

Pengaruh Web Tarantula Sebagai *Filler* Bio Komposit Pada Pengujian Impak

Imam Subarkah^{1*}, Yuliyanto¹, Muhammad Haritsah Amrullah¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : isubarkah17@gmail.com

Received : 5 Februari 2024; Received in revised form : 25 Februari 2024;

Accepted : 26 Februari 2024

Abstract

During this time animal fibers were often used only for textile products, from the mechanical properties of the Tarantula Web that were already known, the idea arose to utilize the Web Tarantula as a composite reinforcement. Composites will not form if they only use reinforcement, it is necessary to have a mixture of matrices so that the composite can blend perfectly. This study will use a Hollow Glass Microsphere (HGM) & Epoxy matrix. The printing process is carried out in layers, the first layer pours the homogeneous half of HGM-Epoxy on the mold until it covers the base of the mold, then assembles the weighed web into the mold, and finally pours back the remaining HGM-Epoxy until it fills the mold. The tested specimen data was then processed using Microsoft Excel to determine the effect of volume fraction on the impact strength of the Web Tarantula composite with HGM-Epoxy homogeneous matrix. The conclusion in this study is, Web Tarantula fillers 10%, 20%, and 30% do not greatly affect the homogeneous mechanical strength of HGM-Epoxy 20%/80% and 30%/70%, from six specimens with different volume fractions, after impact testing using the Charpy impact method, the five composites have the same value, only one specimen with Web 30%, HGM 30%, and Epoxy 70% has slightly different values. It can be concluded that the volume fraction of Web Tarantula, Homogeneous HGM-Epoxy does not add impact strength to the specimen made.

Keywords: Composite; Epoxy; Hollow glass microsphere; Impact; Web tarantula.

Abstrak

Selama ini serat hewani sering digunakan hanya untuk produk tekstil, dari sifat mekanik Web Tarantula yang sudah diketahui, muncullah ide untuk memanfaatkan Web Tarantula sebagai penguat komposit. Komposit tidak akan terbentuk jika hanya menggunakan reinforcement, perlu adanya campuran matriks agar komposit dapat menyatu sempurna. Pada penelitian ini akan menggunakan matriks Hollow Glass Microsphere (HGM) & Epoxy. Proses pencetakan dilakukan berlapis, lapisan pertama menuangkan separuh homogen HGM-Epoxy pada cetakan hingga menutupi dasar cetakan, kemudian menyusun web yang telah ditimbang ke dalam cetakan, terakhir tuang kembali HGM-Epoxy yang tersisa hingga memenuhi cetakan. Data spesimen yang sudah diuji kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel untuk mengetahui pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan impak komposit Web Tarantula dengan matriks homogen HGM-Epoxy. Kesimpulan pada penelitian ini adalah, filler Web Tarantula 10%, 20% dan 30% tidak terlalu mempengaruhi kekuatan mekanik homogen HGM-Epoxy 20%/80% dan 30%/70%, dari keenam spesimen dengan fraksi volume yang berbeda-beda, setelah dilakukan pengujian impak menggunakan metode impak charpy, kelima komposit memiliki nilai yang sama, hanya satu spesimen dengan Web 30%, HGM 30%, dan Epoxy 70% yang memiliki nilai yang sedikit berbeda. Dapat disimpulkan bahwa fraksi volume Web Tarantula, Homogen HGM-Epoxy tidak menambah kekuatan dampak pada spesimen yang dibuat.

Kata kunci: Epoxy; Hollow glass Microsphere; Impak; Komposit; Web tarantula.

