

## SIFAT FISIK PAPAN BUATAN DARI LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) DAN SERBUK GERGAJIAN KAYU GALAM (*Melaleuca cajuputi* Powell)

*Physical Properties Of Artificial Boards From Palm Oil Empty Waste (Elaeis guineensis Jacq)  
And Powder Of Galam Wood Saws (Melaleuca cajuputi Powell)*

**Silviana Puji Astutik, Muhammad Faisal Mahdie, dan Yuniarti**

Jurusan Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

**ABSTRACT.** *The need for board materials is currently experiencing a very drastic increase as the population in the world increases, especially Indonesia. Increasing the demand for boards resulted in diminishing forest resources. One way to overcome this problem is the efficiency of using wood through the manufacture of waste boards from industry or other lignocellulosic materials into particle boards which are relatively inexpensive materials obtained without reducing their quality or quality. This research to determine the physical properties (moisture content, density, shrinkage and thickness development) of empty palm oil and galam sawdust (Melaleuca cajuputi Powell). The results of the test made by OPEFB waste board and sawdust of galam wood have a water content value ranging from 9.16 - 10.92%, the density ranges from 0.42 - 0.55 g / cm<sup>3</sup>, the thick development ranges from 7.74 - 37.47%, shrinkage ranges from 1.59 - 4.51%. Only the water content and density values that meet SNI 03-2105-2006 while in the thick development only treatment A, C, and D that meet SNI 03-2105 2006. The composition of raw materials has a significant effect on the treatment of density values and very significant effect on the treatment value the development of thick, ambush. The best artificial boards are artificial boards and the composition is 100% natural because the average yield meets SNI 03-2105-2006. My advice should be further research on the same ingredients but with different adhesive concentrations.*

**Keywords;** *Artificial Board; Waste; Quality*

**ABSTRAK.** *Kebutuhan akan bahan papan pada saat ini mengalami peningkatan yang sangat dratis seiring meningkatnya jumlah penduduk di dunia, khususnya Indonesia. Peningkatan kebutuhan papan mengakibatkan sumber daya hutan semakin hari semakin berkurang. Salah satu cara mengatasi masalah ini adalah efisiensi pemanfaatan kayu melalui pembuatan papan limbah dari industri atau bahan berlignoselulosa lainnya menjadi papan partikel yang bahannya relative murah didapat tanpa mengurangi mutu maupun kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik (kadar air, kerapatan, penyusutan dan pengembangan tebal) dari tandan kosong kelapa sawit dan serbuk gergajian kayu galam (*Melaleuca cajuputi* Powell). Hasil pengujian papan buatan limbah TKKS dan serbuk gergajian kayu galam memiliki nilai kadar air berkisar antara 9.16 - 10.92 %, kerapatan berkisar antara 0.42 - 0.55 g/cm<sup>3</sup>, pengembangan tebal berkisar antara 7.74 - 37.47%, penyusutan berkisar antara 1.59 - 4.51%. Hanya nilai kadar air dan kerapatan yang memenuhi SNI 03-2105-2006 sedangkan pada pengembangan tebal hanya perlakuan A, C, dan D yang memenuhi SSNI 03-2105 2006. Komposisi bahan baku berpengaruh nyata pada perlakuan nilai kerapatan dan berpengaruh sangat nyata pada perlakuan nilai pengembangan tebal, penyusutan. Papan buatan terbaik adalah papan buatan dan komposisi 100 % galam karena hasil rata-rata memenuhi SNI 03-2105-2006. Saran saya sebaiknya dilakukan penelitian selanjutnya mengenai bahan yang sama tetapi dengan konsentrasi perekat yang berbeda.*

**Kata Kunci:** Papan buatan; Limbah; Kualitas

**Penulis untuk korespondensi:** surel: silvianapuji12@gmail.com

### PENDAHULUAN

Kebutuhan akan bahan papan saat ini semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk di dunia, khususnya Indonesia. Peningkatan kebutuhan papan

mengakibatkan sumber daya hutan semakin hari semakin berkurang. Salah satu cara mengatasi masalah ini adalah efisiensi pemanfaatan kayu melalui pembuatan papan limbah dari industri atau bahan berligno selulosa lainnya menjadi papan buatan yang bahannya relative murah

didapat tanpa mengurangi mutu maupun kualitasnya (Ulfah *et al.* 2015). Menurut Purwadi (2017) Produksi kayu sebagai bahan baku industri tahun 2017 mencapai 10,95 juta m<sup>3</sup>. Papan buatan sangat ideal dikembangkan sebagai pengganti produk utama kayu karena memiliki keunggulan antara lain adalah bahan bakunya yang berasal dari berbagai limbah kayu dan non kayu. Pengolahan tersebut juga dapat mengatasi masalah penanganan limbah kayu yang sampai saat ini belum optimal penanganannya. Sehingga limbah tersebut akan menjadi produk-produk daur ulang yang dapat memberikan nilai manfaat dan nilai ekonomi bagi masyarakat (Wulan dari, 2013). Salah satu upaya untuk mencukupi kekurangan papan dari kayu utuh yaitu dengan memanfaatkan limbah kayu berupa serbuk kayu gergajian yang dibuat menjadi papan buatan. Limbah yang terdapat pada proses produksi industri sangat lah banyak seperti serbuk gergaji, sebetan dan potongan dengan total limbah sebesar dari jumlah bahan baku yang digunakan. Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah padat yang paling banyak dihasilkan oleh industri kelapa sawit untuk setiap pengolahan 1 ton yaitu sekitar 22-23% atau sebanyak 220-230 kg dari total tandan buah segar (TBS) yang diolah.

Jumlah limbah TKKS seluruh Indonesia pada tahun 2009 diperkirakan lebih dari 4,2 juta ton (Wardani, 2012). Menurut Tarkono dan Ali H (2015), limbah TKKS yang tidak tertangani dapat menimbulkan bau busuk berakibat timbulnya jamur yang dapat merusak tanaman disekelilingnya. Salah satu cara memanfaatkan limbah TKKS tersebut menjadi produk yang bernilai ekonomis dengan teknologi sederhana mencampur limbah TKKS dengan serbuk kayu. Kayu galam (*Melaleuca cajuputi* Powell) bahan penyangga kontruksi bangunan, pagar ternak. Namun pemanfaatan kayu galam belum banyak digunakan untuk keperluan lainnya. Industri penggergajian kayu galam untuk produksi papan dek kapal di Desa Murung Raya, Kec. Bakumpai, Kab. Barito Kuala, Prov. Kalimantan Selatan. Penggergajian ini cukup banyak menghasilkan limbah serbuk gergajian kayu galam yang tidak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar dan dibiarkan menumpuk terus menerus, bahkan sebagian terbawa arus sungai. Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap lingkungan, khususnya Daerah Aliran Sungai.

