

Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Penguat Pada Matriks Getah Pinus-Epoxy Dan Dengan Dan Tanpa Perlakuan NaOH

CIPK Kencanawati*¹, NPG Suardana², dan I Ketut Gede Sugita³

^{1,2,3}Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana

Naskah diterima 26 04 2023; direvisi 23 05 2023; disetujui 23 05 2023

doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2023.v16.i01.p02>

Abstrak

Penggunaan kayu sebagai bahan utama pembuatan furniture menjadi salah satu penyebab meningkatnya jumlah limbah serbuk kayu. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah limbah kayu adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan papan partikel/material komposit. Pembuatan papan partikel saat ini masih menggunakan bahan sintesis yang sulit terdegradasi oleh alam (non-biodegradable). Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan bahan yang dapat terdegradasi secara alami (biodegradable), yaitu menggunakan limbah serbuk kayu yang diberi perlakuan perendaman dengan variasi NaOH (5%, 7,5% dan 10%) selama 1 jam terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran pada serbuk, selanjutnya di campur dengan matrik getah pinus/epoxy dengan komposisi serbuk kayu (10%, 15%, dan 20%). Selanjutnya akan dilakukan pengujian fisik yaitu densitas dan daya serap air serta pengujian bending sesuai dengan ASTM D790-03. Pembuatan komposit serbuk kayu/getah pinus/epoxy metode hand lay up dalam pengerjaannya. Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa tegangan bending tertinggi adalah pada komposisi serbuk kayu: matriks (15:85) yang direndam dalam NaOH 5% yaitu sebesar 79,22 MPa. Nilai regangan tertinggi pada komposisi serbuk kayu:matriks (20:80) tanpa perendaman NaOH yaitu 0,088 dan nilai modulus elastisitas tertinggi pada komposisi 15:85 perendaman NaOH 5% yaitu 744 MPa. Pengujian densitas menunjukkan bahwa nilai densitas tertinggi terdapat pada komposisi 20:80 perendaman NaOH 5% dengan nilai densitas 1,088 gr/cm³, nilai densitas terkecil pada komposisi 10:90 perendaman NaOH 10% sebesar 1,021 gr/cm³. Pada uji daya serap air, nilai tertinggi ditunjukkan pada komposisi 20:80 perendaman dalam NaOH 10% dengan nilai 17,59% dan nilai terendah ditunjukkan pada komposisi 10:90 tanpa perendaman NaOH dengan nilai 6,81%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas dari uji bending dipengaruhi oleh konsentrasi larutan alkali, dimana semakin pekat kadar NaOH maka kekuatan bendingnya dan densitanya akan menurun tetapi berbanding terbalik terhadap daya serap air.

Kata kunci: Komposit, serbuk kayu, Getah Pinus, Epoxy, NaOH

Abstract

The use of wood as the main material for making furniture is one of the causes of the increasing amount of sawdust waste. Efforts that can be made to reduce the amount of wood waste is to use it as a raw material for the manufacture of particleboard/composite material. The manufacture of particleboard is currently still using synthetic materials that are difficult to degrade by nature (non-biodegradable). Therefore, in this study using materials that can be naturally degraded (biodegradable), namely using sawdust waste which is treated with immersion with variations of NaOH (5%, 7.5% and 10%) for 1 hour first to remove dirt on the soil. powder, then mixed with pine resin/epoxy matrix with a composition of wood powder (10%, 15%, and 20%). Furthermore, physical tests will be carried out, namely density and water absorption as well as bending tests in accordance with ASTM D790-03. Manufacture of composite wood powder/pine sap/epoxy hand lay up method in the process. The results of the bending test showed that the highest bending stress was in the composition of sawdust: matrix (15:85) immersed in 5% NaOH, which was 79.22 MPa. The highest strain value in the composition of sawdust: matrix (20:80) without NaOH immersion was 0.088 and the highest modulus of elasticity was in the composition 15:85 with 5% NaOH immersion which was 744 MPa. Density test showed that the highest density value was found in the composition of 20:80 5% NaOH immersion with a density value of 1.088 gr/cm³, the smallest density value was in the composition of 10:90 10% NaOH immersion of 1.021 gr/cm³. In the water absorption test, the highest value was shown in the composition of 20:80 immersion in 10% NaOH with a value of 17.59% and the lowest value was shown in the composition of 10:90 without immersion in NaOH with a value of 6.81%. The results of this study indicate that the increase in the value of stress, strain and modulus of elasticity from the bending test is influenced by the concentration of alkaline solution, where the more concentrated the NaOH content, the bending strength and density will decrease but inversely proportional to water absorption.

