



Karakterisasi Fisik dan Mekanik Papan Komposit Serat Kelapa dan Limbah Plastik Pet Mengacu pada Standar SNI 03-2105-2006

Rio Okta Viano^{1,2}, Wenny Marthiana², dan Rizky Arman²

¹Program Studi Ilmu dan Teknik Material, Fakultas Teknik Mesin Dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesa No. 10 Bandung 40132, Jawa Barat

²Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Jalan Gajah Mada No. 19 Olo Nanggalo Padang 25143, Sumatera Barat

*Email : riooktaviano0110@gmail.com

Abstract. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik papan komposit (massa jenis, kadar air, pengembangan ketebalan, modulus elastisitas, dan modulus patah) berbahan dasar sabut kelapa dan limbah plastik PET, berdasarkan standar SNI 03-2105-2006, dengan menggunakan empat variasi komposisi sabut kelapa, plastik PET, dan resin Yukalac 157 (0:0:100; 5:5:90; 10:10:80; dan 20:20:60). Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan komposisi sabut kelapa, plastik PET dan resin yukalac 157, kemudian dilakukan pengujian sifat fisis dan sifat mekanik papan komposit, parameter pengujiannya adalah densitas, kadar air berkisar antara 1,1026 – 1,1419 gr/cm³, kadar air konten berkisar antara 0,7379 hingga 2,3597 %, pengembangan ketebalan berkisar antara 0,326 hingga 0,602 %, modulus elastisitas berkisar antara 5.566,71 hingga 34.317,48 kgf/cm², dan modulus patah berkisar antara 153,34 kgf/cm² hingga 447,02 kgf/cm². Kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan adalah semakin banyak penambahan sabut kelapa dan plastik PET maka sifat fisik dan mekaniknya semakin baik, secara umum papan komposit yang dihasilkan memenuhi standar SNI 03-2105-2006 kecuali kepadatan.

Keywords : coconut, composite board, MOE and MOR, PET plastic, resin.

1. Pendahuluan

Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi tinggi produksi kelapa. Luas areal tanaman kelapa mencapai 3.654.478 hektar dengan total produksi sekitar 3.051.585 ton (DitJenbun, 2014), dari luasan tersebut sekitar 99% diusahakan oleh petani rakyat.

Dari total produksi kelapa sekitar 5,6 juta ton per tahun, hampir 1,7 juta ton berupa sabut kelapa, namun potensi limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan tidak adanya pemanfaatan yang optimal, limbah ini hanya akan menimbulkan masalah lingkungan (Dwiprasetio, 2010).

Sabut kelapa mengandung serat alami berkualitas tinggi yang memiliki potensi besar sebagai material alternatif ramah lingkungan dalam pembuatan komposit, menggantikan serat sintetis yang kurang berkelanjutan. Serat kelapa ini mulai dilirik penggunaannya karena selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (biodegradability) sehingga penggunaan sabut kelapa sebagai serat dalam komposit akan mampu mengatasi permasalahan lingkungan yang mungkin timbul dari banyaknya sabut kelapa yang tidak dimanfaatkan. Komposit ini ramah lingkungan serta tidak membahayakan kesehatan sehingga pemanfaatannya terus dikembangkan agar dihasilkan komposit yang lebih sempurna dan lebih berguna (Dwiprasetio, 2010).

Di lingkungan sekitar terdapat pula banyak limbah-limbah anorganik yang berasal dari kemasan-kemasan produk makanan dan minuman instan seperti botol plastik, gelas plastik, plastik pembungkus makanan yang apabila dibiarkan begitu saja akan merusak lingkungan karena susahhanya terurai dengan mikroorganisme dalam tanah.

Sampah plastik sangat potensial mencemari lingkungan. Plastik merupakan bahan yang sulit terdegradasi atau sulit terurai, penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya yang kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan (Firman L. Sahwan, et al., 2005: 311).

Jambeck, 2015 menyatakan bahwa Indonesia masuk dalam peringkat kedua dunia setelah Cina menghasilkan sampah plastik di perairan mencapai 187,2 juta ton. Hal ini berkaitan dengan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyebutkan bahwa plastik hasil dari 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu 1 tahun saja, telah mencapai 10,95 juta lembar sampah kantong plastik.

Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap limbah yang dibiarkan begitu saja tanpa upaya pemanfaatan yang maksimal dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan bencana alam. Jika limbah tersebut terus dibiarkan tanpa penanganan lebih lanjut, jumlahnya akan terus meningkat setiap harinya.

Akan tetapi disisi lain upaya untuk menghindari terjadinya kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh limbah-limbah tersebut di atas dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan limbah-limbah tersebut menjadi hal-hal yang lebih berguna

seperti halnya memanfaatkan limbah tersebut menjadi papan komposit, briket, papan partikel dan lain sebagainya.

Penggunaan limbah serat sabut kelapa dan plastik polipropilena (PP) daur ulang sebagai bahan baku papan komposit sangat dimungkinkan karena potensinya yang cukup besar di Indonesia (FAO, 1999; Hartono, 1998).

Dari hasil penelitian Setyawati dan Massijaya (2005) diketahui bahwa papan komposit dari serat sabut kelapa dan plastik polipropilena (PP) daur ulang yang dibuat dengan jalur papan partikel memiliki stabilitas dimensi yang tinggi, namun keteguhan lenturnya masih rendah (11400 kg/cm^2).

Penelitian lainnya dilakukan oleh Rizka Hasni (2008) tentang sifat fisis dan mekanik papan partikel dari limbah plastik dan sekam padi yang memperoleh nilai sifat fisis yang lebih baik dibandingkan dengan standar nasional Indonesia (SNI).

Pemanfaatan PET sebagai bahan tambahan dalam pembuatan papan komposit Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Arifin Meldayanoor dan Rusuminto (2007), penambahan limbah plastik Polypropylene (PP) dapat memperkuat sifat fisik papan komposit yang terbuat dari bahan utama sekam padi. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengkaji pengaruh penambahan PET pada papan komposit berbahan dasar sekam padi.

Peningkatan jumlah serabut kelapa dan limbah plastik membuat perlunya upaya guna untuk mengurangi limbah tersebut. Salah satu upaya untuk mengurangi dan memanfaatkan limbah adalah dengan membuat formulasi papan komposit yang terbuat dari limbah serabut kelapa dan plastik Polyethylene Terephthalate (PET) daur ulang. Selanjutnya, analisis kualitas dan karakterisasi fisik papan komposit tersebut akan dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-2105-2006 tentang papan komposit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik papan komposit (kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, modulus elastisitas, dan modulus patah) yang terbuat dari serabut kelapa dan limbah plastik PET (Polyethylene Terephthalate), dengan mengacu pada standar SNI 03-2105-2006. Penelitian ini menggunakan empat perbandingan komposisi sabut kelapa, plastik PET, dan resin Yukalac 157 (0:0:100; 5:5:90; 10:10:80; dan 20:20:60) %.

2. Metodologi Penelitian

Metode Eksperimen merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh data dalam penelitian ini yang bertujuan sebagai acuan perbandingan dari variasi komposisi komposit, proses fabrikasi komposit pada penelitian ini menggunakan metode hand lay-up yang dilakukan secara manual.

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Teknik Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta (untuk tahap pembuatan dan tahap pengujian kerapatan, kadar air dan pengembangan tebal papan komposit). Laboratorium Pengujian Bahan dan Metrologi, Politeknik Negeri Padang (Untuk tahap pengujian *Modulus of Elasticity* (MOE) dan *Modulus of Rupture* (MOR) papan komposit).

2.2 Bahan

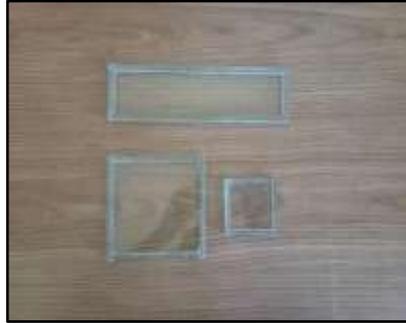
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik PET daur ulang yang dibeli dari Toko Plastik Hania yang berlokasi di Kota Padang, serabut kelapa, yaitu sabut kelapa yang telah dibersihkan dari gabusnya, yang dibeli dari usaha serabut kelapa yang berlokasi di Jalan Alai Parak Kopi, Kecamatan Padang Utara, Kota Padang, dan matrik menggunakan Resin Yukalac 157 BQTN yang diproduksi oleh PT. Justus Kimia Raya.

