

SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK SERTA STRUKTUR MIKRO KOMPOSIT RESIN YANG DIPERKUAT SERAT DAUN PANDAN ALAS (*Pandanus dubius*)

Citra Mardatillah Taufik, Astuti

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

e-mail: citra_012@rocketmail.com, tuty_phys@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang sintesis dan karakterisasi sifat mekanik serta struktur mikro komposit resin yang diperkuat serat daun pandan alas (*Pandanus dubius*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi massa serat dan susunan serat yang ditinjau dari kekuatan tarik, kekuatan tekan serta struktur mikro dari komposit resin yang berpenguat serat daun pandan alas (*Pandanus dubius*). Serat daun pandan alas (*Pandanus dubius*) berfungsi sebagai penguat dan resin poliester-MEKPO berfungsi sebagai matriks. Karakterisasi kuat tekan dan kuat tarik komposit dilakukan dengan alat uji tekan dan uji tarik (wekob 32559 Galdabini). Nilai uji tarik dan uji tekan maksimum diperoleh pada perbandingan poliester dan katalis yaitu (99 : 1) %. Nilai kuat tarik resin poliester-serat daun pandan alas tertinggi diperoleh pada penambahan serat 0,8 g yaitu sebesar 354,16 N/cm² dan nilai kuat tekan resin poliester-serat daun pandan alas tertinggi diperoleh pada penambahan serat 1 g yaitu sebesar 1783,67 N/cm².

Kata kunci : *pandanus dubius*, poliester, komposit, katalis, kuat tekan, kuat tarik, struktur mikro

ABSTRACT

The research on synthesis and characterization of mechanical properties with micro structure of composite resin strengthened by fiber of Pandanus dubius has been done. The purpose of this research is to discover the influences of fiber mass variation and fiber composition to tensile strength, compressive strength, and micro structure of composite. Fiber of Pandanus dubius was used as strengthener and polyester resin – MEKPO was used as matrix. Characterization of tensile strength and compressive strength of composite were obtained by using tensile test equipment and compressive test equipment (wekob 32559 Galdabini). The highest tensile strength and compressive test are obtained in the comparison of polyester and catalyst (99: 1)%. The highest value of tensile strength of composite obtained by addition of 0.8 g and 1 g fiber is 354.16 N/cm² and 1783.67 N/cm², respectively.

Keywords: pandanus dubius, polyester, composite, catalyst, compressive strength, tensile strength, micro structure

I. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan komposit sebagai alternatif pengganti bahan logam dalam bidang rekayasa sudah semakin meluas. Hal ini disebabkan oleh adanya keuntungan penggunaan bahan komposit seperti konstruksi menjadi lebih ringan, mudah dibentuk, tahan terhadap korosi dan proses pembuatan yang mudah serta tidak memerlukan investasi yang besar. Komposit banyak digunakan sebagai bahan pengganti, misalnya pembuatan tangki dan pipa-pipa yang biasa digunakan di pabrik-pabrik kimia. Akhir-akhir ini komposit dikembangkan di bidang otomotif dan bangunan. Pada industri tersebut komponen yang dibutuhkan lebih ringan namun memiliki karakteristik yang handal.

Komposit merupakan sejumlah sistem multifasa sifat gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat unsur utama. Penguat komposit adalah serat karena serat menentukan karakteristik bahan komposit seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lain. Matriks bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik, dan meneruskan gaya dari suatu serat ke serat lain. Matriks dapat berupa keramik dan logam di samping berupa polimer. Bahan komposit menggabungkan keunggulan kekuatan dan kekakuan serat dengan massa jenis yang rendah. Hasilnya suatu bahan yang ringan tetapi kuat dan kaku. Dengan demikian, bahan ini mempunyai harga modulus spesifik dan modulus kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan bahan lain seperti logam.

