

Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Digunakan pada Komposit Serat Tkks

Harnowo Supriadi¹, Shirley Savetlana², Firman Gultom³

^{1,2,3} Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1, Bandar Lampung 35145.
firmangultom150@gmail.com

Abstract

Empty Palm bunches (TKKS) is one of the solid waste generated by industrial palm oil plantations which contain lots of fiber and is one of the natural fiber source that the availability of abundant in Indonesia, especially in the province of Lampung. TKKS fiber can be used as an alternative amplifier to composite materials. This research was conducted to determine the influence of the chemical composition of TKKS fiber and know the tensile strength from TKKS fiber by doing a tensile test. Alkaline treatment NaOH 5% given to fiber to separate lignin and contaminants that contained in fiber so that it can increase the tensile strength fibers. TKKS fiber is obtained processing palm oil factory by the process of boiling oil palm fresh fruit bunches with a pressure of 2.5 until 3atm at temperature 130⁰C during 50 – 60 minutes. TKKS already parsed and then selected and measured with a length of 6 cm and a diameter of 0.2 mm. And then given an alkaline NaOH 5%. In this research on the treatment of alkaline NaOH 5% provided that treatment during 0 hours (without treatment), 2 hour, 4 hour, 6 hour. Results from the study found that fiber tensile strength affected by the chemical composition on the fiber, the higher the tensile strength of the cellulose content is increasingly high. Tensile strength in fiber with alkali treatment 2 hours of 0,03528 Mpa, 0,3996% strain, 0,088288 MPa elasticity modulus, if compared with fiber without alkali treatment of 0,018946 MPa tensile strength, 0,2056% strain, 0,092149 MPa elasticity modulus. This is due to the levels of cellulose fibers with alkali treatment 2 hours increased by 58,2808%, if compared with fiber without alkali treatment by 13,2848%.

Keywords : TKKS fiber, the treatment of alkaline, chemical composition.

PENDAHULUAN

Pada dewasa ini perkembangan bahan semakin maju dengan pesat. Hal ini didorong oleh kebutuhan akan bahan yang dapat memenuhi karakteristik tertentu yang dikehendaki. Salah satu hasilnya adalah bahan komposit. Kemampuan untuk mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, baik dalam segi kekuatan, maupun bentuknya dan keunggulannya dalam rasio kekuatan terhadap berat, mendorong penggunaan komposit sebagai bahan pengganti material logam konvensional pada berbagai produk. Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda membentuk komponen tunggal. Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah.

Serat merupakan material yang umumnya jauh lebih kuat dari matriks dan berfungsi memberikan kekuatan tarik, sedangkan matriks berfungsi untuk melindungi serat dari efek lingkungan dan kerusakan akibat benturan. Banyak sekali serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat – sifat komposit. Serat alam dapat menjadi filler dalam komposit karena kandungan selulosanya, beberapa serat alam yang memiliki selulosa antara lain kenaf, tebu, jagung, abaca, padi, rami, tandan kosong kelapa sawit

(TKKS) dan lain-lain.

Meskipun kekuatan tarik dan modulus elastisitas alam tidak sebaik serat gelas, kekuatan tarik dan modulus elastisitasnya mendekati serat gelas, sehingga member kemungkinan bahwa serat alam bisa menggantikan serat gelas sebagai penguat. [1].

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh industri perkebunan kelapa sawit yang banyak mengandung serat dan merupakan salah satu sumber serat alam yang ketersediaannya melimpah di Indonesia, khususnya di provinsi Lampung. Pemanfaatan TTKS masih relatif terbatas, yaitu digunakan langsung sebagai mulsa di perkebunan kelapa sawit, atau dibakar dalam incinerator dan abunya dimanfaatkan sebagai substitusi pupuk kalium.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Josep untuk mengetahui efek perlakuan alkali terhadap kekuatan serat kelapa sawit dengan matrik berupa karet alam. Tiga perlakuan alkali diterapkan yaitu konsentrasi NaOH 5%, 10%, dan 15%. Komposit dengat serat yang dilakukan perlakuan alkali NaOH5% menghasilkan kekuatan tarik 9,95 MPa, sedangkan pada perlakuan alkali 10% NaOH dan 15% NaOH menghasilkan kekuatan tarik 9,61 MPa dan 8,865 MPa. Jadi perlakuan alkali NaOH 5% menghasilkan kekuatan tarik terbaik [2].

