

## Pengaruh Persentase Serat Sabut Kelapa dan Resin *Polyester* Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan

Lara Putri Jatmika\*, Alimin Mahyudin

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

\*lara.jatmika@yahoo.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh persentase serat sabut kelapa dan resin *polyester* terhadap sifat fisik dan mekanik papan beton ringan. Persentase serat sabut kelapa yang digunakan adalah 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, dan 0,8%. Persentase resin *polyester* pada penelitian ini adalah 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%. Pengujian yang dilakukan pada sampel meliputi uji densitas, daya serap air, porositas, kuat tekan, dan kuat lentur. Penambahan serat sabut kelapa dan resin *polyester* dapat membuat papan beton lebih ringan dibandingkan dengan papan GRC yang ada di pasaran. Nilai densitas yang terendah diperoleh pada 0,8% serat sabut kelapa yaitu 1,502 g/cm<sup>3</sup> dan 0,75% resin *polyester* yaitu 1,509 g/cm<sup>3</sup>. Penambahan 0,6% serat sabut kelapa dan 0,75% resin *polyester* merupakan persentase optimum yang dapat diisikan ke dalam papan beton ringan. Nilai densitas papan beton ringan sudah memenuhi SNI 03-3449-2002 namun kuat tekan beton ringan jenis struktural belum memenuhi SNI 03-3449-2002. Nilai daya serap air beton ringan berbahan serat sabut kelapa dan resin *polyester* belum memenuhi SNI 03-2105-2006.

Kata kunci: densitas, kuat tekan, porositas, resin *polyester*, serat sabut kelapa

### ABSTRACT

*The effect of percentage of coco fiber and polyester resin on the physical and mechanical properties of lightweight concrete board has been investigated. The percentage of coco fiber used is 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, and 0,8%. While the percentage of polyester resin in this research is 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, and 1%. The samples were characterized their density, water absorption, porosity, compressive strength, and flexural strength. The addition of coco fiber and polyester resin result in lighter the concrete board than commercial GRC board. The lowest density were obtained for samplless with 0,8% coco fiber ie 1,502 g/cm<sup>3</sup> and 0,75% polyester resin 1,509 g/cm<sup>3</sup>. The optimum percentage of 0,6% coco fiber and 0,75% polyester resin that can be loaded onto the lightweight concrete board. The density lightweight concrete board satisfied SNI 03-3449-2002 but the compressive strength of lightweight structural concrete has not fulfilled SNI 03-3449-2002. The value of water absorption of lightweight concrete made from coco fiber and polyester resin has not fulfilled SNI 03-2105-2006.*

*Keywords: density, compresive strength, porosity, polyester resin, coco fiber*

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan rumah terus meningkat seiring dengan meningkatnya populasi dan taraf hidup masyarakat. Semakin banyaknya perumahan yang dibangun menyebabkan kebutuhan material untuk membuat bangunan tersebut juga semakin meningkat. *Glassfibre Reinforced Cement (GRC)* merupakan salah satu produk komposit yang biasa digunakan untuk partisi ruangan. GRC adalah material komposit yang terdiri dari semen Portland, pasir, dan diperkuat dengan serat kaca (National Precast Concrete Association Australia, 2006). GRC yang beredar di pasaran memiliki densitas yang cukup tinggi yaitu 1800 – 2100 kg/m<sup>3</sup> (Fibre Technologies, 2013). Densitas material yang cukup tinggi mengakibatkan waktu instalasi yang lama. Salah satu usaha untuk mengatasi masalah ini adalah dengan cara merekayasa material sehingga densitasnya lebih rendah salah satunya dikenal dengan papan beton ringan. GRC berbahan dasar serat kaca atau serat sintesis harganya cukup mahal dan tidak dapat di atur ulang. Oleh karena itu dibutuhkan bahan yang lebih murah, ramah lingkungan, dan mudah didapatkan seperti serat kelapa.