Pada saat ini matriks yang sering dipakai adalah polimer, salah satunya adalah resin poliester. Jenis dari resin poliester yang digunakan sebagai matriks komposit adalah tipe yang tidak jenuh (unsaturated polyester) yang merupakan termoset yang dapat mengalami pengerasan dari fasa cair menjadi fasa padat saat memperoleh perlakuan yang tepat. Resin poliester tipe tidak jenuh sering disebut juga dengan resin poliester saja. Pada umumnya poliester tahan terhadap asam kecuali asam pengoksidasi, tetapi lemah terhadap alkali. Bila dimasukkan ke dalam air mendidih dalam waktu yang lama (300 jam) bahan akan pecah dan retak-retak. Kemampuan terhadap cuaca sangat baik. Tahan terhadap kelembaban dan sinar UV bila dibiarkan di luar, tetapi sifat tembus cahaya rusak dalam beberapa tahun. Bahan ini dapat digunakan secara luas sebagai bahan komposit (Surdia, 1995). Untuk mempercepat proses pengeringan pada bahan matriks suatu komposit digunakan katalis. Pada penelitian ini katalis yang digunakan adalah katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide (MEKPO)* dengan bentuk cair dan berwarna bening, yang merupakan hasil dari reaksi *Methyl Ethyl Ketone* dengan *Hidrogen Peroxide*. Beberapa alasan dalam memilih komposit, alasan penggunaan dan aplikasinya, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Alasan pemilihan komposit

Alasan yang digunakan	Material yang dipilih	Aplikasi
Ringan, kaku dan kuat	Boron, semua karbon/ grafit dan beberapa jenis aramid	Peralatan, militer
Tidak mempunyai nilai ekspansi termal	Karbon/ grafit yang mempunyai nilai modulus yang sangat tinggi	Untuk peralatan luar angkasa, contohnya sensor optik pada satelit
Tahan terhadap perubahan lingkungan	<i>Fiberglass, vinylester, bisphenol A</i>	Untuk tangki dan sistem perpipaan, tahan korosi dalam industri kimia.

(Sumber : Harper, 2002)

Biaya produksi untuk pembuatan serat yang tinggi dan limbah yang tidak dapat didaur ulang menjadikan motivasi para peneliti untuk mencari dan mempelajari serat alami sebagai pengganti serat sintesis. Serat daun pandan alas (*Pandanus dubius*) merupakan sesuatu yang menarik untuk diteliti karena daun pandan alas (*Pandanus dubius*) banyak kita jumpai di sekeliling kita. Dalam pembentukan komposit ini serat daun pandan alas digunakan sebagai material pengisi (*filler*).

Mujiyono dan Didik (2006) melakukan penelitian tentang pemanfaatan serat daun pandan alas sebagai pengisi alternatif pengganti *fiber glass*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik serat pandan alas dapat mencapai $72,44 \text{ kg/mm}^2$ yang berarti 3 kali lebih tinggi dari kekuatan tarik *fiber glass* yaitu $21,65 \text{ kg/mm}^2$. Begitu juga dengan berat jenis dari serat pandan alas, berat jenis serat pandan alas 3 kali lebih besar dari berat jenis *fiber glass*.

Maulida (2006) telah melakukan penelitian dengan membuat komposit polipropilena dengan pengisi serat daun pandan dan serat batang pisang. Polipropilena yang digunakan sebagai matriks terlebih dahulu dilarutkan dalam xylene pada temperature $160 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan konsentrasi polipropilena terhadap xylene 10, 20 dan 30 %. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan tarik serat daun pandan lebih baik dibandingkan kekuatan tarik serat batang pisang dengan ketebalan yang sama. Nilai kekuatan tarik tertinggi didapat pada konsentrasi polipropilena 30%.