Limbah kayu galam yang dihasilkan pada tiap unit kegiatan penggergajian yaitu *Resawing* sebesar 26,75%, *Edging* 20,37%, dan *Trimming* 26,62% (Sriningsih 2005). Selain itu pemanfaatan limbah batang kayu galam yang di jadikan sebagai bahan penyangga kontruksi bangunan khususnya di Kalimantan Selatan sangat banyak dan belum dimanfaatkan. Sehingga limbah tersebut berpotensi untuk dijadikan sebagai serbuk gergajian kayu galam yang nantinya akan dibuat menjadi papan buatan. Berdasarkan permasalahan tersebut, salah satu upaya untuk memanfaatkan limbah tersebut adalah dengan membuat papan buatan dari serat limbah TKKS dengan limbah serbuk gergajian kayu galam. Perikat yang digunakan adalah perikat crossbon™ x4. Perikat ini mempunyai kelebihan yaitu konsumsi material efektif, efisien, tidak beracun, aman dan ramah lingkungan. Selain itu perikat ini cepat kering, *press time* 60 menit, daya rekat kuat standard B3/D3, tahan air dan tahan *solvent* (Nur, 2017).

Tujuan dari penelitian ini Mengetahui sifat fisik (kadar air, kerapatan, penyusutan dan pengembangan tebal) dari limbah TKKS dan serbuk gergajian kayu galam (*Melaleuca cajuputi* Powell). Manfaat Penelitian menambah informasi tentang kualitas papan buatan dari serat tandan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dan serbuk gergajian kayu galam (*Melaleuca cajuputi* Powell).

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru dan *Workshop* Fakultas Kehutanan UNLAM. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 (empat) bulan, mulai dari Februari-Mei 2018. Kegiatan penelitian ini meliputi persiapan, pengambilan bahan baku, uji coba pembuatan papan buatan, pengeringan serbuk dan serat TKKS, pengolahan papan buatan dan proses pengujian. Tahapan berikutnya pengolahan hasil data pengujian serta penulisan laporan (skripsi).

### Alat dan Bahan Penelitian

Timbangan analitik, *Cold press*, Cetakan papan buatan ukuran 30 x 30 x 1 cm, Parang, Ember, Panci besar, Neraca analitik, Pengaduk, Oven, *Moisture meter*, Aluminium foil, Kamera, Komputer, kalkulator dan alat tulis menulis, dan bahan yang digunakan Serbuk gergajian kayu galam yang diambil dari Desa Murung Raya, Kec. Bakumpai, Kab. Barito Kuala, Prov. Kalimantan Selatan, Serat Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang diambil dari Perseroan Terbatas Perkebunan Nusantara (PTPN) Tanah Laut Kalimantan Selatan, Perekat PVAc yang mempunyai merek perekat Crossbond™ X4 yang di beli secara *online* disitus situs [shopee.co.id/guntur.shop](http://shopee.co.id/guntur.shop).

### Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa tahap secara berurutan antara lain persiapan bahan baku, pembuatan papan buatan, pengujian papan buatan, analisis data dan pengambilan kesimpulan dari penelitian ini.

### Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku dalam pengolahan papan buatan meliputi beberapa tahapan dimana tahapan pertama dengan melakukan pengumpulan TKKS dan serbuk gergajian kayu galam. Bahan TKKS didapatkan dari pabrik PTPN Tanah Laut Kalimantan Selatan, kemudian sampel diuraikan secara manual untuk memisahkan serat dan kulit luar serta membersihkan dari kotoran krikil dan tanah yang menempel dan merajang serat TKKS menjadi ukuran panjang antara 1mm sd 2 cm. Sampel di rebus  $\pm$  2 jam bertujuan untuk menghilangkan kadar minyak, agar tidak mengganggu pada saat proses perekatan. Mengeringkan di bawah sinar matahari, jumlah bahan baku TKKS 4 karung beras. Keperluan serat TKKS secara keseluruhan 3.309,51 gram.

Serbuk gergajian kayu galam diperoleh di Desa Murung Raya, Kec. Bakumpai, Kab. Barito Kuala, Prov. Kalimantan Selatan. Sampel dimasukan ke dalam karung dan dibawa ke *workshop* Fakultas Kehutanan UNLAM Banjarbaru. Sampel direndam menggunakan air dingin selama  $\pm$  24 jam dimana setiap 6 jam sekali air rendaman

diganti. Hal tersebut berguna untuk menghilangkan zat ekstraktif yang bisa mengganggu dalam proses perekatan. Sampel selanjutnya di keringkan di bawah sinar matahari, setelah kering serbuk diukur kadar airnya menggunakan MC sampai kadar air mencapai  $<14$  %. Sampel kemudian diayak menggunakan saringan 30 mesh dan tertahan di 40 mesh. Jumlah bahan baku serbuk galam yang dipersiapkan sebanyak 5 karung beras untuk memenuhi keperluan sampel secara keseluruhan sebanyak 3.309,51 gram.

### Pembuatan Papan Buatan

Pembuatan papan buatan pada pengujian ini menggunakan 5 perlakuan :

- Perlakuan A : 100% kayu galam
- Perlakuan B : 100% tandan kosong kelapa sawit
- Perlakuan C : 75% kayu galam + 25% tandan kosong kelapa sawit
- Perlakuan D : 50% kayu galam + 50% tandan kosong kelapa sawit
- Perlakuan E : 25 % kayu galam + 75% tandan kosong kelapa sawit

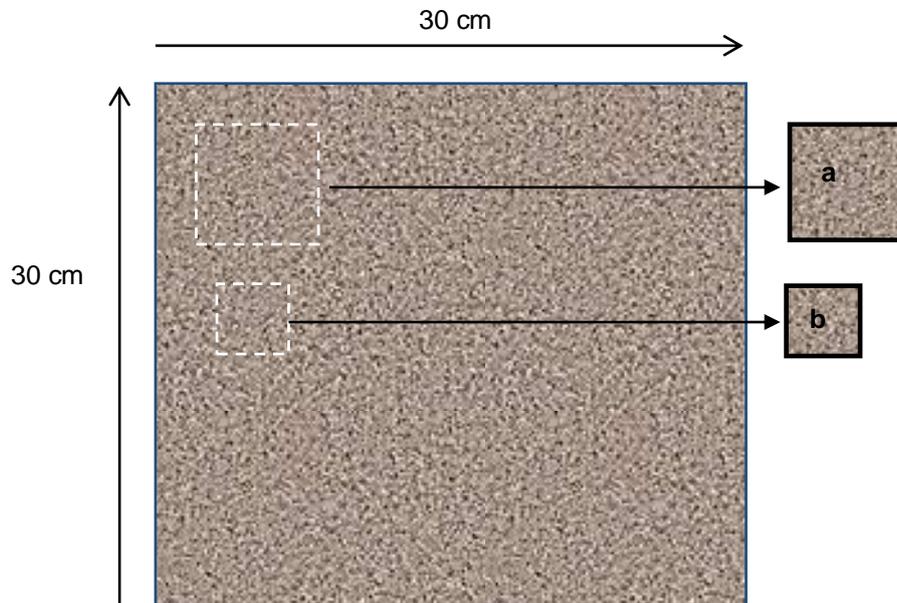
Tahap pembuatan papan buatan dilakukan penimbangan bahan baku sesuai masing-masing perlakuan :