Serat kelapa merupakan salah satu serat yang melimpah dan berpotensi sebagai pengganti serat sintetis (Misriadi, 2010). Komposisi kimia dari serat kelapa adalah 16,8% hemiselulosa, 78,02% selulosa, dan 33,06% lignin (Rizal, 2012). Serat kelapa adalah jenis serat yang memiliki kuat tarik sebesar 1784,5 kg/cm<sup>2</sup> dan memiliki nilai keuletan (*elongation*) sebesar 30% yang merupakan nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan serat alam yang lain

(Bledzki dan Gassan, 1999). Berdasarkan komposisi kimia, kuat tarik, dan keuletannya, serat kelapa sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai *filler*.

Othuman, dkk (2015) meneliti pengaruh penggunaan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanik beton ringan. Hasil kuat lentur maksimum diperoleh pada 0,4% serat sabut kelapa dengan panjang serat  $\pm 34$  mm yaitu  $12,8 \text{ kg/cm}^2$ . Analisa *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk campuran beton ringan dengan serat kelapa 0,4% menunjukkan pori-pori berukuran kecil dan meningkatkan ikatan pada pasta semen. Papan beton ringan membutuhkan nilai kuat lentur yang tinggi sehingga tidak mudah patah.

Agar diperoleh komposit dengan sifat mekanik yang baik, maka harus didukung dengan matriks. Syarat matriks yang digunakan harus mampu mempertahankan serat pada posisinya serta mampu mentransfer tegangan ke serat saat komposit dikenai beban. Jenis matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *polyester*. Resin *polyester* mempunyai kemampuan berikatan yang baik dengan serat alam tanpa menimbulkan reaksi dan gas. Resin *polyester* memiliki *specific gravity* 1,04 – 1,46, keuletan (*elongation*) 1 – 5%, dan nilai kuat tarik 4,14 – 89,63 MPa yang merupakan nilai paling tinggi dibandingkan jenis resin *termoset* lainnya (Darmansyah, 2010). Penambahan resin ini dimaksudkan untuk meningkatkan ikatan (*mechanical bonding*) antara serat dan matriks maupun penyusun komposit lainnya.

Putra, dkk (2015) membuat beton yang kedap air dan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dengan menggunakan zat aditif polimer. Zat polimer yang digunakan adalah *unsaturated polyester resin*. Hasil pengujian kuat tekan untuk kadar 0,5% sebesar 20,6 MPa, untuk kadar 1% sebesar 16,281 MPa, dan untuk kadar 1,5% sebesar 19,3 MPa. Berdasarkan hasil tersebut disarankan menggunakan zat aditif berupa *unsaturated polyester* dengan kadar 0,5%. Namun beton polimer pada persentase 0,5% ini memiliki densitas yang cukup besar yaitu  $2,218 \text{ g/cm}^3$ .

Pada penelitian ini akan digunakan serat sabut kelapa sebagai *filler* (pengisi), sedangkan matriks yang digunakan adalah beton polimer berbahan resin *polyester*. Penelitian ini menggunakan metode *two dimensional reinforcement* pada tata letak dan arah serat. Parameter uji yang digunakan adalah sifat fisik yaitu daya serap air, densitas, dan porositas serta mekanik yaitu kuat lentur dan kuat tekan.

## II. METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika, FMIPA Unand untuk pengujian densitas, daya serap air, dan porositas. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur dilakukan di Laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Padang. Teknik penelitian yang digunakan adalah metode *hand lay up* dengan beberapa tahapan, diantaranya :

### 2.1 Persiapan dan Pembuatan Sampel

Persiapan awal yang dilakukan adalah pengolahan serat sabut kelapa dengan cara mengambil serat kelapa dari bagian kulit dalam buah kelapa. Serat sabut kelapa dipotong dengan ukuran panjang  $\pm 1$  cm dan diameter  $\pm 0,1 - 0,5$  mm. Serat sabut kelapa kemudian diberikan perlakuan alkali dengan cara direndam dengan larutan NaOH 5% selama 2 jam. Serat sabut kelapa dibilas dengan aquades, dikeringkan pada suhu ruangan dan setelah kering serat siap digunakan dalam proses pembuatan sampel.