Pada penelitian Jamasri tentang sifat tarik komposit serat buah sawit acak bermatrik polyester mengambil kesimpulan kekuatan tarik tertinggi komposit diperoleh dari komposit yang diperkuat serat perlakuan selama 2 jam. Besarnya kekuatan tarik pada Wf (fraksi berat) adalah 27% sebesar 20,94 MPa. Kekuatan ini meningkat 47,36% dibandingkan dengan komposit yang diperkuat serat tanpa perlakuan [3].

Menurut penelitian Diharjo tentang pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat tarik bahan komposit serat rami-polyester, modulus elastisitas semakin meningkat seiring dengan penambahan waktu perlakuan alkali serat rami. Komposit rami-polyester memiliki kekuatan tarik tertinggi pada perlakuan 5% NaOHs selama 2 jam sebesar 190,27 MPa. [4].

Menurut Hairul Abral tentang studi kekuatan tarik dan sifat fisik serat cyatheacontaminans sebelum dan setelah mengalami perlakuan alkali NaOH bahwa serat yang tidak diberi perlakuan alkali memiliki kekuatan tarik paling kecil yaitu sebesar 19,4 MPa, dan setelah pemberian perlakuan alkali selama satu jam kekuatan tarik rata-rata serat meningkat sampai 29,9MPa. Dari pengujian diperoleh kekuatan tarik rata-rata serat maksimal diperoleh pada serat yang diberikan treatment alkali selama 2 jam yaitu sebesar 53,7 MPa, sementara setelah diberi perlakuan alkali selama 3 jam kekuatan tarik rata-ratanya cenderung menurun menjadi 44,8 MPa. Penurunan kekuatan serat tersebut dapat dikarenakan kerusakan struktur serat akibat waktu perlakuan terlalu lama [5].

Hasil pengujian yang dilakukan oleh Shirley Savetlana didapat bahwa peningkatan kandungan serat pada komposit serat TKKS meningkatkan sifat mekanik komposit. Penelitian ini dilakukan dengan perlakuan alkali 5% NaOH dan dilakukan post-curing pada temperature 620C dengan waktu penahanan selama 4 jam. Komposit 15% serat TKKS memiliki kekuatan bending, kekuatan tarik dan modulus elastisitas tertinggi yaitu 63,63 MPa, 24,72 MPa, dan 3,37 Gpa [6].

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui komposisi kimia serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan kekuatan tarik dari serat tandan kosong kelapa sawit dengan melakukan pengujian tarik.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Bahan Penelitian

1. Serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS).
2. NaOH 5%.
3. Aquades.

4. Air
5. Kertas dan karton.

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Universal Testing Machine (UTM), digunakan untuk uji tarik.
2. Jangka sorong untuk mengukur serat dan micrometer sekrup untuk mengukur diameter serat.
3. Gunting, pengaris, spidol, cutter, pisau dan gelas ukur.

Prosedur Pengujian

Metode pelaksanaan penelitian yang dilakukan, yaitu:

Persiapan Serat TKKS

Persiapan serat tandan kosong kelapa sawit adalah:

- Serat tandan kosong kelapa sawit diperoleh dari pengolahan pabrik kelapa sawit dengan proses perebusan tandan buah segar kelapa sawit dengan tekanan 2,5 – 3 atm pada suhu 1300C selama 50 – 60 menit.
- TKKS dibersihkan dengan air bersih hingga bersih dari kotoran.
- Setelah dibersihkan TKKS diurai hingga menjadi serat
- TKKS yang sudah diurai lalu dipilih dan diukur dengan panjang 6 cm dan diameter 0,2 mm.

