayakan untuk meningkatkan kekuatan serat sabut kelapa melalui proses alkalisasi dengan bahan kimia NaOH. Komposisi yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 gram untuk setiap 100 ml air. Hasil yang didapatkan adalah komposisi 4 gram NaOH dapat meningkatkan kuat tarik serat hingga 35%.

Melanjutkan penelitian yang telah dilakukan, dimana telah dilakukan pencampuran serat sabut kelapa dalam campuran beton dan upaya peningkatan kekuatan tarik serat sabut kelapa dengan proses alkalisasi, Peneliti berusaha mencampurkan serat sabut kelapa yang telah dilakukan alkali treatment terlebih dahulu sebelum dicampurkan ke dalam adukan beton.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Beton Serat

ACI (*American Concrete Institute*) memberikan definisi beton serat yaitu suatu konstruksi yang tersusun dari bahan semen, agregat halus, agregat kasar serta sejumlah kecil serat (*fiber*). Banyak sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat, diantaranya adalah meningkatnya daktilitas, ketahanan *impact*, kuat tarik dan kuat lentur, ketahanan terhadap kelelahan, ketahanan terhadap susut, ketahanan abrasi, ketahanan terhadap pecahan (*fragmentation*), dan ketahanan terhadap pengelupasan (*spalling*). Variasi serat, baik serat alami maupun buatan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Macam Serat**

Type	Diameter, .001 in	Spesific Grafity	E ksi x 1000	Kuat Tarik ksi
<b>Baja</b>				
High Tensile	4 - 40	7.8	29	50 - 250
Stainless	.4 - 13	7.8	23.2	300
<b>Gelas</b>	.4 - .5	2.5 - 2.7	10.44 - 11.6	360 - 500
<b>Polymer</b>				
Polypropylene	20 - 160	0.9	0.5	90 - 110
Polyethylene	1 - 40	0.96	.725 - 25	29 - 435
Polyester	.4 - 3	1.38	1.45 - 2.5	80 - 170
Amarid	.4 - .47	1.44	9 - 17	525
<b>Asbestos</b>	.0008 - 1.2	2.6 - 3.4	23.8 - 28.4	29 - 500
<b>Carbon</b>	.3 - .35	1.9	33.4 - 55.1	260 - 380
<b>Alami</b>				
Kayu	.8 - 4.7	1.5	1.45 - 5.8	44 - 131
Sisal	< 8	-	1.89 - 3.77	41 - 82
Serabut kelapa	4 - 16	1.12 - 1.15	2.76 - 3.77	17 - 29
Bambu	2 - 16	1.5	4.79 - 5.8	51 - 73
Rumput gajah	17	-	.716	26

1 ksi = 6.895 MPa

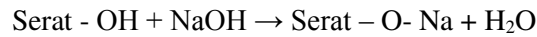
1 in = 2.54 cm

### 2.2. Serat Sabut Kelapa

Menurut (Suhardiyono, 1989), serabut kelapa adalah bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Buah kelapa sendiri terdiri atas serabut 35%, tempurung 12%, daging buah 28%, dan air buah 25%. Adapun sabut kelapa terdiri atas 78% dinding sel dan 22,2% rongga. Salah satu cara mendapatkan serat dari sabut kelapa yaitu dengan ekstraksi menggunakan mesin. Serat yang dapat diekstraksi diperoleh 40% serabut berbulu dan 60% serat matras. Dari 100 gram serabut yang diabstrasikan diperoleh sekam 70 bagian, serat matras 18 bagian, dan serat berbulu 12 bagian. Dari segi teknis sabut kelapa memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, antara lain mempunyai panjang 15 - 30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain. Menurut (Asassutjarita et al, 2007) serat sabut kelapa terdiri dari 16.8% Hemiselulosa, 68.9% Selulosa dan 32.1% Lignin.

