

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

Penelitian tentang pengaruh jumlah volume *filler* wt% terhadap kekuatan *flexural* resin komposit nanosisal telah dilaksanakan. Hasil penelitian didapatkan dari hasil kekuatan *flexural* sampel penelitian berupa resin komposit nanosisal dan kandungan nanosisal sebesar 60% 65%, 70% diuji dengan menggunakan alat *universal testing machine*. Angka nilai kekuatan *flexural* (*three point bending test*) yang didapatkan kemudian dihitung menggunakan rumus uji kekuatan *flexural* (MPa)  $\sigma = 3FL/3bd^2$  (Anusavice, 2004) dengan hasil tertera pada tabel I.

Tabel 2. Nilai uji kekutan *flexural* resin komposit *nanosisal*

Sampel	Kontrol	60%	65%	70%
1	1,37	20,39	16,46	6,21
2	17,4	10,93	30,07	23,55
3	28,36	31,92	15,27	10,09
4	16,65	32	22,68	20,06
5	5,49	6,43	20,6	13,31
Total	69,27	101,67	105,08	73,22
rata-rata	13,85	20,33	21,02	14,64
Sd	10,68	11,75	5,89	7,11

Pada tabel 2 terlihat bahwa nilai rata-rata kekuatan *flexural* resin komposit *nanosisal* mengalami perubahan dari 60%, 65%, dan 70%. Nilai kekuatan *flexural* terendah terlihat pada kelompok nanosisal kontrol (  $X = 13,85$ ), sedangkan nilai

kekuatan *flexural* tertinggi pada kelompok nanosisal 65% ( $X = 21,02$ ). Selanjutnya data dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Saphiro-Wilk*.

Tabel 3. Hasil uji normalitas data kekuatan *flexural* resin komposit nanosisal

<i>Shapiro –Wilk</i>			
Variabel	Statistik	Derajat bebas	Sig.
60%	0,882	5	0,316
65%	0,927	5	0,575
70%	0,959	5	0,803
RK kontrol	0,949	5	0,728

Hasil perhitungan uji normalitas data menunjukkan bahwa distribusi data tiap kelompok perlakuan adalah normal. Pada pengujian hipotesis, jika data tiap perlakuan kelompok terdistribusi normal maka dapat dilakukan uji parametrik. Selanjutnya, data diuji dengan *Oneway Anova*.

Tabel 4. Ringkasan *Oneway Anova* nilai kekuatan *flexural* resin komposit nanosisal.

	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F hitung	Sig.
Antara kelompok	209,19	3	69,73	0,827	0,498
Dalam kelompok	1349,704	16	84,357		
Total	1558,895	19			

Hasil perhitungan *Oneway Anova* pada tabel 4 menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh penambahan *filler* 60%, 65%, dan 70% terhadap kekuatan *flexural* resin komposit nanosisal.

Tabel 5. Tabel ringkasan pengujian  $LSD_{0,05}$  beda nilai rata-rata kekuatan *flexural* resin komposit nanosisal pada tiap kelompok.

Variabel	Kontrol	60%	65%	70%
Kontrol	-	-6,48000	-7,16200	-,79000
60%	6,48000	-	-,68200	5,69000
65%	7,16200	,68200	-	6,37200
70%	,79000	-5,69000	-6,37200	-

Hasil perhitungan  $LSD_{0,05}$  menunjukkan adanya perbedaan nilai rata-rata kekuatan *flexural* resin komposit nanosisal yang tidak signifikan pada tiap kelompok.

## B. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan rata – rata pada masing – masing variabel perlakuan. Rata – rata nilai kekuatan *flexural* resin komposit *nanofiller* sintetik sebesar 13,85 Mpa, mengalami peningkatan menjadi 20,33 Mpa pada penambahan *filler* resin komposit nanosisal 60%, dan meningkat lagi menjadi 21,02 Mpa pada penambahan *filler* resin komposit nanosisal 65%. Kekuatan *flexural* resin komposit nanosisal terjadi penurunan dengan penambahan *filler* 70% menjadi sebesar 14,64 Mpa.

Peningkatan resin komposit nanosisal dengan *filler* 60% dan 65% dengan adanya partikel berupa *filler*, maka pada beberapa daerah pada resin sebagai matriks akan terisi oleh partikel tersebut. Mekanisme penguatannya adalah, bahwa dengan adanya partikel, maka jarak antara bagian polimer yang strukturnya kristalin (berbentuk seperti lempengan/*lamellar*) akan diperpendek oleh adanya partikel tadi. Dengan semakin meningkatnya jumlah partikel yang ada (sampai pada batasan

tertentu dimana matriks masih mampu mengikat partikel), maka deformasi yang terjadi juga akan semakin berkurang, karena beban yang sebelumnya diterima oleh matriks akan diteruskan atau ditanggung juga oleh partikel sebagai penguat. Hal inilah yang menyebabkan peningkatan tertinggi pada resin komposit nanosisal penambahan *filler* 65%, karena tegangan yang diberikan pada spesimen akan terdistribusi secara merata karena beban yang juga ikut disanggah oleh partikel, dan matriks disini akan lebih berfungsi sebagai pendistribusi tegangan (Gapsari & Setyarini, 2010).

