

Pembuatan Papan Komposit dari Serat Ampas Tebu

*Fatmayati, Razita Hariani, Sri Wahyuni

Teknik Pengolahan Sawit Politeknik Kampar, Riau, Indonesia

Email: fatmayati80@gmail.com

Intisari — Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk produk dimana kualitas hasil akhir lebih baik dari penyusunnya, yang terbuat dari bermacam-macam kombinasi atau gabungan antara serat dan matriks. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan serat ampas tebu (*Baggase*) yang keberadaannya melimpah dan murah sebagai bahan baku pembuatan papan komposit. Penelitian ini memakai serat ampas tebu (*Baggase*) sebagai penguat komposit dengan matriks berjenis *Polyester Yukalac BQTN 157-EX* dengan campuran katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO). Proses pembuatan spesimen komposit dengan perlakuan perendaman NaOH pada serat dengan konsentrasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Serat ampas tebu direndam menggunakan variasi konsentrasi NaOH yang telah ditentukan untuk mengurangi komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi NaOH yang paling optimal dalam pembuatan papan komposit. Dalam penelitian ini spesimen akan diuji bending dengan standar ASTM D790-03 dan uji tarik dan uji kadar air. Kualitas papan komposit terbaik diperoleh pada konsentrasi NaOH 10% yaitu kadar air 2,74%, uji tarik 152,2% dan uji bending 124,91%. Nilai tersebut sudah memenuhi mutu SNI 03-2105-1996.

Kata kunci — Serat ampas tebu, komposit, matriks, katalis, uji tarik, uji bending

Abstract — *Composite is a combination of two or more different materials into a product form where the quality of the final result is better than the constituents, which are made of various combinations or combinations of fibers and matrix. The purpose of this research is to utilize bagasse fiber (Baggase) which are abundant and inexpensive as raw materials for the manufacture of composite boards. This study used bagasse fiber (Baggase) as a composite reinforcement with a matrix type of Polyester Yukalac BQTN 157-EX with a mixture of Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKPO) catalyst as a catalyst. The process of making composite specimens with NaOH immersion treatment on fiber with concentrations of 0%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10%. Bagasse fibers are soaked using a predetermined variation of NaOH concentration to reduce the fiber constituent components that are less effective in determining the interfacial strength, namely hemicellulose, lignin or pectin. This study was to determine the optimal concentration of NaOH in the manufacture of composite boards. In this study, the specimens will be tested for bending with ASTM D790-03 standards and tensile tests and water content tests. The best quality composite board was obtained at a concentration of 10% NaOH, namely 2.74% water content, 152.2% tensile test and 124.91% bending test. This value has met the quality of SNI 03-2105-1996.*

Keywords — *Bagasse fiber, composite, matrix, catalyst, tensile test, bending test*

I. PENDAHULUAN

Peningkatan pertumbuhan penduduk membuat kebutuhan bahan baku kayu, baik digunakan untuk papan tempat tinggal, aksesoris, mebel, interior maupun eksterior rumah semakin meningkat sedangkan kondisi hutan di Indonesia menunjukkan tingkat produktivitas yang menurun, (Suwandi, 2012). Menurut Suyanti dan Supriyadi (2013) kebutuhan terhadap kayu di Indonesia diperkirakan mencapai 70 juta m³ pertahun dengan kenaikan rata-rata sebesar 14,2% per tahunnya. Meningkatnya kebutuhan industri per kayu di Indonesia menyebabkan ketersediaan kayu di hutan semakin terbatas baik jumlah maupun kualitasnya. Keterbatasan tersebut berpengaruh terhadap kebutuhan bahan baku bagi industri papan. Permasalahan mengenai ketersediaan bahan baku industri per kayu mendorong penelitian tentang pemanfaatan material berlignoselulosa semakin

berkembang. Salah satu jenis produk yang telah dikembangkan adalah papan komposit.

Komposit umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai bahan pengisi dan matrik sebagai bahan pengikat serat. Papan komposit dibuat dengan merekatkan komposit berupa potongan kayu yang kecil atau material lain yang mengandung lignoselulosa, salah satunya dari serat ampas tebu. Material komposit banyak digunakan karena adanya keuntungan dalam penggunaannya seperti konstruksi menjadi ringan, mudah dibentuk, tahan terhadap korosi dan proses pembuatan yang mudah. Komposit serat alam seperti serat ampas tebu memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat sintetis, komposit serat alam lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami dan harganya pun lebih murah dibandingkan serat sintetis. Selain itu serat ampas

tebu mempunyai sifat mekanik yang cukup baik, tidak korosif dan densitasnya rendah (Esse, 2018).