Pembuatan pasta beton dengan cara mencampurkan semen, pasir, dan air. Kemudian ditambahkan aluminium pasta dan diaduk hingga merata. Resin *polyester* yang telah ditambahkan katalis selanjutnya dimasukkan ke pasta beton ringan. pasta beton ringan yang telah dibuat dimasukkan ke dalam cetakan hingga setengah bagian. Serat kelapa kemudian disusun di atas pasta beton dengan arah *two dimensional reinforcement*. Cetakan ditutup kembali dengan pasta beton ringan hingga terisi penuh. Komposit didiamkan hingga kering selama 24 jam dan dikeluarkan dari cetakan serta ditunggu hingga 28 hari.

### 2.2 Pengujian dan Pengambilan Data

#### 2.2.1 Densitas

Pengukuran densitas dilakukan dengan cara menimbang massa dan dimensi volumenya. Nilai densitas dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

### 2.2.2 Daya Serap Air

Papan beton ringan yang telah jadi ditimbang untuk menentukan massa sebelum perendaman ( $m_k$ ), kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Setelah dilakukan perendaman selama 24 jam, kemudian sampel yang sudah direndam ( $m_b$ ) ditimbang kembali. Nilai dasar serap air papan beton ringan dapat dihitung sesuai dengan persamaan :

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{m_b - m_k}{m_k} \cdot 100\% \quad (2)$$

### 2.2.3 Porositas

Pengujian porositas dilakukan pada sampel uji daya serap air sehingga pengujian porositas dapat langsung bersamaan dengan uji daya serap air. Perhitungan porositas sampel uji menggunakan persamaan :

$$\text{Porositas} = \frac{m_b - m_k}{V} \cdot \frac{1}{\rho_a} \cdot 100\% \quad (3)$$

### 2.2.4 Kuat Lentur

Kuat lentur adalah kemampuan material untuk menahan gaya lentur yang diberikan dengan arah tegak lurus terhadap penampang sampel. Untuk menentukan nilai dari kuat lenturnya digunakan persamaan :

$$f_r = \frac{3BS}{2LT^2} \quad (4)$$

dengan  $f_r$  adalah kuat lentur dalam satuan  $\text{kg/cm}^3$ ,  $B$  adalah beban patah maksimum dalam satuan kg,  $S$  adalah panjang tumpuan (15 cm),  $L$  adalah lebar sampel dalam satuan cm, dan  $T$  adalah tebal sampel dalam satuan cm.

### 2.2.5 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan bahan untuk menahan gaya tekan yang diberikan terhadap penampang sampel uji yang mengakibatkan sampel tersebut hancur. Dalam pengujian kuat tekan rumus yang digunakan dengan persamaan :

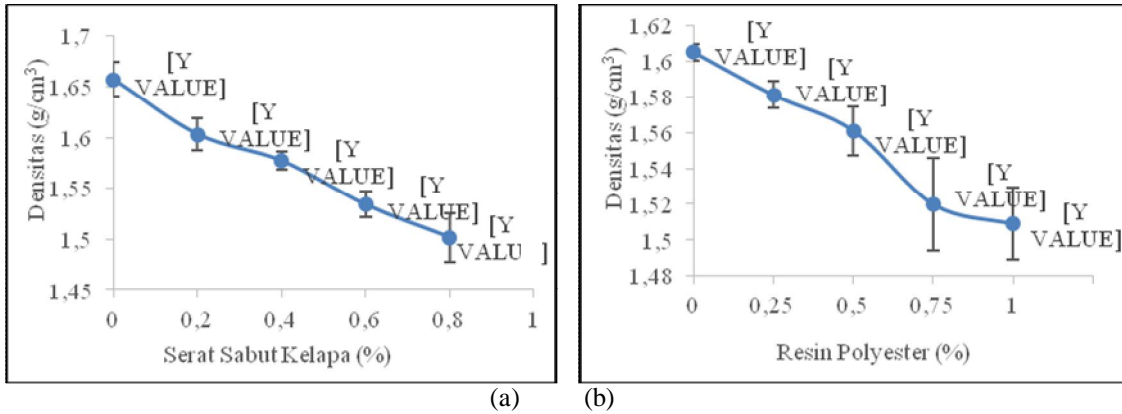
$$P = \frac{F}{A} \quad (5)$$

dengan  $P$  adalah kuat tekan dalam satuan  $\text{kg/cm}^2$ ,  $F$  adalah beban retak maksimum sampel dalam satuan kg,  $A$  adalah luas permukaan sampel dalam satuan  $\text{cm}^2$ .