- a. Serbuk untuk perlakuan 100% galam diperlukan  $441 \text{ gram} \times 3 \text{ sampel} = 1.323 \text{ gram}$
- b. Serat untuk perlakuan 100% TKKS diperlukan  $441 \text{ gram} \times 3 \text{ sampel} = 1.323 \text{ gram}$
- c. Serbuk untuk perlakuan 75% galam ( $330,75 \text{ gram} \times 3 = 992,25 \text{ gram}$ ) dan serat TKKS 25% (berat  $110,25 \times 3 = 330,75 \text{ gram}$ )
- d. Serbuk untuk perlakuan 50% galam ( $220,5 \text{ gram} \times 3 = 661,5 \text{ gram}$  dan serbuk galam 50% ( $220,5 \text{ gram} \times 3 = 661,5 \text{ gram}$ ).
- e. Serbuk untuk perlakuan 25% galam (berat  $110,25 \times 3 = 330,75$ ) + 75% serat TKKS ( $330,75 \text{ gram} \times 3 = 992,25 \text{ gram}$ )

Jumlah perekat yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 189 gram pada setiap perlakuan. Bahan baku papan buatan dicampur dengan pererekat secara merata dan dimasukan ke dalam pencetak lembaran yang berukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm yang dilapisi dengan aluminium foil baik pada bagian bawah maupun bagian atas. Selanjutnya dikempa dengan kempa dingin selama 24 jam menggunakan

dongkrak hidrolik dengan tekanan 6 kg. Proses pengkondisian papan buatan dilakukan selama 1 minggu untuk mencapai kadar air kesetimbangan pada suhu ruang

(suhu kamar). Setelah itu papan buatan yang sudah jadi selanjutnya dipotong dan dilakukan pengujian yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Pemotongan Uji Sampel

Keterangan :

- a. Contoh uji Kadar air dan Kerapatan berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm
- b. Contoh uji Pengembangan tebal dan Penyusutan berukuran 5 cm x 5 cm x 1 cm

### Pengujian Sampel Papan Buatan

Pengujian yang dilakukan pada papan buatan yang dibuat berdasarkan (SNI 03-2105-2006) pada penelitian ini meliputi pengujian sifat fisik.

#### Sifat Fisik (SNI 03-2105-2006)

##### Kadar Air (KA)

Penentuan kadar air papan buatan dilakukan dengan menghitung selisih berat awal dengan berat setelah dikeringkan dalam oven sampai mencapai berat konstan pada suhu  $\pm 105^\circ$ . Pengujian kadar air papan buatan berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm yang akan dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{B_0 - B_1}{B_1} \times 100 \%$$

Keterangan :

- KA = kadar air (%)
- $B_0$  = berat awal sampel uji setelah pengkondisian (gram)
- $B_1$  = berat kering tanur sampel uji (gram)

### Kerapatan

Sampel uji kerapatan papan buatan dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm dihitung berdasarkan uji berat dan volume kering udara sampel uji dengan rumus:

$$\text{Kerapatan} = \rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

- $\rho$  = kerapatan ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
- $m$  = massa sampel uji ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
- $v$  = volume sampel uji ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

### Penyusutan dan pengembangan tebal

Pengujian ini dengan ukuran pada sampel papan buatan 5 cm x 5 cm yang direndam di dalam air dengan suhu dalam air  $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ . Sampel diletakan secara mendatar, sekitar 3 cm dari permukaan air selama  $\pm 24$  jam. Contoh uji kemudian diangkat dan disekat dengan kain dan diukur tebalnya. Ukuran dan tebal akan di hitung dengan menggunakan rumus :

|   |
|---|
| <p>Penyusutan (%) = <math>\frac{\text{Pertambahan dlm dimensi atau vol}}{\text{Volume Awal}} \times 100</math></p> <p>Pengembangan (%) = <math>\frac{\text{Pengurangan dlm dimensi atau vol}}{\text{Volume Awal}} \times 100</math></p> |
|---|

**Analisa Data**

Penelitian ini menggunakan perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga jumlah contoh uji seluruhnya  $5 \times 3 = 15$  sampel uji. Data yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam tabel seperti tertera pada Table di bawah ini.

Tabel 1. Pengisian Data Dengan Polar Rancangan Acak Lengkap

| Perlakuan | Ulangan |   |   |
|-----------|---------|---|---|
|           | 1       | 2 | 3 |
| A         |         |   |   |
| B         |         |   |   |
| C         |         |   |   |
| D         |         |   |   |
| E         |         |   |   |
| Jumlah    |         |   |   |
| Rata-rata |         |   |   |

Keterangan :

Perlakuan A : 100% kayu galam

Perlakuan B : 100% tandan kosong kelapa sawit

Perlakuan C : 75% kayu galam + 25% tandan kosong kelapa sawit

Perlakuan D : 50% kayu galam + 50% tandan kosong kelapa sawit

Perlakuan E : 25 % kayu galam + 75% tandan kosong kelapa sawit

Bentuk umum Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Hanafiah, (2004) adalah:

$$y_{Yij} = \mu + \alpha_i + \beta_j$$

Keterangan :

$y_{ij}$  = Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i ulangan ke j

$\mu$  = Rata-rata umum

$\alpha_i$  = Pengaruh faktor ke-l

$\beta_j$  = Pengaruh acak galat percobaan

Pencatatan dan pengolahan data hasil penelitian dilakukan pada tabel pengamatan yang mengacu pada pola percobaan rancangan acak lengkap (RAL). Dilakukan sebelum data analisis pendahuluan yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Untuk mengetahui pengaruh campuran antara serat dan serbuk kayu gergajian dilakukan uji F dengan analisis keragaman seperti pada Tabel di bawah ini.

