

# Analisis Sifat Kekuatan Tekan dan Foto Mikro Komposit Urea Formaldehide Diperkuat Serat Batang Kedelai

Nasmi Herlina Sari<sup>1)\*</sup>, Sinarep<sup>1)</sup>, Azizul akhyaroni<sup>1)</sup>,

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram  
Email: nazmi2707@yahoo.com

## Abstrak

Penelitian ini telah dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis sifat kekuatan tekan dan struktur mikro komposit *urea formaldehide* diperkuat serat batang kedelai. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah serat batang kedelai dengan variasi arah serat  $0^\circ$ ,  $\pm 45^\circ$ ,  $90^\circ$  dengan masing-masing fraksi volume serat 10%, 20%, 30%, menggunakan resin *urea formaldehide* sebagai matriknya. Pembuatan dengan cara *hand lay up*, pengujian yang dilakukan adalah uji tekan dengan standar spesimen ASTM D 695-96. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tekan komposit *urea formaldehide* dengan variasi fraksi volume 10%, 20% dan 30% dengan masing-masing variasi arah serat  $0^\circ$ ,  $\pm 45^\circ$ ,  $90^\circ$  cenderung menunjukkan penurunan dimana kekuatan tekan tertinggi pada fraksi volume 10% terdapat pada arah serat  $\pm 45^\circ$  dengan nilai kekuatan tekan berturut-turut yaitu 63.13 Mpa, 49.9 Mpa dan 38.07 Mpa. Sedangkan kekuatan tekan rata-rata terendah pada variasi fraksi volume serat 10%, 20% dan 30% terdapat pada variasi arah serat  $0^\circ$  dengan nilai kekuatan tekan berturut-turut yaitu sebesar 35,50 Mpa, 24.20 Mpa dan 23.93 Mpa. Selanjutnya pada foto mikro memperlihatkan morfologi *interface* resin *urea formaldehide* – serat batang kedelai cukup kuat.

**Key word:** Kekuatan tekan, fraksi volume, arah serat, urea formaldehide, serat batang kedelai.

## Abstract

This study was conducted to analyze the properties of compressive strength and microstructure of fiber soybean rods-reinforced composite urea formaldehyde. In this study, the material used is soybean rods fiber with orientation various  $0^\circ$ ,  $\pm 45^\circ$ ,  $90^\circ$ , with each fiber volume fraction of 10%, 20%, 30% using urea formaldehyde resin as matrix. Making by hand lay-up, compressive the test specimens was performed with standard ASTM D 695-96. The test results showed that the compressive strength of urea formaldehyde composites with volume fraction variation of 10%, 20% and 30% in the direction of fibers  $0^\circ$ , respectively for (35.5 MPa, 24.2 MPa and 23.93 MPa). And then in the direction of the fiber  $\pm 45^\circ$  (63,13 Mpa, 49,9 Mpa, 38,07 Mpa), and The test results showed that the compressive strength of urea formaldehyde composites with volume fraction variation of 10%, 20% and 30%, respectively for (35.5 MPa, 24.2 MPa and 23.93 MPa) in the direction of fibers  $0^\circ$ , (63.13 MPa, 49.9 MPa, 38.07 MPa) in the direction of the fiber  $\pm 45^\circ$ , and (44.69 MPa 26.12 MPa, 23.04 MPa) in the direction of fibers  $90^\circ$  namely (44,69 Mpa 26,12 Mpa, 23,04 Mpa). Highest average strength contained in the fiber volume fraction of 10% with orientation of fiber  $\pm 45^\circ$  is equal 63.13 MPa, and the lowest strength at 30% volume fraction of fiber 23.04 Mpa with the direction of fibers  $90^\circ$ . Based on the research that has been done, it is concluded that the larger the volume fraction of soybean fiber rods with orientation of fibers  $0^\circ$ ,  $\pm 45^\circ$ ,  $90^\circ$  then the compressive strength decreased. In the photo showing the morphology of micro urea formaldehyde resin - soy fiber rods of interface strong enough.

