

SIFAT MEKANIKA PAPAN PARTIKEL DARI LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) DAN SABUT KELAPA (*Cocos nucifera*, L.)

*Mechanical Properties of Particle Boards from Waste Empty Palm Bunches
(Elaeis Guineensis Jacq) and Coconut Fiber (Cocos Nucifera, L.)*

Immanuel Jordan Hutabarat, Violet dan Trisnu Satriadi

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. Waste from oil palm, namely empty fruit bunches, can be used as an alternative for the manufacture of particleboard for optimal processing. The purpose of this study was to analyze the mechanical properties of particleboard from a mixture of oil palm empty fruit bunches and coconut fiber which includes flexural strength (MoE), and fracture toughness (MoR) based on the Indonesian National Standard (SNI). The manufacture of this particle board uses 5 treatments with 3 replications. The treatment given is a mixture of coconut fiber with empty palm oil bunches. The mechanical properties of particle board from coconut fiber and waste Empty Palm Bunches (EPB) have value flexural firmness (*Modulus of Elasticity* or MoE) with the highest value in the treatment of 75% coconut fiber and 25% EPB, which is 2794.11 kgf/cm², while the lowest value in the treatment of 100% EPB is 410.08 kgf/cm². The value of fracture (*Modulus of Rupture* or MoR) was highest in the treatment of 75% coconut fiber with 25% EPB, namely 30.36 kgf/cm², while the lowest value in the treatment of 25% coconut fiber with 75% EPB was 3.61 kgf/cm². Both of these tests do not meet the standards of SNI 03-2105-2006 with a minimum MOE of 20400 kgf/cm² and a minimum MOR of 82 kgf/cm².

Keywords: Mechanical Properties; Particle Board; Empty Palm Bunches;

ABSTRAK. Limbah dari tanaman kelapa sawit yaitu tandan kosong dapat dijadikan sebagai alternatif untuk pembuatan papan partikel agar pengolahannya lebih optimal. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menganalisis suatu sifat papan partikel dari bagian mekanikanya yaitu keteguhan lentur (MoE), dan keteguhan patah (MoR) berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berasal dari campuran tandan kosong kelapa sawit dan sabut kelapa. Pembuatan papan partikel ini menggunakan 15 sampel yaitu dengan 3 kali ulangan dengan 5 perlakuan yang berbeda. Perlakuan yang diberikan ialah pencampuran antara sabut kelapa dengan tandan kosong kelapa sawit. Sifat mekanika papan partikel limbah Sabut Kelapa dan TKKS memiliki nilai keteguhan lentur (*Modulus of Elasticity* atau MoE) dengan nilai tertinggi pada perlakuan 75% sabut kelapa dengan 25% TKKS yaitu 2794,11 kgf/cm², sedangkan nilai terendah pada perlakuan 100% TKKS yaitu 410,08 kgf/cm². Nilai Keteguhan patah (*Modulus of Rupture* atau MoR) yang paling tinggi yaitu pada perlakuan 75% sabut kelapa dengan 25% TKKS yaitu 30,36 kgf/cm², sedangkan nilai terendah pada perlakuan 25% sabut kelapa dengan 75% TKKS yaitu 3,61 kgf/cm². Kedua pengujian ini belum dapat memenuhi standar SNI 03-2105-2006 dengan minimum MOE 20400 kgf/cm² dan minimum MOR 82 kgf/cm².

Kata kunci : Sifat Mekanika; Papan Partikel; Tandan Kosong Kelapa Sawit;