Perlakuan Alkali 5 % NaOH

Pada penelitian ini dilakukan 3 variasi perlakuan alkali dan 1 variasi tanpa perlakuan alkali. Masing-masing perlakuan menggunakan 5 % NaOH selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Adapun proses perlakuan alkali tersebut adalah:

- Siapkan cawan dan larutkan 37,5 gr NaOH padat dengan 750 ml aquades ke dalam cawan.
- Masukkan serat pada masing-masing cawan 12 gr kedalam larutan alkali dan biarkan atau direndam selama 2 jam.
- Setelah serat direndam selama 2 jam bilas serat dengan aquades hingga bersih dari larutan alkali.
- Setelah serat bersih dari larutan alkali serat keringkan serat TKKS ditempat yang terkena sinar matahari secara langsung selama 2 hari.
- Untuk perlakuan alkali 4 jam, dan 6 jam mengikuti prosedur yang sama dengan perlakuan alkali 2 jam.

Pengujian dan analisa

a. Pengujian tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan suatu material terhadap beban tarik. Dalam pembuatan spesimen uji tarik serat yaitu panjang serat 60 mm dan diameter $\pm 0,20$ mm. Potong kertas dengan bentuk pita persegi panjang dengan ukuran 40 x 2 mm. (ASTM. D 3379-75)

b. Pengujian komposisi kimia Serat

Serat TKKS yang telah disortir dan dilakukan perlakuan alkali di uji kadar selulosa, kadar lignin, kadar air, dan kadar abu dari serat TKKS tersebut. Pengujian komposisi kimia serat TKKS yang akan dilakukan terdiri dari :

1. Kadar Selulosa

Pengujian ini dilakukan dengan metode Chesson untuk mengetahui kadar selulosa yang pada serat TKKS sebelum dilakukan perlakuan alkali 5% NaOH dan sesudah dilakukan perlakuan alkali 5% NaOH selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.

2. Kadar Air

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air yang pada serat TKKS sebelum dilakukan perlakuan alkali 5% NaOH dan sesudah dilakukan perlakuan alkali 5% NaOH selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.

3. Kadar Lignin

Pengujian ini dilakukan dengan metode Chesson untuk mengetahui kadar lignin yang pada serat TKKS sebelum dilakukan perlakuan alkali 5% NaOH dan sesudah dilakukan perlakuan alkali 5% NaOH selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.

4. Kadar Abu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar abu pada serat TKKS sebelum dilakukan perlakuan alkali 5% NaOH dan sesudah dilakukan perlakuan alkali 5% NaOH selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.

Lokasi Pengujian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung, Laboatorium Teknologi Hasil Pertanian Politeknik Negeri Lampung dan Wisma Cendrawasih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit pada pengujian ini diperoleh dari pengolahan pabrik kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Usaha Rejosari dengan proses perebusan tandan buah segar kelapa sawit dengan tekanan 2,5 – 3 atm pada suhu 130°C selama 50 – 60 menit. Serat TKKS diberikan

perlakuan alkali NaOH 5% untuk meningkatkan kualitas serat TKKS.

Tandan kosong kelapa sawit pada pengujian ini diperoleh dari pengolahan pabrik kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Usaha Rejosari dengan proses perebusan tandan buah segar kelapa sawit dengan tekanan 2,5 – 3 atm pada suhu 130°C selama 50 – 60 menit. Serat TKKS diberikan perlakuan alkali NaOH 5% untuk meningkatkan kualitas serat TKKS.

Tabel 1. Komposisi kimia serat TKKS 5% NaOH.