II. METODE

Pembuatan komposit terlebih dahulu dilakukan dengan mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Sebelum sampel diuji tarik dan uji tekan, terlebih dahulu dibuat sampel dengan variasi katalis yaitu 1 %, 2 %, 3 %, 4 % dan 5 %. Resin poliester dan katalisnya dicampurkan ke dalam suatu wadah dan diaduk selama 10 menit. Setelah itu, campuran poliester dan katalis dituangkan ke dalam masing-masing cetakan yang telah dioles dengan *Kit original paste wax* agar benda uji mudah diambil dari cetakan. Kemudian sampel dikeringkan

sampai kering yang selanjutnya akan dikarakterisasi uji tarik dan uji tekannya. Nilai untuk kuat tarik dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$\sigma_t = \frac{P_t}{A_t} \tag{1}$$

dengan σ_t adalah kuat tarik maksimal (N/cm²), P_t adalah beban tarik (N) dan A_t adalah luas awal penampang (cm²) dan nilai untuk kuat tekan dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$\sigma_c = \frac{P_c}{A_c} \tag{2}$$

dengan σ_c adalah kuat tekan (N/cm²), P_c adalah gaya maksimum penekan yang tegak lurus permukaan (N) dan A_c adalah luas bidang komposit yang ditekan (cm²).

Nilai kuat tarik dan kuat tekan tertinggi dari masing-masing komposisi bahan poliester dan katalis tersebut akan digunakan untuk pencampuran bahan serat. Untuk pembuatan komposit dengan pencampuran bahan serat, campuran poliester dan katalis yang digunakan adalah poliester 99 % dan katalis 1 %, campuran poliester dan katalis dituangkan dalam cetakan yang sudah dioles dengan *Kit original paste wax*. Setelah itu, serat disusun pada cetakan dengan susunan serat searah (serat panjang). Kemudian, campuran tersebut juga dikeringkan sampai kering.

Setelah komposit tersebut kering, maka pengujian tarik dan tekan sudah dapat dilakukan, begitu juga dengan melihat ikatan yang terjadi antara matriks dan serat dari komposit dengan menggunakan mikroskop optik. Struktur mikro dalam komposit berpenguat serat ditunjukkan dengan besar, bentuk, orientasi serat, dan kelakuan dimana mereka terdistribusi. Tahap-tahap yang harus dilakukan dalam pengamatan struktur mikro adalah pemotongan (*sectioning*), pengamplasan (*grinding*), dan pemotretan.

Spesimen uji kuat tarik dibuat sesuai ASTM D-638 dengan ukuran cetakan (16,5 x 1,9 x 0,6) cm³ dengan variasi massa serat yaitu 0 g; 0,2 g; 0,4 g; 0,6 g; 0,8 g dan untuk spesimen uji kuat tekan sesuai dengan ASTM D-695 dengan ukuran cetakan (5 x 5 x 5) cm³ dengan variasi massa serat 0 g; 0,5 g; 1 g; 1,5 g dan 2 g.

III. HASIL DAN DISKUSI

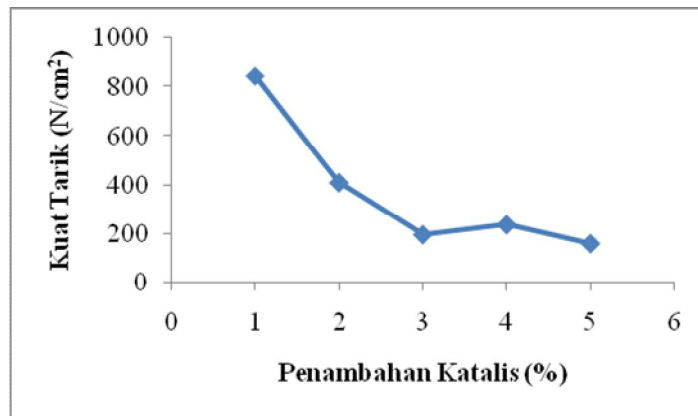
3.1 Kuat tarik resin poliester sebelum penambahan serat daun pandan alas (*Pandanus dubius*)