Keywords: Composite, sawdust, Pine resins, Epoxy, NaOH

1. Pendahuluan

Perkembangan bidang rekayasa material khususnya bidang komposit, saat ini mulai melirik bahan-bahan alam yang memiliki sifat terbarukan. Salah satunya adalah pemanfaatan limbah serbuk kayu yang berasal dari industri pengolahan kayu. Industri pengolahan kayu merupakan salah satu industri dengan tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi. Di antara limbah yang dihasilkan dari pengolahan bahan kayu, limbah serbuk kayu memegang peranan penting dengan jumlah yang dihasilkan yang cukup besar. Pemanfaatan limbah serbuk kayu ini dapat dimanfaatkan untuk keperluan pertanian, tetapi hal tersebut kurang menjanjikan nilai ekonominya, oleh karena itu berbagai upaya dilakukan utk memanfaatkan limbah serbuk kayu tersebut. Pemanfaatan limbah serbuk kayu yang paling sering digunakan untuk media tanam di sektor pertanian dan sebagai bahan baku pembakaran, sehingga dapat menimbulkan dampak berupa pencemaran udara berupa gas CO₂ dan asap/jelaga hasil pembakaran. Hal ini tentu saja cukup merisaukan bagi pemerhati lingkungan, karena diharapkan proses daur ulang dari limbah adalah mengurangi dampak pencemaran lingkungan bukan menambah beban terhadap lingkungan.

Salah satu pemanfaatan limbah serbuk kayu yang diyakini memiliki tingkat pencemaran lingkungan cukup rendah yaitu sebagai papan panel dalam bidang konstruksi. Mengingat pembuatan panel ini tidak terjadi proses pembakaran sehingga diharapkan nantinya tidak terjadinya pencemaran lingkungan, selain itu juga digunakan bahan baku alam lainnya yang selama ini kurang dimanfaatkan secara maksimal yaitu getah pinus sebagai matriks komposit panel. Pemanfaatan limbah serbuk kayu sebagai panel komposit mengingat limbah serbuk kayu memiliki karakteristik antara lain : berat jenisnya rendah, terbarukan, umur pakai yang cukup tinggi, dapat didaur ulang, biaya produksi rendah, ramah lingkungan, tidak menimbulkan iritasi, dan terutama biodegradable serta berlimpah di alam. Karakteristik inilah yang menyebabkan menarik untuk dikembangkan sebagai bahan komposit alam yang dapat diaplikasi di ruang angkasa, interior kendaraan bermotor, isolasi termal dan akustik, bahan kemas produk, peralatan olahraga, bidang pertahanan, pekerjaan konstruksi, dan lain sebagainya.

Sebagai matrik pada komposit umumnya digunakan polimer sintesis, hal ini dikarenakan polimer sintesis memiliki sifat yang tahan reaksi kimia dan memiliki stabilitas dimensi yang baik, sifat kelistrikan yang baik, dan memiliki daya rekat yang cukup baik. Salah satunya adalah epoxy, yang merupakan salah satu resin sintesis yang banyak dijumpai serta banyak digunakan sebagai matriks komposit. Tetapi kelemahannya matriks ini tidak ramah lingkungan dan keuletannya rendah.

Komposit jenis ini telah dilakukan penelitian oleh Haque, 2020 yang menyatakan bahwa komposit yang menggunakan poliester-serbuk kayu akan terjadi peningkatan kekuatan tarik dari sebesar 47% bila dibandingkan resin murni. Sedangkan Bethony, 2015 menganalisis bahwa penambahan serbuk kayu sebesar 5% pada resin epoxy dapat meningkatkan kekuatan tariknya sebesar 13%, demikian juga dengan perubahan ukuran serbuk kayu akan mempengaruhi kekuatan material komposit.