**Key word:** Compressive strength, volume fraction, fiber orientation, urea formaldehyde

## 1. PENDAHULUAN

Konsep *back to nature* merupakan istilah yang tepat untuk menggambarkan kondisi ilmu pengetahuan saat ini. *Natural Composite* (NACO) merupakan salah satu *smart* material yang memiliki peluang untuk menggeser penggunaan bahan logam dan komposit sintesis. Ketergantungan dengan bahan sintesis impor merupakan kebijakan terbalik dengan kondisi alam Indonesia yang maha kaya akan sumber daya alam. Produksi serat alam penguat NACO cukup berlimpah. Konsep pemanfaatan bahan serat alam lokal sebagai penguat NACO untuk diaplikasikan pada berbagai produk merupakan pemikiran yang sangat luhur (Slamet, K. et al. 2009).

Salah satu limbah industri yang banyak ditemukan di Nusa Tenggara Barat, khususnya Lombok adalah limbah tanaman kedelai. Kedelai merupakan salah satu komoditas tanaman unggulan disamping kacang, dimana produksi kedelai pada tahun 2009 mencapai 603 531 ton (Wikipedia, 2010). Batang kedelai sebagai salah satu serat alami saat ini ketersediaannya sangat berlimpah, namun tidak lagi dimanfaatkan dan dibuang sebagai limbah. Padahal serat batang kedelai masih dapat digunakan sebagai salah satu serat alami alternatif untuk komposit. Batang kedelai sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang di distribusikan oleh matrik. Orientasi batang kedelai yang dikombinasi dengan *urea formaldehide* sebagai matrik, akan dapat menghasilkan komposit alternatif yang bermanfaat dalam dunia industri. Komposit mempunyai keunggulan tersendiri dibandingkan dengan bahan teknik alternatif lain seperti kuat, ringan, tahan korosi, ekonomis dan sebagainya (Sabari, 2009).<sup>1</sup>

Perekat *Urea Formaldehide* (UF) merupakan hasil reaksi polimer kondensasi dari formaldehid dengan urea. Keuntungan dari perekat UF antara lain larut air, keras, tidak mudah terbakar, sifat panasnya baik, tidak berwarna ketika mengeras serta harganya murah. Penggunaan perekat ini adalah untuk kayu lapis, meubel, papan serat

<sup>1</sup> Penulis Korespondensi, phone: 0370-636126  
Email: nazmi2707@yahoo.com

dan papan partikel. UF tersedia dalam bentuk cair atau serbuk. Resin ini mengeras pada suhu  $95^{\circ} - 130^{\circ}$  C. (Anonim, 2009 dan Sari. N.H., 2011)

Penelitian yang terkait dengan penelitian ini seperti yang telah dilakukan oleh Sari, N.H dan Taufan A., (2011) dengan menggunakan serat hybrid batang kelapa /serat gelas sebagai penguat komposit *urea formaldehyde* yang dibuat secara *hand layup* dan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pada fraksi volume serat 10%: 20% memiliki kekuatan *impact* rata-rata tertinggi yaitu sebesar  $7419.42 \text{ J/m}^2$  dan kekuatan *impact* rata-rata terendah pada variasi fraksi volume 15%:15% dan 20%:10% berturut-turut sebesar  $5553.33 \text{ J/m}^2$  and  $5014.33 \text{ J/m}^2$ . Selanjutnya kekuatan tarik rata-rata tertinggi pada variasi fraksi volume 15%:15% yaitu sebesar  $21 \text{ N/mm}^2$  dan terendah dimiliki oleh fraksi volume 10%:20% dan 20%:10% masing-masing sebesar  $19 \text{ N/mm}^2$  dan  $17 \text{ N/mm}^2$ .

Berdasarkan uraian diatas maka timbul pemikiran untuk menganalisa sifat kekuatan tekan dan struktur mikro komposit *urea formaldehyde* diperkuat serat batang kedelai. Dengan memvariasikan fraksi volume serat diharapkan mendapatkan hasil yang maksimal untuk mendukung pemanfaatan komposit alternatif.

