
PENGARUH PERLAKUAN ALKALI, FRAKSI VOLUME SERAT, DAN PANJANG SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA - *POLYESTER*

Yudha Yoga Pratama¹, R. Hari Setyanto², dan Ilham Priadythama³

Abstract: Production of wood in Indonesia is no longer able to meet their need, which is opening an opportunity for study in material alternatives. Coconut fiber is very potential material for wood replacement composite, since its availability is abundant and its utilization is still low. Meanwhile, some factors have been studied as single affecting variable for natural fiber composite. The objective of this study is to evaluate the influence factors of alkali treatment, fiber length, fiber volume fraction and interaction between factors on the tensile strength of coco-fiber polyester composite. 108 pieces of composites have been prepared as specimens of tensile test which comply ASTM D 638 standard. The testing result was processed using completely randomized full factorial experiment. The experiment showed significant difference for all three factors. The highest value of tensile strength is 22.57 MPa for 2 hours alkali treatment, 10 mm fiber length and fiber volume fraction of 35%. This value has met the standard minimum tensile strength of hardboard according to ANSI A135.4 2004.

Keywords: *composite, tensile strength, coconutfiber, alkali treatment, fiber length, volume fraction*

PENDAHULUAN

Industri perkayuan di Indonesia memiliki kapasitas produksi sangat tinggi. Kebutuhan kayu nasional diperkirakan 57,1 juta m³ per tahun, sedangkan kemampuan hutan alam dan hutan tanaman adalah 45,8 juta m³ per tahun (Kementerian Lingkungan Hidup, 2007). Dengan kondisi tersebut, terjadi defisit kebutuhan kayu sebesar 11,3 juta m³ per tahun. Sementara itu produksi buah kelapa di Indonesia sangat melimpah mencapai 1,8 juta ton/tahun (Darmanto, 2011). Dengan melimpahnya buah kelapa maka produksi sabut kelapa juga melimpah. Selama ini sabut kelapa masih dimanfaatkan secara tradisional.

Salah satu cara meningkatkan nilai ekonomi sabut kelapa adalah membuatnya menjadi komposit. Dengan dibuat menjadi komposit, maka material tersebut dapat memiliki sifat mekanik yang tinggi sehingga dapat menjadi pengganti kayu. Untuk mensubstitusikan kayu, komposit harus memiliki sifat mekanik tertentu, terlebih apabila digunakan untuk komponen sekat ruangan, mebel ataupun sebagai *skin* komposit *sandwich* nantinya. Salah satu sifat mekanik tersebut adalah kekuatan tarik. Menurut penelitian-penelitian sebelumnya faktor yang paling berpengaruh terhadap

¹ Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126
E-mail: yudhayogap@gmail.com

² Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126

³ Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126

kekuatan tarik komposit serat alam adalah faktor lama rendaman alkali, panjang serat dan fraksi volume, sehingga dalam penelitian ini akan digunakan 3 faktor tersebut sebagai faktor perlakuan.

Perendaman alkali dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit serat, karena menurut Maryanti, dkk. (2011) komposit yang diperkuat dengan serat tanpa alkalisasi, maka ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat. Sejalan dengan Maryanti, dkk. (2011), Goud dan Rao (2011) juga membuktikan bahwa *skin* berbahan dasar serat yang diperlakukan dengan perendaman NaOH mempunyai nilai kekuatan tarik lebih besar dibanding tanpa perlakuan alkali. Alkali yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah NaOH kristal dengan kadar 5% terhadap pelarut air.

Pada komposit, serat merupakan komponen utama selain matriks, sehingga komposisi antara serat dan matriks merupakan faktor penting dalam menentukan karakteristik kekuatan komposit yang akan dihasilkan. Perbandingan tersebut dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat (V_f). Hariyanto (2009) dalam penelitiannya dengan serat kenaf membuktikan, semakin besar fraksi volume maka semakin besar juga kekuatan tariknya, tetapi hasilnya yang lain yaitu dengan serat rayon membuktikan ada kalanya juga kekuatan tarik turun walaupun fraksi volume meningkat, hal ini dikarenakan apabila fraksi matriks yang terlalu kecil mengakibatkan ikatan matriks dengan serat berkurang juga.