Data hasil pengukuran kuat tarik poliester terhadap variasi katalis dapat ditunjukkan pada Tabel 2 dan hubungan antara kuat tarik dan variasi katalis ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 2 Data hasil pengukuran kuat tarik poliester terhadap variasi katalis

No	Volume poliester (%)	Volume katalis (%)	Luas bidang tarik (cm ²)	P_{td} (N)	Kuat tarik (N/cm ²)
1	99	1	4,27	3590	840,74
2	98	2	4,41	1800	408,16
3	97	3	5,12	1000	195,31
4	96	4	7,20	1700	236,11
5	95	5	6,30	1000	158,73

Berdasarkan Gambar 1, nilai kuat tarik tertinggi diperoleh dengan penambahan katalis 1 % yaitu sebesar 840,74 N/cm². Penambahan katalis mempengaruhi kuat tarik dari poliester, dimana penambahan katalis menyebabkan kuat tarik dari poliester, dimana penambahan katalis menyebabkan kuat tarik menurun. Penurunan nilai kuat tarik terendah terjadi pada penambahan katalis sebanyak 5 %. Hal ini terjadi karena penambahan katalis yang terlalu banyak pada matriks, sehingga menyebabkan komposit menjadi rapuh. Perbedaan hasil kuat tarik pada tiap-tiap penambahan katalis membuktikan bahwa penambahan katalis pada poliester akan mempercepat proses pengeringan. Pada komposit dengan penambahan katalis 4 %, *void* yang terbentuk sedikit, sehingga nilai kuat tarik dari komposit tersebut meningkat.



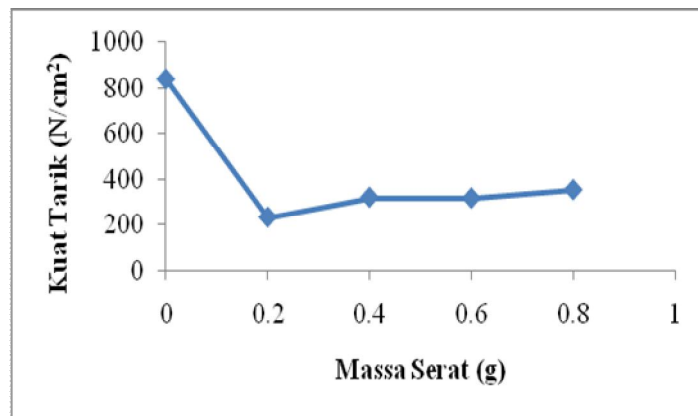
Gambar 1 Grafik hubungan penambahan katalis terhadap kuat tarik komposit resin poliester

3.2 Kuat tarik resin poliester setelah penambahan serat daun pandan alas (*Pandanus dubius*)

Data hasil pengukuran kuat tarik poliester terhadap variasi massa serat ditunjukkan pada Tabel 3 dan grafik hubungan pengaruh penambahan serat daun pandan alas terhadap kekuatan tarik komposit dilihat pada Gambar 2. Hasil foto mikro setelah dilakukan pengujian tarik dilihat pada Gambar 3.

Tabel 3 Data hasil pengukuran kuat tarik poliester terhadap variasi massa serat

No	Volume poliester (%)	Volume katalis (%)	Massa serat (g)	Luas bidang tarik (cm ²)	P_{tarik} (N)	Kuat tarik (N/cm ²)
1	99	1	0,0	4,27	3590	840,74
2			0,2	4,20	980	233,33
3			0,4	4,27	1370	320,84
4			0,6	3,78	1200	317,46
5			0,8	4,80	1700	354,16