Tebu merupakan salah satu komoditi pertanian yang mengandung unsur lignoselulosa sehingga berpotensi sebagai bahan baku dalam pembuatan papan komposit. Pada tahun 2015, luas areal perkebunan di nusantara seluas 460.000 ha dengan produksi tebu sebanyak 6,2 juta ton. (Kementerian Perindustrian, 2020). Pengolahan tebu menjadi gula menghasilkan ampas tebu sebesar 40% dari berat tebu. Jadi, apabila per tahunnya dihasilkan 6,2 juta ton tebu maka dihasilkan sekitar 2,48 juta ton ampas tebu yang harus dioptimalkan. Selama ini limbah ampas tebu hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar industri atau mungkin dibuang.

Serat ampas tebu terdiri dari cellulosa 26-43%, hemmcellulosa 17- 23%, pentosans 20-33% dan lignin 13-22% (Panggabean, 2012). Lapisan lignin pada permukaan serat dapat menghalangi terbentuknya ikatan yang baik antara serbuk kayu dan matriks (Maryanti dkk. 2011). Zat ekstraktif berpengaruh terhadap konsumsi perekat, laju pengerasan perekat dan daya tahan papan partikel yang dihasilkan. Selain itu bahan ekstraktif yang menguap dapat menyebabkan terjadinya blowing atau deliminasi pada proses pengempaan (Lukman, 2008). Sehingga perlu dilakukan proses alkalisasi untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa dan melarutkan zat ekstraktif yang diharapkan dapat menambah kualitas papan komposit yang dihasilkan. Menurut Skrekala et al. (1997) dalam Hakim et al. (2005) pemberian perlakuan perendaman NaOH pada bahan berlignoselulosa mampu mengubah struktur kimia dan fisik permukaan serat. Kegunaan NaOH adalah untuk menghilangkan lignin, silika, pati, dan zat ekstraktif dari serat agar memiliki impregnasi lebih baik antara serat dan matriks dan meningkatkan kekasaran permukaan serat agar dapat terjadi interaksi yang lebih baik yang menjadi tujuan utama pengolahan secara kimia (Abrido et al, 2012). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi NaOH yang paling optimal dalam pembuatan papan komposit.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Alat yang akan digunakan adalah: alat ukur dan alat cetak spesimen. Dimana alat ukur yang digunakan yaitu: timbangan digital, gelas ukur 500 ml dan 50 ml. Alat ukur dimensi yang akan digunakan dua buah alat ukur yaitu: mistar baja dan jangka sorong.

Bahan – bahan yang akan digunakan untuk pembuatan spesimen adalah limbah serat ampas tebu, *Resin polyester BQTN-157*, katalis MEKPO dan NaOH sebagai pembersih serat. Konsentrasi NaOH yang digunakan sebesar 0% ; 2,5% ; 5% ; 7,5% dan 10%. Ampas serat tebu diperoleh dari penjual es tebu yang berada di Bangkinang.

Metode

Sebelum terbentuknya spesimen papan komposit dari ampas tebu.ada tahapan-tahapan yang akan dilakukan terlebih dahulu yaitu:

1. Persiapan Bahan Baku.

Langkah awal untuk pembuatan papan komposit yaitu persiapan bahan baku. Ampas tebu didapatkan dari limbah penjual minuman es tebu. Selanjutnya persiapan cetakan yang akan digunakan yang terbuat dari kaca bekas dipotong-potong dengan ukuran cetakan papan kompositnya yaitu 39cm x 10cm x 10cm.

2. Pembuatan Papan Komposit

Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu konsentrasi NaOH sebesar 0% 2,5% ; 5% ; 7,5% ; 10%. Ampas tebu ditimbang seberat 80gr. Ampas tebu dimasukan kedalam masing-masing ember yang sudah disediakan. Masukan variasi konsentrasi NaOH kedalam ember yang telah berisi ampas tebu dan lakukan perendaman selama 2 jam. Setelah itu ampas tebu dipisahkan dari ember dan dijemur dibawah terik matahari.

