

**PENGARUH SUSUNAN KOMPOSIT MATRIKS SERAT ALAM (KELAPA DAN TEBU)
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN *IMPACT***

Muhammad Zainur Ramadhani

S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: muhammadramadhani1@mhs.unesa.ac.id

Aisyah Endah Palupi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: aisyahpalupi@unesa.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia dan berada di daerah tropis pada kondisi wilayah yang mendukung. Jenis serat alam merupakan bahan alternatif komposit, karena keberadaannya berlimpah dan murah serta tergolong sebagai limbah. Salah satu serat alam yang saat ini banyak dikembangkan yaitu serat kelapa dan tebu. Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh susunan serat komposit matrik. Metode awal pembuatan komposit berpenguat serat alam (kelapa dan tebu) ini menggunakan cetakan kaca. Serat yang akan dibuat komposit dilakukan perlakuan alkali dengan menggunakan NaOH 5%. Dengan menggunakan resin merk *polyester yukalac* BQTN157 dan katalis *metyl ethyl keton peroxide* atau disebut MEKPO. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay-up*, dengan menyusun serat kelapa dan tebu dengan sudut kemiringan (30° , 45° , 60°) sebagai variabelnya. Adapun proses pengujian tarik menggunakan standart ASTM D3039-07 dan pengujian *impact* menggunakan ASTM D5942-96 dilakukan di Universitas Brawijaya. Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh susunan pada komposit berpenguat serat kelapa dan tebu, Dapat disimpulkan bahwa hasil dari uji tarik dan *impact* ini bisa diambil sebagai spesimen terbaik dengan susunan serat tebu 90° dan kelapa 60° yang memiliki kekuatan *impact* nilai rata-rata sebesar $0,4693 \text{ J/mm}^2$ dan pada variasi susunan serat kelapa 90° dan tebu 45° yang memiliki kekuatan tarik yaitu sebesar $10,43 \text{ kg/mm}^2$ dengan nilai modulus elastisitas yaitu sebesar $819,3 \text{ kg/mm}^2$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa komposit berpenguat serat kulit batang kelapa-serat tebu dengan matrik poliester dapat digunakan sebagai konstruksi kapal *non-metal*.

Kata kunci : komposit, serat kelapa, serat tebu, uji tarik, uji *impact*.

Abstract

Indonesia is a major coconut-producing country in the world and depends on the tropics in favorable regional conditions. This type of natural fiber is an alternative mixture, because it contains many blends and is cheap and is classified as waste. One of the natural fibers that are currently being developed is coconut fiber and sugar cane. Based on the background of this research was conducted to study the composition of the matrix composite fibers. The initial method of making composite with natural fiber reinforcement (coconut and sugar cane) using glass molds. Fibers that will be made of composites are made using alkali using 5% NaOH. By using polyester brand Yukalac BQTN157 resin and methyl ethyl ketone peroxide catalyst or MEKPO. Composite manufacturing is done by hand lay-up method, by arranging coconut fiber and sugar cane with a slope angle (30° , 45° , 60°) as the variable. While the tensile testing process using the ASTM D3039-07 standard and impact testing using ASTM D5942-96 was conducted at Brawijaya University. Based on the results of the study, the composition of the composition of the income composition of coconut fiber and sugar cane, it can be concluded that the results of the tensile test and the impact of this can be taken as the best specimen with a composition of 900 cane fiber and 600 coconut which has an impact impact of an average value of 0.4693 J / mm^2 and the variation of the composition of 900 coconut fibers and 450 cane which has a tensile strength of 10.43 kg / mm^2 with a modulus of elasticity of 819.3 kg / mm^2 . This value indicates that the productive fiber of coconut stems - sugar cane fiber with a polyester matrix can be used as a non-metallic ship construction.

Keywords: composite, coconut fiber, sugarcane fiber, tensile test, impact test.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia dan berada di daerah tropis pada kondisi wilayah yang mendukung. Luas area tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 milyar butir kelapa, yang sebagian besar 95% merupakan perkebunan rakyat pada tahun 2000. Kelapa mempunyai nilai dan peran yang

penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun sosial budaya. Sabut kelapa hanya dimanfaatkan secara tradisional untuk bahan pembuat sapu, keset, tali, dan alat-alat rumah tangga lain. Perkembangan teknologi, sifat fisika-kimia serat, dan kesadaran konsumen untuk kembali ke bahan alami membuat serat sabut kelapa dimanfaatkan menjadi bahan baku industri karpet, jok dan *dashboard* kendaraan, kasur, bantal, dan *hardboard*.

Serat sabut kelapa juga dimanfaatkan untuk pengendalian erosi. Serat sabut kelapa diproses untuk dijadikan *Coir Fiber Sheet* yang digunakan untuk lapisan kursi mobil, *Spring Bed*. Komposit yang paling banyak digunakan adalah komposit berpenguat serat yang menggabungkan antara serat dengan cairan resin (Indonesia, bank. 2008). Serat tebu merupakan serat alam yang sangat potensial selain serat kelapa. Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling. Sebanyak 60% dari ampas tebu tersebut dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar, bahan baku untuk kertas, bahan baku industri kanvas rem, industri jamur. Sehingga diperkirakan sebanyak 40% dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan.