Tabel 2. Analisis Sidik Ragam

| Sumber Keragaman | Derajat Bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F Hitung | F Tabel |     |
|------------------|---------------|----------------|----------------|----------|---------|-----|
|                  |               |                |                |          | 5 %     | 1 % |
| Perlakuan        | t-1           | JKP            | KTP            | KTP/KTS  |         |     |
| Sisa             | t(r-1)        | JKS            | KTS            |          |         |     |
| Total            | t.r-1         | JKY            |                |          |         |     |

Keterangan:

$$FK = \frac{\sum(Y_{...})^2}{Tr}$$

$$JKT = \sum(Y_{ij}^2) - FK$$

$$JKP = \frac{\sum(Y_i^2)FK}{r}$$

$$JKE = JKT - JKP$$

Dimana:

FK = Faktor Koreksi

JKT = Jumlah Kuadrat Perlakuan

JKS = Jumlah Kuadrat Standart

JKT = Jumlah Kuadrat Tengah

Pengaruh perlakuan berdasarkan perbandingan nilai F hitung dengan tabel F tabel pada tingkat 5% dan 1%, kriteria yang dipakai : F Hitung > bF tabel, berarti perlakuan berpengaruh nyata dan  $F_n$  Hitung  $\leq$  F tabel, berarti perlakuan tidak berpengaruh nyata. Selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien keragaman (KK) yang dinyatakan dalam persen dengan rumus:

$$KK = \frac{\sqrt{KT Galat}}{\bar{Y}} \times 100\%$$

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman (%)  
 KT galat = Kuadrat Tengah galat  
 $\bar{Y}$  = Rata-rata seluruh data percobaan

Uji beda nyata yang digunakan disesuaikan dengan nilai koefisien keragaman dengan kriteria sebagai berikut: Jika KK besar (minimal 10% pada kondisi homogen atau minimal 20% pada kondisi

heterogen), uji lanjutan yang sebaiknya digunakan adalah uji Duncan (uji beda jarak nyata Duncan), Jika KK sedang (antara 5-10% pada kondisi homogen atau maksimal antara 10-20 % pada kondisi heterogen), uji lanjutan yang digunakan adalah uji BNT (Beda Nyata Terkecil), Jika KK terkecil (maksimal 5% pada kondisi homogen atau maksimal 10% pada kondisi heterogen), uji lanjutan yang digunakan adalah uji BNJ (Beda Nyata Jujur).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian sifat fisik dan mekanik dari papan buatan limbah TKKS dan serbuk gergajian kayu galam berupa kadar air, kerapatan, pengembangan tebal dan penyusutan Berdasarkan data-data Lampiran dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Buatan Limbah TKKS dan Serbuk Gergajian Kayu Galam

| No. | Parameter uji                  | Perlakuan papan buatan |       |       |       |       | SNI 03-2105-2006 |
|-----|--------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|
|     |                                | A                      | B     | C     | D     | E     |                  |
| 1   | Kadar air (%)                  | 10.61                  | 10.16 | 10.92 | 9.16  | 8.97  | <14 %            |
| 2   | Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> ) | 0.46                   | 0.42  | 0.49  | 0.54  | 0.55  | 0,40 - 0,90      |
| 3   | Pengembangan tebal (%)         | 7.74                   | 37.47 | 10.74 | 12.70 | 20.38 | < 20%            |
| 4   | Penyusutan (%)                 | 1.59                   | 4.51  | 3.51  | 1.91  | 3.55  | -                |

Keterangan :  
 Perlakuan A : 100% kayu galam  
 Perlakuan B : 100% tandan kosong kelapa sawit  
 Perlakuan C : 75% kayu galam + 25% tandan kosong kelapa sawit  
 Perlakuan D : 50% kayu galam + 50% tandan kosong kelapa sawit  
 Perlakuan E : 25 % kayu galam + 75% tandan kosong kelapa sawit  
 TKKS : Tandan Kosong Kelapa Sawitt

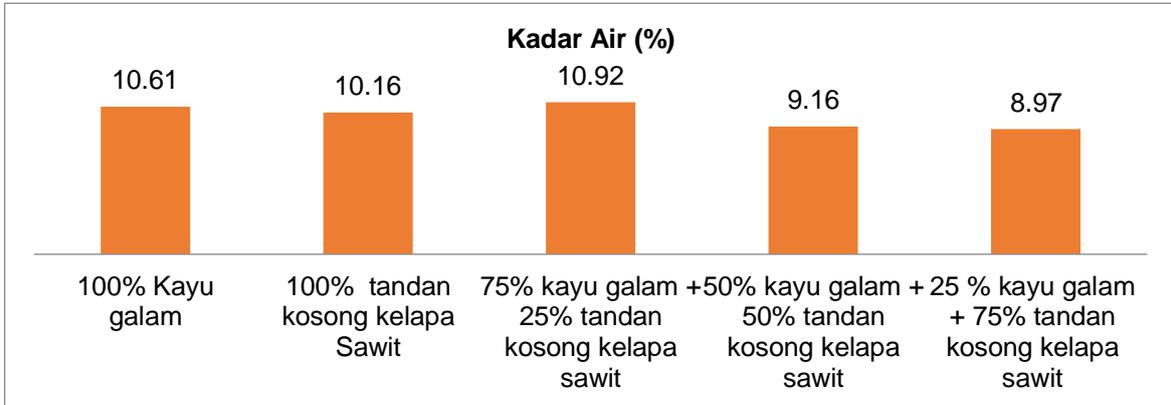
### Kadar Air

Penelitian ini menunjukkan nilai kadar air papan buatan berkisar antara 10.92-9.16 % dapat dilihat pada grafik Gambar 2. Kadar air merupakan berat air yang dinyatakan sebagai persen berat kayu bebas air atau kering tanur yang dapat berpengaruh terhadap sifat mekanis kayu tersebut. Hasil pada Gambar 2 yang telah diteliti dengan beberapa ulangan dan perlakuan menunjukkan nilai yang berbeda-beda. Nilai kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan C (75% kayu galam + 25% tandan kosong kelapa sawit) berjumlah 10.92%. Sedangkan

nilai terendah diperoleh pada perlakuan E (25 % kayu galam + 75% tandan kosong kelapa sawit) berjumlah 8.97%. Nilai kadar air pada perlakuan A, B, C, D, dan E secara keseluruhan memenuhi SNI 03-2105-2006 yang berkisar antara < 14%. Hasil kadar air ini lebih baik dibandingkan dengan kadar air batang kelapa sawit (BKS) dan partikel mahoni dengan berbagai variasi perekat phenol formal dehidra (PF) yang berkisar antara 18,43-11,09% (Roihan *et al.* 2014). Tinggi rendahnya nilai kadar air papan buatan disebabkan oleh bahan baku, maupun serbuk atau sebetan kayu yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan

papan buatan, jika bahan baku yang digunakan merupakan jenis kayu yang memiliki kadar air tinggi maka akan mengakibatkan pengenceran perekat atau

adonan perekat. Nilai kadar air pada serbuk gergajian kayu galam sebesar 25% dan serat TKKS sebesar 50%.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Kadar Air Papan Buatan Limbah TKKS dan Serbuk Gergajian Kayu Galam