Setelah ampas tebu kering, lakukan pengecilan ukuran menggunakan blender. Setelah pengecilan ukuran siapkan Resin Polyester BQTN 157 sebanyak 250gr kedalam gelas piala 500ml beserta katalisnya. Katalis yang akan digunakan sebanyak 5.50gr. Lakukan pencampuran bahan-bahan didalam ember selama 10menit. Pengadukan dilakukan didalam ruang asam dengan temperatur 30°C, agar aroma menyengat dari resin polyester nya tidak terhirup.

Setelah pengadukan, bahan–bahandimasukkan kedalam cetakan kaca yang telah disediakan. Ampas tebu yang telah tercampur dengan resin polyester dan katalis diratakan dan dipadatkan didalam cetakan agar didapatkan hasil yang homogen. Diamkan spesimen selama 24 jam. Apabila spesimen sudah mengering, spesimen bisa dikeluarkan dari cetakan. Lalu lakukan pengujian terhadap papan komposit. Pengujian yang akan dilakukan yaitu uji kadar air, uji tarik dan uji bending.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Papan Komposit.

Pembuatan papan komposit bertujuan untuk meminimalisir limbah ampas tebu yang mencemari lingkungan, diharapkan dapat membatu pengrajin furniture dalam mendapatkan campuran bahan baku yang murah. Pembuatan papan komposit ini menggunakan bahan dan alat yang sangat sederhana yang mudah didapatkan dilingkungan. Pembuatan papan komposit menggunakan bahan baku ampas tebu dengan massa tetap sebanyak 80 gram, sedangkan konsentrasi NaOH yang digunakan 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%. Pada proses pembuatan papan komposit perlu dilakukan perlakuan awal pada ampas tebu yaitu pengecilan ukuran ampas tebu, pengecilan ampas tebu ini bertujuan mempermudah dalam pencetakan papan komposit.

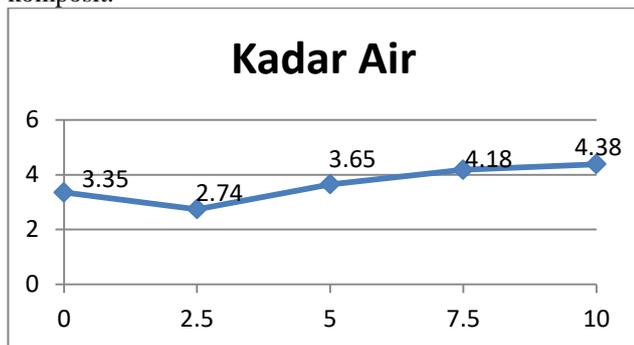
Proses pembuatan papan komposit melalui beberapa tahapan, proses pertama yaitu perendaman ampas tebu menggunakan konsentrasi NaOH yang telah ditentukan, perendaman menggunakan NaOH ini

bertujuan untuk mengurangi komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan pada papan komposit yaitu hemiselulosa, lignin dan pektin. Setelah proses perendaman selesai, dilakukan penjemuran ampas tebu selama satu hari dengan memanfaatkan sinar matahari, setelah ampas tebu mengering proses selanjutnya yang dilakukan yaitu mengecilkan ukuran serat ampas tebu menggunakan blender. Selanjutnya dilakukan pencampuran antara resin dan katalis dengan perbandingan 10:1 pada suhu 30°C selama 10 menit. Setelah semua komposisi tercampur dengan sempurna maka dilakukan proses pencetakan papan komposit. Setelah papan komposit dicetak maka dilakukan analisa papan komposit terhadap pengujian kadar air, uji tarik dan uji bending.

4.2. Karakterisasi Papan Komposit.

4.2.1. Kadar Air

Kadar air adalah perbedaan antara berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan. Setiap bahan apabila diletakan dalam udara terbuka kadar airnya akan mencapai keseimbangan dengan kelembaban udara disekitarnya. Tujuan terhadap pengujian kadar air ini untuk memperpanjang masa simpan pada papan komposit.