Dengan kelemahan epoxy ini maka dilakukan penelitian pembuatan komposit yang menggunakan epoxy dan dicampur dengan resin alam yaitu getah pinus dan sebagai penguatnya adalah limbah serbuk kayu dengan variasi. Dalam penelitian ini perbandingan serbuk kayu: getah pinus: epoxy (10:63:27), (15:59,5:25,5), dan (20:53:27) serta perlakuan alkali (NaOH) 5%, 7,5% dan 10% selama 1 jam perendaman. Selanjutnya akan dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik komposit tersebut dengan pengujian densitas, daya serap air, dan kekuatan bending.

2. Metode Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan antara lain : Getah Pinus (pine resin), Limbah Serbuk kayu, Resin Epoxy, Air Suling (Aquadest), dan Pelapis (coating) pada cetakan.

Alat Penelitian

Alat-alat penelitian yang diperlukan antara lain: Timbangan digital, Kontainer (ember), Oven pengering, gunting, Cetakan yang terbuat dari kaca dengan ukuran 100 mm x 100 mm, Alat Magnetic Stringer, Pychometer, Infrared termometer, Tabung labung, gelas ukur dan stick pengaduk, Mesin pemotong spesimen untuk

membuat sesuai standar ASTM dan Alat uji bending.



Gambar 1. a (serbuk kayu), b (getah pinus) dan c (epoxy)

Langkah pembuatan spesimen uji

1. Serbuk kayu direndam selama 1 jam kemudian cuci bersih dengan air suling dari kotoran yang masih menempel untuk memudahkan proses pemisahan serbuk.
2. Serbuk kayu dikeringkan secara alami atau dengan oven untuk menghilangkan kadar air.
3. Serbuk kayu diayak dengan ukuran mesh 10 sampai 5 mesh.
4. Penyiapan resin Epoxy
5. Pengambilan getah pinus hasil sadapan di KPH Bali Timur
6. Penimbangan berat dan volume getah pinus
7. Pemanasan getah pinus dengan menggunakan alat magnetic stringer dengan temperatur dan waktu pemanasan tertentu serta kecepatan yang bervariasi
8. Pencampuran serbuk kayu, getah pinus dan resin Epoxy
9. Lapsi cetakan dengan Gliserin agar resin tidak melekat pada cetakan dan ratakan
10. Pencetakan serbuk kayu, getah pinus dan resin Epoxy pada cetakan
11. Keluarkan spesimen dari cetakan setelah benar-benar kering dan beku
12. Pengamatan Bentuk Fisik Lembaran Komposit, komposit yang berhasil dicetak, diamati apakah ada void tidak boleh lebih dari 1 %. atau tidak dengan cara menerawang lembaran komposit.
13. Potong spesimen uji sesuai dengan standar ASTM.
14. Lakukan pengujian densitas, porositas dan uji bending.

Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui kekuatan bending dari suatu material. Perhitungan pengujian bending mengacu pada ASTM D790-03.

A. Tegangan bending

$$\sigma_b = \frac{3F.L}{2b.d^2} \quad (1)$$

B. Regangan bending

$$\epsilon_b = \frac{6\delta . d}{L^2} \quad (2)$$

C. Modulus Elastisitas bending

$$Eb = \frac{L^3 . m}{4b . d^3} . \quad (3)$$

σ_L = Tegangan bending (MPa)

P = Beban (N)

ϵ = Regangan Bending

δ = Defleksi Benda Uji (mm)

EL = Modulus Elastisitas Bending (MPa)

L = Panjang jarak tumpuan (mm)

B = Lebar benda uji (mm)

D = Tebal benda uji (mm)

m = Tangen garis lurus pada Load Deflection Curve (N/mm)

Pengujian Densitas dan Daya Serap Air

Pengujian densitas dan daya serap air (water absorption) mengacu pada ASTM D570-98. Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui kerapatan suatu material dan daya serap air (water absorption) dilakukan untuk mengetahui kemampuan material dalam menyerap air.