Jenis serat alam paling banyak digunakan karena keberadaannya yang berlimpah dan murah. Salah satu serat alam yang saat ini sedang banyak dikembangkan adalah serat kelapa dan tebu. Output dari serat alam tersebut bisa dijadikan sebagai bahan pembuatan kertas, pembangkit tenaga listrik ampas tebu memiliki carbon 47%, hydrogen 6,5%, oksigen 44%, abu 2,5%, 1 kg ampas tebu gula 2,5% = 1825 kalor nilai bakarnya semakin meningkat jika kandungan air dan gula dalam ampas semakin sedikit, semakin kering ampas tebu, maka semakin efektif menghasilkan bakar yang besar, pupuk kompos dapat meningkatkan penyerapan nitrogen secara signifikan setelah dibandingkan tanaman pada kompos, pakan ternak karena kandungan *ligninya* yang tinggi rendah protein dan seratnya yang terlalu kasar lalu difermentasi agar menjadi berkualitas. Resin poliester yukalac BQTN157 merupakan jenis matrik polimer *thermoset* yang paling banyak dimanfaatkan. Dibandingkan dengan resin lain seperti epoksi, repoksi dan *bisphenol*, penggunaan resin poliester dalam komposit lebih maksimal, dalam penggunaan resin tidak lepas dari adanya katalis. Penambahan katalis dalam resin bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan resin material komposit. Penggunaan katalis yang berlebihan akan mempercepat proses pengeringan, namun menyebabkan bahan komposit yang getas.

Methyl ethyl keton peroxide (MEKPO) merupakan jenis katalis yang sering digunakan adalah Penambahan 1% MEKPO dalam volume resin poliester akan menghasilkan kekuatan tarik sebesar 50,7 Mpa. dilakukan perlakuan alkali (NaOH) kepada serat alam selama 2 jam sebelum dilakukan pencampuran antara serat dengan resin. Perlakuan alkali adalah perlakuan pada serat yang berguna untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat yang memiliki sifat alami serat kelapa yaitu suka terhadap air atau dapat juga disebut *Hydrophilic*. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana

kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami serat (*hydrophilic*) dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal (Baskoro, Aryo dan Pribadi, Triwilaswandio Wuruk. 2018). Penggunaan komposit serat ini telah mencakup berbagai lini kehidupan masyarakat salah satunya komposit berpenguat serat *E-glass* yang dimanfaatkan sebagai bahan pembuat lambung kapal berukuran diatas 30 Gross Ton (GT) yang dilengkapi dengan ruang penyimpanan berpendingin (*cold storage*), cantrang dioperasikan dengan tali sepanjang 6.000m. Namun demikian material lambung kapal masih sering mengalami kerusakan karena ketidakmampuan serat menerima gaya yang diterima dari terpaan ombak sehingga mengakibatkan pecah yang bisa diujikan sebagai uji *impact*.

Terbukti dari salah satu kecelakaan yang menimpa kapal cepat tenggelam dikarenakan konstruksi kapal dari *fiberglass* pecah, Oleh karena itu perlu usaha untuk meningkatkan penggunaan serat *E-glass* atau bahkan mengganti penggunaan serat *E-glass* dengan serat lain yang lebih baik sebagai bahan utama lambung kapal Serat karbon memang lebih unggul namun harganya relatif mahal. Terlepas dari masalah tersebut serat karbon memiliki kekurangan yang sama dengan serat *E-glass* yaitu kurang ramah lingkungan, maka dalam penggunaannya perlu dilakukan usaha untuk mengatasi kedua masalah tersebut, salah satu solusi adalah dengan menggunakan komposit *hybrid* yaitu mengkombinasikan dua atau lebih serat dalam satu susunan komposit.

Cara yang sangat menguntungkan adalah dengan menggabungkan serat alam yang diyakini dapat menghasilkan produk komposit yang kuat, murah, dan ramah lingkungan. Bahan-bahan serat alam merupakan kandidat utama untuk menggeser penggunaan serat sintetis walaupun penggunaannya belum sepenuhnya dalam komposit. Jenis serat alam dari tumbuhan adalah yang paling banyak digunakan karena keberadaannya yang berlimpah dan murah. Salah satu serat alam yang saat ini sedang banyak dikembangkan adalah serat tebu dan kelapa.

Berdasarkan permasalahan di dalam komposit dapat beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dilakukan penelitian tentang keuletan dan kekuatan tarik dalam posisi serat komposit serat tebu dan kelapa yang digunakan sebagai bahan pengganti kayu untuk badan kapal.

Rumusan Masalah

- Bagaimana pengaruh posisi serat tebu dan serat kelapa terhadap kekuatan tarik
- Bagaimana pengaruh posisi serat tebu dan serat kelapa terhadap kekuatan *impact*

Tujuan Penelitian

- Mengetahui pengaruh posisi serat tebu dan kelapa terhadap kekuatan tarik.
- Mengetahui pengaruh posisi serat tebu dan kelapa terhadap kekuatan *impact*.

Komposit

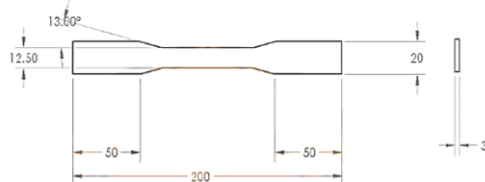
Komposit adalah penggabungan dua atau lebih material yang berbeda sebagai suatu kombinasi yang menyatu. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai pengisi dan bahan pengikat serat yang disebut *matrik*. Didalam komposit unsur utamanya serat, sedangkan bahan pengikatnya polimer yang mudah dibentuk. Penggunaan serat yang utama adalah menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat mekanik lainnya. Sebagai bahan pengisi, serat digunakan untuk menahan gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik berfungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Komposit memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (*modulus Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

- Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih rigid serta lebih kuat, yang digunakan adalah serat alam.
- Matrik, umumnya lebih ulet tetapi mempunyai

Uji Tarik

Pengujian tarik merupakan jenis pengujian merusak. Pengujian ini untuk mengetahui modulus elastis, kekuatan tarik, tegangan tarik, dan tegangan transisi dari suatu material.. Pengujian tarik dalam penelitian ini menggunakan standart ASTM D3039-07.