Gambar 4.1. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kadar air papan komposit

Berdasarkan gambar 4.1. Nilai kadar air pada papan komposit sebesar 2,74% sampai 4,38%. Kadar air tertinggi pada sampel dengan 10% (4,38%) sedangkan yang terendah terdapat pada sampel dengan 2,5% (2,74%). Nilai kadar air pada papan komposit sudah memenuhi standar SNI yaitu <14%. Kadar air yang terkandung pada papan komposit dihasilkan oleh beberapa faktor, yaitu kadar air pada bahan baku, jumlah air dalam perekat, dan sejumlah air yang menguap selama proses pengempaan. Selain itu, proses pendiaman papan komposit dalam jangka waktu yang cukup lama menyebabkan papan komposit mengalami interaksi dengan udara yang mengandung uap air dan menyebabkan peningkatan kadar air papan komposit.

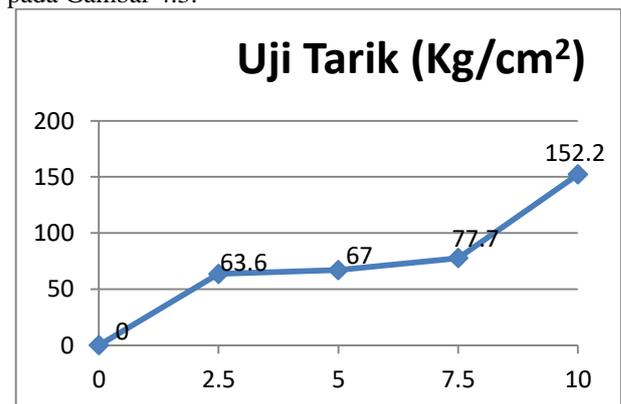
Dengan menurunnya kadar air, hal ini merupakan suatu yang baik karena saat kadar airnya sedikit, maka pengembangan tebalnya akan menurun sehingga kualitas dari papan komposit akan lebih baik. Selain itu, nilai kadar air juga dipengaruhi oleh kerapatan papan komposit, semakin tinggi kerapatan papan komposit maka semakin kecil kadar air papan komposit. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya komposisi perekat yang

digunakan, kontak antar partikel semakin rapat sehingga air tersebut sulit masuk di antara partikel serat.

4.2.2. Uji Tarik

Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh material benda uji sebelum patah atau rusak, besarnya beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Adapun pengujian tarik diambil berdasarkan spesimen yang mengalami kerusakan dengan kondisi pengujian statis dan hasil yang didapat berupa kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas tarik. Adapun pengujian tarik diambil berdasarkan spesimen yang mengalami kerusakan dengan kondisi pengujian statis dan hasil yang didapat berupa kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas tarik. Berdasarkan standar pengujian yang digunakan pengujian tarik ini mengacu pada standar ASTM D638.

Pengujian tarik bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang ketangguhan suatu bahan terhadap tegangan tertentu serta penambahan panjang yang dialami oleh bahan tersebut serta mengetahui sifat-sifat dan keadaan suatu material. Sebelum melakukan pengujian tarik komposit dibentuk terlebih dahulu sesuai standar pengujian. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2. Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Uji Tarik Pada Papan Komposit

Pada Gambar 4.2 diperoleh hasil uji tarik pada papan komposit dengan perlakuan 0% memiliki nilai kuat terendah yaitu 0kg/cm² dikarenakan pada waktu pengepresan kurang maksimal sehingga kerapatan partikel dan matrik rendah, sehingga daya ikat partikel sebagai penguat juga rendah. Hal ini juga bisa disebabkan ikatan antar partikel yang kurang kuat menyebabkan mudah tergesernya bahan penguat didalam matrik komposit diakibatkan adanya gaya dari luar permukaan komposit. Pada komposit 10% mengalami peningkatan nilai kuat tarik sebesar 152,2 Kg/cm². Dikarena kekuatan pada materialnya lebih merata atau lebih homogen, hal ini disebabkan adanya hubungan yang saling mendukung antara bahan penguat dan matrik dari komposit yang menyebabkan adanya ikatan yang kuat. Hasil uji tarik pada papan komposit dengan perlakuan 0% (0 Mpa), 2,5% (63,6 Kg/cm²), 5% (67 Kg/cm²), 7,5% (77,7 Kg/cm²), dan 10% (152,2 Kg/cm²). Besarnya tegangan tarik dengan bervariasi konsentrasi telah memenuhi