Menurut Nuryaman *et al.* (2009) pada saat pengkondisian, papan buatan yang tersusun atas partikel-partikel masih memiliki sifat higroskopis, artinya dapat menyerap atau melepaskan air dari lingkungannya pada saat pengkondisian

kelembaban udara di ruang pengkondisian cukup tinggi, papan partikel akan menyerap uap air dari lingkungannya dan mengisi kekosongan rongga partikel dan antar partikel. Hasil analisis keragaman untuk nilai kadar air papan buatan dapat di lihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4. Analisis Keragaman Nilai Kadar Air Papan Buatan (%)

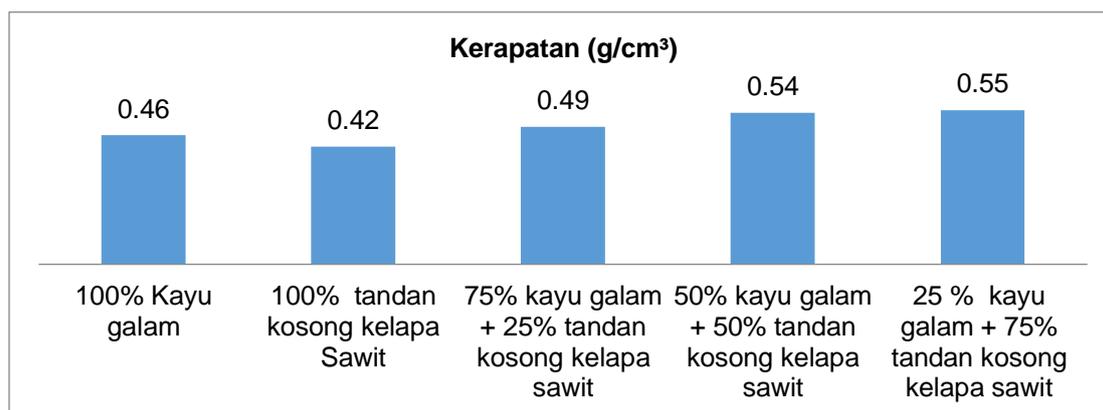
| Sumber Keragaman | Derajat bebas | Jumlah kuadrat | Kuadrat tengah | Fhitung | Ftabel |      |
|------------------|---------------|----------------|----------------|---------|--------|------|
|                  |               |                |                |         | 5%     | 1%   |
| Perlakuan        | 4             | 8.98           | 2.25           | 2.28 tn | 3.48   | 5.99 |
| Galat            | 10            | 9.85           | 0.98           |         |        |      |
| Total            | 14            | 18.83          |                |         |        |      |

Keterangan :  
 tn : Tidak berpengaruh nyata  
 KK : 10.0 %

Hasil Analisis Keragaman Nilai Kadar Air pada setiap perlakuan papan buatan antara A,B,C,D, dan E tidak terjadinya perbedaan pengaruh nyata Karen nilai Fhitung (2.28) lebih kecil dari Ftabel 5% (3.48) dan 1% (5.99). Kadar air yang dipengaruhi oleh kerapatan semakin tinggi kerapatan papan buatan maka semakin kecil kadar air papan buatan.

#### Kerapatan

Penelitian ini menunjukkan nilai kerapatan papan buatan berkisar antara 0.55-0.54 g/cm<sup>3</sup> dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Kerapatan Papan Buatan Limbah TKKS dan Serbuk Gergajian Kayu Galam

Kerapatan merupakan perbandingan antara massa per volume yang berhubungan dengan distribusi partikel dan perekat dalam contoh uji, distribusi partikel dan perekat yang menyebar secara merata cenderung menghasilkan kerapatan papan yang lebih merata (Massijaya, 2005). Hasil nilai kerapatan papan buatan pada Gambar 3 yaitu kerapatan tertinggi terjadi pada perlakuan E (25% kayu galam + 75% tandan kosong kelapa sawit) berjumlah 0,55 g/cm<sup>3</sup>. Sedangkan nilai terendah pada perlakuan B (100% tandan kosong kelapa sawit) berjumlah 0,42 g/cm<sup>3</sup>. Nilai kerapatan pada perlakuan A, B, C, D, dan E memenuhi SNI 03-2105-2006 yang berkisar antara 0,40 - 0,90 g/cm<sup>3</sup>. Hasil uji kerapatan ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Roihan *et al.* (2014) yang berkisar antara

0,50-0,59 g/cm<sup>3</sup>. Tinggi rendahnya nilai kerapatan dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan serta tekanan yang diberikan selama proses pengempaan. Kelebihan yang dimiliki serbuk kayu yang berukuran lebih halus dapat mengisi ruang kosong diantara celah serat TKKS.

Menurut Haygreen & Bowyer (1996) nilai kerapatan tergantung pada besarnya tekanan yang diberikan pada saat pengempaan papan. Semakin tinggi kerapatan papan yang dibuat, maka semakin besar pula tekanan kempa yang diberikan pada saat pengempaan papan buatan. Kerapatan sangat mempengaruhi sifat-sifat papan yang dihasilkan. Hasil analisis keragaman untuk nilai kerapatan papan buatan dapat di lihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 5. Analisis Keragaman Nilai Kerapatan Papan Buatan (g/cm<sup>3</sup>)

| Sumber Keragaman | derajat bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | Fhitung | Ftabel |      |
|------------------|---------------|----------------|----------------|---------|--------|------|
|                  |               |                |                |         | 5%     | 1%   |
| Perlakuan        | 4             | 0.03           | 0.01           | 3.56*   | 3.48   | 5.99 |
| Galat            | 10            | 0.02           | 0.00           |         |        |      |
| Total            | 14            | 0.06           |                |         |        |      |

Keterangan :  
 \* : berpengaruh nyata  
 KK : 9.9 %

Hasil analisis keragaman nilai kerapatan pada setiap perlakuan papan buatan terjadinya perbedaan berpengaruh nyata karena nilai Fhitung (3.56) lebih besar dari Ftabel 5% (3.48) dan lebih kecil dari 1% (5.99) dengan nilai KK 9,9% sehingga perlu dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui

perbedaan pengaruh masing-masing perlakuan terhadap nilai kerapatan papan buatan. Uji lanjutan yang digunakan adalah uji BNT (beda nyata terkecil) jika didasarkan pada nilai KK<sub>n</sub> (koefisien keragaman) sebesar 9,9% dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 6. Hasil Uji BNT Untuk Nilai Kerapatan Papan Buatan

| Perlakuan | Nilai tengah | Nilai beda |         |         |         |
|-----------|--------------|------------|---------|---------|---------|
|           |              | E          | D       | C       | A       |
| E         | 0.55         |            |         |         |         |
| D         | 0.54         | 0.01 tn    |         |         |         |
| C         | 0.49         | 0.06 tn    | 0.05 tn |         |         |
| A         | 0.46         | 0.08 tn    | 0.08 tn | 0.03 tn |         |
| B         | 0.42         | 0.13**     | 0.12*   | 0.07 tn | 0.04 tn |
| BNT       | 5%           |            |         | 0.09    |         |
|           | 1%           |            |         | 0.13    |         |