A. Perhitungan Uji Densitas Aktual Dan Teoritis

$$\rho = \frac{ms}{mt - (mg - mk)} \times p \text{ aquades} \quad (4)$$

$$\rho = (\text{fraksi volume penguat} \times p \text{ penguat}) + (\text{fraksi volume matriks} \times p \text{ matriks}) \quad (5)$$

Keterangan :

ρ = Densitas Sampel

mk = Massa kawat (gr)

ms = Massa Spesimen tanpa kawat di udara (gr)

mg = Massa Spesimen yang digantung dengan kawat saat di dalam air (gr)

B. Perhitungan Uji Daya Serap Air (water absorption)

$$WA = \frac{mB - mK}{mK} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan :

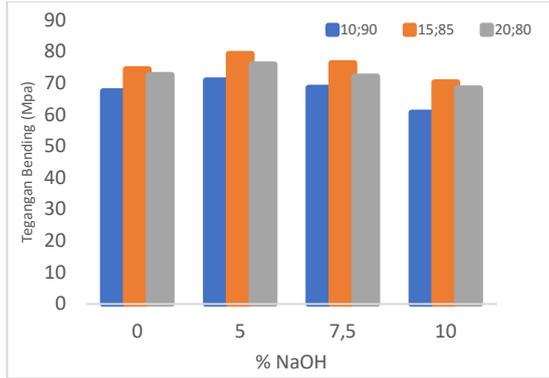
WA = Daya serap air (water absorption) (%)

mB = massa basah dari spesimen uji (gr)

mK = massa kering dari spesimen uji (gr)

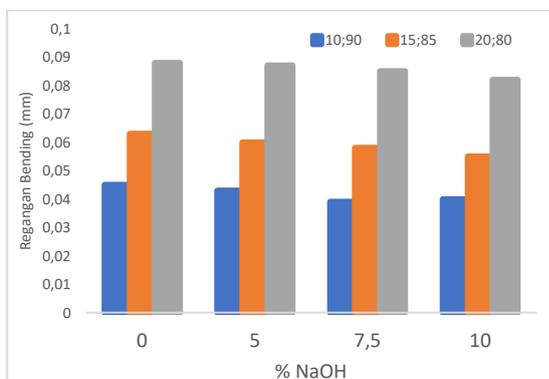
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap karakteristik fisik yaitu densitas dan daya serap air dan pengujian mekanik yaitu pengujian bending, diperoleh data yang telah dianalisis dalam gambar kurva berikut :

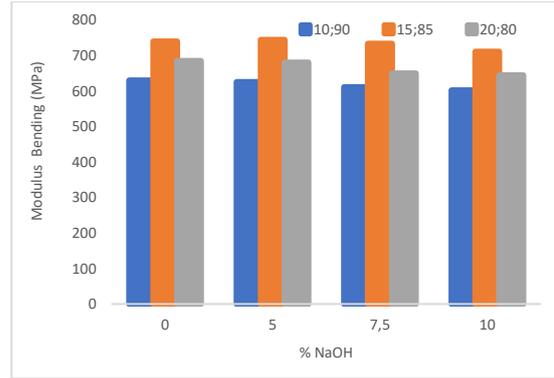


Gambar 2. Kurva Tegangan Bending

Pada gambar 2 terlihat bahwa kekuatan bending dari komposit meningkat dengan diberi perlakuan NaOH 5% baik untuk semua variasi serbuk kayu tetapi mulai mengalami penurunan kekuatannya dengan semakin meningkatnya kadar NaOH, di mana terlihat bahwa kekuatan bending maksimum terjadi pada komposisi serbuk kayu 15:85, yaitu sebesar 79,22 Mpa sedangkan tegangan bending terendah pada kadar NaOH 10% untuk komposisi serbuk kayu 20:80, yaitu sebesar 60,65 Mpa. Hal ini terjadi karena dengan diberikan perlakuan NaOH 5% dapat membersihkan serbuk kayu dari kotoran/wax atau lignin yang menempel pada dinding serat/serbuk, sedangkan dengan semakin meningkatnya kandungan NaOH akan merusak selulosa yang ada pada serat/serbuk, karena unsur utama pendukung serat/serbuk alam adalah selulosa, dengan rusaknya unsur selulosa pada serat maka akan menyebabkan berkurangnya kekuatan dari serat/serbuk alam itu sendiri. Demikian juga pada gambar 3, terlihat bahwa kemampuan peregangan dari serat/serbuk menjadi berkurang dengan semakin meningkatnya kandungan NaOH saat perendaman serbuk kayu.