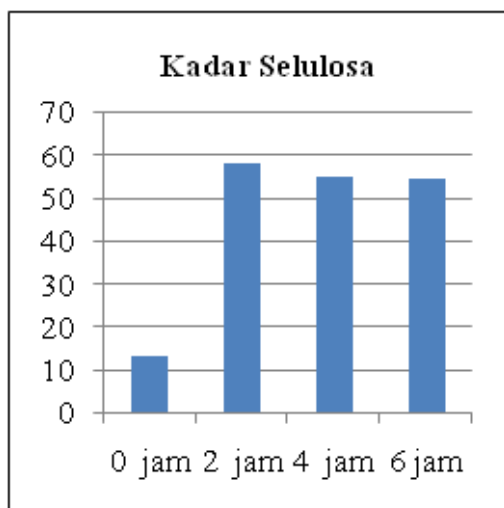
No	Komposisi kimia serat TKKS			
	Kadar Selulosa %	Kadar Lignin %	Kadar Air %	Kadar Abu %
0 jam	13,2848	35,9546	9.038	8.994
2 jam	58,2808	3,9973	11.193	3.880
4 jam	54,9852	4,2076	10.848	3.631
6 jam	54,4233	9,5638	10.634	3.288



Gambar 1. Serat TKKS

Kadar Selulosa

Selulosa merupakan komponen yang mendominasi karbohidrat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan hampir mencapai 50%, karena selulosa merupakan unsur struktural dan komponen utama bagian yang terpenting dari dinding sel tumbuh-tumbuhan.

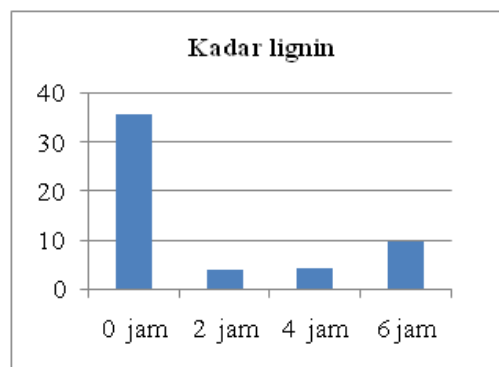


Gambar 2. Grafik hubungan kadar selulosa dengan perlakuan alkali.

Selulosa mempengaruhi kekuatan tarik dari serat yang dimana semakin tinggi kadar selulosa pada suatu serat maka kekuatan tarik serat tersebut semakin tinggi begitu pula sebaliknya jika kadar selulosa rendah kekuatan tarik dari serat tersebut akan rendah. Pada serat TKKS yang telah dilakukan perlakuan alkali dapat diketahui bahwa kadar selulosa tertinggi diperoleh dari serat dengan perlakuan alkali 5% NaOH selama 2 jam yaitu sebesar 58,2808%, kadar selulosa meningkat dibandingkan dengan serat yang tidak mengalami perlakuan alkali yang hanya memiliki kadar selulosa sebesar 13,2848%, sedangkan pada perlakuan alkali selama 4 jam dan 6 jam kembali mengalami penurunan yaitu masing – masing sebesar 54,9852 % dan 54,4233 % hal ini disebabkan semakin lama perlakuan alkali yang diberikan pada serat membuat rusaknya struktur dan komponen-komponen pada serat.

Kadar lignin

Lignin merupakan zat organik mengikat sel, serat dan pembuluh yang merupakan kayu dan elemen mengalami lignifikasi tanaman. Lignin bersifat termoplastik yang artinya lignin akan menjadi lunak dan dapat dibentuk pada suhu yang lebih tinggi dan keras kembali apabila menjadi lignin. Karena lignin bersifat termoplastik dapat merusak daya ikat serat dengan resin pada komposit sehingga dapat menurunkan kekuatan tarik dari komposit.

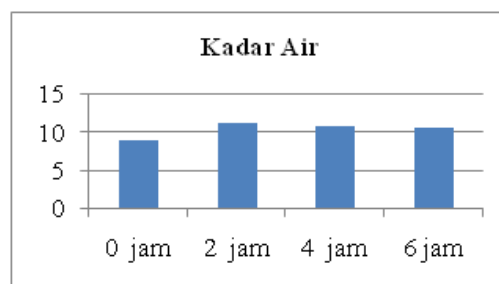


Gambar 3. Grafik hubungan kadar lignin dengan perlakuan alkali.

