

PERLAKUAN SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN PEMBUATAN KOMPOSIT POLIMER BUSA SERTA ANALISA HASIL UJI TARIK

Junkarnadi Sitorus¹, Syahrul Abda², M. Sabri³, Indra⁴, Ikhwansyah Isranuri⁵, Alfian Hamsi⁶
^{1,2,3,4,5,6}Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : junkarnadi_pane@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian perlakuan serat tandan kosong kelapa sawit, pembuatan spesimen komposit polimer busa diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit sebagai pengisi dengan menggunakan resin BTQN 157 Ex sebagai pengikat sesuai standar ASTM D638 dan diikuti uji tarik. Dalam penelitian ini, digunakan komposisi antara serat tandan kosong kelapa sawit : polyurethane : resin : katalis sebesar 10:15:70:5 dengan total berat 200 gram. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanik komposit polimer busa yang diperkuat serat alam, dari 25 buah spesimen dalam 5 variasi konsentrasi serat larutan NaOH 1%-5%, adalah Kekuatan tarik (MPa), regangan (%), dan modulus elastisitas (MPa). Hasil menunjukkan bahwa nilai rata-rata Kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas diperoleh C1 sebesar 9,48 MPa, 0,438%, dan 12,979 MPa. C2 sebesar 10,71 MPa, 0,438 %, dan 8,559 MPa. C3 sebesar 11,31 MPa, 0,92 %, dan 12,446 MPa. C4 sebesar 8,904 MPa, 0,29 %, dan 39,962 MPa. C5 sebesar 11,59 MPa, 0,59 %, dan 32,038 MPa. Berdasarkan pengamatan terhadap permukaan patahan dapat dikatakan bahwa karakteristik patahan komposit polimer busa yang diperkuat serat alam dipengaruhi oleh pengikat terhadap serat.

Kata kunci: *Tandan kosong kelapa sawit, NaOH, komposit polimer busa, kekuatan tarik, regangan, modulus elastisitas.*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan polimer busa dan komposit dewasa ini semakin meningkat di segala bidang. Komposit berpenguat serat banyak diaplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan material yang mempunyai dua perpaduan sifat dasar, yaitu kuat dan ringan. Pada saat ini komposit dengan material penyusun sintesis mulai beralih pada komposit dengan material penyusun dari bahan alami.

Banyak sekali fakta yang menunjukkan makin meningkatnya prospek pengembangan polimer busa komposit serat alam. Beberapa kelebihan serat alam, yaitu serat alam sangat mudah diperoleh terutama di daerah tropis, budidaya serat alam mudah, usia panen relatif pendek, penanamannya dapat dilakukan di lahan marjinal, teknologi untuk pengolahannya sangat sederhana, tingkat sustainabilitasnya sangat tinggi.

Beberapa penelitian yang telah berhasil mengembangkan serat alam sebagai penguat. Serat alam yang direaksikan dengan matriks poliester resin tak jenuh akan meningkatkan kestabilan dimensi dan kekakuannya. Karakteristik mekanik serat alam dipengaruhi oleh tegangan tarik, modulus elastisitas, regangan dan panjang serat. Tegangan tarik, modulus elastisitas, dan regangan untuk serat TKKS telah diamati sebesar 71 MPa, 1,7 GPa dan 11%. Persentase serat alam sebagai penguat pada resin BTQN 157 Ex dapat mencapai 10 s.d. 30% dan meningkatkan modulus elastisitas komposit. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut belum dilakukan penyelidikan karakteristik mekanik terhadap polimer busa yang diperkuat serat TKKS. Oleh karena itu, di dalam penelitian ini dilakukan penyelidikan karakteristik mekanik material komposit polimer busa, yaitu resin BTQN 157 Ex yang diperkuat serat TKKS.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik sifat fisis dan mekanis spesimen uji tarik polimer busa yang diperkuat serat TKKS. Karakteristik yang hendak didapatkan adalah tegangan

tarik, modulus elastisitas, regangan serta kerapatan. Karakteristik tersebut diperoleh melalui pengujian tarik statik.