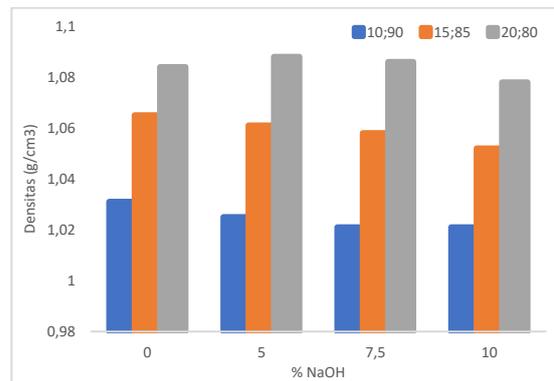


Gambar 3. Kurva Regangan Bending



Gambar 4. Kurva Modulus Bending

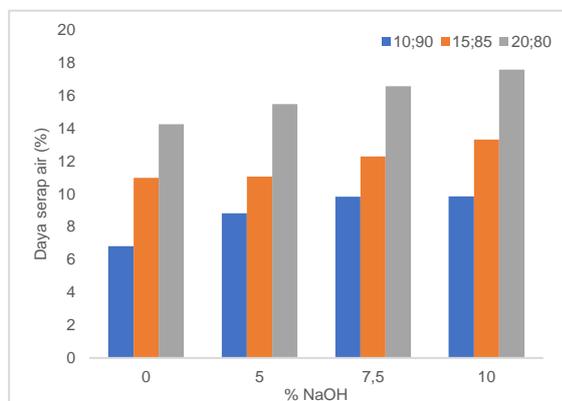
Demikian untuk modulus bending dari komposit, modulus tertinggi pada spesimen dengan variasi 15:85 dengan perendaman NaOH 5%, yaitu sebesar 744 Mpa dan terendah pada spesimen dengan komposisi 10:90 yang direndam dalam larutan NaOH 10% yaitu sebesar 602 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa dengan meningkatnya kadar NaOH akan menyebabkan terjadinya degradasi kekuatan bending komposit.



Gambar 5. Kurva Densitas

Pada pengujian densitas pada gambar 5. Terlihat bahwa semakin tinggi persentase NaOH selama perendaman serbuk kayu maka nilai densitas benda uji semakin rendah. Hal ini terjadi karena semakin tinggi persentase NaOH dalam perendaman serbuk kayu maka semakin banyak lilin, selulosa dan lignin dari serbuk kayu yang akan terkikis yang akan menyebabkan kerusakan pada struktur serat/serbuk. Kepadatan serat alam umumnya rendah sehubungan dengan adanya struktur lumen dalam struktur serat alam. Karena perlakuan alkali, struktur lumen serat berlubang seperti struktur tabung yang menyebabkan pengurangan kepadatan serat. Penurunan densitas ini juga terjadi karena berkurangnya massa serbuk kayu saat direndam dengan alkali. Jika dikaitkan dengan persamaan bahwa densitas berbanding lurus dengan massa dan

berbanding terbalik dengan volume, pengurangan massa serbuk akan menyebabkan penurunan densitas jika volume serbuk kayu tetap.