## 2. METODELOGI PENELITIAN

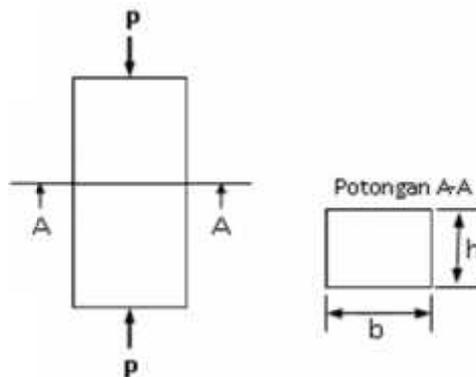
Pada serat batang kedelai yang telah siap diberikan perlakuan alkali dengan konsentrasi NaOH 4% (Hartanto, dkk, 2009) waktu perendaman selama 2 jam. Resin yang digunakan adalah *urea formaldehyde* yang diperoleh dari PT. Indo kimia persada Surabaya Indonesia. *Catalize* yang dipakai adalah *metal etil keton peroksida* 1% dari resin. Variasi yang digunakan yaitu fraksi volume serat 10%, 20% dan 30% dengan arah serat masing-masing adalah  $0^{\circ}$ ,  $\pm 45^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$ . Masing-masing spesimen pengujian dilakukan pengulangan 3 kali sehingga total spesimen sebanyak 27 spesimen. Benda uji dibuat dengan teknik *hand layup* dan dengan penekanan secara manual menggunakan kaca sebagai cetakan dan penekan.

Pengujian tekan dan pengamatan struktur mikro telah dilakukan. Pengujian tekan dilakukan terhadap spesimen batang uji yang standar. Bahan yang akan diuji mula-mula dibuat menjadi batang uji dengan bentuk sesuai standar ASTM D 695-96 dengan ukuran spesimen  $25.4 \text{ mm} \times 12.7 \text{ mm} \times 12.7 \text{ mm}$ . Pada bagian tengah dari batang uji merupakan bagian yang menerima tegangan, pada bagian ini diukur panjang batang uji, yaitu bagian yang dianggap menerima pengaruh pembebanan seperti ditunjukkan dalam gambar 1 (Agustinus dkk, 2009). Persamaan dalam uji tekan :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

Dimana :

- $\sigma$  = kekuatan tekan (Mpa)
- P = beban tekan (N)
- $A_0$  = luas penampang mula-mula ( $\text{mm}^2$ )
- =  $b \times h$



Gambar 1. Arah beban dan luas penampang benda Uji

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

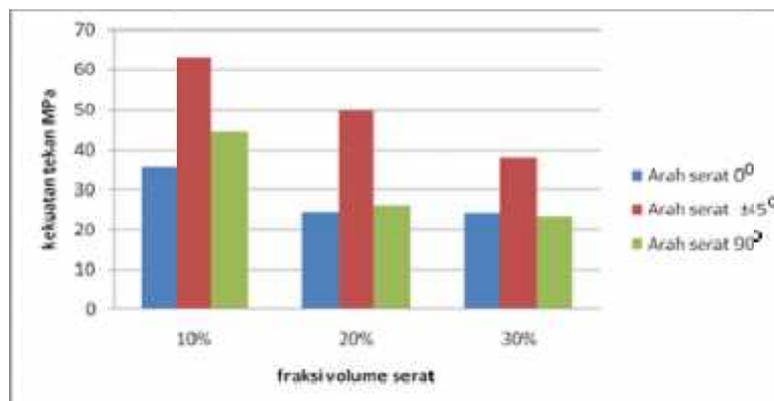
### Analisa sifat kekuatan Tekan

Pengujian tekan pada komposit urea formaldehyde diperkuat serat batang kedelai telah dilakukan dengan menggunakan mesin CBR Tester T104 dengan kapasitas beban 50 KN. Dari Hasil pengujian telah diketahui beban tekan maksimum spesimen komposit, selanjutnya dilakukan perhitungan kekuatan tekan dengan menggunakan persamaan 1 sehingga kekuatan tekan dari 9 jenis komposit dengan pengulangan sebanyak tiga kali telah diketahui dan diperlihatkan dalam tabel 1. Selanjutnya dari tabel 1 telah diperoleh hubungan antara fraksi volume serat dengan arah serat  $0^{\circ}$ ,  $\pm 45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  dengan kekuatan tekan rata-rata komposit *urea formaldehyde* ditunjukkan dalam gambar 2.