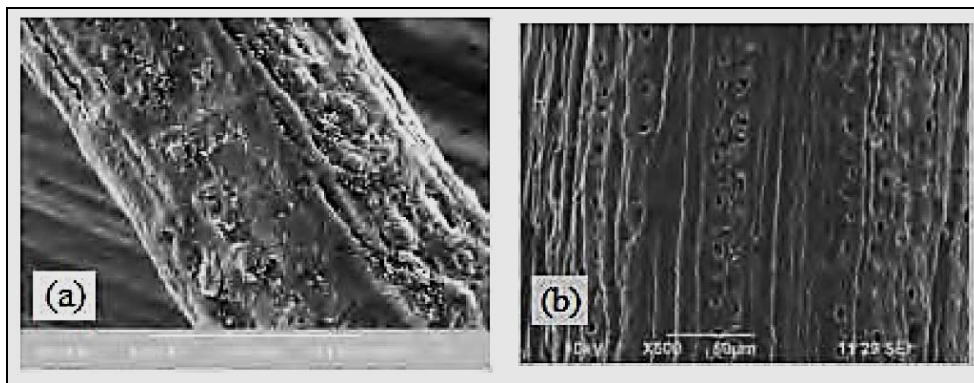
### 2.3. Perlakuan Kimia Serat Sabut Kelapa dengan NaOH (Alkalisasi)

Untuk memperoleh ikatan yang baik antara matriks dan serat dilakukan modifikasi permukaan serat. Modifikasi permukaan dilakukan untuk meningkatkan kompatibilitas antara serat alam dengan matriks. Alkalisasi pada serat alami adalah metode yang telah digunakan untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi. Alkalisasi pada serat merupakan metode perendaman serat ke basa alkali.



*Alkaline treatment* atau *mercerization* adalah perlakuan kimia yang paling sering digunakan untuk serat alami. Tujuan dari alkalisasi yang paling penting disini adalah mengacaukan ikatan *hydrogen* di stuktur serat, sehingga menambah kekasaran serat tersebut. Proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, *wettability* serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat. Selain itu, pengurangan hemiselulosa, lignin atau pektin, akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang baik (Maryanti et al, 2011).

Penelitian yang dilakukan oleh (Karthikeyan et al, 2013) melakukan pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada serat sabut kelapa yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Serat Sabut kelapa (a) sebelum alkalisasi (b) sesudah alkalisasi  
(Sumber : *Journal of Scientific & Industrial Research* Vol.72, February 2013)

Pada **Gambar 1.** (a) dan (b) menunjukkan serat sabut kelapa sebelum dan sesudah dilakukan *alkali treatment*. Dari **Gambar 1.(a)**, dapat dilihat permukaan dari serat sabut kelapa diselimuti dengan berbagai lapisan yang diantaranya adalah pektin, lignin, dan kotoran. Permukaan serat yang kasar dan memiliki tekstur yang tidak beraturan. Setelah dilakukan *alkali treatment*, sebagian besar komposisi lignin dan pektin dihilangkan yang menghasilkan permukaan yang lebih kasar yang dapat dilihat pada **Gambar 1.(b)**.

### 3. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu tahapan persiapan bahan, tahap pembuatan benda uji dan tahap pengujian.

#### 3.1. Tahap Persiapan Bahan

Pada tahap ini dilakukan penyiapan dan alat yang akan digunakan. Bahan yang digunakan terdiri dari, kerikil berukuran 1-2 *inch*, pasir Lumajang, semen, *fly ash*, air dan serat sabut kelapa. Pada tahap ini juga dilakukan pencarian nilai berat jenis serat sabut kelapa, pemotongan serat, pencucian serat, dan proses alkalisasi serat sabut kelapa.

### 3.2. Tahap Perhitungan *Mix Design* dan Pembuatan Benda Uji

Perhitungan komposisi material beton pada penelitian ini menggunakan perbandingan berat beton dengan kuat tekan rencana 25 MPa. Selain itu, variasi presentase serat sabut kelapa yang digunakan antara lain 0,5%, 0,75%, dan 1% terhadap volume beton dan variasi konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 1M dan 1,25M. Beton kontrol yang digunakan adalah campuran beton tanpa serat sabut kelapa.