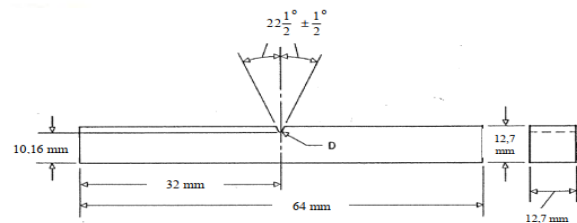


Gambar 1 Spesimen Uji Tarik

<i>Length overall</i> (LO)	= 200 mm
<i>Width overall</i> (WO)	= 20 mm
<i>Length of narrow section</i> (L)	= 57 mm
<i>Width of narrow section</i> (W)	= 12 mm
<i>Radius of fillet</i> (R)	= 76 mm
<i>Thickness</i> (T)	= 8 mm
<i>Gauge length</i> (G)	= 50 mm
<i>Distance between grips</i> (D)	= 115 mm

Uji Impact

Pengujian *impact* terhadap komposit dilakukan dengan menggunakan mesin uji *impact*. Pada penelitian ini uji impak mengikuti metode Charpy. Mesin uji impak ditunjukkan prosedur penelitian mengikuti standar ASTM D5942-96.



Gambar 2 Spesimen Uji Impact

METODE

Jenis Penelitian

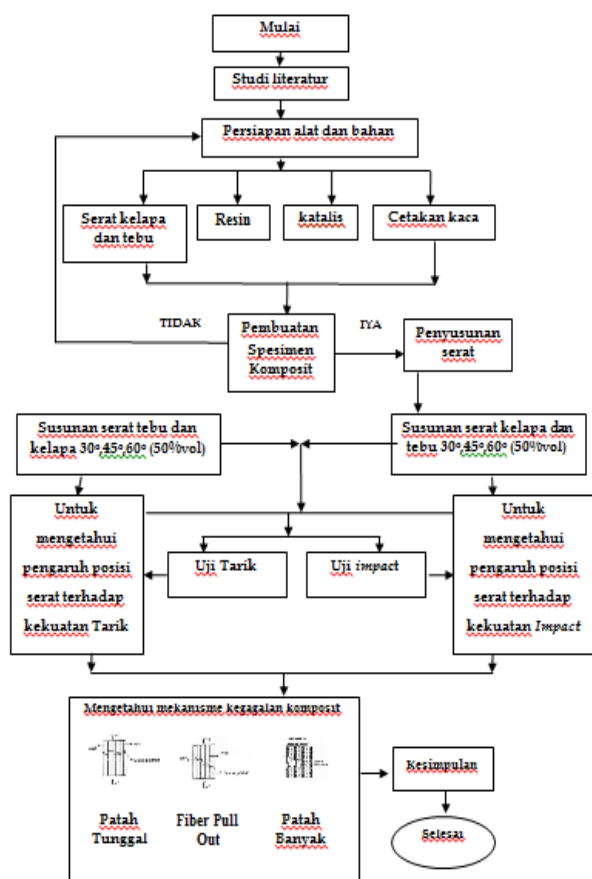
Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan Tarik dan kekuatan *Impact* pada material komposit *polyester* berpenguat serat kelapa dan tebu dengan susunan serat *hybrid*. Bahan komposit ini banyak diaplikasikan pada industri manufaktur dan otomotif, seperti pada pembuatan *body* mobil.

Waktu dan Tempat Penelitian

Dimulai dengan studi literatur, proposal, pengambilan data, hingga penulisan laporan sejak bulan Februari hingga Juni 2019. Penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu laboratorium Fabrikasi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya sebagai pembuatan spesimen material komposit dilakukan dan Universitas Brawijaya untuk pengujian spesimen uji tarik dan uji *impact* dilakukan.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian adalah langkah-langkah pengumpulan data yang dilakukan dari awal hingga proses penelitian berlangsung.



Gambar 3 Diagram alir proses penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam

bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya sebagai upaya memberi jawaban atau permasalahan yang diteliti [19].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Tarik

Hasil pengujian tarik didapatkan sifat-sifat mekanik yaitu kekuatan tarik dan modulus elastisitas. Telah dilakukan pengujian tarik terhadap spesimen sebanyak 3 kali di setiap variasi serat tebu dan 3 kali di setiap variasi kelapa yang telah ditentukan. Pengujian tarik disajikan dalam dua tabel data yang membandingkan posisi kemiringan serat 30° , 45° , 60° . Data yang dihasilkan dari pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Hasil Uji Tarik

No	Posisi Serat ($^{\circ}$)		Spesimen	Kekuatan Tarik (kg/mm^2)	Rata-rata (Σ)	Modulus Elastisitas (kg/mm^2)	Rata-rata (Σ)
	Serat Tebu	Serat Kelapa					
1	30°	90°	1	10,52	10,60	701,3	857,86
			2	10,57		845,6	
			3	10,72		1026	
2	45°	90°	1	10,62	10,43	664,06	819,34
			2	10,57		782,96	
			3	10,11		1011	
3	60°	90°	1	10,11	10,12	674	667,48
			2	10,10		748,4	
			3	10,15		580	