2. METODE

2.1. Alat

Beberapa peralatan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah cawan pencampur, pengaduk, pipet tetes, penyaring serat, mesin penghalus serat, timbangan digital dan cetakan spesimen.

Media pencampur berfungsi sebagai tempat untuk mencampur beberapa bahan penyusun komposit polimer busa. Media pencampur yang digunakan adalah berupa cawan pencampur. Bahan-bahan penyusun komposit polimer busa dicampur hingga merata dengan cara diaduk di dalam sebuah cawan. Pengaduk berbentuk batang gelas dengan salah satu ujung berbentuk bulat sedangkan ujung yang lain berbentuk pipih.

Agar serat TKKS yang dihasilkan halus maka serat TKKS harus disaring. Untuk menyaring serat TKKS dibutuhkan alat penyaring sehingga dihasilkan serat dengan ukuran panjang 1 mm s/d 5 mm. Cetakan spesimen uji tarik statik dibuat berdasarkan standar ASTM D-638 seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 1.



Gambar 1. Cetakan spesimen uji tarik

2.2. Bahan

Serat yang digunakan sebagai penguat adalah serat TKKS yang telah dihaluskan seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Ukuran diameter serat tandan kosong kelapa sawit cukup bervariasi. Diameter serat tunggal tandan kosong kelapa sawit berkisar antara 250 μm s.d.610 μm .

Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Ia bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbondioksida dari udara bebas seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Polyol dan Isocyanate merupakan bahan pembentuk rongga, dimana apabila kedua bahan tersebut telah tercampur terjadi proses polimerisasi yang disebut dengan polyurethane seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 2. Serat TKKS



Gambar 3. Butiran NaOH



Gambar 4. Polyol dan Isocyanate

Matriks yang digunakan adalah resin termoset tak jenuh. Jenis resin termoset tak jenuh yang digunakan adalah 157 BQTN-Ex. Material ini tergolong polimer yang memiliki sifat dapat mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa pemberian tekanan ketika proses pencetakannya menjadi suatu peralatan tertentu. Massa jenis, kekuatan tarik, dan modulus elastisitas resin jenis 157 BQTN-Ex adalah 1215 kg/m³, 55MPa, dan 3000 MPa.

Katalis merupakan bahan kimia yang digunakan untuk mempercepat proses pengerasan struktur komposit pada kondisi suhu kamar pada kondisi udara terbuka. Jenis katalis yang digunakan adalah *metil etil keton peroxida* (MEKPO).

Zat pembersih sisa-sisa campuran bahan yang melekat di cawan, gelas ukur, dan pengaduk yang digunakan adalah *aseton*. Bahan pelapis permukaan cetakan yang digunakan adalah *wax*. *Wax* dioleskan di seluruh permukaan cetakan agar spesimen yang telah mengeras dapat dilepaskan dengan mudah dari cetakan.

2.3. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan adalah alat ukur massa dan volume. Massa matriks, serat, dan katalis diukur dengan menggunakan timbangan digital dalam satuan gram. Gelas ukur yang digunakan untuk mengukur volume matriks adalah gelas ukur dengan kapasitas 250 ml.

2.4. Alat Uji

Uji tarik spesimen dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik khusus untuk material polimer dan komposit. Mesin uji tarik yang digunakan adalah *alat uji tarik universal testing machine*. Spesifikasi mesin uji tarik yang digunakan adalah:

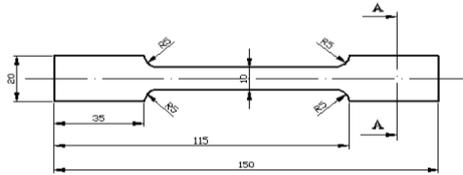
- Tipe : SC-2DE
- Capacity : 5000 kgf
- MFG. No. : 6079

2.5. Pengolahan Serat

Serat tandan kosong kelapa sawit dibersihkan dari kotoran-kotoran yang mengganggu, seperti: pasir, batu-batu kecil, dan lain-lain, kemudian direndam dengan larutan NaOH 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. Masing-masing serat dicacah dengan menggunakan mesin penghalus serat hingga berbentuk butiran yang halus. Ukur volume masing-masing serat sebanyak 10% dari volume total komposit polimer busa yang akan dibuat, yaitu $10\% \times 200 \text{ gr} = 20 \text{ gr}$.