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam pembuatan spesimen pada penelitian ini adalah:

- (a) Semua bahan dasar untuk pembuatan papan komposit Sabut Kelapa, Plastik PET, dan Resin Polyester (Yukalac 157 BQTN-EX) disiapkan.
- (b) Serabut kelapa dipisahkan dari gabusnya, kemudian dibersihkan dengan pisau sehingga serabut benar-benar terlepas dari gabus yang menempel.
- (c) Plastik PET daur ulang dipotong dengan ukuran panjang 15 cm untuk pengujian MOE dan MOR, serta 5 cm untuk pengujian kerapatan dan pengembangan tebal.
- (d) Masing-masing bahan kemudian ditimbang dengan perbandingan serabut kelapa, plastik PET, dan resin polyester (0:0:100) %, (5:5:90) %, (10:10:80) % dan (20:20:60) % dari volume total papan komposit yang akan dibuat untuk setiap sampel.
- (e) Siapkan 3 cetakan papan komposit standar SNI 03-2015-2006 dengan ukuran:
 1. panjang(p) 20 cm, lebar (l) 5cm, dan untuk tinggih 1 cm.
 2. panjang(p) 10 cm, lebar (l) 10cm, dan untuk tinggih 1 cm.

3. panjang(p) 5 cm, lebar (l) 5cm, dan untuk tinggih 1 cm.



Gambar 1 Cetakan Papan Komposit

- (f) Misalkan Untuk perbandingan pada cetakan dengan dimensi panjang (p) 10 cm, lebar (l) 10 cm dan tinggi 1 cm dengan volume 100cm³ pada komposisi sabut kelapa, plastik PET dan resin polyester (5:5:90) %.

1. Menghitung Volume Serat Sabut Kelapa:

Volume serat kelapa (V_s) = 5% x volume komposit.

2. Menghitung Massa Serat Kelapa: Massa (m_s) dihitung dengan rumus:

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

Di mana massa jenis sabut kelapa

(ρ) = 1,15 gr/cm³, dan volume serabut (V_s) = 5 cm³.

$$m_s = (\rho \times v_s)$$

3. Menghitung Volume Serat Plastik PET: Volume serat plastik PET

(V_p) dihitung dengan rumus:

$$V_p = 5\% \times \text{volume komposit}$$

4. Menghitung Massa Plastik PET: Massa plastik PET (M_p) dihitung dengan rumus:

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

Dimana massa jenis plastik PET (ρ) = 1,38 gr/cm³, dan volume plastik PET (V_p) = 5 cm³.

$$M_p = \rho \times V_p$$

5. Menghitung Volume Resin: Volume resin (V_m) dihitung dengan rumus:

$$V_m = 90\% \times \text{volume komposit}$$

- (g) kemudian tuangkan sedikit resin kedalam cetakan sebagai dasar permukaan bawah papan komposit, lalu susun serat serabut kelapa secara Horizontal

kemudian lapisi lagi dengan resin lalu lapisi dengan serat plastik dan lakukan hal yang sama untuk komposisi yang lain sesuai dengan jumlah komposisi masing-masing bahan yang telah di siapakan.

- (h) Lakukan hal yang sama dari urutan 1-8 untuk komposisi (10:10:80) % dan (20:20:60) %.

2.4 Parameter Pengujian

(a) Kerapatan (*Density*)

Kerapatan merupakan salah satu sifat fisik dari papan komposit yang didefinisikan sebagai massa per satuan volume material. Kerapatan material dapat meningkat dengan meningkatnya kepadatan partikel atau komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan papan komposit. Pencelupan biasa digunakan, namun untuk keperluan pembelajaran, metode sinar-X diperkenalkan. Kerapatan bergantung pada massa atom, ukuran, serta cara penumpukan material (Smallman, 2000: 182).

Besarnya kerapatan papan komposit dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Keterangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: ρ merujuk pada kerapatan papan komposit dalam satuan gram per sentimeter kubik (gr/cm^3), m adalah massa papan komposit dalam satuan gram (gr), dan V adalah volume papan partikel yang dihitung berdasarkan panjang (p), lebar (l), dan tebal (t) dalam satuan sentimeter kubik (cm^3) (Andriyansyah, 2014: 24).