Selain perlakuan alkali dan fraksi volume, faktor panjang serat juga mempengaruhi kekuatan tarik komposit. Hussain, dkk. (2011) dan Lokantara, dkk. (2010), penelitian mereka menyatakan bahwa semakin pendek panjang serat maka kekuatan tariknya akan meningkat. Lokantara, dkk. (2010) mengatakan bahwa serat pendek mempunyai kekuatan tarik lebih besar karena serat pendek dapat terdistribusi dengan baik dan merata pada waktu proses pembuatan komposit, sehingga lebih baik dalam membagi beban. Oleh karena itu, untuk mendapatkan nilai kuat tarik yang optimum perlu dilakukan eksperimen guna mendapatkan kombinasi faktor yang optimum dan mengetahui interaksi antar faktor tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan spesimen uji tarik adalah serat sabut kelapa, matrik *Unsaturated Polyester Resin* (UPRs) BQTN-EX 157, *hardener metyl etyl keton peroksida* (MEKPO), NaOH kristal dan air. Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji tarik *com servo*, timbangan elektronik, cetakan besi, hidrolik, jangka sorong, gerinda dan peralatan pendukung lainnya.

Persiapan Spesimen

Serat sabut kelapa yang sudah siap pakai dibersihkan menggunakan air. Serat yang sudah bersih direndam dalam larutan alkali NaOH 5% dengan variasi waktu perendaman 1, 2, 3, dan 4 jam. Selanjutnya serat bersihkan dari sisa NaOH dengan air bersih sampai tidak terasa lendir-lendir NaOH yang menempel, serat di keringkan dalam ruangan sampai kering. Tahap berikutnya serat yang sudah kering di potong sepanjang 10, 20, dan 30 mm setiap variasi lama perendaman, dan selanjutnya diukur massa jenis tiap lama perendaman sesuai ASTM D 3800.

Komposit dibuat dengan metode cetak tekan menggunakan cetakan besi dan alat penekan hidrolik, dengan fraksi volume serat sesuai variasi yang ditentukan yaitu 35%, 40%, dan 45%. Komposit yang sudah jadi di potong menggunakan gerinda dan

kemudian dilakukan pengamplasan untuk menghilangkan efek pemotongan. Spesimen tersebut dibuat sesuai dengan standar ASTM D 638. Pengujian tarik dilakukan menggunakan alat uji tarik *Com Servo*. Satuan kuat tarik yang digunakan adalah MPa. Hasil patahan spesimen diamati menggunakan foto makro.

Pengujian Data

Data hasil uji tarik kemudian dilakukan uji ANOVA untuk melihat pengaruh faktor terhadap kekuatan tarik dan dilanjutkan uji *Student Newman-Keuls* (SNK). Selain itu data dibandingkan dengan nilai tarik minimum *hardboard* berdasarkan ANSI A135.4 2004.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian tarik didapatkan nilai tarik setiap perlakuan. Hasil uji tarik komposit dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai Kuat Tarik (MPa)

Perlakuan Alkali (A)	Panjang Serat (B)								
	10mm (b1)			20mm (b2)			30mm (b3)		
	Volume serat 35%	Volume serat 40%	Volume serat 45%	Volume serat 35%	Volume serat 40%	Volume serat 45%	Volume serat 35%	Volume serat 40%	Volume serat 45%
(C1)	(C2)	(C3)	(C4)	(C5)	(C6)	(C7)	(C8)	(C9)	
1 jam (a1)	17,44	17,68	17,49	16,87	13,43	14,34	11,89	15,70	10,94
	16,25	15,47	15,11	17,57	12,90	14,51	15,37	15,63	12,09
	17,00	17,17	16,60	17,40	11,22	13,97	13,35	17,10	12,37
2 jam (a2)	22,57	19,06	20,25	13,54	14,65	12,51	16,09	12,63	14,28
	20,39	20,04	17,48	11,32	14,50	14,57	15,98	12,95	14,04
	20,76	19,01	19,42	13,04	16,03	12,97	14,87	14,17	13,97
3 jam (a3)	19,07	16,63	17,21	12,57	12,64	15,45	14,36	13,72	12,76
	20,38	16,27	18,11	17,92	14,82	13,72	16,11	14,08	13,84
	19,15	17,18	17,54	16,87	15,56	14,03	15,87	12,76	13,07
4 jam (a4)	18,13	17,47	15,63	16,07	18,69	15,12	15,44	11,20	14,98
	19,66	18,37	16,64	15,62	18,35	14,46	12,84	10,55	12,89
	19,07	18,11	16,09	15,76	17,94	13,71	14,37	11,07	12,94

Tabel 2. Hasil Perhitungan ANOVA menggunakan MINITAB

General Linear Model: Yield versus Perlakuan Alkali; Panjang Serat; ...