2.6. Pencetakan Spesimen

Cetakan spesimen dibersihkan dari kotoran yang mengganggu lalu oleskan permukaan cetakan dengan *wax*. Masukkan serat yang telah halus ke dalam cawan yang telah berisi resin. Setiap serat dimasukkan ke dalam wadah yang berbeda. Aduk campuran resin dan serat hingga merata. Setelah campuran tersebut rata, tambahkan larutan MEKPO sebanyak 5% dari volume resin ke dalam campuran tersebut, yaitu $5\% \times 200 \text{ gr} = 10 \text{ gr}$. Masukkan campuran ke dalam cetakan dengan merata dan biarkan campuran mengeras selama 24 jam. Setelah mengeras spesimen dapat dilepaskan dari cetakan. Spesimen uji tarik dibentuk berdasarkan standar ASTM D-638, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Geometri spesimen uji tarik (berdasarkan spesimen D638)



Gambar 6. Spesimen uji tarik yang telah dicetak

Setelah seluruh proses pembuatan selesai dilakukan, seluruh alat yang telah terkontaminasi dengan campuran komposit polimer dibersihkan dengan larutan *aseton*. Spesimen uji tarik yang telah dicetak ditunjukkan pada Gambar 6.

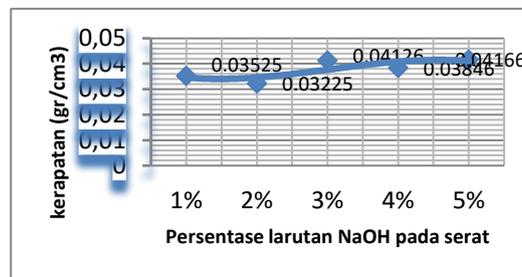
2.7. Proses Pengujian Spesimen

Proses selanjutnya adalah pengujian spesimen untuk memperoleh karakteristik sifat fisis dan mekanik spesimen uji. Untuk memperoleh karakteristik sifat fisis dan mekanik spesimen tersebut dilakukan pengujian tarik statik dengan menggunakan mesin uji tarik komposit. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pengujian P.T. Growth Sumatera Industry Ltd (Steel Mills).

3. HASIL

3.1. Kerapatan

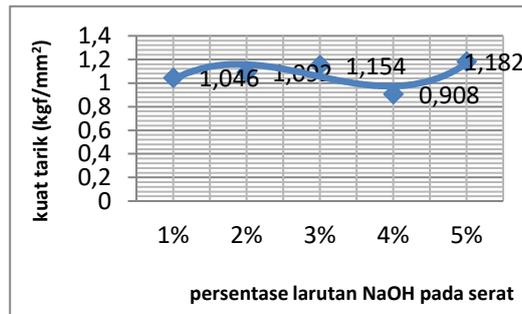
Besar massa jenis rata-rata setiap spesimen uji dengan persentase larutan NaOH pada serat yang berbeda cukup bervariasi. Untuk material komposit polimer busa dengan kadar NaOH pada serat sebesar 2% (pada spesimen C2) diperoleh massa jenis rata-rata sebesar 0.03225 gr/cm^3 .