Tabel 1. Hasil pengujian kekuatan tekan komposit urea formaldehyde diperkuat serat batang kedelai

No	Fraksi volume serat	Arah serat	Kekuatan Tekan Spesimen (MPa)			Kekuatan Tekan rata-rata (Mpa)
			I	II	III	
1	10%	0 <sup>0</sup>	34,18	38,83	35,50	35,50
		±45 <sup>0</sup>	63,09	62,27	64,04	63,13
		90 <sup>0</sup>	43,85	43,98	46,23	44,69
2	20%	0 <sup>0</sup>	24,56	28,9	24,16	24,20
		±45 <sup>0</sup>	49,55	50,08	50,08	49,9
		90 <sup>0</sup>	26,03	26,44	25,9	26,12
3	30%	0 <sup>0</sup>	23,08	24,69	24,02	23,93
		±45 <sup>0</sup>	37,89	37,49	38,82	38,07
		90 <sup>0</sup>	22,01	23,08	24,02	23,04

Dari gambar 2 dapat diketahui bahwa kekuatan rata-rata komposit semakin menurun seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat. Pada komposisi volume serat 20% dan 30% dengan arah serat 0<sup>0</sup>, dari ketiga spesimen yang telah di uji didapatkan kekuatan tekan rata-rata sebesar 24,20 MPa dan 23,93 MPa , lebih menurun dibandingkan dengan komposisi 10% dengan arah serat yang sama yaitu sebesar 35,50 Mpa, begitu pula dengan arah serat ±45<sup>0</sup> dan 90<sup>0</sup>



Gambar 2. Grafik hubungan fraksi volume serat dengan arah serat 0<sup>0</sup>, ±45<sup>0</sup>, 90<sup>0</sup> dengan kekuatan tekan rata-rata komposit urea formaldehyde.

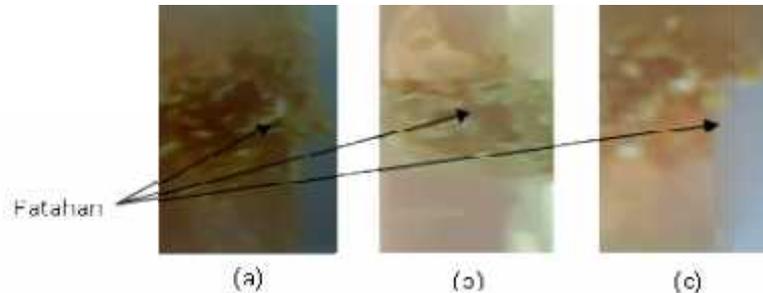
Selanjutnya gambar 2 juga menjelaskan bahwa kekuatan tertinggi rata-rata terdapat pada komposit dengan arah serat ±45<sup>0</sup>, baik pada fraksi volume serat 10%, 20% dan 30%. Hal ini menunjukkan bahwa arah serat mempengaruhi kekuatan tekan komposit. Kekuatan tekan rata-rata paling tinggi terdapat pada arah serat ±45<sup>0</sup> dengan fraksi volume serat 10% yaitu 63,13 Mpa dan kekuatan tekan terendah pada arah serat 90<sup>0</sup> dengan fraksi volume serat 30% sebesar 23,04 Mpa. Kenaikan kekuatan tekan terjadi pada arah serat ±45<sup>0</sup> pada masing-masing fraksi volume serat, hal ini disebabkan karena adanya susunan serat yang berselang seling didalam matrik, susunan ini yang menyebabkan gaya yang ditransfer ditahan dan didistribusikan merata. Selain itu susunan serat pada arah ini lebih baik, dimana semakin baik penyusunan serat maka akan menghasilkan kekuatan yang lebih baik. Penurunan kekuatan tekan terjadi dengan naiknya fraksi volume serat, karena sifat dari serat adalah mampu menahan beban tarik dan sebaliknya tidak mampu menahan beban tekan, bila semakin bertambah serat, secara otomatis mengurangi bahan pengikatnya (matrik) yang menyebabkan ikut melemahnya kekuatan bahan pengikat tersebut. Kurang seragamnya kondisi serat dan tidak ratanya campuran resin dengan serat pada cetakan dan distribusi serat yang kurang merata sehingga energi yang diserap menjadi lebih kecil.