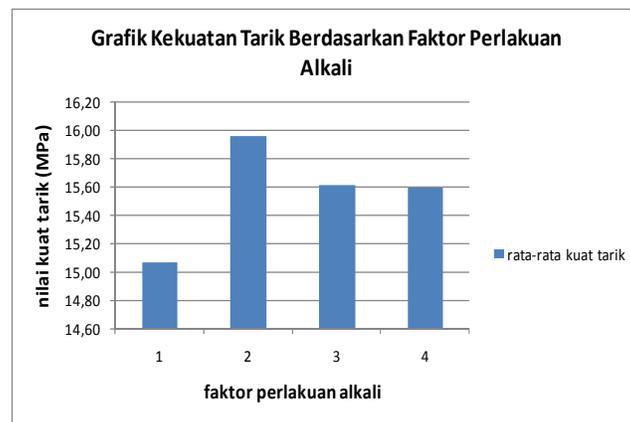
Factor	Type	Levels	Values
Perlakuan Alkali	fixed	4	1 jam; 2 jam; 3 jam; 4 jam
Panjang Serat	fixed	3	10; 20; 30
Volume Serat	fixed	3	35%; 40%; 45%

Analysis of Variance for Yield, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Perlakuan Alkali	3	11,100	11,100	3,700	3,71	0,015
Panjang Serat	2	355,179	355,179	177,589	177,94	0,000
Volume Serat	2	44,608	44,608	22,304	22,35	0,000
Perlakuan Alkali*Panjang Serat	6	76,039	76,039	12,673	12,70	0,000
Perlakuan Alkali*Volume Serat	6	9,025	9,025	1,504	1,51	0,188
Panjang Serat*Volume Serat	4	4,622	4,622	1,155	1,16	0,337
Perlakuan Alkali*Panjang Serat*Volume Serat	12	111,623	111,623	9,302	9,32	0,000
Error	72	71,859	71,859	0,998		
Total	107	684,056				

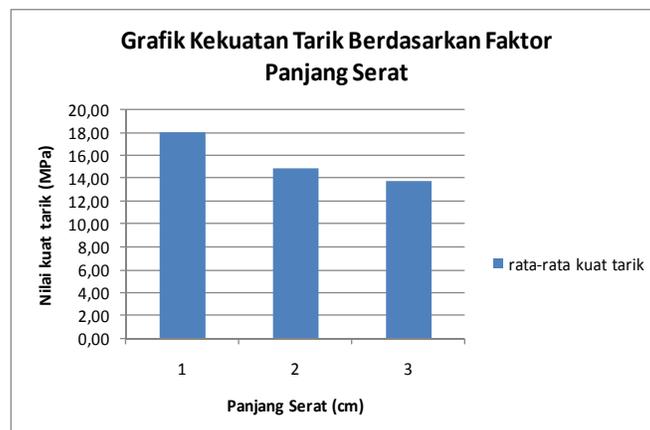
Data kuat tarik tiap-tiap perlakuan ini kemudian dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui apakah ada pengaruh yang signifikan antara faktor yang telah ditentukan dan apakah terdapat interaksi antar faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Tabel 2 menunjukkan hasil uji ANOVA menggunakan MINITAB.

Terlihat bahwa masing-masing faktor berpengaruh signifikan terhadap hasil kekuatan tarik. Selain itu interaksi faktor perlakuan alkali, dan panjang serat serata interaksi ketiga faktor berpengaruh juga terhadap nilai kekuatan tarik, ini di tandai dengan nilai P yang lebih kecil dari selang kepercayaan 0,05. Masing – masing faktor dan interaksi faktor kemudian dilanjutkan dengan uji SNK untuk mengetahui faktor-faktor yang terbaik.