1. PENDAHULUAN

Pada suatu eksperimen yang dilakukan di University of Trento Italia,

sejumlah ilmuwan menyemprot Laba-laba jenis *Pholcidae* dengan campuran air dan jenis karbon nanotube, juga lempeng *graphene*. Karbon nanotube dan lempeng

graphene ternyata mampu membuat serat benang sutra yang dihasilkan Laba-laba *Pholcidae* sekuat benang Kevlar. Laba-laba tersebut dimasukkan ke dalam kotak kecil dengan lubang udara. Setelah disemprot, peneliti menunggu sang Laba-laba mulai mengeluarkan web-nya, kemudian mengukur kekuatan web yang dihasilkan. Menurut mereka, benang yang dihasilkan sekuat benang Kevlar (jenis benang yang kerap digunakan sebagai bahan baku rompi antipeluru). "Kekuatannya mencapai 5,4 GPa, setara dengan nilai keelastisan Modulus Young 47,8 GPa. Nilai itu mengalahkan tingkat elastisitas serat benang Kevlar, dan tercatat sebagai yang terkuat yang pernah diukur dari serat Web Laba-laba dan Tarantula jenis apapun [1] seperti pada Gambar 1.

Menurut para ilmuwan, Web Tarantula lebih kuat dari baja dan lebih keras dari Kevlar. Web Tarantula dinilai lima kali lebih kuat dibanding baja dengan ukuran yang sama. Ketika kekuatan tarik baja dan web Tarantula dengan diameter yang sama diuji, baja dapat menahan kekuatan berkisar 0,2

GPa, namun ternyata sutra web Tarantula dapat menahan kekuatan tarik hingga 1 GPa. Ukuran web Tarantula umumnya hanya berdiameter 0,003 mm per helai, yang jika dibandingkan dengan diameter rambut manusia maka akan ditemukan sebuah fakta bahwa sehelai web Tarantula berdiameter 20 kali lebih tipis dari sehelai rambut manusia. Kekuatan absolut web Tarantula adalah kemampuan materialnya untuk menahan putus, terlepas dari beban yang diberikan pada web tersebut. Tidak seperti baja yang terbuat dari bahan-bahan keras, web Tarantula terbuat dari protein. protein tersebut dinamakan dengan Spidroin yang tersusun atas asam amino, alanine, dan glisin. Asam amino diuntai secara berulang-ulang menghasilkan untai panjang mirip seperti DNA. Begitu pula dengan alanine dan glisin yang membentuk beta kristal dan amorf. Hal tersebut membuat alanine berperan penting dalam kekuatan web Tarantula, sedangkan glisin berperan dalam daya elastisitasnya [2] seperti Gambar 1.



Gambar 1. Jaring/web laba-laba

Bahkan, menurut para peneliti dari Arizona State University (ASU) di Amerika Serikat, web Tarantula bisa dijadikan material rompi antipeluru. "Serat web Tarantula memiliki kombinasi kekuatan mekanis dan elastis unik yang membuatnya sebagai salah satu material terkuat," Luasnya susunan sifat elastis dan mekanis sutra laba-

laba yang diperoleh tim ASU sangat memudahkan upaya pemodelan guna memahami interaksi sifat mekanis dan struktur molekul sutra penghasil Web Tarantula. Hasil penelitian ini dipublikasi dalam jurnal Nature [3] seperti pada Gambar 2.



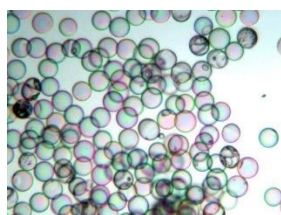
Gambar 2. Web tarantula yang dibuat berlapis-lapis untuk melindungi telur (kondisi telur gagal/busuk)

Selama ini serat hewani sering digunakan hanya untuk produk tekstil, maka dari itu untuk meningkatkan value serat hewani yang selaras dengan salah satu prinsip manufaktur, dan dari sifat mekanik Web Tarantula yang sudah diketahui, maka muncul lah sebuah gagasan untuk memanfaatkan Web Tarantula sebagai reinforcement material komposit.

Komposit adalah suatu jenis material baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih material dimana sifat masing-masing material berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap

terpisah dalam hasil akhir material tersebut (bahan komposit) [4].