Untuk keperluan pengujian, dibuat benda uji yang terdiri dari dua macam yaitu beton berbentuk kubus berukuran 15 x 15 x 15 cm<sup>3</sup> dan beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Komposisi campuran beton terhadap variasi antara serat dengan konsentrasi NaOH dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Komposisi Campuran Beton**

Beton	KUBUS						SILINDER					
	Semen (kg)	Fly Ash (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (kg)	Serat (kg)	Semen (kg)	Fly Ash (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (kg)	Serat (kg)
Konvensional	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0
0.5% serat	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0.111	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0.175
0.75% serat	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0.167	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0.263
1% serat	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0.223	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0.350
0.5% serat + 1 M NaOH	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0.111	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0.175
0.75% serat + 1 M NaOH	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0.167	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0.263
1% serat + 1 M NaOH	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0.223	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0.350
0.5% serat + 1.25 M NaOH	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0.111	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0.175
0.75% serat + 1.25 M NaOH	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0.167	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0.263
1% serat + 1.25 M NaOH	7.48	1.87	18.7	28.05	3.74	0.223	11.44	2.86	28.6	42.9	5.72	0.350

### 3.3. Tahap Pengujian Benda Uji

Pengujian beton terdiri dari dua jenis yaitu pengujian beton segar (*fresh concrete*) dan beton keras (*hardened concrete*). Pengujian beton segar dilakukan dengan *slump test* sebelum beton dituang ke dalam bekisting. Pengujian beton keras terdiri dari pengujian kuat tekan (*compressive test*) dan kuat tarik (*splitting test*) pada benda uji yang berumur 7, 14, dan 28 hari. Penelitian terhadap kuat tekan dilakukan dengan benda uji kubus dan penelitian terhadap kuat tarik dilakukan dengan benda uji silinder.

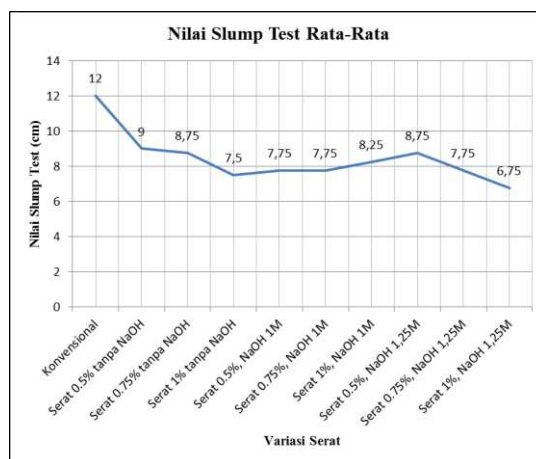
### 3.4. Tahap Hasil dan Analisis

Data-data yang didapatkan dari hasil pengujian selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh penambahan serat sabut kelapa tanpa dan dengan perlakuan alkali dalam campuran beton.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Pengujian Beton Segar

Proses pengujian beton segar dilakukan pada saat proses pengecoran berlangsung, dimana beton belum mengalami *setting time*. Pengujian Beton segar dilakukan melalui uji *slump test*. Nilai uji slump test mempresentasikan *workability* beton yang dibuat, dimana semakin tinggi nilai uji slump test memiliki *workability* yang semakin baik. Uji *slump test* dilakukan untuk setiap sampel berbentuk silinder dan kubus karena pengecoran dilakukan pada waktu yang berbeda. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Nilai Slump Test Rata-rata**