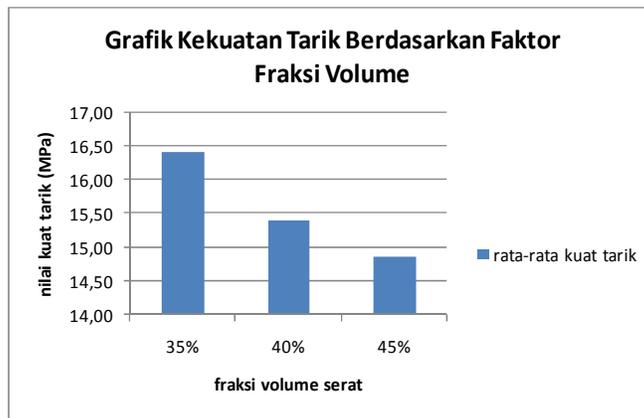
Gambar 1. Grafik kekuatan tarik berdasarkan faktor perlakuan alkali

Dari Gambar 1 terlihat bahwa serat yang dilakukan perlakuan alkali selama 2 jam mempunyai nilai kekuatan tarik yang tertinggi dengan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 15,62 MPa. Hasil ini sejalan dengan penelitian Diharjo (2006) dan Wahono (2008). Perendaman alkali yang terlalu singkat belum sepenuhnya dapat menghilangkan lapisan lilin pada serat, sehingga ikatan serat dan matrik belum optimal. Tetapi apabila dilakukan perendaman alkali terlalu lama maka akan terjadi penurunan nilai kuat tarik. Hal ini disebabkan hemiselulosa, lignin dan pektin hilang sama sekali maka kekuatan serat alam akan menurun karena kumpulan *microfibril* penyusun serat yang disatukan oleh lignin dan pektin akan terpisah, sehingga serat hanya berupa serat-serat halus yang terpisah satu sama lain (Maryanti dkk., 2011).



Gambar 2. Grafik kekuatan tarik berdasarkan faktor panjang serat

Gambar 2 menunjukkan bahwa panjang serat yang terbaik terhadap nilai kekuatan tarik adalah 10 mm dengan nilai rata-rata kuat tarik sebesar 18,05 MPa. Kekuatan tarik menurun seiring bertambahnya panjang serat. Serat 10 mm mempunyai rata-rata kekuatan tarik tertinggi, karena pada proses manufaktur/pembuatan komposit serat pendek lebih mudah untuk ditata dan lebih merata, sehingga apabila dicampur dengan resin, maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna. Selain itu serat panjang mempunyai kemungkinan lebih besar mempunyai bagian serat yang cacat atau tidak seragam sehingga mempengaruhi kualitas hasil kompositnya, berbeda dengan serat pendek yang relatif kualitas seratnya lebih homogen. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hussain, dkk. (2011) dan Lokantara, dkk. (2010), penelitian mereka menyatakan bahwa semakin pendek panjang serat maka kekuatan tariknya akan meningkat. Lokantara, dkk. (2010) mengatakan bahwa serat pendek mempunyai kekuatan tarik lebih besar karena serat pendek dapat terdistribusi dengan baik dan merata pada waktu proses pembuatan komposit, sehingga lebih baik dalam membagi beban.



Gambar 3. Grafik kekuatan tarik berdasarkan faktor fraksi volume

Fraksi volume serat 35% mempunyai nilai rata-rata kuat tarik tertinggi sebesar 16,42 MPa. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar fraksi volume serat semakin kecil nilai kuat tariknya. Fraksi volume serat yang terlalu besar menurunkan kekuatan tarik karena semakin banyak serat pada komposit maka komposisi serat akan lebih padat sehingga mempersulit resin / matrik untuk masuk kesela-sela serat secara sempurna, sehingga berakibat resin tidak dapat mengikat seluruh bagian serat secara sempurna.