Keterangan :

Perlakuan A : 100% kayu galam

Perlakuan B : 100% tandan kosong kelapa sawit

Perlakuan C : 75% kayu galam + 25% tandan kosong kelapa sawit

Perlakuan D : 50% kayu galam + 50% tandan kosong kelapa sawit

Perlakuan E : 25 % kayu galam + 75% tandan kosong kelapa sawit

\* : Berbeda nyata

\*\* : Berbeda sangat nyata

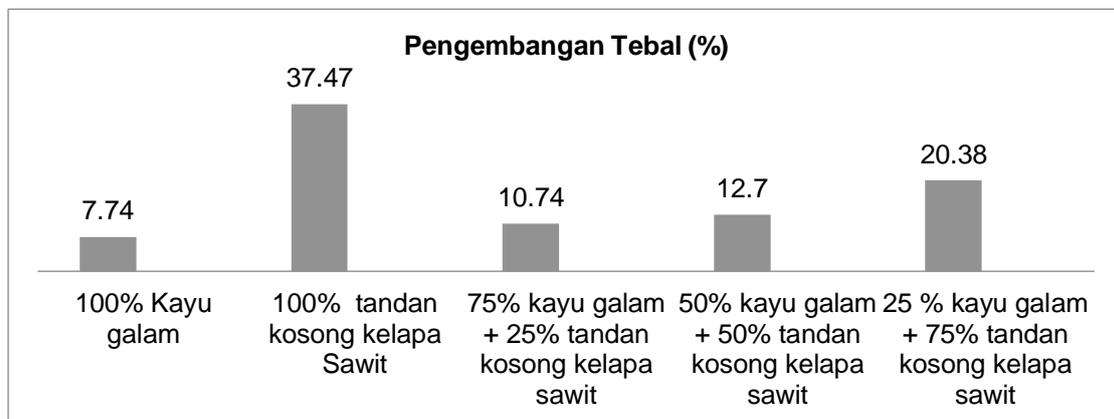
tn : Tidak berbeda nyata

Hasil uji lanjutan BNT untuk nilai kerapatan menunjukkan pada perlakuan E, C dan A terhadap nilai beda D tidak berbeda nyata tetapi perlakuan B terhadap nilai beda D berbeda sangat nyata. Untuk perlakuan C dan A terhadap nilai beda E dan C tidak berbeda nyata. Perlakuan B terhadap nilai beda A tidak berbeda nyata. Sedangkan untuk perlakuan BNT pada nilai tengah 5%

menunjukkan nilai 0.09 dan pada nilai 1% yaitu menunjukkan nilai 0.13.

#### Pengembangan Tebal

Penelitian ini menunjukkan nilai pengembangan tebal papan buatan berkisar antara 37.47-7.74 % dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Rata-Rata Pengembangan Tebal Papan BuatanTKKS dan Serbuk Gergajian Kayu Galam

Menurut Dirhamsyah dalam Praguna (2008) menyatakan bahwa pengembangan tebal papan buatan merupakan gabungan antara dua komponen yaitu dari patikel itu sendiri dan pengembangan akibat pembebasan tegangan tekanan, ini terjadi karena kadar air tinggi dan bagian pengembangan ini tidak dapat pulih kembali apabila papan buatan telah mengalami pengeringan. Hasil pengujian nilai pengembangan tebal papan buatan yang dihasilkan pada Gambar 4

setiap satu perlakuan papan buatan terdapat 3 kali ulangan. Nilai rata-rata pengembangan tebal pada papan buatan tertinggi terjadi pada perlakuan B (100% tandan kosong kelapa sawit) berjumlah 37.47%. Sedangkan nilai terendah terjadi pada perlakuan A (100% kayu galam) berjumlah 7.74%. Nilai pengembangan tebal pada perlakuan A, C, dan D memenuhi SNI 03-2105-2006 yaitu <20%. Pada perlakuan B dan E tidak memenuhi SNI 03-2105-2006.

Hasil pengembangan tebal ini kurang baik jika dibandingkan dengan penelitian Idawati (2013) yang berkisar antara 0,79% - 3,57%.

Semakin kecil nilai pengembangan tebal merupakan nilai yang paling baik dikarenakan dapat mengantisipasi proses penyerapan air kedalam papan buatan yang melalui pori-pori dan ruang kosong antar partikel secara perlahan. Tingginya nilai pengembangan tebal yang dihasilkan karena pemanfaatan TKKS bersifat higroskopis yang berlebihan dan karakteristik kimia kayu sawit yang memiliki kandungan ekstraktif (terutama pati) yang lebih banyak dibandingkan kayu biasa (Balfas, 2003). Serta Struktur TKKS yang

mengandung selulosa dan hemiselulosa serta senyawa-senyawa lain sangat mudah menyerap air. Serta rendahnya nilai pengembangan tebal dikarenakan rapatnya susunan partikel pada serbuk tersebut sehingga air tidak mudah diserap. Hasil pengembangan tebal papan buatan ini bisa di buat untuk produk mebel apa saja tercekuali meja karena nilai keteguhan lentur dan keteguhan patah tidak memenuhi memenuhi SNI 03-2105-2006. Menurut S. Ruhendi (2011) menyatakan bahwa semakin banyak air yang diabsorpsi dan memasuki struktur partikel maka semakin banyak perubahan dimensi papan buatan. Hasil analisis keragaman, yang hasilnya dapat di lihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 7. Analisis Keragaman Nilai Pengembangan Tebal Papan Buatan (%)

| Sumber Keragaman | derajat bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | Fhitung  | Ftabel |      |
|------------------|---------------|----------------|----------------|----------|--------|------|
|                  |               |                |                |          | 5%     | 1%   |
| Perlakuan        | 4             | 0.85           | 0.21           | 88.61 ** | 3.48   | 5.99 |
| Galat            | 10            | 0.02           | 0.00           |          |        |      |
| Total            | 14            | 0.88           |                |          |        |      |