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Densitas

Densitas papan beton ringan dengan variasi serat sabut kelapa berkisar antara 1,502 – 1,657  $\text{g/cm}^3$ . Sedangkan nilai densitas papan beton ringan dengan variasi resin *polyester* berkisar antara 1,509 – 1,605  $\text{g/cm}^3$ . Nilai densitas terendah diperoleh pada penambahan 0,8% serat sabut kelapa dan 1% resin *polyester*. Pengaruh persentase serat sabut kelapa dan resin *polyester* lebih jelasnya terlihat pada Gambar 1.

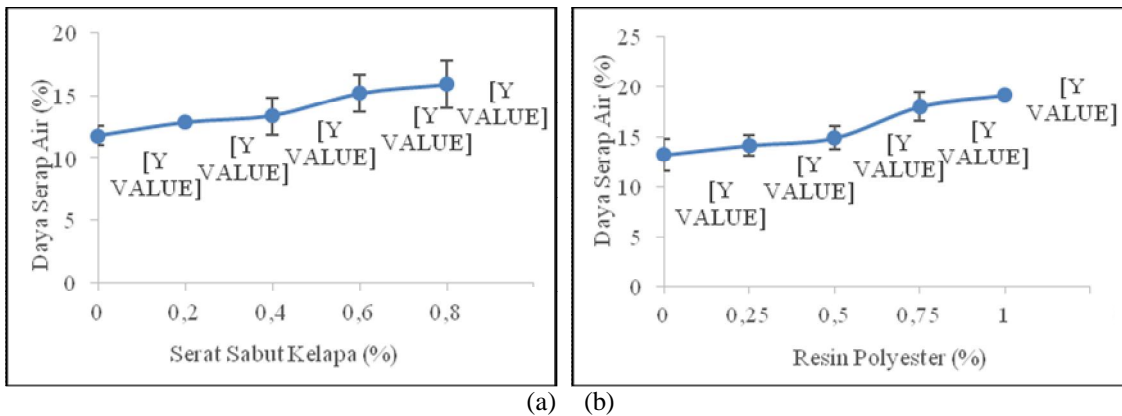


**Gambar 1** (a) Pengaruh persentase serat sabut kelapa terhadap densitas papan beton ringan  
 (b) Pengaruh persentase resin polyester terhadap densitas papan beton ringan

Penambahan serat sabut kelapa mengakibatkan terbentuknya pori pada papan beton ringan. Pori terbentuk karena adanya serat yang tidak mampu masuk ke dalam lubang-lubang jarak antar butir. Selain itu penambahan resin polyester mengakibatkan terjadinya penambahan kandungan air di dalam pasta beton. Banyaknya kandungan air pada campuran pasta beton dan resin polyester ini mengakibatkan munculnya pori-pori yang banyak pada proses penguapan sehingga menjadikan densitas papan beton ringan menjadi menurun. Densitas papan beton ringan lebih rendah dibanding papan GRC yang ada di pasaran (1,891 g/cm<sup>3</sup>) dan sudah memenuhi SNI 03-3449-2002 (maksimal 1,8 g/cm<sup>3</sup>).

**3.2 Daya Serap Air**

Hasil pengujian didapatkan bahwa nilai daya serap air papan beton ringan dengan variasi serat sabut kelapa berkisar antara 11,733 – 15,9%. Sedangkan nilai daya serap air papan beton ringan dengan variasi resin polyester berkisar antara 13,165 – 19,06%. Nilai daya serap air terendah diperoleh untuk papan beton tanpa serat sabut kelapa dan resin polyester. Pengaruh persentase serat sabut kelapa dan resin polyester lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.