Namun, sebuah komposit tidak akan berhasil dibentuk jika hanya menggunakan reinforcement dari serat Web Tarantula saja, perlu adanya campuran matriks agar komposit yang dibuat dapat menyatu dengan sempurna. Pada penelitian ini akan digunakan matriks Hollow Glass Microsphere (HGM)-Epoxy, HGM dipilih sebab memberikan bobot yang ringan, konduktivitas termal rendah, dan ketahanan terhadap tegangan kompresi yang tinggi [5] seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi HGM dalam *microscope*

Sedangkan Epoxy unggul pada sifat kekuatan dan kekakuan, tahanan terhadap kelelahan, retak mikro dan daya serap air, serta degradasi permukaan oleh permeabilitas air rendah [6].

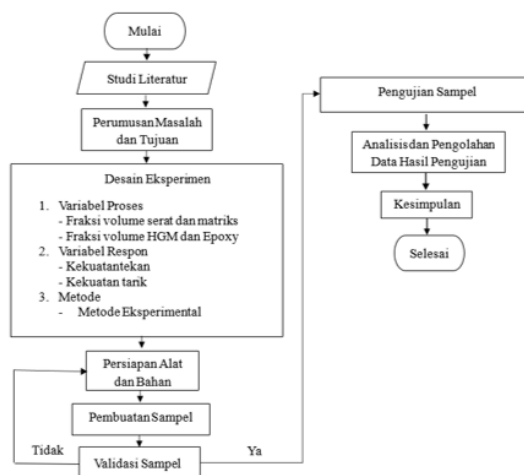
HGM dan Epoxy ini sebelumnya pernah diteliti menggunakan penguat serat daun Nanas untuk dilakukan uji balistik, namun hasil yang didapat belum cukup baik karena menurut standar NIJ 0101.06, kriteria kegagalan rompi anti peluru dari aspek

penetrasi ialah penetrasi tidak boleh melebihi dari tebal rompi atau dapat dikatakan tidak boleh tembus [7].

2. METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir (flowchart) yang dibuat untuk mencapai tujuan penelitian yang diinginkan seperti pada Gambar 4.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram alir (flowchart)

Alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat spesimen uji impact adalah sebagai berikut, 1) *web tarantula*, 2) *hollow glass microsphere*, 3) *epoxy resin*, 4) timbangan digital, 5) cetakan impact, 6) *wax*, 7) kuas, 8) gelas ukur, 9) gelas plastik untuk mencampur HGM dan *epoxy*, 10) lidi/stik es krim, dan 11) alat uji impact *charpy*.

Material komposit yang akan dibuat, menggunakan *web Tarantula* sebagai *filler*

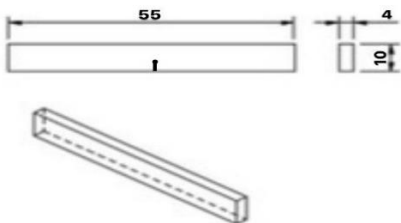
serta HGM dan *Epoxy* sebagai matriks yang dicampur menjadi satu (homogen) dengan presentase fraksi volume serat dan matriks, 10%, 20%, 30% *web*, dicampur dengan 20% HGM, 80% *Epoxy* dan 10%, 20%, 30% *web*, dicampur dengan 30% HGM, 70% *Epoxy* seperti pada Tabel 1, Tabel 2, dan Gambar 5.

Tabel 1. Fraksi volume *web* 10%, 20%, 30% HGM 20%, *epoxy* 80%

Serat <i>Web Tarantula</i> (%)	Matrik (%)	
	HGM	<i>Epoxy</i>
10		
20	20	80
30		

Tabel 2. Fraksi volume *web* 10%, 20%, 30% HGM 30%, *epoxy* 70%

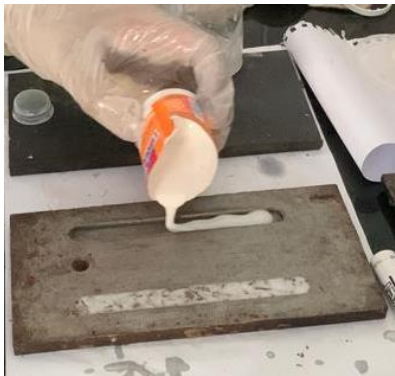
Serat <i>Web Tarantula</i> (%)	Matrik (%)	
	HGM	<i>Epoxy</i>
10		
20	30	70
30		