Hasil uji tarik pada Tabel 1 diketahui bahwa variasi masing-masing spesimen uji memiliki hasil yang berbeda. Tabel 1 data untuk kekuatan tarik didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 30° dan serat kelapa 90° dengan kekuatan tarik tertinggi $10,72 \text{ kg/mm}^2$ dan terendah $10,52 \text{ kg/mm}^2$ dengan rata-rata $10,60 \text{ kg/mm}^2$, kekuatan tarik didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 45° dan serat kelapa 90° dengan kekuatan tarik tertinggi $10,62 \text{ kg/mm}^2$ dan terendah $10,11 \text{ kg/mm}^2$ dengan rata-rata $10,435 \text{ kg/mm}^2$, kekuatan tarik didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 60° dan serat kelapa 90° dengan kekuatan tarik tertinggi $10,15 \text{ kg/mm}^2$ dan terendah $10,10 \text{ kg/mm}^2$ dengan rata-rata $10,12 \text{ kg/mm}^2$.

Modulus elastisitas pada Tabel 1 diketahui modulus elastisitas didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 30° dan serat kelapa 90° dengan modulus elastisitas tertinggi 1026 kg/mm^2 dan terendah $701,3 \text{ kg/mm}^2$ dengan rata-rata $857,86 \text{ kg/mm}^2$, modulus elastisitas didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 45° dan serat kelapa 90° dengan modulus elastisitas tertinggi 1011 kg/mm^2 dan terendah $664,06 \text{ kg/mm}^2$ dengan rata-rata $819,34 \text{ kg/mm}^2$, modulus elastisitas didapatkan pada variasi posisi serat spesimen

Pengaruh Susunan Komposit Matriks Serat Alam (Kelapa dan Tebu)
Terhadap Kekuatan Tarik dan *Impact*

uji serat tebu 60° dan serat kelapa 90° dengan modulus elastisitas tertinggi 748,4 kg/mm² dan terendah 580 kg/mm² dengan rata-rata 667,48 kg/mm².

Tabel 2 Hasil Uji Tarik

No	Posisi Serat (°)		Spesimen	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Rata-rata (Σ)	Modulus Elastisitas (kg/mm ²)	Rata-rata (Σ)
	Serat Tebu	Serat Kelapa					
1	90°	30°	1	10,72	10,70	714,6	2137
			2	10,67		711,3	
			3	10,72		4986	
2	90°	45°	1	10,62	10,39	758,9	1214
			2	10,46		863,8	
			3	10,10		2020,8	
3	90°	60°	1	11,04	10,88	1104	1043
			2	10,67		1185	
			3	10,93		840,7	

Hasil uji tarik pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa hasil variasi masing-masing spesimen uji memiliki hasil yang berbeda. kekuatan tarik didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 90° dan serat kelapa 30° dengan kekuatan tarik tertinggi 10,72 kg/mm² dan terendah 10,67 kg/mm² dengan rata-rata 10,70 kg/mm², kekuatan tarik didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 90° dan serat kelapa 45° dengan kekuatan tarik tertinggi 10,62 kg/mm² dan terendah 10,10 kg/mm² dengan rata-rata 10,39 kg/mm², kekuatan tarik didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 90° dan serat kelapa 60° dengan kekuatan tarik tertinggi 11,04 kg/mm² dan terendah 10,67 kg/mm² dengan rata-rata 10,88 kg/mm².

Modulus elastisitas pada Tabel 2 diketahui modulus elastisitas didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 90° dan serat kelapa 30° dengan modulus elastisitas tertinggi 4896 kg/mm² dan terendah 711,33 kg/mm² dengan rata-rata 2137 kg/mm², modulus elastisitas didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 90° dan serat kelapa 45° dengan modulus elastisitas tertinggi 2020,8 kg/mm² dan terendah 758,9 kg/mm² dengan rata-rata 1214 kg/mm², modulus elastisitas didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 90° dan serat kelapa 60° dengan modulus elastisitas tertinggi 1185 kg/mm² dan terendah 840,7 kg/mm² dengan rata-rata 1043 kg/mm².

Uji *Impact*

Hasil pengujian impact terhadap spesimen sebanyak 6 kali di setiap variasi susunan serat yang telah ditentukan. Dalam pengujian *impact* terdapat 2 tabel data, Data yang dihasilkan dari pengujian *Impact* dapat dilihat pada Tabel dibawah :

Tabel 3 Hasil Uji *Impact*

No	Posisi Serat (°)		Spesimen	Energi Yang Diserap (J)	Rata-rata (Σ)	Kekuatan Impact (J/mm ²)	Rata-rata (Σ)
	Serat Tebu	Serat Kelapa					
1	30°	90°	1	61,47	64,60	0,381	0,400
			2	66,85		0,414	
			3	65,50		0,406	
2	45°	90°	1	60,12	64,15	0,372	0,397
			2	66,85		0,414	
			3	65,50		0,406	
3	60°	90°	1	73,50	73,55	0,456	0,45
			2	74,92		0,464	
			3	72,24		0,447	

Hasil uji *impact* pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa variasi masing-masing spesimen uji memiliki hasil yang berbeda. Tabel 3 didapatkan pada variasi susunan serat spesimen uji serat tebu 30° dan serat kelapa 90° dengan kekuatan *impact* tertinggi 66,85 J/mm² dan terendah 61,47 J/mm² dengan rata-rata 64,6 J/mm², kekuatan *impact* didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 45° dan serat kelapa 90° dengan kekuatan *impact* tertinggi 66,85 J/mm² dan terendah 60,12 J/mm² dengan rata-rata 64,15 J/mm², kekuatan *impact* didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 60° dan serat kelapa 90° dengan kekuatan *impact* tertinggi 74,92 J/mm² dan terendah 72,24 J/mm² dengan rata-rata 73,55 J/mm².