Penulis untuk korespondensi, surel: Immanueljordan13@gmail.com

PENDAHULUAN

Produsen kelapa sawit terbesar di dunia salah satunya berada di Indonesia, khususnya pada daerah Kalimantan (Aditya *et al.* 2016). Perkembangan perkebunan jenis kelapa sawit ini dari tahun ke tahun memberikan dampak terhadap penurunan subsektor kehutanan (BPS, 2004). Meningkatnya perkebunan kelapa sawit mengakibatkan hutan sebagai penghasil kayu berkurang, ini merupakan sebuah masalah apabila tidak ada bahan baku

yang dapat dijadikan sebagai pengganti kayu. Salah satu bagian yang terbuang dalam industri pengolahan untuk ekspor adalah TKKS, limbah dari kelapa sawit ini dapat dijadikan sebagai alternatif karena TTKS ini terdiri dari beragam serat dengan komposisi secara fisiknya yaitu hemisellulosa sekitar 16,49%, kandungan sellulosa sekitar 45,95% dan juga lignin sekitar 22,84%, memiliki kemiripan dengan kayu yang dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti kayu (Aditya *et al.* 2002)

Papan partikel dari berbagai macam campuran bahan baku semakin dikembangkan agar tidak hanya terfokus kepada hasil hutan kayu sebagai bahan baku utama dalam pengolahan industri kayu. Keuntungan pengembangan papan partikel sangat membantu dalam mengurangi pemanfaatan kayu secara berlebihan sehingga eksploitasi dalam pengambilan kayu dapat dikurangi serta kelestarian hutan dapat tetap terjaga. Data menurut BPS (2019) hingga tahun 2019 jumlah penduduk Indonesia berjumlah sebesar 267 juta jiwa, sehingga kebutuhan bahan baku yang diperlukan juga semakin meningkat.

Limbah dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) saat ini banyak ditemui pada perkebunan rakyat maupun perkebunan milik negara dan milik swasta karena pengolahan limbah ini belum optimal sehingga masih banyak limbah yang dihasilkan. Upaya-upaya untuk memanfaatkan limbah TKKS ini agar dapat mengurangi tumpukan limbah di perkebunan kelapa sawit terus dilakukan, tapi sebatas digunakan misalnya sebagai kompos, bahan bakar, dll. Pertambahan dari luas areal di Indonesia dari tahun sebelum hingga tahun selanjutnya semakin meningkat untuk sektor perkebunan sawit yaitu tahun 2014 sebesar 10.754.801 Ha kemudian pada tahun 2017 bertambah menjadi seluas 12.307.677 Ha (Dirjenbun, 2017). Oleh karena itu tandan kosong tersebut perlu dipikirkan pemanfaatannya agar bernilai jual sehingga dapat membantu perekonomian mereka disamping bekerja sebagai buruh perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan informasi dari perusahaan perkebunan hampir 20 - 25% limbah yang terjadi adalah berupa TKKS yang tidak dimanfaatkan dan terbuang percuma.

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menganalisis sifat mekanika yaitu keteguhan lentur (MoE) dan keteguhan patah (MoR) dari papan partikel yang bahan bakunya ialah campuran tandan kosong kelapa sawit dan sabut kelapa.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di 2 (dua) tempat yaitu Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru untuk pengujian sifat mekanikanya serta Workshop Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat yang

dilakukan selama 4 (empat) bulan mulai dari bulan Maret 2019 hingga bulan Juli 2019. Kegiatan penelitian ini meliputi persiapan alat dan bahan baku, uji coba pembuatan papan partikel, pengeringan serat TKKS dan sabut kelapa, pengolahan papan partikel, uji sifat mekanika, pengolahan hasil data pengujian hingga penulisan laporan penelitian.

Penelitian ini menggunakan beberapa alat yang mendukung kelancaran penelitian yaitu *cold press*, timbangan analitik, cetakan papan buatan ukuran 25 x 25 x 1 cm, *crusher*, *Universal Testing Machine (UTM)*, kamera, computer dan alat tulis. Sedangkan, bahan yang digunakan ialah sabut kelapa, serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan perekat PVAc (Crossbond™ X4).