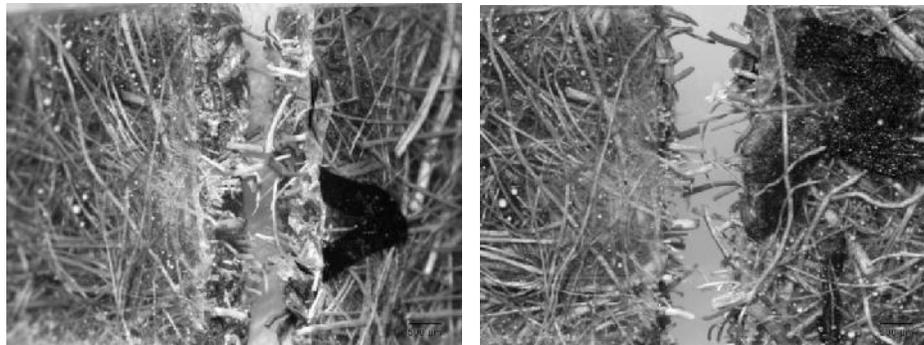
Hasil patahan spesimen dilakukan pengamatan secara visual untuk mengamati patahan yang terjadi terhadap perlakuan yang diberikan. Pengamatan dilakukan dengan foto makro dengan pembesaran 400x. Ada 4 spesimen yang dilakukan pengamatan pada permukaan patahannya, yaitu spesimen dengan panjang serat 10 mm dan fraksi volume 35% dengan masing-masing perlakuan alkali 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam. Sehingga terlihat perbedaan pengaruh perlakuan alkali dilihat dari patahannya. Gambar 4 adalah patahan spesimen dengan perlakuan alkali 1 jam. Pada komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan alkali 1 jam, ikatan antara serat dan resin tidak sempurna karena perendaman alkali 1 jam belum sepenuhnya dapat menghilangkan lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat, sehingga ketika diuji tarik kegagalan didominasi oleh lepasnya ikatan antara serat dengan matrik yang diakibatkan oleh tegangan geser di permukaan serat, oleh karena itu terlihat banyak *fiber pull out* yang terjadi. Pada kondisi kegagalan ini, matrik dan serat sebenarnya

masih mampu menahan beban dan meregang yang lebih besar, tetapi karena ikatan antara serat dan matrik gagal, maka komposit pun mengalami kegagalan lebih awal. Besarnya regangan dan tegangan ketika gagal juga menjadi lebih rendah (Diharjo, 2006).

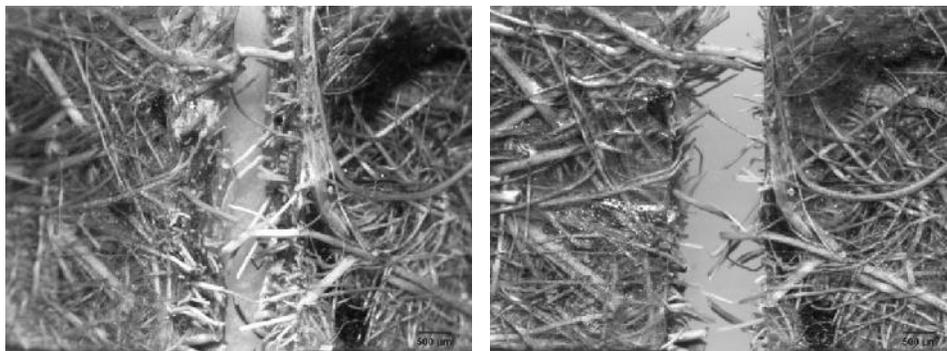


Gambar 4. Patahan komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan alkali 1 jam