Serat TKKS tanpa perlakuan alkali mempunyai kadar lignin sebesar 35,9545% terbesar jika dibandingkan dengan serat TKKS yang telah diberi perlakuan alkali, serat TKKS dengan perlakuan alkali selama 2 jam memiliki kadar terkecil sebesar 3,9973%. Sedangkan pada serat TKKS dengan perlakuan 4 jam dan 6 jam memiliki kandungan lignin sebesar 4,2076% dan 9,5638%. Kadar lignin pada serat TKKS tanpa perlakuan alkali yang tinggi mengakibatkan serat menjadi lebih ulet namun kekuatan tarik serat menjadi rendah, sedangkan serat TKKS dengan perlakuan alkali 5% NaOH selama 2 jam memiliki kadar terendah sehingga serat lebih getas dan memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi.

Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Fungsi perlakuan alkali terhadap serat selain sebagai penghilang kotoran atau contaminant pada serat juga berfungsi untuk melindungi serat dari air, sehingga dapat mengurangi kadar air pada serat untuk mencegah terjadinya void pada komposit.



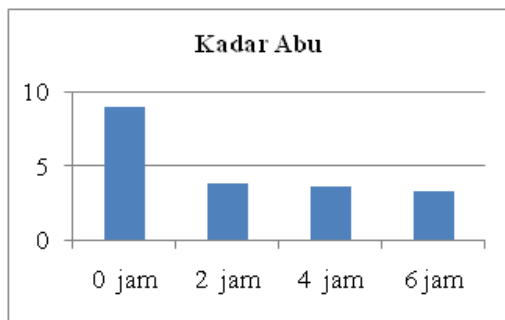
Gambar 4. Grafik hubungan kadar air dengan perlakuan alkali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air tertinggi pada serat yang diperoleh dari perlakuan NaOH 5% selama 2 jam dengan nilai kadar air sebesar 11,193% Sedangkan kadar air terendah terdapat pada serat yang tidak mengalami perlakuan alkali sebesar 9,038%, dan pada serat yang diperoleh dari perlakuan NaOH 5% selama 4 jam dan 6 jam

memiliki kadar air sebesar 10,848 % dan 10,634 % hal ini diakibatkan pada serat yang diberikan perlakuan alkali NaOH 5% setelah di beri perlakuan serat masih dicuci dengan aquades sehingga kadar air pada serat yang diberikan perlakuan alkali NaOH 5% memiliki kadar lebih tinggi dari serat tanpa diberikan perlakuan alkali NaOH 5%.

Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik dari sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Komponen utama abu tumbuhan adalah kalium, kalsium, dan magnesium.



Gambar 5. Grafik hubungan Kadar Abu dengan perlakuan alkali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar abu dari serat TKKS tanpa perlakuan alkali dengan nilai kadar abu sebesar 8,994%, pada serat TKKS yang tidak diberi perlakuan alkali masih banyak mengandung zat organik yang terikat didalamnya sedangkan serat TKKS yang diberikan perlakuan alkali selama 2 jam mengalami penurunan kadar abu sebesar 3,880%, semakin lama perlakuan alkali yang di berikan pada serat semakin menurun pula kadar abu serat, hal ini terjadi pada serat dengan perlakuan alkali selama 4 jam dan 6 jam yaitu sebesar 3,631% dan 3,288%.

Kekuatan Tarik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Pada penelitian ini serat TKKS akan diuji kekuatan tarik sebelum serat diberi perlakuan dan setelah serat diberi perlakuan selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam.

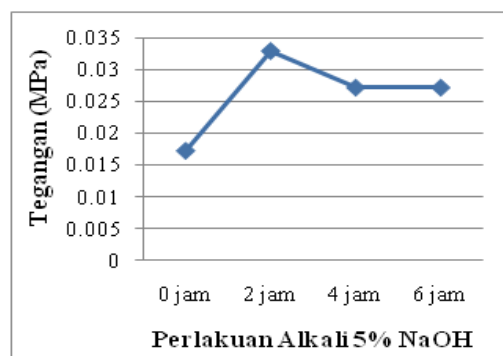
Pengujian tarik dilakukan bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan elongation pada serat TKKS sehingga diketahui kelayakan serat TKKS sebagai bahan penguat pada komposit. Berdasarkan data hasil pengujian tarik terhadap 4 variasi perlakuan alkali pada penelitian ini dapat dilihat bahwa kekuatan tarik pada serat TTKS yang rata-rata paling optimum terjadi pada serat dengan perlakuan 5% NaOH selama 2 jam yaitu sebesar 0,017247 MPa, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan alkali tersebut merupakan perlakuan yang

paling efektif untuk meningkatkan kekuatan serat TKKS, perlakuan NaOH 5% ini bertujuan untuk melarutkan lapisan yang menyerupai lilin dipermukaan serat.