Persiapan bahan baku dilakukan sebelum melakukan penelitian, bahan baku yang perlu disiapkan ialah tandan kosong dan sabut kelapa yang telah dikeringkan. Kedua bahan ini kemudian dicampur bahan sesuai bagian beratnya masing – masing yaitu dengan berat total bahan 219 gram untuk satu kali cetak dengan ukuran cetakan 25 cm x 25 cm x 1 cm. Bahan pencampuran dilakukan sebanyak 5 (lima) perlakuan, yaitu sebagai berikut:

Perlakuan A = 100% dari serbuk sabut kelapa (219 gr)

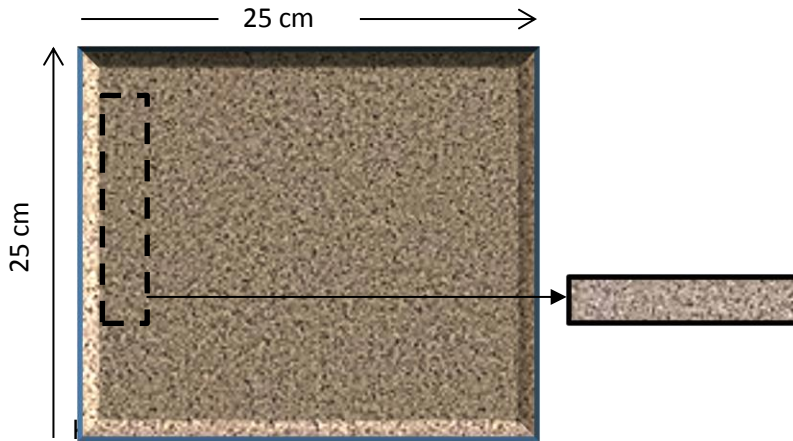
Perlakuan B = 100% dari Serbuk TKKS (219 gr)

Perlakuan C = 75% dari serbuk sabut kelapa (164,25 gr) + 25% TKKS (54,75 gr)

Perlakuan D = 50% dari serbuk sabut kelapa (109,5 gr) + 50% TKKS (109,5 gr)

Perlakuan E = 25 % dari serbuk sabut kelapa (54,75 gr) + 75% TKKS (164,25 gr)

Penggabungan kedua bahan tersebut dengan menggunakan perekat Crossbond™X4 adalah sebanyak 219 gr (1:1 terhadap bahan baku) untuk semua perlakuan, perbandingan 1:1 antara lem dan bahan baku sudah efisien dan komposisi tersebut memudahkan pembentukan papan partikel. Kemudian, lembaran cetakan dibuat dengan ukuran yang telah ditetapkan. Pembagian plot uji pada papan partikel yang telah jadi untuk diuji sifat mekanikanya berdasarkan (SNI 03-2005-2006) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh uji untuk sifat mekanika dengan ukuran 5 cm x 20 cm x 1 cm

Sampel Papan Partikel diuji sifat mekaniknya berdasarkan (SNI 03-2005-2006). Sifat Mekanika yang diuji ialah keteguhan lentur dan keteguhan patah.

Keteguhan Lentur (MoE)

Rumus yang digunakan untuk pengujian Moe dengan ukuran papan partikel 5 x 20 cm ialah sebagai berikut:

$$MoE = \frac{3 \cdot B \cdot S}{2 \cdot L \cdot T^2}$$

Keterangan:

- MoE = Modulus lentur (kgf/cm²)
- S = Jarak sangga (cm)
- B = Beban maksimum (kgf)
- T = Tebal dari sampel uji (cm)
- L = Lebar dari sampel uji (cm)

Keteguhan Patah (MoR)

Keteguhan patah dilakukan dengan cara memberi beban pada bagian tengah secara perlahan dari arah tegak lurus dan sejajar dengan arah panjang papan. Panjang sampel yang digunakan untuk sampel uji ialah 15 cm. Rumus untuk menghitung Nilai MoR ialah sebagai berikut:

$$MoR = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2}$$

Keterangan:

- MoR = Modulus patah (Kg/cm²)
- L = jarak sangga atau panjang bentang (cm)
- P = beban maksimum (Kg)
- d = tebal dari sampel uji (cm)
- b = lebar dari sampel uji (cm)