Keterangan :  
 \*\* : Berpengaruh sangat nyata  
 KK : 4.2 %

Hasil analisis keragaman nilai pengembangan tebal pada papan buatan terjadi perbedaan berpengaruh sangat nyata karena nilai Fhitung (88.61) lebih besar dari Ftabel 5% (3.48) dan lebih kecil dari 1% (5.99). Sehingga papan buatan ini perlu dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui

perbedaan masing-masing perlakuan terhadap nilai kerapatan papan buatan. Uji lanjutan yang digunakan yaitu uji lanjutan BNT (beda nyata terkeil), untuk nilai koefisien keragaman (KK) sebesar 4.2%. Hasil uji BNT Dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 8. Hasil Uji BNT Untuk Nilai Pengembangan Tebal Papan Buatan

| Perlakuan | Nilai tengah | Nilai beda |        |         |       |
|-----------|--------------|------------|--------|---------|-------|
|           |              | B          | E      | D       | C     |
| B         | 1.57         |            |        |         |       |
| E         | 1.31         | 0.26**     |        |         |       |
| D         | 1.10         | 0.47**     | 0.21** |         |       |
| C         | 1.03         | 0.54**     | 0.28** | 0.07 tn |       |
| A         | 0.89         | 0.69**     | 0.42** | 0.22**  | 0.14* |
| BNT       | 5%           |            |        | 0.09    |       |
|           | 1%           |            |        | 0.13    |       |

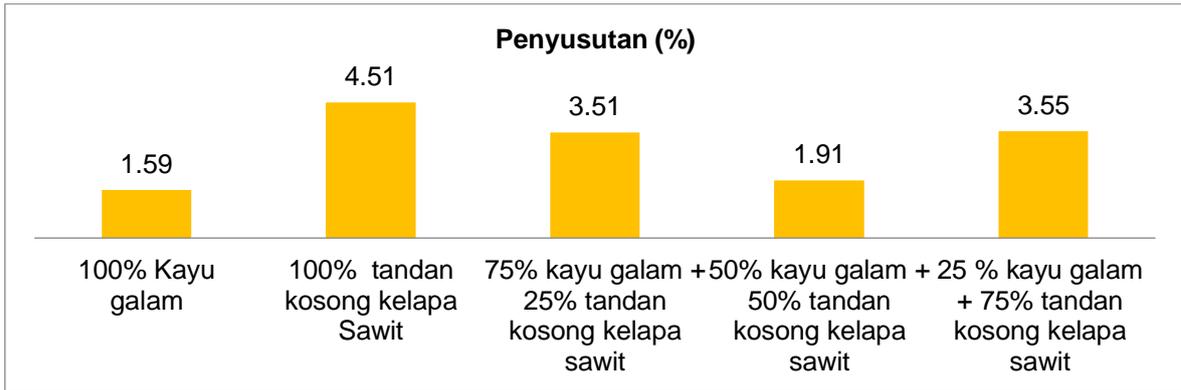
Keterangan :  
 Perlakuan A : 100% kayu galam  
 Perlakuan B : 100% tandan kosong kelapa sawit  
 Perlakuan C : 75% kayu galam + 25% tandan kosong kelapa sawit  
 Perlakuan D : 50% kayu galam + 50% tandan kosong kelapa sawit  
 Perlakuan E : 25 % kayu galam + 75% tandan kosong kelapa sawit  
 \* : Berbeda nyata  
 \*\* : Berbeda sangat nyata  
 tn : Tidak berbeda nyata

Hasil uji BNT untuk nilai pengembangan tebal papan buatan menunjukkan perlakuan D, C dan A terhadap nilai B berbeda sangat nyata. Pada perlakuan E, C dan A terhadap nilai beda Dan berbeda sangat nyata. Pada perlakuan C terhadap nilai beda E tidak berbeda nyata tetapi perlakuan A terhadap nilai beda E berbeda sangat nyata sedangkan perlakuan A terhadap nilai beda C berbeda nyata. Nilai BNT 5% yaitu

sebesar 0.09 dan pada BNT 1% sebesar 0.13.

**Penyusutan**

Penelitian ini menunjukkan nilai penyusutan papan buatan berkisar antara 4.51-1.59 % dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 5. Grafik Rata-Rata Penyusutan Papan Buatan TKKS dan Serbuk Gergajian Kayu Galam

Penyusutan atau kembang susut kayu mempunyai arah tertentu karena adanya perbedaan struktur pori-pori kayu. Hasil rata-rata nilai penyusutan papan buatan terendah terjadi pada perlakuan A (100% kayu galam) yaitu berjumlah 1.59%. Sedangkan untuk penyusutan tertinggi terjadi pada perlakuan B (100% tandan kosong kelapa sawit) berjumlah 4.51%. Penyusutan terjadi dikarenakan bahan penyusun papan buatan sebagian berupa

kayu yang memiliki sifat higroskopis. Menurut Tsoumis (1991) pengembangan dan penyusutan volume kayu dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kadar air, kerapatan, struktur anatomi, ekstraktif, dan komposisi kimia. Penggunaan pada interior sebaiknya digunakan penyusutan yang paling kecil agar mengurangi proses penyerapan terhadap air. Hasil analisis keragaman, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel di bawah ini .

Tabel 9. Analisis Keragaman Nilai Penyusutan Papan buatan (%)

| Sumber Keragaman | derajat bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | Fhitung | Ftabel |      |
|------------------|---------------|----------------|----------------|---------|--------|------|
|                  |               |                |                |         | 5%     | 1%   |
| Perlakuan        | 4             | 18.02          | 4.50           | 31.37** | 3.48   | 5.99 |
| Galat            | 10            | 1.44           | 0.14           |         |        |      |
| Total            | 14            | 19.46          |                |         |        |      |

Keterangan :  
 \*\* : Berpengaruh sangat nyata  
 KK : 12.6%

Hasil analisis keragaman nilai penyusutan pada papan buatan terjadi perbedaan berpengaruh sangat nyata karena nilai Fhitung (31.37) lebih besar dari Ftabel 5% (3.48) dan lebih besar dari 1% (5.99) serta nilai koefisien keragaman (KK) sebesar 12.6%. Sehingga papan buatan ini perlu

dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan terhadap nilai kerapatan papan buatan. Uji lanjutan yang digunakan yaitu uji lanjutan beda nyata Duncan dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 10. Hasil Uji Beda Nyata Duncan Untuk Nilai Penyusutan Papan Buatan

|        | Perlakuan |      | Nilai tengah | Nilai beda |         |         |         |
|--------|-----------|------|--------------|------------|---------|---------|---------|
|        |           |      |              | B          | E       | C       | D       |
|        |           |      | 4.51         |            |         |         |         |
|        |           |      | 3.55         | 0.96 tn    |         |         |         |
|        |           |      | 3.51         | 1.00 tn    | 0.04 tn |         |         |
|        |           |      | 1.91         | 2.60**     | 1.64 tn | 1.60 tn |         |
|        |           |      | 1.59         | 2.92**     | 1.96*   | 1.92*   | 0.32 tn |
| Duncan | 5%        | 0.97 | 1.02         | 1.04       |         |         | 1.06    |
|        | 1%        | 1.39 | 1.46         | 1.51       |         |         | 1.53    |

Keterangan :