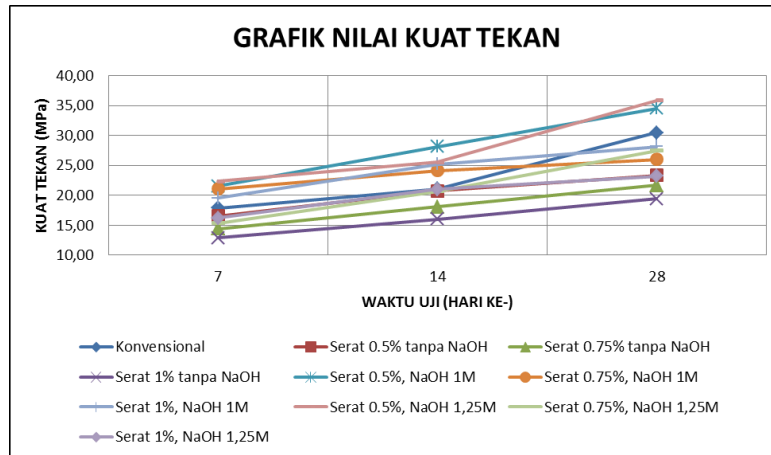
Penambahan jumlah serat sabut kelapa pada kadar tertentu akan menurunkan workabilitas dari beton, hal ini ditunjukkan dengan penurunan slump seiring dengan peningkatan jumlah presentase serat sabut kelapa. Hal ini dikarenakan geometri serat sabut kelapa cenderung untuk saling mengikat yang menyebabkan ketidakmampuan beton segar untuk mengalir (*flow*) saat dilakukan slump test. Sebagai hasilnya, beton segar berserat (*fresh concrete*) ini memiliki sifat mekanik yang lebih rendah dibandingkan dengan beton segar konvensional.

#### 4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur hari ke-7, ke-14, dan ke-28 setelah perawatan. Hasil dari pengujian kuat tekan rata-rata benda uji disajikan pada **Tabel 3** dan grafik pada **Gambar 3**.

**Tabel 3. Hasil Kuat Tekan**

BENDA UJI	KUAT TEKAN RATA-RATA (MPa)		
	7 hari	14 hari	28 hari
Konvensional	25,556	23,990	30,444
Serat 0.5% tanpa NaOH	23,651	23,611	23,333
Serat 0.75% tanpa NaOH	20,635	20,581	21,667
Serat 1% tanpa NaOH	18,413	18,182	19,444
Serat 0.5%, NaOH 1M	30,794	31,944	34,556
Serat 0.75%, NaOH 1M	30,159	27,399	26,000
Serat 1%, NaOH 1M	27,937	28,662	28,111
Serat 0.5%, NaOH 1,25M	31,905	29,040	35,889
Serat 0.75%, NaOH 1,25M	21,905	23,485	27,444
Serat 1%, NaOH 1,25M	23,175	23,864	23,222



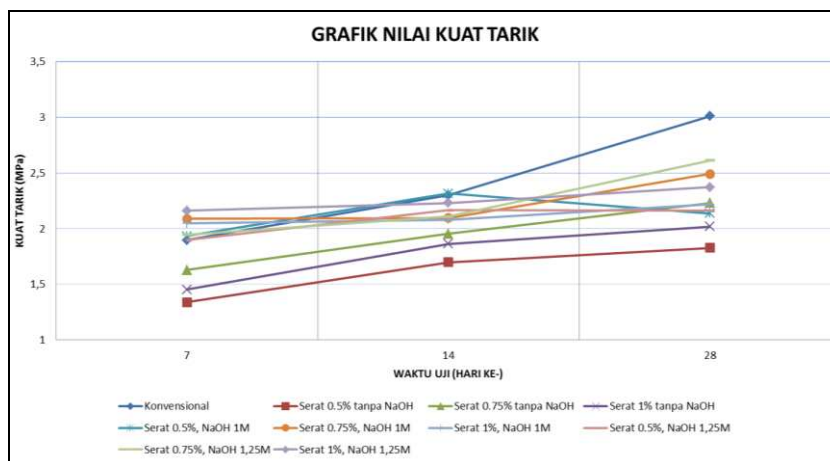
**Gambar 3. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton**