Penurunan kekuatan tekan komposit juga dikarenakan adanya void/lubang pada komposit yang menyebabkan kerusakan yang lebih dahulu sebelum terjadi pengujian. Hal ini bisa dilihat pada gambar 6 untuk fraksi volme serat 10% tidak ada void, sedangkan pada fraksi volume serat 20% dan 30% terdapat void yang bisa dilihat pada Gambar 7 dan 8.

Sedangkan pada arah serat  $\pm 45^\circ$  memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi dari pada arah serat  $0^\circ$  dan  $90^\circ$ , hal ini di sebabkan karena posisi serat yang saling bersilangan membuat beban yang didistribusikan oleh matrik diserap dengan baik dan *interface* resin *urea formaldehyde*-serat batang kedelai yang terbentuk lebih kuat.

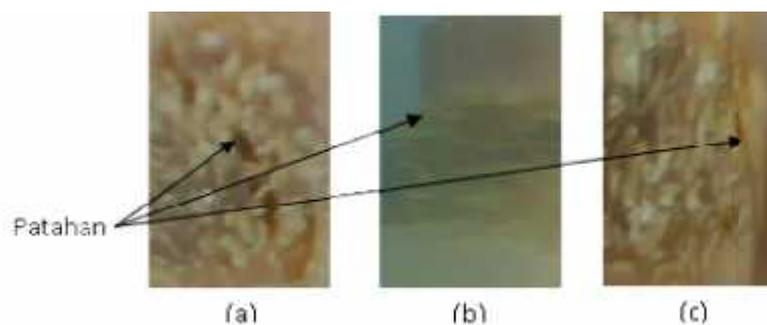
### Bentuk Patahan Pengujian Tekan

Bentuk-bentuk patahan specimen komposit *urea formaldehyde* diperkuat serat batang kedelai diperlihatkan dalam gambar-gambar 3, 4, 5, 6, 7 dan, 8



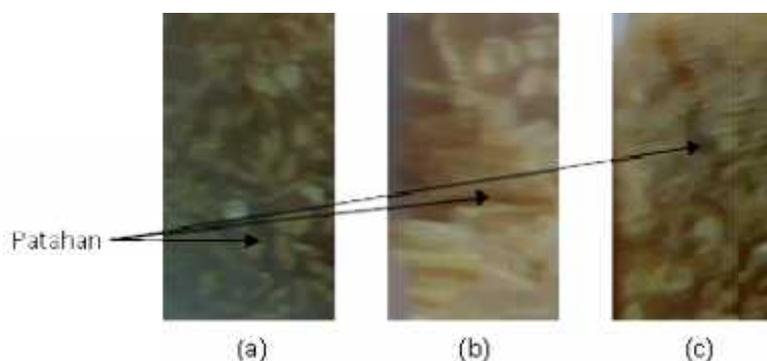
Gambar 3. Foto patahan specimen uji tekan pada fraksi volume serat 10% dengan arah serat (a) $0^\circ$ , (b) $\pm 45^\circ$ , (c)  $90^\circ$  (tampak samping).

Pada variasi fraksi volume serat 10% seperti dilihat pada gambar 3a, 3b, 3c dimana retakan komposit terjadi mengikuti arah serat. Pada bentuk patahan dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patah getas, karena energi yang diserap sedikit yang menyebabkan kekuatannya menjadi rendah.



Gambar 4. Foto patahan specimen uji tekan pada fraksi volume serat 20% dengan arah serat (a) $0^\circ$ , (b) $\pm 45^\circ$ , (c)  $90^\circ$  (tampak samping).

Pada gambar 4, bentuk patahan pada ketiga specimen berbeda-beda. Pada gambar 4a dimana arah serat  $0^\circ$  retakan terjadi secara diagonal mengikuti arah serat. Selanjutnya pada gambar 4b pada arah serat  $\pm 45^\circ$  patahan terletak diatas serat, hal ini terjadi karena serat yang beselang seling saling mengikat sehingga memperkuat ikatan, berbeda dengan arah serat  $90^\circ$  dimana retakan terjadi pada bagian terluar dari serat, yang kemudian merembet kebagian dalam seperti ditunjukkan dalam gambar 4c. Adanya arah serat yang berlawanan pada arah serat  $\pm 45^\circ$  membuat nilai tekan yang dimiliki paling tinggi dibandingkan arah serat  $0^\circ$  dan  $90^\circ$ , Jenis patahan yang terjadi adalah patah getas.