Gambar 5. Standarisasi cetakan impact ISO 179

Proses pencetakan dilakukan berlapis, lapisan pertama menuangkan separuh homogen HGM-*Epoxy* ke dalam cetakan hingga menutupi permukaan dasar cetakan, kemudian membentangkan dan menyusun *web* yang telah ditimbang ke dalam cetakan,

terakhir menutup kembali cetakan menggunakan HGM-*Epoxy* yang tersisa di dalam gelas plastik seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Proses penuangan HGM-*epoxy*



Gambar 7. Web dibentangkan dan disusun ke dalam cetakan

Setelah spesimen komposit dicetak, kemudian dilakukan pengkondisian di suhu ruang selama beberapa hari agar dapat dilakukan validasi sample sebelum spesimen

diuji. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji impact charpy dengan standarisasi ISO 179 seperti pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8 Spesimen tidak valid



Gambar 9. Spesimen valid

Spesimen yang sudah dicetak dan divalidasi, disesuaikan lagi bentuk dan ukurannya dengan cara diampas dan dikikir hingga memiliki panjang 55mm, lebar 10mm

dan tebal 4mm, serta coakan di bagian tengah dengan kedalaman 2mm dan lebar menyudut 45° seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses menyesuaikan bentuk dan ukuran spesimen

Pengujian impact adalah pengujian ketahanan terhadap beban kejut. Ada dua metode pengujian impact, yaitu cara charpy, dimana spesimen diletakkan horizontal lalu diberi beban kejut sebesar P. Cara izod, spesimen diletakkan vertical lalu diberi beban bentur dengan beban sebesar P. Tipe

patahan adalah patahan intergranular, dan perpatahan transgranular. Perpatahan transgranular adalah perpatahan yang terjadi di dalam butir, sedangkan perpatahan intergranular adalah perpatahan yang terjadi diantara butir. Hal-hal yang

mempengaruhi ketangguhan material adalah takikan, beban dan temperature [8].

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan benda uji terhadap beban dinamis. Uji impak dilakukan dengan satu kali pukulan untuk satu benda uji. Masing-masing spesimen menggunakan sudut ketinggian bandul 90°, 120°, 144° dalam pengujian impak ini, metode yang digunakan adalah metode charphy [9].

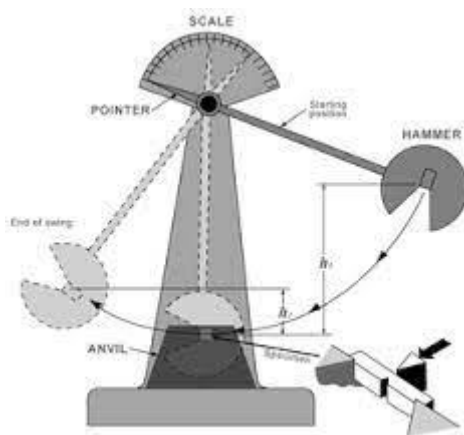
Langkah-langkah pengujian impak sebagai berikut:

1. Memastikan jarum penunjuk pada posisi NOL pada saat bandul menggantung bebas

2. Meletakkan bahan uji diatas penopang,
- dan pastikan bandul tepat memukul bagian tengah takikan.
3. Menaikkan godam secara perlahan lahan hingga jarum penunjuk sudut menunjukan sudut awal, dalam hal ini bandul terkunci otomatis
4. Kemudian tekan tombol pembebas kunci, sehingga bandul akan mengayun ke bawah dan akan mematahkan benda uji
5. Setelah benda uji patah, barulah melakukan pengamatan dan membuat data tertulis.