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa ada kecenderungan beton dengan komposisi serat sabut kelapa 0,5% setelah proses alkalisasi dapat meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan beton dengan komposisi serat sabut kelapa yang lainnya. Selain itu, dengan konsentrasi NaOH lebih tinggi, yakni 1,25 M, pada proses alkalisasi pada serat sabut kelapa memberikan pengaruh yang lebih baik pada kuat tekan beton dibandingkan dengan konsentrasi 1M. Beton dengan kandungan serat 0,5% dengan proses alkalisasi 1,25 M meningkatkan kuat tekan beton sebesar 17,8%, sedangkan untuk beton dengan kandungan serat 0,5% dengan proses alkalisasi 1 M meningkatkan kuat tekan beton sebesar 13,5%.

Sedangkan untuk pengujian kuat tarik dilakukan juga pada umur hari ke-7, ke-14, dan ke-28 setelah perawatan. Hasil dari pengujian kuat tarik rata-rata benda uji disajikan pada **Tabel 4** dan grafik pada **Gambar 4**.

**Tabel 4. Hasil Kuat Tarik**

BENDA UJI	KUAT TARIK RATA-RATA (MPa)		
	7 hari	14 hari	28 hari
Konvensional	1,897	2,300	3,008
Serat 0.5% tanpa NaOH	1,338	1,699	1,826
Serat 0.75% tanpa NaOH	1,628	1,953	2,229
Serat 1% tanpa NaOH	1,451	1,861	2,017
Serat 0.5%, NaOH 1M	1,932	2,314	2,137
Serat 0.75%, NaOH 1M	2,088	2,095	2,491
Serat 1%, NaOH 1M	2,045	2,081	2,215
Serat 0.5%, NaOH 1,25M	1,897	2,166	2,159
Serat 0.75%, NaOH 1,25M	1,946	2,109	2,611
Serat 1%, NaOH 1,25M	2,159	2,229	2,371

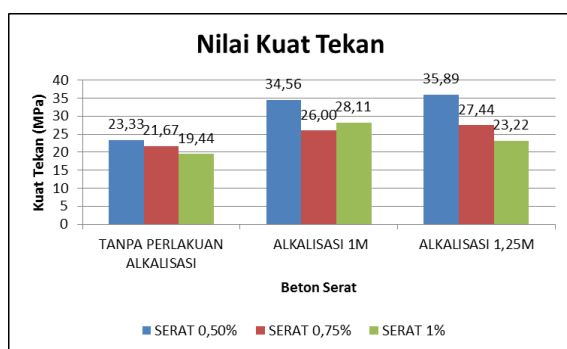


Gambar 4. Perbandingan Nilai Kuat Tarik Beton

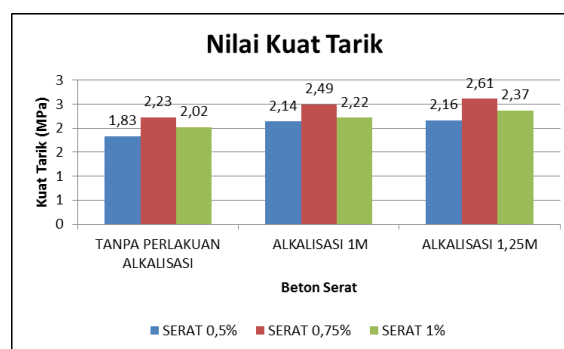
Dari grafik kuat tarik diatas, meskipun beton konvensional mempunyai kuat tarik yang lebih besar dibandingkan dengan beton dengan kandungan serat, namun beton dengan kandungan serat 0,75% mempunyai kecenderungan lebih baik dalam menahan kuat tarik dibandingkan dengan kandungan serat lainnya. Beton dengan kandungan serat 0,75% dengan konsentrasi alkalisasi 1.25 M mempunyai nilai kuat tarik yang lebih tinggi, yang kemudian diikuti dengan beton dengan serat yang dialkalisasi dengan konsentrasi 1 M dan beton dengan serat tanpa perlakuan alkalisasi.