Analisis data menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk pengujian pembuatan papan partikel 15 sampel uji yaitu 5 perlakuan 3 kali pengulangan. Hanafiah (2010) menyatakan bentuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Hanafiah (2010) yang umum ialah dengan rumus:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \sum_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ij} = Nilai dari pengamatan perlakuan ke- i ulangan ke j
- τ_i = Pengaruh faktor ke-i
- μ = Rata-rata umum
- ∑_{ij} = Pengaruh percobaan dari acak galat

Data hasil pengujian dianalisis setelah dilakukan uji homogenitas dan uji normalitas agar diketahui pengaruh campuran antara serbuk kelapa dengan serat TKKS. Kemudian, dilakukan uji F untuk analisis keragaman pada tingkat 1% dan 5%, yang mana:

- F Hitung ≤ F tabel : perlakuan tidak ada yang berpengaruh nyata
- F Hitung > F table : perlakuan berpengaruh nyata atau sangat nyata

Selanjutnya koefisien keragaman (KK) dalam persen dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman (%)

\bar{Y} = Rata-rata seluruh data percobaan

KT galat = Kuadrat Tengah dari galat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian papan partikel yang diuji sifat mekanikanya yaitu keteguhan patah (*Modulus of Rupture*) dan keteguhan lentur (*Modulus of Elasticity*) dari bahan baku Sabut Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menunjukkan hasil yang beragam. Rekapitulasi hasil uji sifat mekanika papan partikel ditunjukkan dibawah ini pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Rata-Rata Sifat Mekanika untuk Papan Partikel

No.	Parameter uji dan satuan	Perlakuan untuk papan buatan					SNI 03-2105-2006
		A	B	C	D	E	
1	Keteguhan lentur/ MOE (kgf/cm ²)	515,29*	410,08*	2.794,11*	1.247,79*	592,66*	Min. 20.400
2	Keteguhan patah/ MOR (kgf/cm ²)	5,65*	4,36*	30,36*	9,55*	3,61*	Min.82

Keterangan :

Perlakuan uji A = 100% dari sabut kelapa

Perlakuan uji B = 100% dari TKKS

Perlakuan uji C = 75% dari sabut kelapa + 25% dari TKKS

Perlakuan uji D = 50% dari sabut kelapa + 50% dari TKKS

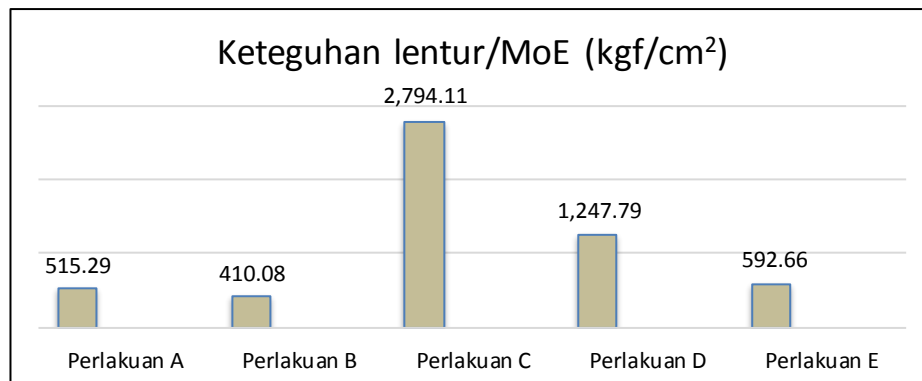
Perlakuan uji E = 25% dari sabut kelapa + 75% dari TKKS

* = Tidak sesuai dengan nilai SNI

Keteguhan Lentur (*Modulus of Elasticity* atau MoE)

menunjukkan nilai berkisar antara 410,08 – 2.794,11 kgf/cm² yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Hasil dari pengujian papan partikel mengenai keteguhan lentur pada penelitian ini



Gambar 2. Grafik Rata-Rata pengujian Papan Partikel dari sifat Keteguhan Lentur (MoE)

Maloney (1993) berpendapat bahwa keteguhan ini dapat menunjukkan sifat elastisitas bahan material untuk tidak/menahan perubahan bentuk hingga batas maksimal. Pengujian keteguhan lentur (MoE) pada penelitian ini belum memenuhi standar nilai SNI 03-2105-2006, yaitu hanya 20.400 kgf/cm². Sedangkan, nilai paling tinggi pada uji keteguhan lentur yaitu di perlakuan C (75% dari sabut kelapa + 25% dari TKKS) sebesar 2.794,11 kgf/cm² dan yang terkecil pada perlakuan B (100% dari TKKS) berjumlah 410,08 kgf/cm².