Modulus *flexural* meningkat dengan meningkatnya pemuatan serat karena penguatan serat, kekuatan *flexural* tertinggi sebesar kandungan *filler* 65% nanosisal resin komposit yang diperoleh adalah karena distribusi serat yang lebih baik dalam matriks. Penurunan kekuatan *flexural* disebabkan oleh aglomerasi dan dispersi serat yang buruk pada matriks polimer pada konsentrasi serat yang lebih tinggi, sehingga tidak memadainya adhesi matriks serat dan transmisi nonuniform dari tekanan yang diterapkan (Sudhakara dkk., 2013).

Ikatan antara matriks dan *filler* harus kuat. Apabila ikatan yang terjadi cukup kuat, maka mekanisme penguatan dapat terjadi. Tetapi apabila ikatan antar permukaan partikel dan matriks tidak bagus, maka yang terjadi adalah *filler* hanya akan berperan sebagai *impurities* atau pengotor saja dalam spesimen. Hal ini terjadi pada resin komposit nanosisal penambahan *filler* 70%, dimana tegangan banyaknya *filler* resin sebagai matriks tidak akan dapat mengikat dengan baik *filler* yang masuk. Akibatnya *filler* akan terjebak dalam matriks tanpa memiliki ikatan yang kuat dengan matriksnya. Sehingga akan ada udara yang terjebak dalam matriks

dapat menimbulkan cacat pada spesimen. Akibatnya beban atau tegangan yang diberikan pada spesimen tidak akan terdistribusi secara merata. Hal inilah yang menyebabkan turunnya kekuatan mekanik pada komposit (Gapsari & Setyarini, 2010).

Sifat dasar dari *Agave Sisalana* sebagai *filler* dalam resin komposit nanosisal ini sebenarnya perlu diperhatikan. Sisal merupakan bahan yang sebagian besar terdiri dari 78% selulosa, 8% lignin, 10% hemi-selulosa, 2% wax, 1% ash dan 21-24% pentosan. Karenanya, selulosa dari sisal bersifat hidrofilik, serta dapat terdegradasi secara biologis (Kusumastuti, 2009). Sifat-sifat itu menyebabkan kandungan sisal yang terlalu banyak kurang memberikan kekuatan yang efektif bila digabungkan dengan matriks resin komposit yang bersifat hidrofobik. Kurangnya transfer tegangan dari matriks polimer ke bantalan beban serat alami. Ini disebabkan oleh adhesi yang lemah akibat dispersi yang buruk dan tidak sesuai antara serat alami hidrofilik dan polimer hidrofobik (Chattopadhyay dkk., 2009).

Kelompok kontrol memiliki nilai *flexural* terendah karena pada saat mekanisme polimerisasi, monomer memiliki konversi ikatan rangkap yang tidak sempurna setelah polimerisasi ketika komposit dikeraskan (Dickens dkk., 2003) (Lovell dkk., 1999). Selanjutnya, mobilitas molekul monomer dan oligometrik menurun saat jaringan terbentuk. Hal ini menyebabkan terperangkapnya monomer dan kelompok metakrilat tambahan yang tidak bereaksi dalam bahan. Oleh karena itu, bahan telah mengurangi kekuatan akibat rendahnya tingkat konversi (Ferracane dkk., 1997). Pemilihan monomer mempengaruhi reaktivitas, viskositas, penyusutan

polimerisasi, sifat mekanik, penyerapan air dan ekspansi higroskopis (Moszner & Salz, 2001).

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa pengaruh jumlah volume *filler* wt% terhadap kekuatan *flexural* resin komposit nanosisal adalah tidak signifikan, sehingga hipotesis yang telah dibuat oleh penulis tidak diterima.

Tidak adanya pengaruh kekuatan *flexural* yang signifikan pada penelitian ini disebabkan oleh kelembaban *filler* pada matriks resin komposit nanosisal. *Interface bonding* antara serat dan matriks mendapatkan peran penting dalam menentukan sifat mekanik komposit. Sejak tegangan ditransfer antara matriks dan serat di seberang *interface*, diperlukan *interface bonding* yang baik untuk mencapai penguatan optimal, walaupun dimungkinkan untuk memiliki *interface* yang terlalu kuat, sehingga dapat memungkinkan perambatan retak yang dapat mengurangi kekerasan dan kekuatan. Namun, untuk serat komposit berbasis tanaman biasanya ada interaksi terbatas antara serat hidrofilik dan matriks yang umumnya hidrofobik yang menyebabkan ikatan *interface* yang buruk yang membatasi kinerja mekanis serta ketahanan terhadap kelembaban rendah yang mempengaruhi sifat jangka panjang. Agar ikatan terjadi, serat dan matriks harus dibawa ke dalam *intimate contact*, *wettability* dapat dianggap sebagai prekursor penting untuk ikatan. Pembungkus serat yang tidak mencukupi menghasilkan cacat *interface* yang dapat bertindak sebagai konsentrator tegangan. *Wettability* pada serat telah ditunjukkan mempengaruhi kekerasan, kekuatan tarik dan kekuatan *flexural* komposit (Pickering dkk., 2016).

*Wettability* adalah kemampuan matriks untuk membasahi serat. Perilaku mampu basah atau tidak mampu basah permukaan padat oleh suatu cairan diukur secara sederhana menggunakan sudut kontak pada droplet (Yudhanto dkk., 2016). Cara pengukuran kuantitatif yang melibatkan sudut kontak ( $\theta$ ) antara permukaan serat-matriks, yakni memberikan cairan yang ditempatkan di atas permukaan padat lalu jika permukaan semakin kecil sudut kontak *wettability* semakin baik, sehingga matriks sebagai media perkat serat harus memiliki kemampuan melapisi luas permukaan serat secara optimal (Musarif dkk., 2014)