Tabel 2. Pengujian tarik serat TKKS tanpa perlakuan alkali.

P. alkali	Tegangan (MPa)	Regangan	Modulus Young (MPa)
0 jam	1	0,016333	0,2428
	2	0,018293	0,2092
	3	0,018946	0,2056
	4	0,01568	0,2568
	5	0,016986	0,2306
	Rata-rata	0,017247	0,229
2 jam	1	0,032013	0,3528
	2	0,030706	0,3284
	3	0,033973	0,3794
	4	0,03528	0,3996
	5	0,032666	0,3658
	Rata-rata	0,032927	0,3652
4 jam	1	0,028093	0,2906
	2	0,026133	0,278
	3	0,02678	0,275
	4	0,02548	0,282
	5	0,0294	0,2946
	Rata-rata	0,027177	0,2840
6 jam	1	0,01372	0,1364
	2	0,013066	0,1268
	3	0,015026	0,1412
	4	0,013066	0,1098
	5	0,012413	0,1246
	Rata-rata	0,013458	0,1277

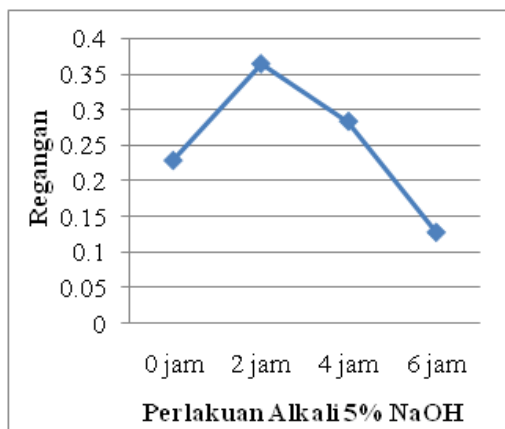
Hubungan kekuatan tarik dengan perlakuan alkali



Gambar 6. Grafik hubungan Kekuatan tarik dengan variasi perlakuan alkali.

Pada gambar 6 merupakan grafik hubungan kekuatan tarik dengan variasi perlakuan alkali dapat dilihat dengan jelas bahwa serat TKKS dengan perlakuan alkali selama 6 jam memiliki nilai rata-rata terendah yaitu sebesar 0,013458 MPa. Hal ini terjadi dikarenakan pada serat dengan perlakuan alkali 6 jam kadar selulosa pada serat telah banyak yang mengalami kerusakan sehingga dapat membuat kekuatan tarik serat menjadi rendah dan serat TKKS dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam memiliki nilai rata-rata tertinggi sebesar 0,032927 MPa, hal ini disebabkan karena terjadinya peningkatan kadar selulosa pada serat setelah serat diberikan perlakuan alkali. Sedangkan kekuatan tarik pada serat TTKS dengan perlakuan 5% NaOH selama 4 jam mengalami penurunan yaitu sebesar 0,027177 MPa, penurunan ini terjadi karena banyaknya kandungan selulosa yang rusak akibat terlalu lama perlakuan alkalinya.

Hubungan Regangan dengan perlakuan alkali

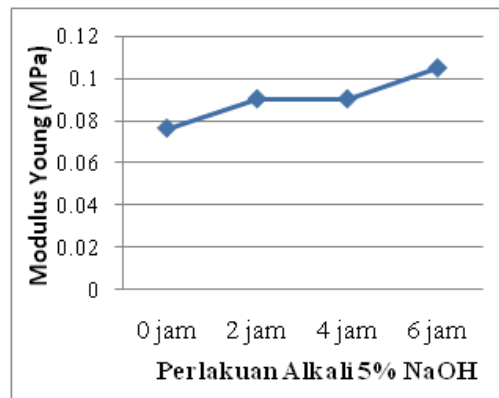


Gambar 7. Grafik hubungan Regangan dengan perlakuan alkali.