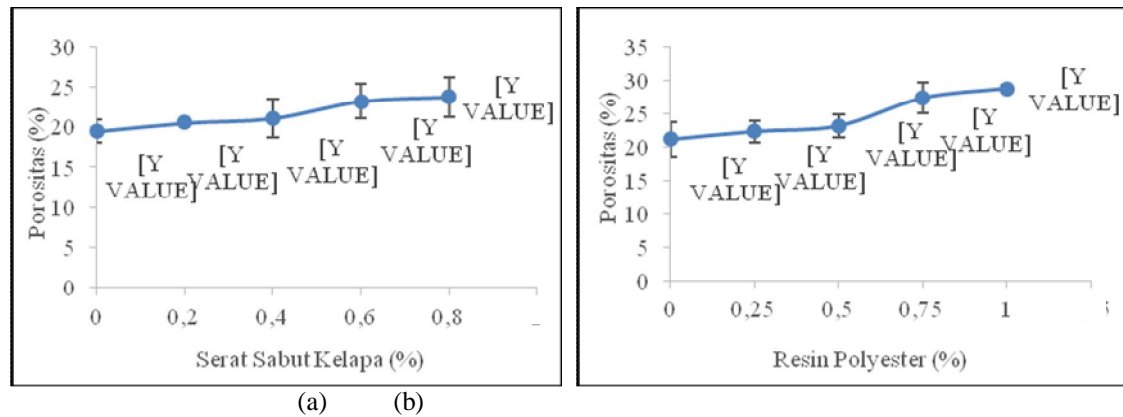


**Gambar 2** (a) Pengaruh persentase serat sabut kelapa terhadap daya serap air papan beton ringan  
 (b) Pengaruh persentase resin polyester terhadap daya serap air papan beton ringan

Daya serap air papan beton ringan dipengaruhi oleh penambahan serat sabut kelapa dan resin polyester. Penambahan serat sabut kelapa dan resin polyester menyebabkan terbentuknya rongga udara. Hal ini menyebabkan daya serap air papan beton ringan menjadi besar. Densitas dan daya serap air papan beton ringan adalah berbanding terbalik. Daya serap air papan beton lebih rendah dibanding GRC yang ada di pasaran (18,824%) dan sudah memenuhi SNI 03-2105-2006 (<14%) untuk penambahan 0%, 0,2%, dan 0,4% serta tanpa penambahan resin polyester.

### 3.3 Porositas

Porositas papan beton ringan dengan variasi serat sabut kelapa berkisar antara 19,48% – 23,773%. Sedangkan nilai porositas papan beton ringan dengan variasi resin *polyester* berkisar antara 21,133% – 28,733%. Nilai porositas terendah diperoleh untuk papan beton ringan tanpa serat sabut kelapa dan resin *polyester*. Pengaruh persentase serat sabut kelapa dan resin *polyester* lebih jelasnya terlihat pada Gambar 3.

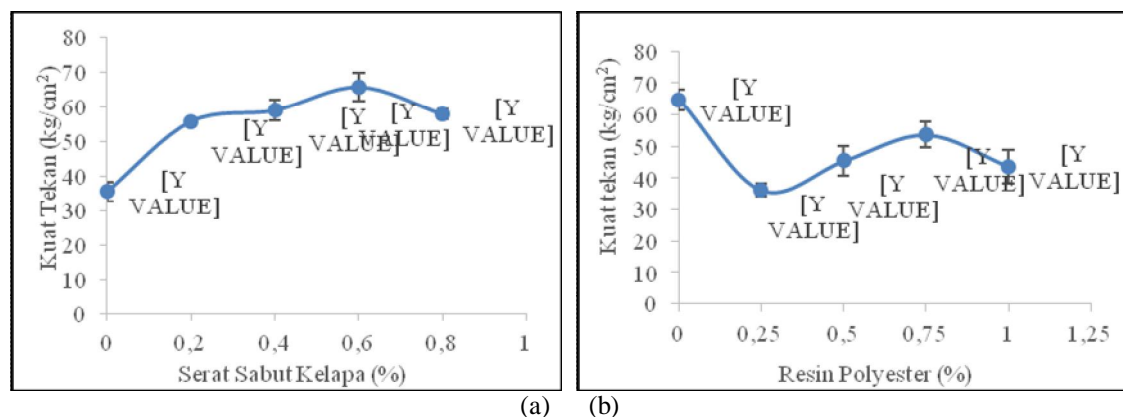


**Gambar 3** (a) Pengaruh persentase serat sabut kelapa terhadap porositas papan beton ringan  
(b) Pengaruh persentase resin *polyester* terhadap porositas papan beton ringan