Hal ini dikarenakan kurang ratanya bahan baku campuran papan dengan perekat sehingga banyak pori-pori pada papan partikel yang menyebabkan kerapatan rendah sehingga keteguhan lentur pun juga menjadi

rendah. Selain itu, serat TKKS yang mengandung sifat *pith* (gabus) sehingga kurang elastis. Proses *depithing* dilakukan untuk menghilangkan sifat *pith* yang membuat kualitas papan menjadi kurang baik dengan mengurangi sel parenkim yang tidak memberi sifat kekuatan (Mawardi, 2009). Teknik pengempaan juga berpengaruh pada keteguhan lentur, sebaiknya dilakukan teknik kempa panas. Nilai keteguhan lenturnya akan semakin tinggi bila temperatur tekan panas semakin tinggi juga sehingga temperature yang berbeda-beda juga sangat berpengaruh nilai keteguhan lenturnya (Sulaiman *et al.* 2018). Rekapitulasi rata-rata nilai keteguhan lentur dari pengaruh masing-masing perlakuan analisis keragaman yang dihasilkan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Keragaman (Anova) untuk Nilai Keteguhan Lentur (MoE) Papan Partikel (kgf/cm²)

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	FTabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	1,40	0,35	312,31**	3,48	5,99
Galat	10	0,01	0,00			
Total	14	1,41				

Keterangan :

* = Berpengaruh sangat nyata
 KK = 1,1%

Hasil analisis keragaman terjadi berpengaruh nyata pada nilai keteguhan lentur (MoE) karena nilai Ftabel 5% (3,48) lebih kecil daripada Fhitung (312,31) dan nilai koefisien keragaman (KK) sebesar 1,1% serta lebih kecil

dari 1% (5,99). Uji lanjutan BNT dilakukan karena hasil anova menunjukkan berpengaruh nyata untuk mengamati perbedaan dari 5 (lima) perlakuan yang dilakukan. Uji lanjutan BNJ yang digunakan ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Lanjutan BNJ Nilai Keteguhan Lentur (MoE) Papan Partikel

Perlakuan	Nilai tengah	Nilai beda			
		C	D	E	A
C	3,45				
D	3,09	0,36 **			
E	2,77	0,68 **	0,32 **		
A	2,71	0,74 **	0,38 **	0,06 tn	
B	2,61	0,84 **	0,48 **	0,16 *	0,10 tn
BNJ	5%		0,13		
	1%		0,17		

Keterangan :

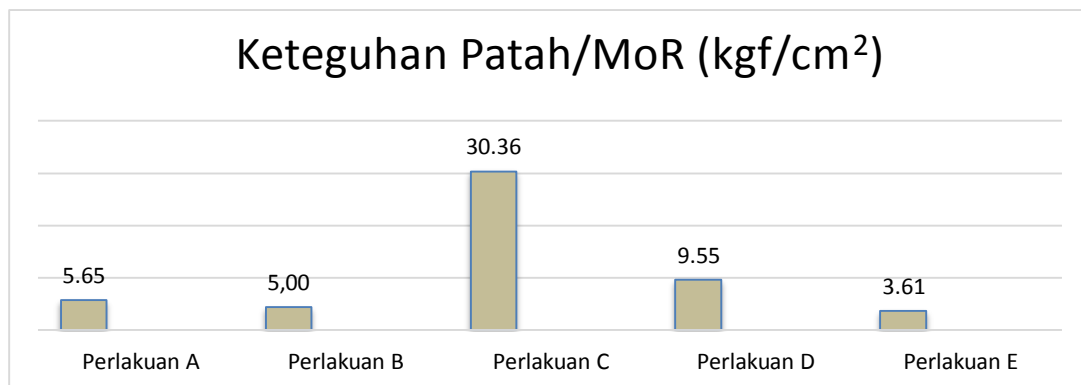
tn = Perlakuan Tidak berbeda nyata
 * = Perlakuan Berbeda nyata
 ** = Perlakuan Berbeda sangat nyata