Tabel 4 Hasil Uji *Impact*

No	Posisi Serat (°)		Spesimen	Energi Yang Diserap (J)	Rata-rata (Σ)	Kekuatan Impact (J/mm ²)	Rata-rata (Σ)
	Serat Tebu	Serat Kelapa					
1	90°	30°	1	72,24	64,68	0,447	0,425
			2	66,85		0,414	
			3	66,85		0,414	
2	90°	45°	1	73,58	74,47	0,456	0,461
			2	76,26		0,472	
			3	73,58		0,456	
3	90°	60°	1	76,26	75,80	0,472	0,469
			2	78,91		0,489	
			3	72,24		0,447	

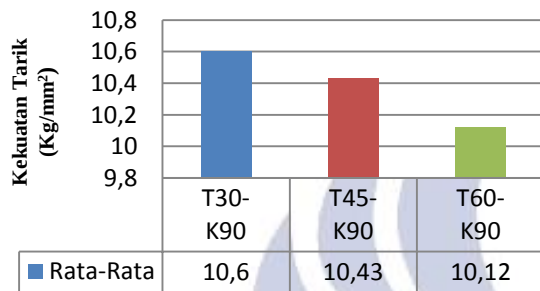
Hasil uji *impact* pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa variasi masing-masing spesimen uji memiliki hasil yang berbeda. kekuatan *impact* didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 90° dan serat kelapa 30° dengan kekuatan *impact* tertinggi 72,24 J/mm² dan terendah 66,85 J/mm² dengan rata-rata 68,64 J/mm², kekuatan *impact* didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 90° dan serat kelapa 45° dengan kekuatan *impact* tertinggi 76,26 J/mm² dan terendah

$73,58 \text{ J/mm}^2$ dengan rata-rata $74,47 \text{ J/mm}^2$, kekuatan *impact* didapatkan pada variasi posisi serat spesimen uji serat tebu 90° dan serat kelapa 60° dengan kekuatan *impact* tertinggi $78,91 \text{ J/mm}^2$ dan terendah $72,24 \text{ J/mm}^2$ dengan rata-rata $75,80 \text{ J/mm}^2$.

Pembahasan

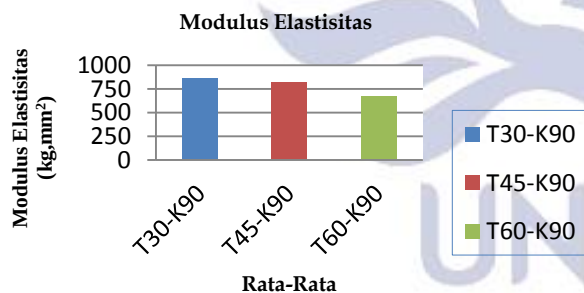
Pengaruh Susunan Serat Terhadap Kekuatan Tarik

Hasil kekuatan tarik komposit dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 selanjutnya data akan diolah dan ditampilkan dalam bentuk diagram seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4 Diagram Nilai kekuatan Tarik

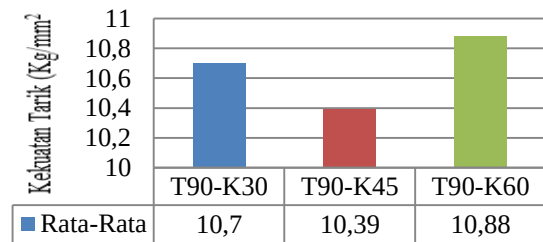
Berdasarkan gambar 4 nilai dari setiap susunan serat antara setiap posisi mendapatkan hasil yang berbeda. Hasil uji tarik memperlihatkan bahwa terdapat keunggulan nilai kekuatan tarik pada spesimen tebu 30° dan kelapa 90° dan terendah tebu 60° dan kelapa 90° .



Gambar 5 Diagram Nilai Modulus Elastisitas

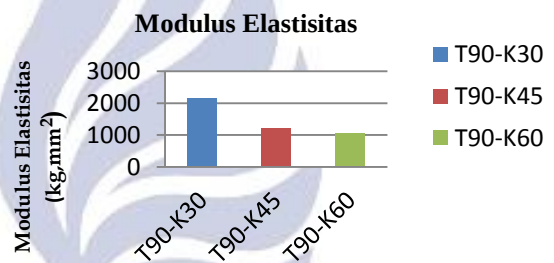
Suatu bahan yang memiliki kekakuan tinggi bila mendapat beban (dalam batas elastisnya) akan mengalami deformasi elastic tetapi hanya sedikit saja. Kekakuan bahan biasanya ditunjukkan oleh modulus elastisitas. Semakin besar modulus elastisitas komposit maka semakin kaku bahan komposit tersebut. Pada gambar 5 diperoleh nilai modulus elastisitas tertinggi sebesar $857,86 \text{ kg/mm}^2$ pada posisi serat tebu 30° dan kelapa 90° dan terendah sebesar $667,48 \text{ kg/mm}^2$ pada posisi serat tebu 60° dan kelapa 90° .