Gambar 11. Proses uji impak



Gambar 12. Ilustrasi skema pengujian Impak

Energi yang diserap oleh material dapat dihitung dengan persamaan (1) energi potensial [10].

$$E = m.g.(Cos \beta - Cos \alpha) \dots\dots\dots(1)$$

Kekuatan impak spesimen uji dapat dihitung dengan persamaaan (2):

$$H1 = \frac{E}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

E :Energi Sebelum Tumbukan (J)

$H1$:Kekuatan Impak (J/mm²)

A :Luas Penampang Spesimen dibawah takikan (mm²)

m :Berat Massa Pendulum (m)

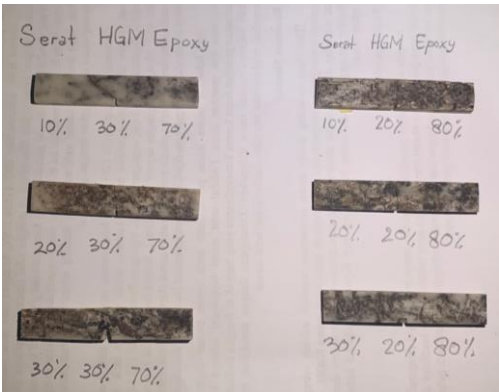
g :Gaya Gravitasi (m/s²)

$h1$:Jarak Pendulum Tanpa Benda Uji (°)

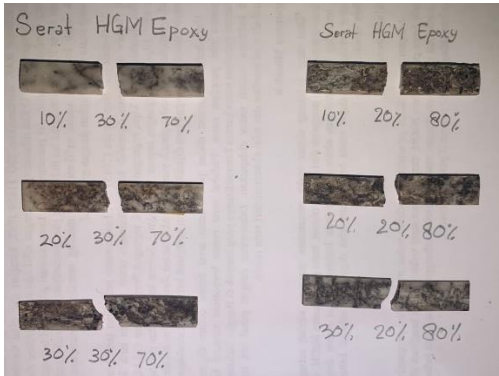
cos α : Sudut Pendulum Tanpa Benda Uji (°)
cos β : Sudut Pendulum Pakai Benda Uji (°)
 l : Panjang Lengan Impak

Spesimen komposit web Tarantula dengan matriks HGM-Epoxy diuji impak untuk mengetahui kekuatan mekanik komposit seperti pada Gambar 13 dan Gambar 14.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 13. Komposit web tarantula sebelum diuji



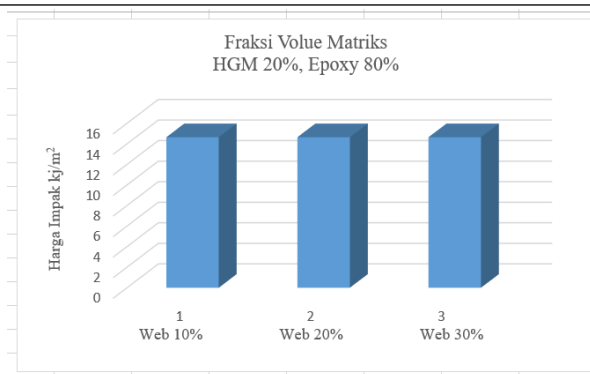
Gambar 14. Komposit web tarantula setelah diuji

Data spesimen yang sudah diuji kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk mengetahui pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan impak komposit

Web Tarantula dengan matriks HGM-Epoxy seperti pada Tabel 3, Tabel 4, Gambar 15 dan Gambar 16.

Tabel 3. Hasil uji impak dengan HGM 20% epoxy 80%

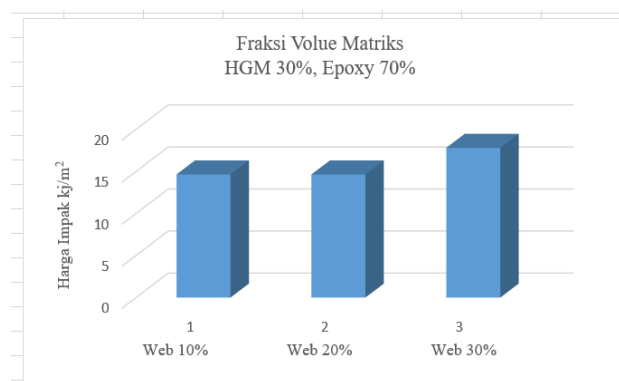
Web (%)	Fraksi Volume Matriks (%)		Harga Impak (kj/m ²)
	HGM	<i>Epoxy</i>	
10	20	80	14,648
20			14,648
30			14,648
<i>Rata – Rata</i>			14,648