Hasil uji BNJ dari pengujian ini menunjukkan perlakuan B nilainya berbeda sangat nyata terhadap nilai beda C dan D, berbeda nyata pada perlakuan E tetapi nilainya menunjukkan tidak berbeda nyata pada perlakuan A. Hasil dari perlakuan A menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap E tetapi nilainya berbeda sangat nyata terhadap perlakuan D dan C. Uji BNJ ini menyimpulkan bahwa komposisi bahan baku mempengaruhi keteguhan lentur. Nilai BNJ pada kepercayaan 5% (0,13) dan 1% (0,17). Kekuatan lentur akan

semakin baik jika semakin luas dan rapatnya daerah yang bersinggungan antar partikel sehingga pemakaian perekat lebih optimal dan juga sebaliknya.

Keteguhan Patah (*Modulus of Rupture* atau MoR)

Uji papan partikel pada nilai keteguhan patah pada penelitian ini berkisar antara 4,84 - 30,84 kgf/cm² dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik rata-rata pengujian Papan Partikel dari sifat keteguhan patah (MoR)

Keteguhan patah dapat didefinisikan sebagai seberapa kuat papan untuk hingga mengalami kerusakan seperti patah. Nilai keteguhan patah terbesar berjumlah 30,36 kgf/cm² pada perlakuan papan partikel C (75% dari sabut kelapa + 25% dari TKKS) dan nilai terkecil pada perlakuan E (25% dari sabut kelapa + 75% dari TKKS) sebesar 3,61 kgf/cm². Menurut SNI 03-2105-2006, nilai keteguhan patah (MoR) ini masih belum memenuhi nilai standard yaitu 82 kgf/cm². Keteguhan patah pada penelitian ini nilainya lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Sianturi *et al.* (2015) yang nilai MoR-nya berkisar antara 75,17 kgf/cm² - 169,82 kgf/cm². Sedangkan, dalam penelitian ini nilai keteguhan pantar belum memenuhi SNI dengan nilai minimal 82.

Hal yang mempengaruhi dalam keteguhan patah ini antara lain adalah suhu kempa, tekanan kempa serta penggabungan keduanya, Haygreen *et al.*, (1989). Namun pemberian tekanan juga dipengaruhi oleh kondisi bahan baku, sehingga harus

menyesuaikan kondisi bahan baku. Kekuatan dari papan partikel didapatkan dari semakin banyaknya partikel yang terkandung sehingga partikel akan semakin rapat. Besar kecilnya nilai keteguhan patah disebabkan karena kurang meratanya pencampuran perekat pada bahan baku serta kepampatan antar partikel.

Pencampuran perekat dengan konsentrasi 30:70 terhadap bahan baku sebelumnya telah dilakukan akan tetapi menghasilkan papan yang tidak bisa terbentuk sehingga ditambahkan konsentrasi lem dengan perbandingan 1:1 terhadap bahan baku. Perlakuan terhadap TKKS juga telah dilakukan perebusan terlebih dahulu sebelum diolah agar TKKS tersebut dapat mudah dibentuk, karena sifat fisik TKKS ini lebih keras dibandingkan serbuk sabut kelapa. Perebusan TKKS ini juga bertujuan untuk mengurangi zat ekstraktif untuk membuat lem semakin merekat antar partikel. Analisis keragaman dari hasil perhitungan nilai rata-rata keteguhan patah dapat di lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Keragaman (Anova) untuk Nilai Keteguhan Patah (MoR) Papan Partikel (kgf/cm²)
Keterangan :

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	1,65	0,41	1567,92*	3,48	5,99
Galat	10	0,00	0,00			
Total	14	1,66				