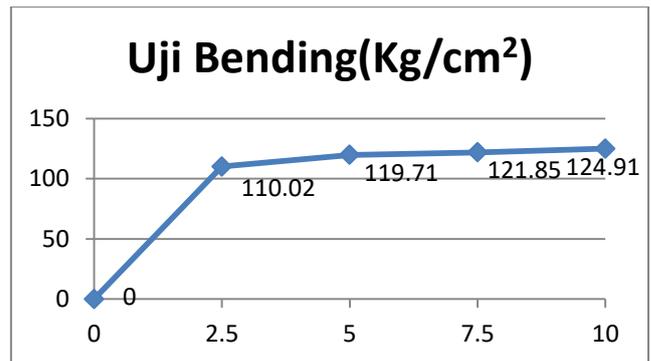
standar kekuatan tarik yang dipersyaratkan oleh SNI 03-2105-1996 yaitu $1,5 \text{ kg/cm}^2$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit serat ampas tebu diperkuat dengan konsentrasi NaOH memiliki kekuatan tarik yang meningkat, karena proses alkalisasi dapat meningkatkan daya ikat antara serat dan matrik serta menurunkan tingkat kelembaban serat. Jadi proses alkalisasi berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik komposit karena dapat meningkatkan daya ikat antara matrik dan serat serta mengurangi kelembaban serat kelapa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH terhadap matrik dan serat agar diketahui kekuatan uji tarik kompositnya.

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah. Pengujian tarik sangat dibutuhkan untuk menentukan desain suatu produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan, karena dengan pengujian tarik dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Sifat mekanis komposit yang dapat diketahui setelah proses pengujian ini seperti kekuatan tarik, keuletan dan ketangguhan.

4.2.3. Uji bending

Uji lengkung atau uji bending merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji bending digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan dari spesimen. Kekuatan bending atau kekuatan lengkung adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Akibat pengujian bending, pada bagian atas spesimen akan mengalami tekanan, dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Pada material yang homogen pengujian batang sederhana dengan dua titik dudukan dan pembebanan pada tengah batang uji (three point bending). Patahan dimulai dari matrik yang retak (*crack deflection*) lalu terjadi *fiber pull out* pada serat. Hal ini terjadi karena lemahnya ikatan matrik untuk menahan beban yang diterima, lalu akan menyebabkan serat penguat terlepas dari matrik pengikat sehingga terjadi patah sebab gaya yang diterima (Wirawan dkk, 2017). Pengujian bending mengacu pada standar ASTM D790 dengan kondisi pengujian statis.



Gambar 4.3. Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Uji Bending Pada Papan Komposit

Dari Gambar 4.3. pada pengujian bending didapatkan bahwa hasil uji bending tertinggi terjadi pada persentase 10% yaitu $124,91 \text{ Kg/cm}^2$ sedangkan terendah adalah 0% dengan nilai 0 Kg/cm^2 . Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak ampas tebu yang digunakan akan mempengaruhi kekuatan bending yang didapatkan. Hasil uji bending dari perlakuan variabel konsentrasi NaOH 2,5% ($110,02 \text{ Kg/cm}^2$), 5% ($119,71 \text{ Kg/cm}^2$), 7,5% ($121,85 \text{ Kg/cm}^2$), 10% ($124,91 \text{ Kg/cm}^2$) nilai yang didapatkan pada pengujian bending telah memenuhi standar yang dipersyaratkan oleh SNI 03-2105-1996 yaitu 80 kg/cm^2 .

Grafik diatas membuktikan bahwa pengaruh perendaman larutan NaOH dapat meningkatkan kekuatan bending, makin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin naik nilai kekuatan bendingnya. Hal ini dikarenakan kekuatan bending dari sebuah komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor perlakuan alkalisasi atau perendaman dengan larutan kimia. Komposit yang serat penguatnya tanpa perendaman senyawa kimia, ikatan resin dan serat tidak maksimal sebab terhalang lapisan seperti lilin di permukaan seratnya. Komposit berpenguat serat dengan perendaman alkalisasi, memiliki kekuatan mekanik lebih besar dibanding serat tanpa perlakuan (Maryanti & dkk, 2011).

Kekuatan *bending* atau kekuatan lengkung adalah tegangan *bending* terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Besar kekuatan *bending* tergantung pada jenis material dan pembebanan. Akibat pengujian *bending*, bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari pada kekuatan tariknya. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, spesimen tersebut akan patah. Hal tersebut mengakibatkan kegagalan pada pengujian komposit. Kekuatan *bending* pada sisi bagian atas sama nilai dengan kekuatan *bending* pada sisi bagian bawah.