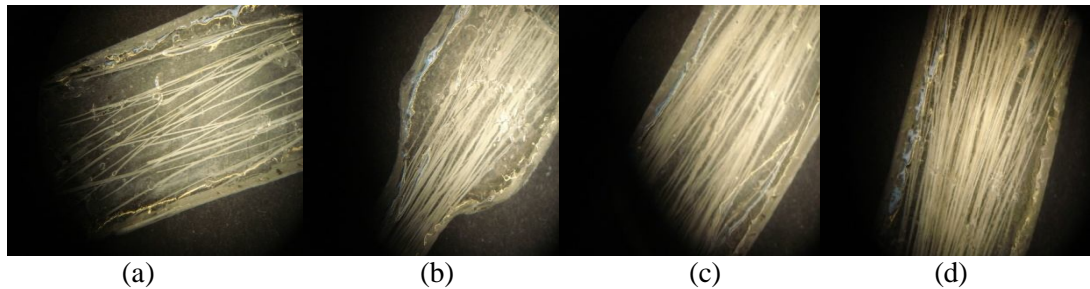


Gambar 2 Grafik hubungan variasi massa serat terhadap kuat tarik komposit resin poliester

Berdasarkan Gambar 2, grafik hubungan antara variasi massa serat daun pandan alas terhadap kekuatan tarik komposit dapat dilihat bahwa variasi massa serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dari komposit. Pada komposit yang telah dicampur serat ditunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit meningkat pada penambahan serat 0,2 g dan 0,4 g. Peningkatan kekuatan tarik ini dipengaruhi oleh daya ikat antara serat dan matriks yang sempurna serta penambahan variasi massa serat daun pandan alas pada komposit.

Pada penambahan massa serat 0,6 g, kekuatan tarik menurun sebesar 3,38 N/cm². Penurunan nilai kuat tarik ini diperkirakan karena tidak sempurnanya ikatan antara serat dan matriks seiring dengan penambahan massa serat pada komposit sehingga menimbulkan

banyaknya rongga-rongga kecil pada bahan. Hal ini dapat terlihat pada pengamatan struktur mikro pada Gambar 3 (c).



Gambar 3 Hasil foto mikroskop optik dari komposit resin poliester-serat daun pandan alas untuk sampel uji kuat tarik dengan penambahan serat : (a) 0,2 g; (b) 0,4 g; (c) 0,6 g ; (d) 0,8 g

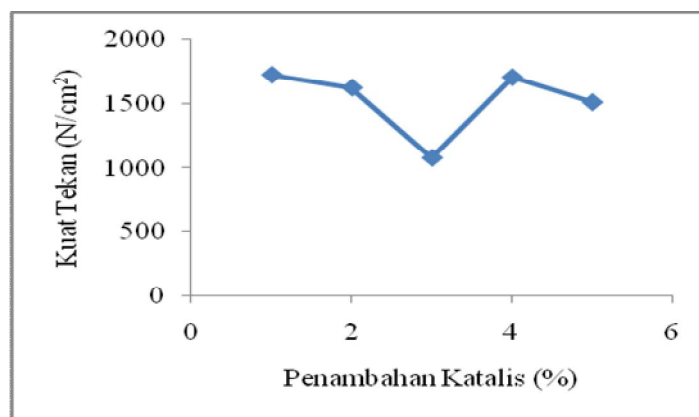
Nilai kuat tarik tertinggi pada komposit yang telah dicampur serat terdapat pada variasi massa serat 0,8 g. Pada Gambar 3 (d) dapat dilihat bahwa komposit dengan penambahan serat 0,8 g terlihat adanya void pada komposit tersebut, namun karena dengan penambahan massa serat yang banyak menyebabkan komposit menjadi kuat dibandingkan dengan komposit dengan penambahan serat 0,2 g ; 0,4 g dan 0,6 g. Jika dibandingkan dengan poliester murni, terlihat komposit dengan adanya penambahan serat memiliki kuat tarik yang lebih rendah. Hal ini terjadi karena daya ikat yang tidak sempurna antara matriks dan serat mengakibatkan banyaknya terdapat gelembung udara (*void*) pada komposit sehingga kuat tarik dari komposit menjadi menurun.