Gambar 15. Diagram hasil uji impact dengan HGM 20% epoxy 80%

Tabel 4. Hasil uji impact dengan HGM 30% epoxy 70%

Web (%)	Fraksi Volume Matriks (%)		Harga Impak (kj/m ²)
	HGM	Epoxy	
10	30	70	14,648
20			14,648
30			17,815
Rata – Rata			15,704



Gambar 16. Diagram hasil uji impact dengan HGM 30% epoxy 70%

4. SIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini ialah, filler Web Tarantula 10%, 20% dan 30% tidak terlalu mempengaruhi kekuatan mekanik komposit homogen HGM-Epoxy 20%/80% dan 30%/70%, dari keenam spesimen dengan fraksi volume yang berbeda-beda, setelah dilakukan pengujian impact menggunakan metode impact charpy, kelima komposit memiliki nilai yang sama, hanya satu spesimen dengan Web 30%, HGM 30%, dan Epoxy 70% yang memiliki nilai yang berbeda. Dapat disimpulkan bahwa fraksi volume Web Tarantula, Homogen HGM-Epoxy tidak menambah kekuatan impact pada spesimen komposit yang dibuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis jurnal "Pengaruh Web Tarantula Sebagai Filler Bio Komposit Pada Pengujian Impact" mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada sivitas akademika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan fasilitas dan segala bantuan dalam pembuatan jurnal penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Administrator UMM. (2015). Serat Benang Laba-laba Sekuat Bahan Rompi Anti Peluru. Retrieved from umm.ac.id: <https://www.umm.ac.id/id/berita-ilmiah/serat-benang-laba-laba-sekuat-bahan-rompi-antipeluru.html>
- [2] Utami, S.N. (2021). Benarkah Jaring Laba-Laba Sangat Kuat? Retrieved from

- Kompas.com:
<https://www.kompas.com/skola/read/2021/06/19/114617069/benarkah-jaring-laba-laba-sangat-kuat?page=all>
- [3] Amri Mahbub Al Fathon tnr (2016). Rahasia Jaring Laba-laba: Bisa Jadi Rompi Antipeluru. Retrieved from Tempo.co:
<https://tekno.tempo.co/read/747673/rahasia-jaring-laba-laba-bisa-jadi-rompi-antipeluru>
- [4] Nayiroh, N. (2013). Teknologi material komposit. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- [5] Ritonga, W. (2014). Pengaruh Variasi Fraksi Volume, Temperature Curing dan Post-curing Terhadap Karakteristik Tekan Komposit Epoxy-Hollow Glass Microspheres IM30K. Laboratorium Metallurgy Teknik Mesin ITS. Indonesia.
- [6] Nugraha, I.W.W., Astika, I.M., & Subagia, I. D. G. A. (2021). Pengujian Tarik dan Kekerasan Permukaan Komposit Anyaman Serat Jute Menggunakan Variasi Viskositas Matrik Resin Epoksi. Jurnal Teknik Mesin Indonesia, 16(2), 38-44.
- [7] Rahmatullah, G.M. (2021). Kajian Eksperimental Material Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas Pada Pengujian Balistik. Laporan Akhir Proyek Akhir, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat, <http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/441/>.
- [8] Handoyo, Y. (2013). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1(2), 45-53.
- [9] Pramono, R. (2016). *Analisa Kekuatan Impak Dengan Variasi Sudut Bandul Pada Material Logam Baja St37* (Doctoral dissertation).
- [10] Gunandar, A.W. (2021). Analisis Kekuatan Tarik dan Impak Bahan Komposit Hibrid Berpenguat Serbuk Kayu Akasia Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).