Perlakuan alkali pada serat menyebabkan permukaan serat menjadi kasar sehingga memudahkan serat untuk dibasahi resin akibatnya ikatan antara muka serat dengan matrik menjadi lebih kuat dan dapat mengurangi lapisan kotoran pada permukaan serat yang dapat menghalangi ikatan antara serat dan matrik.

Kesimpulan

Proses pembuatan papan komposit melalui 5 tahapan yaitu persiapan bahan baku, penjemuran, pencampuran, pencetakan, dan pengujian. Papan komposit terbaik diperoleh pada konsentrasi 10% dengan karakteristik sebagai berikut yaitu: uji kadar air 2,74%, uji tarik 152,2 Kg/cm² dan uji bending 124,91 Kg/cm². Nilai kadar air, uji tarik dan uji bending pada papan komposit sudah memenuhi standar SNI 03-2105-1996.

Daftar Pustaka

- Affendi, Hamzah 2007. *Teknologi Pengolahan Sekam Padi*, Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian, Bogor
- Akhmad, Junaedi 2005. Uji kekuatan bending dan tarik komposit berpenguat sekam padi dengan variasi fraksi volume 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70%, bermatrik polyester. Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Ardian, Whelly, 2007. Pengaruh Variabel Mesh Dan Fraksi Volume Serbuk Sekam Padi Terhadap Kekuatan Impak Komposit Polietilen Pada Proses Injection Moulding, Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- ASTM D256 – 03. Section 08. Standard Test Methods for Determining Izod Impact Strength of Plastics.
- ASTM. D 790 – 02. Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material. Philadelphia. PA : American Society for Testing and Materials.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. SNI 03-2105-2006 (Revisi SNI 03- 2105-1996). *Mutu Papan Partikel*. BSN. Jakarta.
- Callister, W. D., 2007. *Material Science and Engineering, An Introduction 7ed*, Department of Metallurgical Engineering The University of Utah, John Willey and Sons, Inc.
- Diharjo, K., dan Triyono, T., 1999. *Buku Pegangan Kuliah Material Teknik*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Esse, I., 2018, *Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tebu sebagai Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF)*. FST Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar. 3(1).
- Fauzan, Husain, 2005. Komposit serat pati onggok dengan matrik polyester terhadap pengujian bending dan impak, Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Ferdika, D., 2014. Bio Oil dari Ampas Tebu (Bagasse), Universitas Sebelas Maret, Surakarta. 3(2).
- Fuadi. 2009. Kualitas Papan Partikel Tandan Kosong Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Menggunakan Perekat Aminoplast. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.
- Gibson, Ronald F. 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*. New York : Mc Graw Hill, Inc. Harper, A. C., 1996. *Handbook of Plastics, Elastomers and Composites*, Mc Graw Hill Companies, Inc.
- Hastuti, S., Pramono, C., Akhmad, Y., 2018. Sifat Mekanis Serat Enceng Gondok sebagai Material Komposit Serat Alam yang Biodegradable. *Journal of Mechanical Engineering*. 2(1)-2018. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Tidar. Magelang.
- Hesty. 2009. Pengaruh Kadar Perekat Urea Formaldehida Pada Pembuatan Papan Partikel Serat Eceng Gondok. [Skripsi]. Fakultas FMIPA. Universitas Sumatera Utara.
- Japan Industrial Standard (JIS). 2A0E. Particleboard (JIS A 5908). Japan.
- Jones, M. R., 1975. *Mechanics of Composite Material*, Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd..
- Lukkasen, D. and Meidell, A., 2003. *Advance Materials and Structures and their Fabrication Processes*, Third edition, Narvik University College, HiN.
- Mueler, Dieter H, 2003. New Discovery in the Properties of Composites Reinforced with Natural Fibers. *JOURNAL OF INDUSTRIAL TEXTILES*, Vol. 33, No. 2. Sage Publications.
- Shackelford, James, F., 1992. *Introduction to Material Science for Engineering*, London Prentice Hall International, Inc.
- Shabiri, M., 2014, Pengaruh Rasio Epoksi/Ampas Tebu Dan Perlakuan Alkali Pada Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoksi Berpengisi Serat Ampas Tebu. *Jurnal Teknik. Departemen Teknik Kimia*. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara. 3(2).
- Smith, F. W., Hashemi, J., 2006. *Foundation of Materials Science and Engineering*, Mc Graw Hill Companies, Inc.