Perlakuan A : 100% kayu galam

Perlakuan B : 100% tandan kosong kelapa sawit

Perlakuan C : 75% kayu galam + 25% tandan kosong kelapa sawit

Perlakuan D : 50% kayu galam + 50% tandan kosong kelapa sawit

Perlakuan E : 25 % kayu galam + 75% tandan kosong kelapa sawit

\* : Berbeda nyata

\*\* : Berbeda sangat nyata

tn : Tidak berbeda nyata

Hasil uji beda nyata Duncan untuk nilai pengembangan tebal papan buatan menunjukkan perlakuan D dan C terhadap nilai beda B tidak berbeda nyata. Perlakuan C dan A tidak berbeda nyata pada nilai beda D. Perlakuan A dan E berbeda sangat nyata pada nilai beda B dan perlakuan A juga tidak berbeda nyata pada nilai beda C. Perlakuan E berbeda nyata pada nilai beda D dan C. Serta perlakuan E tidak berbeda nyata pada nilai beda A. Sedangkan nilai Duncan pada kepercayaan 5% (0.97, 1.02 dan 1.04, 1.06) dan 1% (1.39, 1.46 dan 1.51, 1.53). Perlakuan lainnya tidak menunjukkan adanya perbedaan satu sama lain dikarenakan nilai beda Duncan dihitung yang lebih kecil dari nilai Duncan Tabel 5% dan 1%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Papan buatan limbah TKKS dannserbuk gergajian kayu galam memilikinilai kadar air berkisar antara 9.16 - 10.92 %, kerapatan berkisar antara 0.42 - 0.55 g/cm<sup>3</sup>, pengembangan tebal berkisar antara 7.74 - 37.47 %, penyusutan berkisar antara 1.59 - 4.51 %. Hanya nilai kadar air dan kerapatannya yang memenuhi SNI 03-2105-2006 sedangkan pada pengembangan tebal hanya perlakuan A, C, dan D yang memenuhi SNI 03-2105 2006. Komposisi bahan baku berpengaruh nyata pada perlakuan nilai kerapatan dan berpengaruh

sangat nyata pada perlakuan nilai pengembangan tebal, penyusutan.

### Saran

Papan buatan terbaik adalah papan buatan dan komposisi 100 % galam karena hasil rata-rata memenuhi SNI 03-2105-2006. Saran saya sebaiknya dilakukan penelitian selanjutnya mengenai bahan yang sama tetapi dengan konsentrasi perekat yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balfas E.S. 2003. Kayu Sawit sebagai Substitusi Kayu dari Hasil Alam, Forum Komunikasi Teknologi dan Industri Kayu, Bogor.
- Dirhamsyah, M. 2008. Sifat Papan Semen Partikel Kayu Karet. Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Hanafiah, K. A. 2004. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Volume ke-2, Dasar-dasar Ilmu Tanah Lanjutan. Palembang.
- Haygreen, J.G dan J.L. Bowyer. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar. Diterjemahkan oleh Dr. Ir. Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.

- Idawati, Dina Setyawati, Nurhaida, Farah Diba. 2013. Kualitas Papan Komposit Batang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Dan Limbah Plastik Polipropilena Berbagai Variasi Rasio Dan Penambahan Maleic Anhydrid Composite Boards From Oil Palm Trunks (*Elaeis Guineensis* Jacq) And Polypropylene Plastic Waste In Some Variation Of The Ratio And Addition Of Maleic Anhydrid. Fakultas Kehutanan Universitas Tanjung pura Jalan Daya Nasional Pontianak. Kementerian Kehutanan. 2013. Profil Kehutanan 33 Provinsi. Biro Perencanaan Sekretariat Jenderal Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Massijaya MY, YS Hadi, H Marsiah. 2005. Pemanfaatan Limbah Kayu dan Karton Sebagai Bahan Baku Papan Komposit. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat.
- Nur,P.2017. Kelebihan dan Kekurangan Lem Kayu PVAc. file:///C:/Users/proWindows8.1/Downloads/Kelebihan da Kekurangan 20Lem Kayu PVAc Bahan Perekat.html.
- Nuryaman, A, Iwan, R, dan Pamona, S.N. (2009). Sifat Fisik Mekanik Papan Partikel dari Limbah Pemanenan Kayu. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan. 2(2): 57 – 63.
- Purwadi Soeprihanto. 2017. Produk Kayu Olahan Unggulan Ekspor Kontan.co.id Jakarta.
- Roihan, A, Rudi Hartono, Tito Sucipto. 2014. Kualitas Papan Partikel Dari Komposisi Partikel Batang Kelapa Sawit Dan Mahoni Dengan Berbagai Variasi Kadar Perekat Phenol Formaldehida (*Quality Of Composition Particle Board Of Oil Palm Trunk And Mahogany's Particle With Various Levels Variations Phenol Formaldehyde Adhesives*). Universitas Sumatera Utara Medan.
- S. Ruhendi dan Erwinsyah P. 2011. Sifat Fisik dan Mekanis Papan Partikel dari Batang dan Cabang Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.). Jurnal Ilmu dan Tehnologi Hasil Hutan 4 (1) : 14-21. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Siantur S, Rudi Hartono dan Tito Sucipto. 2015. *Kualitas Papan Partikel Dari Limbah Batang Kelapa Sawit Dan Mahoni Pada Variasi Kadar Perekat Phenol Formaldehida (Quality Of Particle Board Made From Waste Of Oil Palm Trunk And Mahogany's On Variations Of Phenol Formaldehyde Adhesives Content)*. Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Sriningsih. 2005. *Produktivitas dan Rendemen Industri Penggajian Kayu Galam (Melaleuca leucadendron Linn) di Desa Murung Raya Kecamatan Bakumpai Kabupaten Barito Kuala Kalimantan Selatan*. Banjarbaru. Fakultas Kehutanan Unlam, (skripsi).
- Tarkono dan Ali H. 2015. *Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Sifat Mekanik Eternit yang Ramah Lingkungan*. Jurnal Teknologi, 8(1): 88-95.
- Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. University of Aristotelion, Thessaloniki, Greece.
- Ulfah F, syakbaniah, yenni darvina. 2015. Pengaruh variasi komposisi serat tandan kosong sawit (tk) dan serbuk kayu terhadap sifat fisis dan sifat mekanis papan partikel. Sumatra Barat: Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang. 5(1): 113-120.
- Wardani, I.D. (2012). *Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Alternatif Pupuk Organik*. Diakses 2Juli2015, dari:<https://uwityangyoyo.wordpress.com/2012/01/04/tandan-kosong-kelapa-sawit-tkks-sebagai-alternatif-pupuk-organik/>.
- Wulandari, F. T. 2013. Produk Papan Komposit Dengan Pemanfaatan Limbah Non Kayu. Media Bina Ilmiah Volume 7/6 Desember 2013. Prodi Kehutanan Faperta. UNRAM. Mataram.