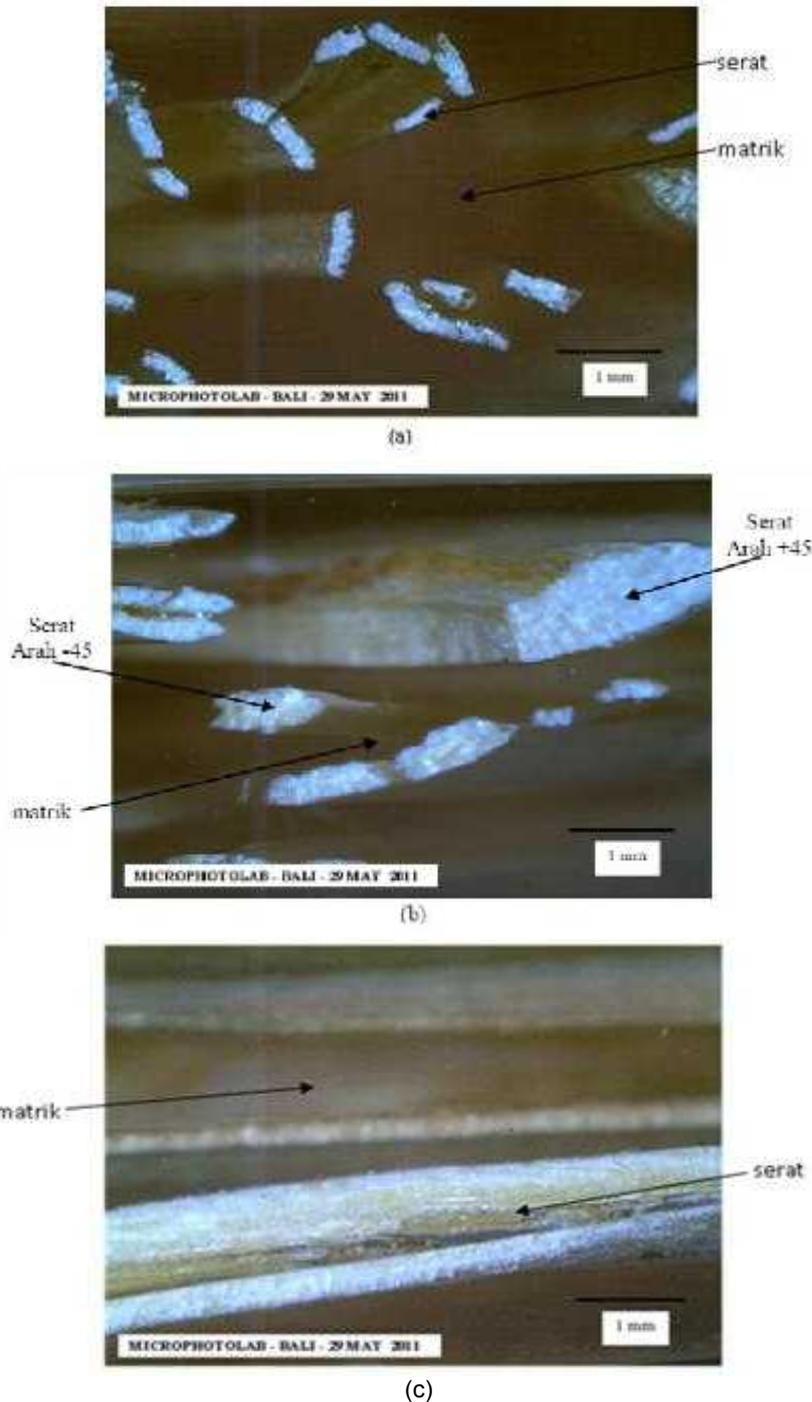
Gambar 5. Foto patahan specimen uji tekan pada fraksi volume serat 30% dengan arah serat (a) $0^\circ$ , (b) $\pm 45^\circ$ , (c)  $90^\circ$  (tampak samping).