Porositas papan beton ringan dipengaruhi oleh penambahan serat sabut kelapa dan resin *polyester*. Bertambahnya serat sabut kelapa dan resin *polyester* menyebabkan jumlah rongga udara meningkat sehingga porositas menjadi besar. Sehingga didapatkan hubungan antara daya serap air dan porositas adalah berbanding lurus. Hasil pengujian porositas papan beton ringan memiliki nilai yang lebih rendah dibanding papan GRC yang ada di pasaran (35,6%) dan sudah memenuhi SNI 03-2105-2006 (25%) kecuali untuk penambahan resin *polyester* di atas 0,75%.

### 3.4 Kuat Tekan

Hasil pengujian didapatkan bahwa nilai kuat tekan papan beton ringan dengan variasi serat sabut kelapa berkisar antara 35,467 kg/cm<sup>2</sup> – 65,67 kg/cm<sup>3</sup>. Sedangkan nilai porositas dengan variasi resin *polyester* berkisar antara 36,26 kg/cm<sup>2</sup> – 64,86 kg/cm<sup>2</sup>. Kuat tekan tertinggi diperoleh pada penambahan 0,6% serat sabut kelapa dan 0% resin *polyester*. Pengaruh penambahan serat sabut kelapa dan resin *polyester* lebih jelasnya terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4** (a) Pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan papan beton ringan  
(b) Pengaruh penambahan resin *polyester* terhadap kuat tekan papan beton ringan

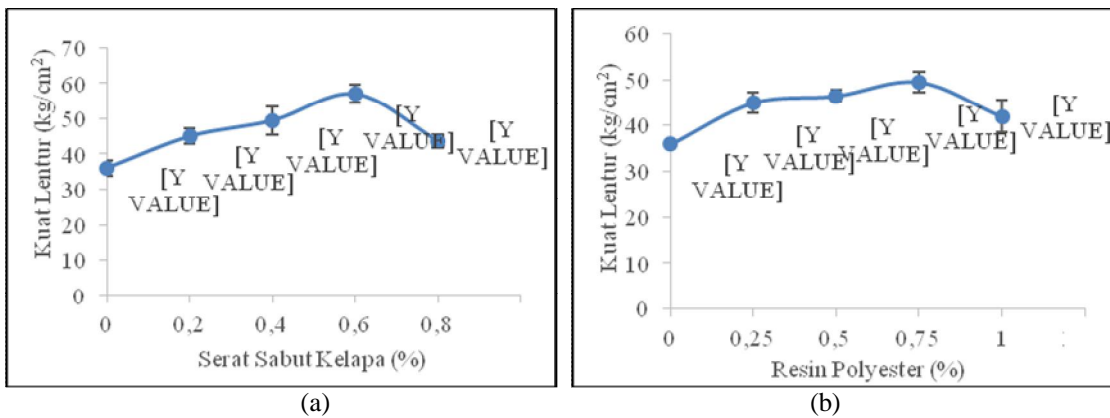
Perbedaan hasil kuat tekan pada tiap-tiap papan beton ringan membuktikan bahwa penambahan bahan penguat papan beton ringan akan berpengaruh terhadap kekuatannya. Serat sabut kelapa bersifat memberikan kekuatan, namun tidak berarti semakin banyak serat sabut kelapa yang digunakan pada papan akan menghasilkan kuat tekan yang semakin tinggi.

Penambahan resin *polyester* menyebabkan nilai kuat tekan menurun. Hal disebabkan karena sampel uji yang digunakan sebagai uji kuat tekan sebelumnya juga digunakan untuk uji daya serap air dan porositas. Menurunnya nilai kuat tekan pada sampel disebabkan karena masih banyaknya kandungan air yang terdapat pada sampel. Proses penguapan air mengakibatkan pori-pori pada sampel semakin banyak sehingga nilai kuat tekan menjadi menurun. Hasil pengujian kuat tekan papan beton ringan memiliki nilai yang lebih rendah dibanding GRC yang ada di pasaran ( $150,467 \text{ kg/cm}^2$ ) dan belum memenuhi SNI 03-3449-2002 ( $172,4 \text{ kg/cm}^2 - 413,6 \text{ kg/cm}^2$ ).