Strain (regangan) adalah perbandingan antara pertambahan panjang (L) terhadap panjang mula-mula (L_0). Dari hasil pengujian tarik serat TKKS menunjukkan bahwa nilai regangan pada serat TKKS tanpa diberikan perlakuan alkali memiliki nilai rata-rata sebesar 0,1277 sedangkan terjadi kenaikan pada serat yang diberikan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam yaitu menjadi sebesar 0,3652 semakin lama perlakuan alkali yang diberikan nilai strain serat tersebut mengalami penurunan kembali seperti dilihat pada hasil pengujian yang dilakukan pada serat dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 4 jam memiliki nilai rata-rata sebesar 0,2840 dan pada serat dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 6 jam

memiliki nilai rata-rata sebesar 0,1277.

Hubungan modulus young dengan perlakuan alkali



Gambar 8. Grafik hubungan Modulus Young dengan perlakuan alkali.

Modulus elastisitas, juga dikenal sebagai modulus elastis atau Modulus Young, adalah suatu ukuran bagaimana suatu materi atau struktur akan merusak dan berubah bentuk jika ditempatkan di bawah stres. Pada grafik hubungan modulus young dengan variasi perlakuan alkali NaOH 5% dan tanpa perlakuan alkali. Modulus young diperoleh pada serat TKKS tanpa perlakuan alkali memiliki nilai rata-rata sebesar 0,07631 MPa, sedangkan pada serat TKKS dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam memiliki nilai rata-rata sebesar 0,09027 MPa, pada modulus young rata-rata serat TKKS NaOH 5% selama 4 jam memiliki nilai rata-rata sebesar 0,09528 MPa dan modulus rata-rata serat TKKS NaOH 5% selama 6 jam memiliki nilai rata-rata sebesar 0,10504 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan alkali dapat meningkatkan modulus young serat dan semakin lama proses perendaman serat dalam larutan alkali maka semakin tinggi nilai modulus young serat.

KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian dan hasil pembahasan, maka diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut :

1. Kekuatan tarik serat dipengaruhi oleh komposisi kimia pada serat tersebut dan dapat meningkat dengan diberikan perlakuan alkali NaOH 5%.
2. Perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam memiliki kadar selulosa yang tinggi sebesar 58,2808% membuat kekuatan tarik pada serat dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dibandingkan serat tanpa diberi perlakuan NaOH 5%.

3. Semakin lama serat diberikan perlakuan alkali kekuatan tarik serat semakin menurun diakibatkan semakin banyaknya kadar selulosa dan komposisi kimia yang rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Goda, koischi, Cao, Young. 2007. "Research And Development Of Fully Green Composite Reinforced With Natural Fibers", *Jurnal of Solid Mechanics And Material Engineering* Vol.1, no 9.
- [2] S. Josep, K. Josep, and S. Thomas, *Int. J. Polym. Mater* (2006)
- [3] Jamasri, Diharjo, K. Gunesti, W.H. 2005. "Kajian Sifat Tarik Komposit Serat Buah Acak Bermatrik Polymer", *Media Teknik FT-UGM*.
- [4] Diharjo, K. Dan Triyono, T.2003. "Buku Pegangan Kuliah Material Teknik". Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- [5] Abral, Hairul. 2010. "Studi Kekuatan Tarik dan Sifat Fisis Serat Cyathea Contaminans Sebelum dan Sesudah Mengalami Perlakuan Alkali NaOH". *Jurnal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang*.
- [6] Savetlana, Shirley, Andriyanto, Andreas. 2012. "Sifat-Sifat Mekanik Komposit Serat TKKS-Polyester", *Jurnal Mechanical. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung*.