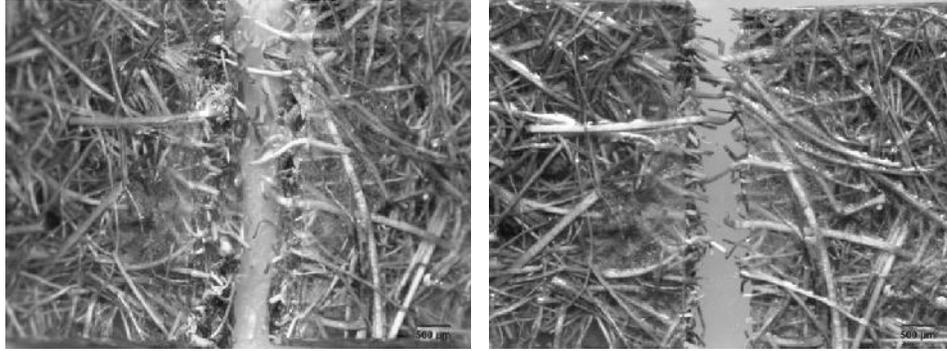
Gambar 5 adalah patahan spesimen komposit diperkuat serat dengan perlakuan alkali 2 jam. Perlakuan ini merupakan perlakuan yang paling optimum. Pada patahan terlihat lebih sedikit *fiber pull out* yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan serat dan resin sudah lebih baik dari perendaman alkali 1 jam. Hal ini membuktikan bahwa lama perendaman alkali 2 jam sudah mampu menghilangkan lapisan lilin yang melapisi permukaan serat.



Gambar 5. Patahan komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan alkali 2 jam



Gambar 6. Patahan komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan alkali 3 jam



Gambar 7. Patahan komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan alkali 4 jam

Gambar 6 menunjukkan patahan komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan alkali 3 jam. Sedangkan gambar 7 menunjukkan patahan komposit dengan perlakuan alkali 4 jam. Kedua gambar menunjukkan lebih sedikit lagi *fiber pull out* yang terjadi dibandingkan perendaman alkali 1 jam dan 2 jam. Karena lapisan lilin sudah benar-benar hilang, bahkan perendaman yang terlalu lama akan menyebabkan kerusakan pada unsur selulosa, unsur selulosa itu sendiri sebagai unsur utama kekuatan serat (Diharjo, 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ketiga faktor dalam penelitian ini yaitu perlakuan alkali (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam), faktor panjang serat (10 mm, 20 mm, 30 mm) dan fraksi volume serat (35%, 40%, 45%) berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa-*polyester*.
2. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada spesimen komposit dengan kombinasi faktor perlakuan alkali selama 2 jam, panjang serat 10 mm dan fraksi volume serat 35% dan hasil kekuatan tarik tersebut telah memenuhi standar minimal kekuatan tarik papan serat kerapatan tinggi (*hardboard*) menurut ANSI A135.4 2004.

Daftar Pustaka

- Darmanto, Seno. 2011. "Peningkatan Kekuatan Serat Serabut Kelapa dengan Perlakuan Silane". *Jurnal Traksi*. Vol. 10, No. 1, Juni 2011, pp. 11-17.
- Diharjo, Kuncoro. 2006. "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat tarik Bahan Komposit serat Rami-Polyester". *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 8, No. 1, April 2006, pp. 8-13.
- Goud, Govardhan.; and Rao, R,N. 2011. "Effect of Fibre Content and Alkali Treatment on Mechanical Properties of Roystonea Regia-Reinforced Epoxy Partially Biodegradable Composites". *Bulletin of Materials Science*. Vol. 34. No. 7, December 2011, pp. 1575-1581.
- Hariyanto, Agus. 2009. "Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Kenaf dan Serat Rayon Bermatrik Poliester Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak". *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. Vol. 10, No.2, 2009, pp.181-191.
- Hussain, Syed Altar; Pandurangadu,V.; and Palanikumar, K. 2011. "Mechanical Properties of Green Coconut Fiber Reinforced HDPE Polymer Composite". *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*. Vol. 3, No. 11, pp. 7942-7952.

- KLH (Kementerian Lingkungan Hidup). 2007. *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2007*. Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI
- Lokantara, I Putu; Ngakan, Suardana Putu Gede; Karohika, Made Gatot; dan Nanda. 2010. "Pengaruh Panjang Serat pada Temperatur Uji yang Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa". *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram*. Vol. 4, No. 2, Oktober 2010, pp. 166-172.
- Maryanti, Budha; Soenif, A. As'ad; dan Wahyudi, Slamet. 2011. "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester terhadap Kekuatan Tarik". *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol. 2, No. 2, pp. 123-129.
- Wahono, B. 2008. Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Karakteristik Komposit Serat Buah Kelapa Sawit. *Poliester: Berita Teknologi Bahan dan Barang Teknik*. No. 22/2008. Bandung: Balai Besar Bahan dan Barang Teknik Bandung.