Gambar 6. Kurva Daya Serap Air

Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa komposit serbuk kayu/epoxy/getah pinus dengan perlakuan NaOH pada serbuk kayu memiliki rata-rata hasil penyerapan air paling tinggi yang ditunjukkan pada spesimen dengan variasi persentase NaOH 10% dengan nilai rata-rata 17,59% sedangkan hasil pengujian rata-rata penyerapan air terendah ditunjukkan pada benda uji tanpa perendaman NaOH sebesar 6,81%. Hasil ini dapat dijelaskan bahwa perendaman serat/serbuk alam dalam larutan basa dengan persentase yang tinggi menyebabkan daya serap air meningkat karena perendaman NaOH dapat menyebabkan terjadinya pori-pori sehingga inilah tempat tersimpannya air pada komposit.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh variasi serbuk gergaji pada komposit serbuk kayu kayu/getah pinus/epoxy terhadap karakteristik fisik dan mekanik, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengujian bending dilakukan dengan variasi persentase perendaman serbuk gergaji tanpa perendaman dan dengan perendaman NaOH 5%, 7,5% dan 10%. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa tegangan bending tertinggi adalah pada komposisi 15:85 yang direndam dalam NaOH 5 % yaitu sebesar 79,22 MPa. Nilai regangan tertinggi pada komposisi serat:matriks 20:80 yang tanpa perendaman NaOH yaitu sebesar 0,088 dan nilai modulus elastisitas tertinggi pada komposisi 15:85 perendaman NaOH 5% sebesar 744 MPa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas dari uji bending dipengaruhi oleh konsentrasi larutan

alkali, dimana semakin pekat kadar NaOH maka kekuatan bendingnya akan menurun.

2. Pengujian densitas menunjukkan bahwa nilai densitas tertinggi terdapat pada komposisi 20:80 perendaman NaOH 5% dengan nilai densitas 1,088 gr/cm³. dan nilai densitas terkecil pada komposisi 10:90 perendaman NaOH 10% sebesar 1,021 gr/cm³. Dapat disimpulkan bahwa semakin pekat larutan basa pada perendaman serbuk kayu maka nilai densitas komposit serbuk kayu/epoksi/getah pinus semakin kecil.
3. Pada uji daya serap air, nilai tertinggi ditunjukkan pada komposisi 20:80 perendaman dalam NaOH 10% dengan nilai 17,59% dan nilai terendah ditunjukkan pada komposisi 10:90 tanpa perendaman NaOH dengan nilai 6,81%. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin pekat larutan basa dalam perendaman serbuk kayu maka semakin besar kemampuan komposit dalam menyerap air. Hal ini berbanding terbalik dengan densitas komposit serbuk kayu/epoxy/getah pinus dengan perlakuan perendaman NaOH.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih atau penghargaan bisa disampaikan kepada LPPM dan Rektor Universitas Udayana yang telah membantu pendanaan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Altari, L., Surya, P., Kencanawati, C. I. P. K., & Sugita, I. K. G. (2018). Green composite serbuk ampas tebu dengan matrik getah pinus sebagai penyerap bunyi, 174–178. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- [2] ASTM D 570-98. Standar Test Method For Water Absorption Of Plastic.(2010).
- [3] ASTM D 790 – 03. Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. American Society for Testing and Materials 2003.
- [4] ASTM D 792 – 08. Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement. American Society for Testing and Materials 2008
- [5] Kencanawati, C. I. P. . Et Al. (2017) 'Karakteristik Dan Analisis Awal Getah Pinus Merkusii (Pine Resin) Dengan Variasi Suhu

- Pemanasan Sebagai Alternatif Resin Pada Komposit', (SNTTM Xvi), Pp. 5–6.
- [6] Kencanawati, C. I. P. ., Sugita, I. K. G., I, N. P. G. S., & Suyasa, W. B.(2017).Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Serat Kulit Buah Pinang.
- [7] Kencanawati, C. I. P dan K. G. Sugita, (2016). Analisis Sifat Fisik dan Kekuatan Tarik Limbah Serat Areca catechu L. Sebagai Biofibre Pada Komposit. Jurnal Energi dan Manufaktur Vol. 11.
- [8] Synthesis, characterization, biocompatibility, thermal and mechanical performances of sawdust reinforced composite (Md Eyazul HaqueMd Wahab KhanMd Najmul Kabir Chowdhury12367–13)
- [9] Standar Nasional Indonesia. (2006). SNI 03-2105-2006: Papan partikel. 15.