3.3 Kuat tekan resin poliester sebelum penambahan serat daun pandan alas (*Pandanus dubius*)

Data hasil pengukuran kuat tekan poliester terhadap variasi katalis dapat ditunjukkan pada Tabel 4 dan grafik hubungan antara kuat tekan dan variasi katalis ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 4 Data hasil pengukuran kuat tekan poliester terhadap variasi katalis

No	Volume poliester (%)	Volume katalis (%)	Luas bidang tekan (cm ²)	P_u (N)	Kuat tekan (N/cm ²)
1	99	1	23,52	40600	1726,19
2	98	2	22,08	35890	1625,45
3	97	3	20,64	22320	1081,39
4	96	4	23,52	40160	1707,48
5	95	5	23,04	34840	1512,15



Gambar 4 Grafik hubungan penambahan katalis terhadap kuat tekan komposit resin poliester

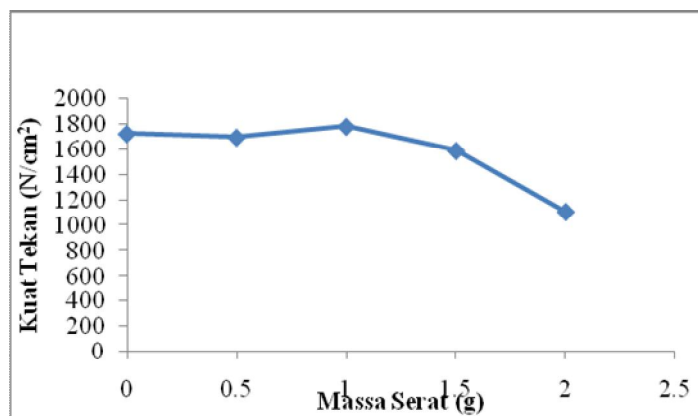
Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh dengan penambahan katalis 1 % yaitu sebesar 1726,19 N/cm². Komposit dengan penambahan katalis 1 %, menghasilkan komposit yang tidak memiliki gelembung udara (*void*). Penambahan katalis yang terlalu banyak juga mempengaruhi kuat tekan dari poliester, dimana penambahan katalis menyebabkan kuat tekan menurun. Penurunan nilai kuat tekan terendah terjadi pada penambahan katalis sebanyak 3 %. Hal ini diperkirakan karena terlihat banyak terdapatnya gelembung udara (*void*) pada komposit seiring dengan penambahan katalis sehingga menurunkan kekuatan mekanik komposit. Pada komposit dengan penambahan katalis 4 % dan 5 %, *void* yang terbentuk sedikit, sehingga nilai kuat tekan dari komposit tersebut meningkat.

3.4 Kuat tekan resin poliester setelah penambahan serat daun pandan alas (*Pandanus dubius*)

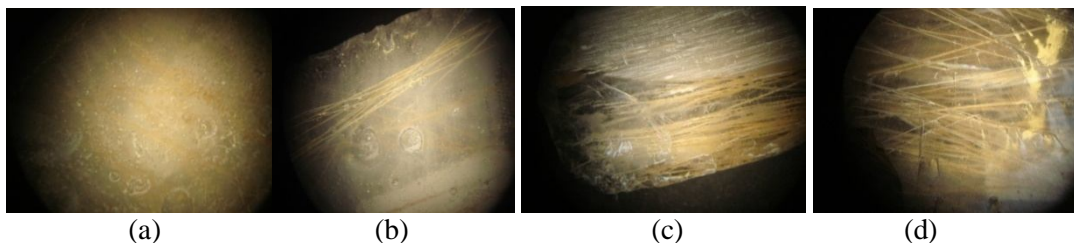
Data hasil pengukuran kuat tekan poliester terhadap variasi massa serat ditunjukkan pada Tabel 5 dan grafik hubungan pengaruh penambahan serat daun pandan alas terhadap kuat tekan komposit ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil foto mikro setelah dilakukan pengujian tekan dilihat pada Gambar 6.