Hasil kekuatan tarik komposit dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2, selanjutnya data akan diolah dan ditampilkan dalam bentuk diagram seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 5 Diagram Nilai Kekuatan Tarik

Berdasarkan gambar 5 nilai dari kekuatan setiap susunan serat kelapa mendapatkan hasil yang berbeda pada variabel. Hasil uji tarik memperlihatkan bahwa terdapat keunggulan nilai kekuatan tarik pada spesimen tebu 90° dan kelapa 60° dan terendah tebu 90° dan kelapa 45° .



Gambar 6 Diagram Nilai Modulus Elastisitas

Pada gambar 6 diperoleh nilai modulus elastisitas tertinggi sebesar $2137,3 \text{ kg/mm}^2$ pada posisi serat tebu 90° dan kelapa 30° dan terendah sebesar $1043,4 \text{ kg/mm}^2$ pada posisi serat tebu 90° dan kelapa 60° .

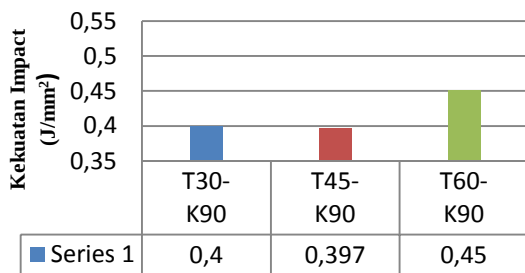
Berdasarkan jenis orientasi serat yang ada, penggunaannya masing-masing memiliki pengaruh yang berbeda terhadap sifat komposit. Jenis orientasi berhubungan dengan penyerapan dan distribusi tegangan antar serat yang diterima oleh material komposit. Komposit berpenguat serat kontinu, jika beban yang diterima sejajar dengan arah serat, maka serat dan matrik akan mengalami tegangan yang sama, dan modulus elastisnya dapat ditingkatkan dengan menggabungkan bahan yang mempunyai modulus elastis yang lebih tinggi kedalam matrik, dan peningkatan ini secara langsung proporsional dengan fraksi serat. Bila serat diorientasikan tegak lurus dengan beban yang diterimanya, maka perlu penambahan serat untuk membuatnya lebih kaku.

Umumnya pada praktik pembuatan komposit berpenguat serat pendek tebu dan kelapa, serat dicampur langsung dengan matrik kemudian disusun bersamaan dalam satu wadah. dengan proses ini posisi dari serat tidak dapat dikontrol. Jika jarak antar serat berjauhan dan

jumlahnya sedikit, maka beban akan lebih banyak dipikul oleh matrik menyebabkan kekuatan menurun, seharusnya sesuai kaidah matrik mentransfer beban atau tegangan ke serat, kemudian serat melakukan tugasnya dengan memikul beban atau tegangan yang diterima. Dengan orientasi yang tepat komposit berpuangkat serat pendek sebenarnya dapat dimaksimalkan hasilnya. Komposit berpuangkat serat pendek dapat diproduksi dengan cacat pada permukaan yang kecil sehingga dapat menghasilkan kekuatan yang baik.

Pengaruh Posisi Serat Terhadap Kekuatan *Impact*

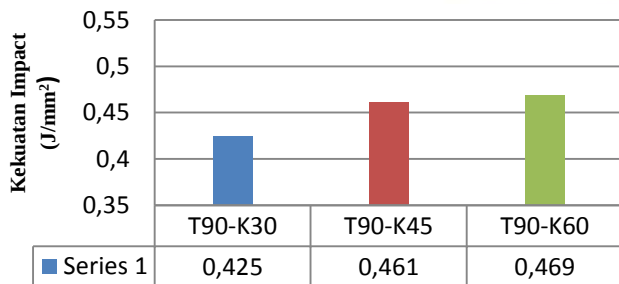
Nilai kekuatan *Impact* komposit dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3 selanjutnya data akan diolah dan ditampilkan dalam bentuk diagram seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 7 Diagram Uji *Impact*

Berdasarkan gambar 7 hasil pengujian *impact* yang diperoleh dari spesimen susunan serat uji *impact* pada variabel serat tebu memiliki kekuatan *impact* tertinggi 0,45 J/mm² dengan susunan serat T60-K90 dan uji *impact* pada serat tebu dan kelapa terendah 0,397 J/mm² dengan susunan serat T45-K90. Sehingga didapatkan bahwa pengaruh susunan pada tebu 45° dan kelapa 90° menurun dikarenakan berpengaruh pada diameter serat, panjang serat, dan perlakuan terhadap serat sebagai penguat.

Nilai kekuatan *impact* komposit dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3 selanjutnya data akan diolah dan ditampilkan dalam bentuk diagram seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 8 Diagram Uji *Impact*

Berdasarkan gambar 8 hasil pengujian *impact* yang diperoleh dari spesimen susunan serat uji *impact* pada variabel serat tebu memiliki kekuatan *impact* tertinggi 0,469 J/mm² dengan susunan serat T90-K60 dan uji *impact* pada serat tebu dan kelapa terendah 0,425 J/mm² dengan susunan serat T90-K30.

Suatu bahan yang memiliki kekakuan tinggi bila mendapat beban (dalam batas elastisnya) akan mengalami deformasi elastic tetapi hanya sedikit saja. Kekakuan bahan biasanya ditunjukkan oleh modulus elastisitas. Semakin besar modulus elastisitas komposit maka semakin kaku bahan komposit tersebut.