### 3.5 Kuat Lentur

Kuat lentur papan beton ringan dengan variasi serat sabut kelapa berkisar antara  $36 \text{ kg/cm}^2 - 57 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai kuat lentur dengan variasi resin *polyester* berkisar antara  $36 \text{ kg/cm}^2 - 49,5 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai kuat lentur tertinggi diperoleh pada penambahan 0,6% serat sabut kelapa dan 0,75% resin *polyester*. Pengaruh persentase serat sabut kelapa dan resin *polyester* ditampilkan pada Gambar 5.

Semakin banyak serat sabut kelapa kuat lentur semakin besar, namun terlalu banyak serat akan menyebabkan nilai kuat lentur menurun. Hal ini dikarenakan ikatan antarmuka atau *interface* antara serat dan matrik menjadi lemah karena jumlahnya yang semakin banyak. Lemahnya ikatan tersebut menyebabkan sampel tidak mampu menahan beban yang diberikan dan nilai kuat lentur menjadi menurun. Penambahan resin *polyester* menyebabkan nilai kuat lentur meningkat namun penambahan resin terlalu banyak akan menyebabkan nilai kuat lentur menjadi menurun. Hal ini dikarenakan sampel terus menerus diberikan beban sehingga resin mengalami kelelahan atau *fatigue* pada saat pengujian dilakukan. Hasil pengujian kuat lentur papan beton ringan memiliki nilai yang lebih rendah dari papan GRC yang ada di pasaran ( $67,5 \text{ kg/cm}^2$ ).



**Gambar 5** (a) Pengaruh persentase serat sabut kelapa terhadap kuat lentur papan beton ringan  
(b) Pengaruh persentase resin *polyester* terhadap kuat lentur papan beton ringan

## IV. KESIMPULAN

Penambahan serat sabut kelapa dan resin *polyester* dapat membuat papan beton menjadi lebih ringan dibandingkan dengan papan beton GRC yang ada di pasaran. Persentase 0,6% serat sabut kelapa dan 0,75% resin *polyester* merupakan persentase optimum untuk digunakan pada papan beton ringan. Nilai densitas papan beton ringan sudah memenuhi SNI 03-3449-2002 namun kuat tekan belum memenuhi SNI 03-3449-2002. Sedangkan nilai daya serap air dan porositas belum memenuhi SNI 03-2105-2006.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bledzki, A.K. dan Gassan, J., 1999 *Composite Reinforced With Cellulose Based Fibers Progress in Polymer Science*, McGraw-Hill, New York.
- Darmansyah, 2010, Evaluasi Sifat Fisik Dan Mekanik Material Komposit Serat/Resin Berbahan Dasar Serat Nata De Coco Dengan Penambahan Nanofiller, *Skripsi S1*, Universitas Indonesia.

- Fibre Technologies International, 2013, *GRC Guide*, [fibretch.org/grc-guide/](http://fibretch.org/grc-guide/), diakses 20 Desember 2017.
- Misriadi, 2010, Pemanfaatan Serat Alam (Serabut Kelapa) Sebagai Alternatif Pengganti Serat Sintetis Pada *Fiberglass* Guna Mendapatkan Kekuatan Tarik Yang Optimal, *Skripsi S1*, Institut Teknologi Sepuluh November.
- National Precast Concrete Association Australia, 1999, *Recomended Practice Design : Manufacture and Installation of GRC*, Techmedia Publishing, Australia.
- Othuman, M. M. A., Rozlan, N. A., dan Ganesan, S., 2015, Experimental Study On The Mechanical Properties Of Coconut Fibre Reinforced Lightweight Foamed Concrete, *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (2), 407-411.
- Putra, A. S., Kartolo, J., Yosuanita, D., dan Tandi, W., 2015 , Pengaruh Penambahan *Unsaturated Polyester Resin* terhadap Mutu Beton K-350, *Jurnal Inersia.* 7 (2), 11-15.
- Rizal, 2002, Evaluasi Industri Pengolahan Limbah Kulit Kelapa Untuk Menghasilkan Serabut di Sumatera Barat, *Tesis S2*, Universitas Andalas.