Patahan yang terjadi pada gambar 5a, 5b dan 5c menunjukkan jenis patah getas, dimana dapat kita lihat bentuk patahan hanya mengikuti arah serat, tidak memotong atau menggeser serat. Serat masih berada didalam

matrik, yang mengalami patah/retak hanya matriknya saja, sehingga dapat disimpulkan bahwa spesimen hanya mengalami *delamination*.

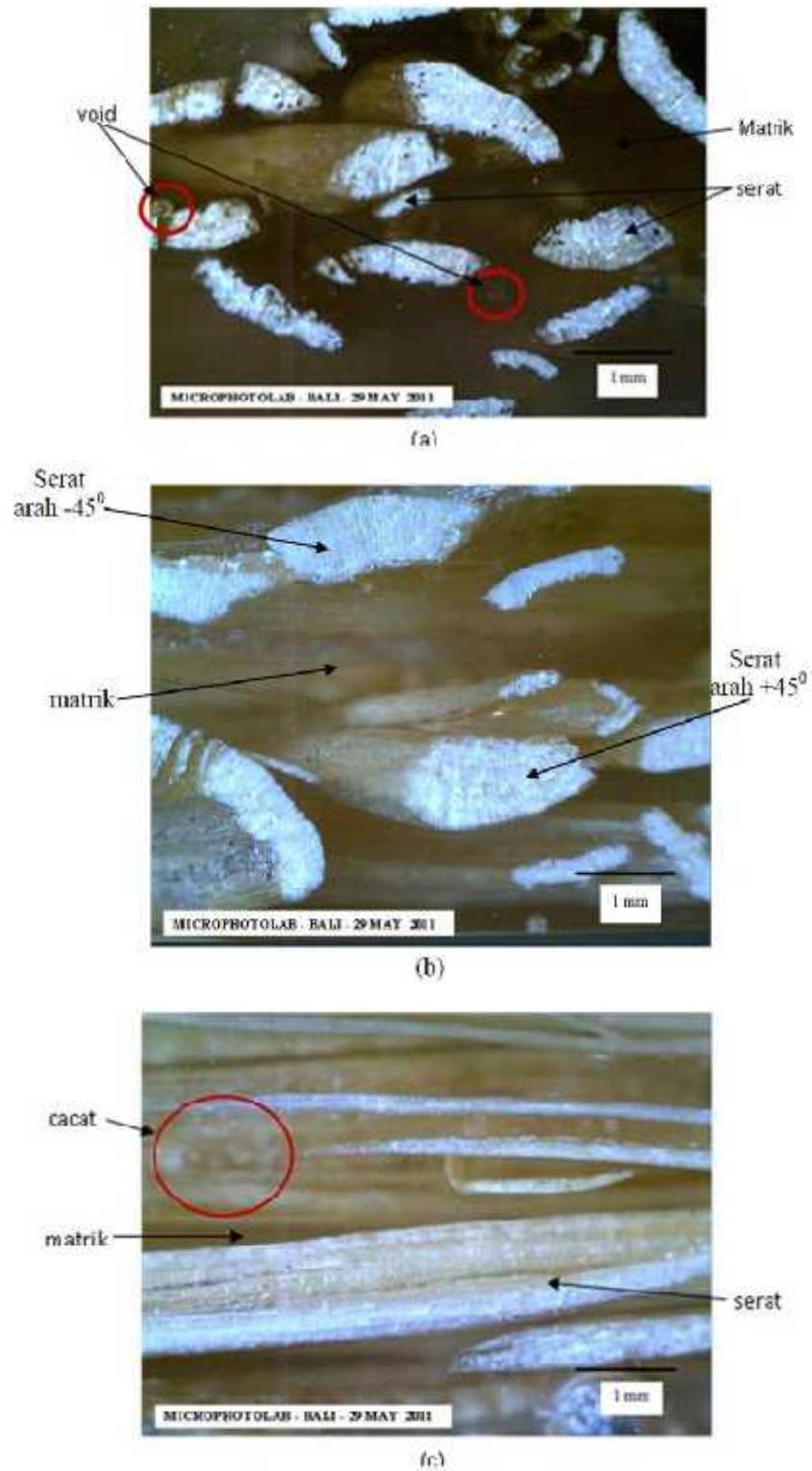
#### Foto Struktur Mikro

Dalam analisis foto mikro dapat diketahui bentuk dan perubahan permukaan dari suatu bahan.