Menurut penelitian Bismarck, mengatakan bahwa perlakuan NaOH pada serat dapat berguna untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat yang memiliki sifat alami serat kelapa yaitu suka terhadap air atau dapat juga disebut *Hydrophilic*. Pengaruh perlakuan NaOH terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami serat (*hydrophilic*) dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal. Jadi perlakuan NaOH sangat berpengaruh terhadap serat kelapa yang membuat serat kelapa memiliki kemampuan lebih mengikat antara serat dan matrik menjadi semakin baik, sehingga nilai modulus elastisitas serat lebih tinggi.

Mekanisme Kegagalan Uji Tarik

Untuk mengamati mekanisme patahan pada setiap spesimen setelah dilakukan pengujian tarik maka dilakukan pengamatan visual.



Gambar 9 Patahan Sudut T30-K90



Gambar 10 Patahan Sudut T45-K90



Gambar 11 Patahan Sudut T60-K90

Pada Gambar 9, 10, dan 11 terlihat ada mekanisme *fiber pull out*. Ini menandakan bahwa beban terdistribusi sampai ke serat yang menyebabkan serat tertarik keluar. Sehingga membuat komposit menjadi semakin tangguh dalam menyerap beban.



Gambar 12 Patahan Sudut K30-T90



Gambar 13 Patahan sudut K45-T90



Gambar 14 Patahan sudut K60-T90

Pada Gambar 12, 13, 14 terdapat mekanisme *fiber pull out* ini terjadi karena ikatan antara serat dan matrik melemah apabila beban yang diberikan terus bertambah. Pada saat matrik mengalami kegagalan, serat masih dapat menanggung beban, sehingga proses terjadinya patahan tidak berlangsung secara bersamaan. Ini menandakan bahwa serat komposit semakin ulet dan beban terdistribusi sampai ke serat sehingga yang menyebabkan serat tertarik keluar, sehingga membuat komposit menjadi semakin tangguh dalam menyerap beban. *Fiber pull out* pada spesimen disebabkan karena ketidakmampuan matrik menahan beban yang diterimanya sehingga menyebabkan serat terlepas kemudian patah karena gaya searah yang diterimanya, (Wirawan, Willy Artha dan Budi, Sofyan Arief dan Widodo, Teguh Dwi. 2017).

Mekanisme Kegagalan Uji *Impact*

Untuk mengamati mekanisme patahan pada setiap spesimen setelah dilakukan pengujian impak maka dilakukan pengamatan visual



Gambar 15 Patahan Sudut T30-K90



Gambar 16 Patahan Sudut T45-K90



Gambar 17 Patahan Sudut T60-K90

Berdasarkan Gambar 15, 16, 17 dimana pola patahan yang terjadi pada spesimen uji *impact* komposit yang diperkuat serat kelapa dan serat tebu dengan perlakuan NaOH 5% adalah *fiber pull out*. Kedua serat penguat tersebut memperlambat retak yang terjadi akibat beban *impact* sehingga kerusakan yang terjadi menyebabkan serat keluar dan putus. hal ini menandakan bahwa komposit ini ulet. Sifat ulet tersebut ditandai dengan adanya pelepasan ikatan antara matrik dan serat yang diteruskan dengan adanya pemunculan ujung serat yang patah pada permukaan patah (*fiber pull out*). Ini menandakan bahwa beban terdistribusi sampai ke serat sehingga yang menyebabkan serat tertarik keluar. Sehingga membuat komposit menjadi semakin tangguh dalam menyerap beban.



Gambar 18 Patahan Sudut K30-T90



Gambar 19 Patahan Sudut K45-T90



Gambar 20 Patahan Sudut K60-T90

pada Gambar 18, 19, 20 dimana pola patahan yang terjadi pada spesimen uji *impact* komposit yang diperkuat serat kelapa dan serat tebu dimana kedua serat penguat tersebut memperlambat retak yang terjadi akibat beban *impak* sehingga kerusakan yang terjadi menyebabkan serat keluar dan putus. hal ini menandakan bahwa komposit ini ulet. Sifat ulet tersebut ditandai dengan adanya pelepasan ikatan antara matrik dan serat yang diteruskan dengan adanya pemunculan ujung serat yang patah pada permukaan patah (*fiber pull out*). Ini menandakan bahwa beban terdistribusi sampai ke serat sehingga yang menyebabkan serat tertarik (Wirawan, Willy Artha dan Budi, Sofyan Arief dan Widodo, Teguh Dwi. 2017).

Validasi Hasil Kekuatan Ijin Menurut Aturan BKI.

Pada *Rules And Regulation For The Classification And Construction Of Ship*, Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) khusus dispesifikasikan untuk kapal-kapal FRP bahan penguat fiberglass yang diisi oleh serat penguat baik itu jenis mat dan Roving harus memiliki standart kekuatan kuat tarik 10 kg/mm² dan Modulus Elastisitas Kuat Tarik 700 kg/mm².

Hasil penelitian menunjukkan komposit yang memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 10,88 kg/mm² dan memiliki nilai modulus elastisitas standart minimal BKI yaitu sebesar 1043,4 kg/mm². Sehingga

diambil spesimen terbaik yaitu pada variasi susunan serat kelapa 60° dan tebu 90°. Dengan nilai tersebut menunjukkan bahwa komposit berpenguat serat kulit batang kelapa – serat tebu dengan matrik poliester dapat digunakan sebagai konstruksi kapal kayu.