### 4.3. Pengaruh Alkalisasi pada Serat Sabut Kelapa

Hasil perlakuan alkalisasi pada serat sabut kelapa dapat meningkatkan kekuatan dari serat tersebut. Hal ini terbukti dari hasil nilai kuat tekan dan kuat tarik beton yang dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 5. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Serat



Gambar 6. Perbandingan Nilai Kuat Tarik Beton Serat

Dari grafik-grafik diatas menunjukkan bahwa serat dengan perlakuan alkalisasi dengan konsentrasi NaOH 1 M meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton sebesar 37,5% dan 13%. Sedangkan serat dengan perlakuan alkalisasi dengan konsentrasi NaOH 1,25 M meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton sebesar 33% dan 18%.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa hasil, penelitian tentang pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Kadar optimum serat sabut kelapa dengan perlakuan alkalisasi yang dapat meningkatkan kuat tekan beton adalah 0,5% dari volume beton. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak kadar serat yang dicampurkan dalam campuran beton tidak diikuti dengan peningkatan kekuatan beton.
2. Kadar optimum serat sabut kelapa untuk meningkatkan kuat tarik beton adalah 0,75% dari volume beton.
3. Ditinjau dari *workability*, semakin banyak kadar serat yang terkandung dalam adukan beton, maka kelecakan dari campuran beton akan semakin menurun.
4. Proses perlakuan alkalisasi pada serat sabut kelapa dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap karakteristik dan kekuatan pada serat tersebut.

## 5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam menentukan variasi dan jumlah variasi kadar serat dalam campuran beton. Kadar serat sebaiknya divariasikan antara 0,1% - 0,5% dengan jumlah variasi lebih dari tiga macam.
2. Sebaiknya kadar air yang terkandung dalam adukan beton lebih dikontrol lagi agar hasil yang dicapai maksimal dan dapat dibandingkan antara beton serat dan beton konvensional.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam bervariasi kadar konsentrasi NaOH dalam proses alkalisasi serat sabut kelapa, agar dicapai hasil optimal yang sesungguhnya.
4. Sebaiknya pengujian kuat lentur (*flexural test*) dilakukan untuk dapat memberikan hasil yang lebih maksimal dalam pemanfaatan serat sabut kelapa ini.
5. Sebaiknya kadar serat dalam beton yang semula terhadap volume beton diubah menjadi terhadap berat semen untuk mempermudah pengaplikasian.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Asasutjarita, C., Hirunlabha, J., Khedarid, J., Charoenvaia, S., Zeghmatib, B., Cheul, S.U. (2007). Development Of Coconut Coir-based Lightweight Cement Board. *Construction Building Material*. Vol. 21, No. 2, 277-288.
- Darmanto, S., Umardani, Y., Sumantri, H., Sutanto, A. (2011). Peningkatan Kekuatan Serat Sabut Kelapa Dengan Perlakuan Alkali. *Teknis*. Vol. 6, No. 3.
- Karthikeyan, A., Balamurugan, K., Kalpana, A. (2013). The New Approach to Improve the Impact Property of Coconut Fiber Reinforced Epoxy Composites Using Sodium Lauryl Sulfate Treatment. *Journal of Scientific & Industrial Research*. Vol. 72, No. 1, 132-136
- Mahmud, Z., dan Ferry, Y. (2005). Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Indonesian Center for Estate Crops and Development. *Jurnal Perspektif*, Vol. 4, No. 2, 55 – 63.
- Maryanti B., Sonief A, Wahyudi S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 2, No. 2.
- Mawardi. (2006). Tinjauan Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa pada Kuat Lentur Beton. *Media Infotama*. Vol 1, No. 2, 22-30.
- Suhardiyono, L. (1989). *Tanaman Kelapa Budidaya dan Pemanfaatannya*, 160-161, Kanisius, Yogyakarta