Gambar 6 Foto mikro komposit serat batang kedelai dengan fraksi volume serat 10% dengan arah serat (a)  $0^{\circ}$ , (b)  $\pm 45^{\circ}$ , (c)  $90^{\circ}$

Dari gambar 6 dapat kita lihat matrik dan serat saling mengikat satu sama lain, tidak terdapat celah yang bisa menyebabkan terjadinya void pada komposit. Susunan serat yang terjadi dalam komposit sangat mempengaruhi kekuatan, dimana pada gambar 6a terlihat susunan serat dan letak serat yang lebih merata dibandingkan susunan serat gambar 6b dan 6c. Hal ini yang menyebabkan kekuatan tekan ada arah  $\pm 45^{\circ}$  paling tinggi dibandingkan arah  $0^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$ .



Gambar 7. Foto mikro komposit serat batang kedelai dengan fraksi volume serat 20% dengan arah serat (a)  $0^{\circ}$ , (b)  $\pm 45^{\circ}$ , (c)  $90^{\circ}$



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Foto mikro komposit serat batang kedelai dengan fraksi volume serat 30% dengan arah serat (a)  $0^{\circ}$ , (b)  $\pm 45^{\circ}$ , (c)  $90^{\circ}$

Pada gambar 6, 7 dan 8 memperlihatkan morfologi resin *urea formaldehyde* - serat batang kedelai membentuk *interface* yang cukup kuat. Dimana pada gambar 6a dan 6c komposit dengan arah serat  $0^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$  menunjukkan letak serat yang kurang teratur dibandingkan letak dengan arah serat  $\pm 45^{\circ}$ . Komposit dengan arah serat  $\pm 45^{\circ}$  membentuk *interface* resin urea formaldehyde-serat batang kelapa yang lebih kuat sehingga menyebabkan kekuatannya menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan  $0^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$ .

#### 4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar fraksi volume serat batang kedelai (10%, 20%, 30%) dengan arah serat  $0^{\circ}$ ,  $\pm 45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  maka kekuatan tekannya semakin menurun, dengan kekuatan tekan tertinggi pada fraksi volume serat 10% dengan arah serat  $\pm 45^{\circ}$  yaitu sebesar 63,13 Mpa dan kekuatan tekan terendah pada fraksi volume serat 30% dengan arah serat  $90^{\circ}$  sebesar 23,04 Mpa. Pada foto struktur mikro memperlihatkan morfologi interface serat-resin yang cukup kuat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustinus dkk, **Komposit Laminat Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Socket Prosthesis**, *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin* Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2009.
- [2] Anonim, **Resin Urea Formaldehyde**, [www.google.com/resin urea formaldehyde](http://www.google.com/resin%20urea%20formaldehyde), 2009. ( diunduh pada September 2010).
- [3] Hartanto, Ludi, **Study Perlakuan Alkali dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik, dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Polyester BQTN 157**, *Tugas akhir*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2009.
- [4] Slamet, Kumiawan, **Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Bending dan Impak pada Komposit Serat Kulit Kayu Sengon Acak dengan Matrik Polyester BQTN 157**, *Tugas akhir*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2009.
- [5] Sari, N.H, Taufan, A, **Karakteristik ketangguhan impact dan kekuatan tarik komposit hybrid serat batang kelapa /serat gelas menggunakan matrik urea formaldehyde**, *Jurnal Teknik Mesin ITS, Surabaya*. ISSN 1411-9471, vol. 11. Nomor 3, hal 240-248, 2011.
- [6] Sabari, **Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik, Harga Impak dan Kemampuan Serapan bunyi dari Komposit Serat Sabut Kelapa Anyaman 3D**, *Tugas Akhir*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2009.
- [7] Wikipedia, **Kedelai**, [www.google.com/tanaman kedelai:2010](http://www.google.com/tanaman%20kedelai:2010) ( di unduh pada tanggal 12 Agustus 2010)