Tabel 5 Data hasil pengukuran kuat tekan poliester terhadap variasi massa serat

No	Volume poliester (%)	Volume katalis (%)	Massa serat (g)	Luas bidang tekan (cm ²)	F_u (N)	Kuat tekan (N/cm ²)
1	99	1	0	23,52	40600	1726,19
2			0,5	22,5	38200	1697,77
3			1	24,5	43700	1783,67
4			1,5	24	38200	1591,66
5			2	22	24400	1109,09



Gambar 5 Grafik hubungan variasi massa serat terhadap kuat tekan komposit resin polyester



Gambar 6 Hasil foto mikroskop optik dari komposit resin poliester-serat daun pandan alas untuk sampel uji kuat tekan dengan penambahan serat : (a) 0,5 g; (b) 1 g; (c) 1,5 g ; (d) 2 g

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan tertinggi komposit diperoleh pada komposit dengan penambahan serat 1 g sebesar 1783,67 N/cm². Komposit dengan penambahan serat 1 g ini, mempunyai daya ikat antara matriks dan serat tidak sempurna, tetapi karena

adanya penambahan serat dengan massa yang tepat mengakibatkan kekuatan komposit tersebut menjadi kuat. Hal ini dapat dilihat pada pengamatan struktur mikro pada Gambar 6 (b). Selain itu, pada komposit penambahan serat 1 g ini merupakan komposit dengan penambahan serat yang optimum dimana resin poliester mampu mengikat serat dengan baik.

Penambahan serat daun pandan alas yang terlalu banyak ternyata juga dapat mengakibatkan kuat tekan dari komposit melemah karena matriks dari komposit yaitu resin poliester tidak dapat mengikat volume serat yang banyak dibandingkan dengan volumenya, sehingga resin poliester yang berfungsi sebagai pengikat tidak lagi dapat mengikat serat dengan baik. Hal ini dapat dilihat pada penambahan serat daun pandan alas 1,5 g nilai kuat tekannya 1591,66 N/cm² dan pada penambahan serat daun pandan alas 2 g dengan kuat tekan sebesar 1109,09 N/cm². Selain itu, pada Gambar 6 (c) dan Gambar 6(d) dapat dilihat bahwa serat tidak tersusun merata pada komposit dan juga masih terlihat adanya gelembung udara (*void*). *Void* ini terjadi karena adanya ruang celah antara serat dan matriks yang berikatan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil uji tarik dan uji tekan maksimum dengan variasi katalis diperoleh pada variasi katalis 1 % dengan volume poliester 99 %. Nilai kuat tarik resin poliester-serat daun pandan alas tertinggi diperoleh pada penambahan serat 0,8 g yaitu sebesar 354,16 N/cm² dan nilai kuat tekan resin poliester-serat daun pandan alas tertinggi diperoleh pada penambahan serat 1 g yaitu sebesar 1783,67 N/cm². Secara umum, dari foto struktur mikro komposit diketahui banyak terdapat *void* di bagian permukaan komposit yang terjadi karena adanya ruang celah antara serat dan matriks yang berikatan dan terjadi penumpukan serat di beberapa bagian permukaan komposit yang membuat matriks tidak dapat mengikat serat secara merata. *Void* dan penumpukan serat ini cenderung menurunkan kekuatan komposit.

DAFTAR PUSTAKA.

- Harper, C.A., 2002, Handbook of Plastics, Elastomers and Composites, McGrawHill, Lutherville, Maryland.
- Maulida, 2006, Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena Dengan Pengisi Serat Pandan dan Serat Daun Pisang, Jurnal Teknologi Proses, FT Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mujiyono dan Didik, 2006, Pemanfaatan Serat Daun Pandan Alas Sebagai Pengisi Alternatif Pengganti Fiber Glass, Media Teknik, No.1, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Surdia dan Shinroku, 1995, Pengetahuan Bahan Teknik, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.