PENUTUP

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh susunan serat tebu dan kelapa terhadap kekuatan tarik dan *impact* pada komposit, *polyester* BQTN 157 berpenguat serat kelapa dan serat tebu terhadap kekuatan tarik dan *impact*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Proses pada komposit matriks ini berpengaruh terhadap kekuatan tarik, di tinjau dari tabel hasil pengujian tarik dan analisa data metode anova menggunakan aplikasi SPSS 22. Dimana jenis susunan serat T30°-K90°, T45°-K90°, T60°-K90° dengan masing-masing nilai 10,60 kg/mm², 10,43 kg/mm², 10,12 kg/mm². Sedangkan pengaruh susunan serat K30°-T90°, K45°-T90°, K60°-T90° dengan masing-masing nilai 10,70 kg/mm², 10,39 kg/mm², 10,88 kg/mm². Nilai tertinggi pada jenis K60°-T90° pada serat penguatnya 10,88 kg/mm² dan terendah pada jenis T60°-K90° pada serat penguatnya 10,12 kg/mm².
- Proses pada komposit matriks ini berpengaruh terhadap kekuatan *impact*, di tinjau dari tabel hasil pengujian *impact* dan analisa data metode anova menggunakan aplikasi SPSS 22. Dimana jenis susunan serat T30°-K90°, T45°-K90°, T60°-K90° dengan masing-masing nilai 64,60 J/mm², 64,15 J/mm², 73,55 J/mm². Sedangkan pengaruh susunan serat K30°-T90°, K45°-T90°, K60°-T90° dengan masing-masing nilai 68,64 J/mm², 74,47 J/mm², 75,80 J/mm². Nilai tertinggi pada jenis K60°-T90° pada serat penguatnya 75,80 J/mm² dan terendah pada jenis T45°-K90° pada serat penguatnya 64,15 J/mm².

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya, berikut saran yang perlu diperhatikan:

- Proses pengeringan awal serat perlu dilakukan untuk mengurangi kadar air serat sebagai bahan baku pembuatan komposit.
- Proses penataan susunan serat dalam komposit *hybrid* usahakan dengan maksimal agar lebih merata dan proporsional.
- Penuangan matrik usahakan lebih maksimal agar dapat membasahi seluruh serat dengan baik dan menghindari terjadinya *void*.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, D638. *Standart test method for tensile properties of plastics*. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Material.
- ASTM, D790. *Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics & Electrical Insulating Materials*.
- Bismarck. 2002. *Influence of alkali treatment on surface properties of fibers*. New York. Mc Graw hill.
- Baskoro, Aryo dan Pribadi, Triwilaswandio Wuruk. 2018. "Analisa Teknik dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan Ukuran 10GT - 20GT Konstruksi *Fiberglass Reinforced plastics* (FRP) Sesuai Standar Biro Klasifikasi Indonesia". *Jurnal Penelitian*. Vol 7, No. 1.
- Fahmi, Hendriwan dan Hermansyah, Harry. 2011. "Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin *Polyester*/Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Tarik". *Jurnal Penelitian*.
- Fahmi, Hendriwan dan Hermansyah, Harry. 2011. "Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin *Polyester*/Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Tarik". *Jurnal Penelitian*. Vol 1, No. 1.
- Gibson. 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Gibson. 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Harsi dan Sari, Nasmi Herlina dan Sinarep. 2015. "Karakteristik Kekuatan *Bending* dan Kekuatan Tekan Komposit Serat *Hybrid* Kapas/Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu". *Jurnal Penelitian*. Vol 5, No. 2.
- Indonesia, bank. 2008. Pola pembiayaan industri serat sabut kelapa, (online), (http://www.bi.go.id/umkm/kelayakan/polapembiayaan/industri/pages/sabut_kelapa.aspx).
- Jones, R.M. 1975. *Mechanics of Composite Materials*. New York: Hemisphere Publishing co.
- Jones, R.M. 1975. *Mechanics of Composite Materials*. New York: Hemisphere Publishing co.
- K. Van. Rijswijk, M.Sc, et. al. 2001. *Natural Fibre Composites Structures and Materials*. Laboratory Faculty of Aerospace Engineering Delft University.
- Ma'ruf, Buana. 2014. "Analisa Kekuatan Laminasi Lambung Kapal *Fiberglass* Yang Menggunakan Material *Multiaxial*". *Jurnal Penelitian*. Vol. 16, No. 1.
- Smallman, R.E. 1995. *Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.
- Smallman, R.E. 1995. *Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.
- Savetlana, Shirley. 2012. "Sifat-Sifat Komposit Serat TKKS-Poliester". *Jurnal Penelitian*. Vol. 3, No. 1.
- Schey, J.A., 1999. *Introduction to Manufacturing Processes*. Boston: Mcgraw-Hill Science.
- Schwartz, M.M. 1984. *Composite Material Handbook*. Singapore: McGraw-Hill.
- Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Wirawan, Willy Artha dan Budi, Sofyan Arief dan Widodo, Teguh Dwi. 2017. "Pengaruh Jenis Matrik Terhadap Sifat Tarik pada *Natural Fiber* Komposit". *Jurnal Penelitian*. Vol. 3 – ISSN 2476-9983.
- Wahono, B. 2008. *Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Karakteristik Komposit Serat Buah Kelapa Sawit*. Bandung. Balai Besar Bahan dan Barang Teknik Bandung.
- Yasa Utama, Firman. Zakiyya, Hanna. 2016. "Pengaruh Variasi Arah Serat Komposit Berpenguat Hibrida *Fiber Hybrid* Terhadap Kekuatan Tarik dan Densitas Material Dalam Aplikasi *Bodypart* mobil". *Jurnal Penelitian*. Vol.15 (2)
- Zainal, M. Dan F. Yulius. 2005. *Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesian Center for Estate Crops and Development. Bogor. ____.