Gambar 7. Grafik nilai kerapatan

3.2. Tegangan Tarik

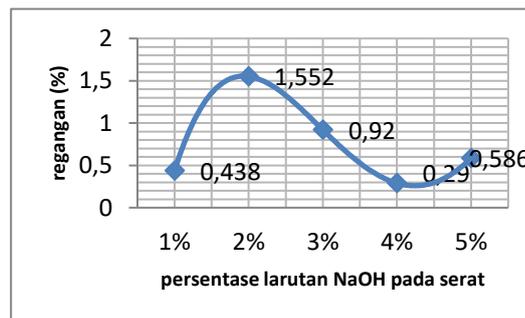
Dari hasil penelitian ini tegangan tarik yang diperoleh dimana nilai rata-rata tertinggi pada spesimen C5 (persentase larutan NaOH 5% pada serat) sebesar 1.182 kgf/mm^2 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar persentase larutan NaOH pada serat TKKS maka nilai kuat tarik pada spesimen uji semakin tinggi.



Gambar 8. Grafik nilai tegangan tarik

3.3. Regangan

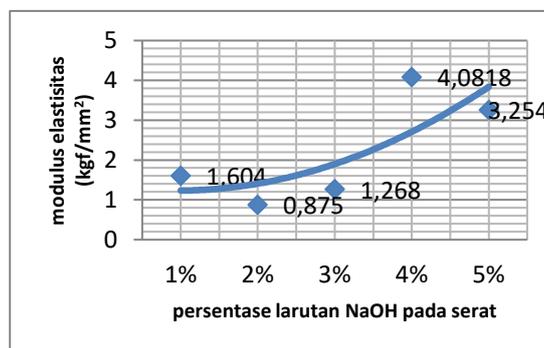
Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata regangan spesimen uji tarik yang dihasilkan berkisar antara 0,0,438% sampai dengan 0,586%, nilai rata-rata regangan terendah pada spesimen uji tarik C4 (persentase larutan NaOH 4% pada serat) yaitu 0.29 % dan yang tertinggi pada spesimen uji tarik C2 (persentase larutan NaOH 2% pada serat).



Gambar 9. Grafik nilai regangan

3.4. Modulus Elastisitas

Hasil pengujian menunjukkan nilai rata-rata modulus elastisitas yang terendah terdapat pada spesimen uji tarik C2 yaitu sebesar 0,875 kgf/mm² sedangkan yang tertinggi pada spesimen uji tarik C4 yaitu sebesar 4,0818 kgf/mm².



Gambar 10. Grafik modulus elastisitas

Tegangan tarik statik diperoleh dari pengujian tarik. Awalnya, pengujian tarik menghasilkan kurva beban (F) terhadap pertambahan panjang (Δl). Setelah beban dibagi dengan luas penampang (A) spesimen uji tarik yang patah dan pertambahan panjang dibagi dengan panjang mula-mula (l_0) maka diperoleh kurva tegangan (σ) terhadap regangan (ϵ) teknik. Kurva σ - ϵ untuk masing-masing komposit polimer busa dengan variasi NaOH yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa tegangan tarik statik yang direspon oleh komposit polimer busa dengan penguat serat variasi larutan NaOH 5% lebih tinggi. Kecenderungan ini dapat meningkatkan ikatan antar muka serat terhadap matriks. Ikatan tersebut dapat mempertahankan susunan rantai polimer busa jika diberikan pembebanan tertentu.

4. KESIMPULAN

Secara umum, material yang menjadi subjek dalam penelitian ini disebut komposit polimer busa yang diperkuat serat alam yaitu serat tandan kosong kelapa sawit digunakan sebagai penguat terhadap polimer busa. Komposit polimer busa yang diperkuat serat TKKS tersebut telah diketahui karakteristik sifat fisis dan sifat mekaniknya melalui pengujian tarik statik. Massa jenis komposit polimer busa dengan persentase larutan NaOH pada serat sebesar 2% memiliki nilai kerapatan terendah. Komposit polimer busa dengan persentase larutan NaOH pada serat sebesar 5% memiliki nilai tegangan tarik tertinggi dan Komposit polimer busa dengan persentase larutan NaOH pada serat sebesar 4% memiliki nilai modulus elastisitas tertinggi. Permukaan patahan spesimen sangat dipengaruhi oleh perbandingan ukuran panjang dengan diameter serat. Semakin kecil ukuran serat maka kemampuan serat untuk berikatan dengan resin akan semakin besar sehingga meningkatkan ikatan antar muka serat dengan matriks.