* = Berpengaruh sangat nyata
KK = 1,8%

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa keteguhan patah (MoR) nilainya berpengaruh sangat nyata dari semua perlakuan karena Ftabel 5% (3,48) lebih kecil dari nilai Fhitung (1567,92) dengan nilai koefisien keragaman (KK) sebesar 1,8% dan

1% (5,99). Uji lanjutan BNT dilakukan karena hasil anova menunjukkan berpengaruh nyata untuk mengamati perbedaan dari 5 (lima) perlakuan yang dilakukan. Uji lanjutan BNJ yang digunakan ditunjukkan Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji BNJ untuk Nilai Keteguhan Patah (MoR) Papan Partikel

Perlakuan	Nilai tengah	Nilai beda			
		C	D	A	B
C	1,48				
D	0,98	0,50 **			
A	0,75	0,73 **	0,23 **		
B	0,64	0,84 **	0,34 **	0,11 **	
E	0,56	0,92 **	0,42 **	0,19 **	0,08 *
BNJ	5%		0,06		
	1%		0,08		

Keterangan :
* = Perlakuan Berbeda nyata
** = Perlakuan Berbeda sangat nyata
tn = Perlakuan Tidak berbeda nyata

Hasil uji BNJ untuk keteguhan patah (MoR) menunjukkan semua perlakuan berbeda sangat nyata terhadap setiap perlakuan satu yang lain. Perlakuan E dan B nilainya berbeda nyata. Sedangkan, hasil BNJ untuk 5% sebesar (0,06) dan untuk 1% sebesar (0,08). Dapat disimpulkan bahwa komposisi bahan baku mempengaruhi setiap perlakuan dengan komposisi bahan baku yang berbeda-beda dikarenakan tidak terdapatnya perlakuan yang tidak berbeda nyata.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian Sifat Mekanika Papan Partikel Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Dan Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*, L.) mempunyai kesimpulan bahwa sifat mekanika dari papan partikel yang

berbahan baku limbah Sabut Kelapa dan TKKS memiliki keteguhan patah (*Modulus of Rupture*) yang nilainya antara n 3,61 – 30,36 kgf/cm² serta keteguhan lentur (*Modulus of Elasticity*) yang nilainya 410,08 – 2.794,11 kgf/cm². Kedua pengujian ini belum memenuhi standar nilai dari SNI 03-2105-2006 sehingga kurang cocok untuk digunakan sebagai papan yang dimanfaatkan.

Saran

Hasil penelitian ini dapat dijadikan informasi pada pihak terkait untuk dapat memanfaatkan limbah tandan kosong kelapa sawit lebih optimal. Sebaiknya, dilakukan penelitian lanjutan adanya variasi pengaruh dari perlakuan terhadap parameter yang diuji maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan kombinasi perlakuan komposisi bahan baku dan konsentrasi perekat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Dr. Dian. 2016. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Material Tekstil Dengan Pewarna Alam Untuk Produk Kriya. *Jurnal Senirupa dan Desain*, 1:1.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 03-2005-2006. *Papan Partikel*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 03-2105-2006. *Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Papan Partikel*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Pusat Statistik. 2004. *KALSEL Dalam Statistik Perkebunan*. Banjarmasin: BPS.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *KALSEL Dalam Statistik Perkebunan*. Banjarmasin: BPS.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2017. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Hanafiah, KA. 2010. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Edisi Ketiga. Jakarta: Rajawali Press.
- Haygreen, J.G & J.L. Bowyer. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar*. Diterjemahkan oleh Dr. Ir. Sutjipto A. Hadikusumo. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Maloney TM. 1993. *Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. San Fransisco: MILLER Freeman, Inc.
- Mawardi I. 2009. *Mutu Papan Partikel dari Kayu Kelapa Sawit (KKS) Berbasis Perekat Polystyrene*. Banda Aceh: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, 11(2): 91–96.
- Sianturi S, Rudi Hartono & 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)*. Medan: Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Sulaiman., A & Fauzan. 2018. Pengaruh Temperatur Tekan Panas Papan Partikel Berbahan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Kulit Kayu Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Momentum, Padang*, 20:2.