5. SARAN

Dari hasil kesimpulan yang didapat, untuk itu saya selaku menganalisa ingin menyarankan kepada pembaca antara lain:

1. Untuk mengoptimalkan material *polymeric foam* yang diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit perlu diketahui karakteristik material penyusunnya atau komposisi bahan yang diperlukan agar mendapat hasil yang signifikan dan sempurna nantinya.
2. Dalam pembuatan spesimen, ukuran dan bentuk spesimen sangat diperhatikan sesuai standar ASTM D-638.
3. Hasil skripsi ini dapat dijadikan sebagai rujukan bagi penelitian berikutnya. Dari hasil analisa disarankan agar tandan kosong kelapa sawit yang telah menjadi limbah dimanfaatkan secara optimal untuk dijadikan sebagai produk komposit karena material komposit tandan kosong kelapa sawit ini mempunyai kelebihan yaitu dengan meningkatnya keteguhan rekat, berkekuatan tinggi, dan kuat. Penelitian mengenai penggunaan komposit serat tandan kosong kelapa sawit ini diharapkan dapat menjadi acuan dan alternatif baru dalam suatu pembuatan produk komposit yang akan datang bagi penelitian berikutnya. Dan buat material yang berbeda tetapi tetap samabahan nya, supayah lebih akurat mencarimana yang layak untuk di gunakan.

Dalam proses pembuatan spesimen material komposit *polymeric foam* ini, untuk mendapatkan hasil yang maksimal sebaiknya pada proses pengadukan agar lebih diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Astuti, H & Budhayanti, S.G.A.M (2004). *Pengaruh Komposisi Polyol terhadap Propertidan Struktur Foam Fleksibel Polyurethane*. Tesis, Institute Teknologi Surabaya
- [2]. Callister Jr, W.D. (1994). *Material science and engineering : An Introduction*. New York, University of Michigan
- [3]. Hartomo, A.J. (1993). *Dasar-dasar profesi politeknik pemrosesan polimer praktis*. Yogyakarta : Erlangga.
<http://books.google.co.id/books.polymeric+foams&source>.
<http://www.matbase.com/material/polymers/commodity/ldpe/properties>
- [4]. Khairiah, B, Khairul, A.M.A. (2006, April). *Biocomposites from Oil Palm Resources*. Journal of Oil Palm Research, pp. 103-113
- [5]. Klempner, D & Sendjarevic, V. (2004). *Polymeric Foams and Foam Technology*. Journal of Carl Hanser Verlag, p.584
- [6]. Kumar, V. (2005). *Phenomenology of Bubble Nucleation in the Solid State Nitrogen-Polystyrene Microcellular Foams*. International Journal of Colloids and Surface A: Physicochem. Eng. Aspects 263, pp. 336-340
- [7]. Liu, G.R. dan Quek, S.S. (2003). *The Finite Element Method: A Practical Course*. London : Elsevier Science Ltd
- [8]. Nash, William (1998). *Strength of Materials*. Schaum's Outlines

- [9]. Nuryanto, E, (2000). *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Kimia*. Medan : Warta PPKS 8(3), pp. 137-144
- [10]. Schwartz, M.M. (1984). *Composite Material Handbook*. Book Company :Mc. Graw Hill
- [11]. Subiyanto, B, Subyakto, Sudijono, Gopar, M, & Munawar, S.S. (2003). *Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong dari Industri Pengolahan Kelapa Sawit untuk Papan Partikel dengan Perekat Penol Formaldehida*. Jurnal UPT Litbang Biomaterial, LIPI
- [12]. Wang, D.-A dan Pan J. (2006). *A Non Quadratic Yield Function for Polymeric Foam*. International Journal of Plasticity 22, pp. 434-458
- [13]. Zuhri, M.M.Y, Salit, M.S., Ismail, N. (2009). *Tensile Properties of Single Oil Palm Empty Fruit Bunch Fibre*. Sains Malaysiana 38(4), pp. 525-529