(b) Penyerapan Kelembaban (*Moisture Absorption*)

Moisture absorption adalah proses penyerapan atau pengikatan air oleh material, yang dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik suatu bahan komposit, seperti kekuatan, kestabilan dimensi, dan daya tahan. Pada papan komposit berbahan dasar serabut kelapa dan limbah plastik, penyerapan air terjadi ketika bahan tersebut terpapar kelembaban atau air, yang dapat merubah struktur internal material. Penyerapan air ini perlu dipelajari untuk memastikan ketahanan material terhadap kondisi lingkungan yang lembab atau basah, terutama dalam aplikasi yang melibatkan paparan air.

Besarnya penyerapan kelembaban (*moisture absorption*) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Moisture Absorption (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: m_1 adalah massa awal sampel (sebelum penyerapan air) dalam gram, dan m_2 adalah massa akhir sampel (setelah penyerapan air) dalam gram. Persamaan ini digunakan untuk menghitung persentase penyerapan kelembaban yang terjadi pada material dengan membandingkan massa sampel sebelum dan setelah terpapar kelembaban (Maloney, 1993).

(c) Pengembangan Tebal (*Thickness Swelling*)

Pengembangan tebal merupakan besaran yang menyatakan penambahan tebal sampel uji. Untuk mengetahui pengembangan tebal dari papan komposit, terlebih dahulu sampel direndam dalam air selama 24 jam.

Penentuan nilai pengembangan tebal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$PT = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: PT merujuk pada besar pengembangan tebal papan komposit dalam persen (%), t_1 adalah tebal papan komposit sebelum direndam dalam satuan centimeter (cm), dan t_2 adalah tebal papan komposit setelah direndam dalam satuan centimeter (cm) (Andriyansyah, 2014: 25).

(d) Modulus Elastisitas (*Modulus of Elasticity (MOE)*)

MOE adalah nilai yang menunjukkan sifat kekakuan yang mana merupakan ukuran dari kemampuan balok maupun tiang dalam menahan perubahan bentuk atau pun lenturan yang terjadi akibat adanya pembebanan pada batas proporsi (Maloney, 1993 dalam Misrawati, 2015: 20).

Modulus elastisitas papan komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$MOE = \frac{\Delta PL^3}{4\Delta Ybd^3} \dots \quad (4)$$

Keterangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: MOE merujuk pada Modulus of Elasticity (modulus elastisitas) dalam satuan kilogram gaya per sentimeter kuadrat (kgf/cm^2), ΔP adalah selisih beban dalam satuan

kilogram gaya (kgf), L adalah jarak sangga dalam satuan sentimeter (cm), ΔY adalah lenturan beban dalam satuan sentimeter (cm), b adalah lebar contoh uji dalam satuan sentimeter (cm), dan d adalah tebal contoh uji dalam satuan sentimeter (cm) (Maloney, 1993).

(e) Modulus Patah (*Modulus of Rupture (MOR)*)

Modulus patah (MOR) merupakan keteguhan patah dari suatu balok yang dinyatakan dalam besarnya tegangan per satuan luas, yang mana dapat dihitung dengan menggunakan besarnya tegangan pada permukaan bagian atas dan bagian bawah pada balok pada beban maksimum (Maloney, 1993 dalam Misrawati, 2015: 21).

Secara umum, modulus patah dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\sigma_b = \frac{M.Y_{max}}{I} \quad (5)$$

Keterangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: σ_b merujuk pada tegangan lengkung maksimum (modulus patah) dalam satuan Newton per centimeter (N/cm), Y_{max} adalah jarak dalam satuan sentimeter (cm), M adalah momen lengkung dalam satuan gram sentimeter kuadrat (gr cm²), dan I adalah momen inersia dalam satuan gram sentimeter kuadrat (gr cm²).

Modulus patah papan partikel dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$MOR = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (6)$$

Keterangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: MOR merujuk pada Modulus of Rupture (modulus patah) dalam satuan kilogram gaya per sentimeter kuadrat (kgf/cm²), P adalah berat maksimum dalam satuan kilogram gaya (kgf), L adalah panjang bentang dalam satuan sentimeter (cm), b adalah lebar contoh uji dalam satuan sentimeter (cm), dan d adalah tebal contoh uji dalam satuan sentimeter (cm) (Maloney, 1993).

3. Hasil Dan Pembahasan

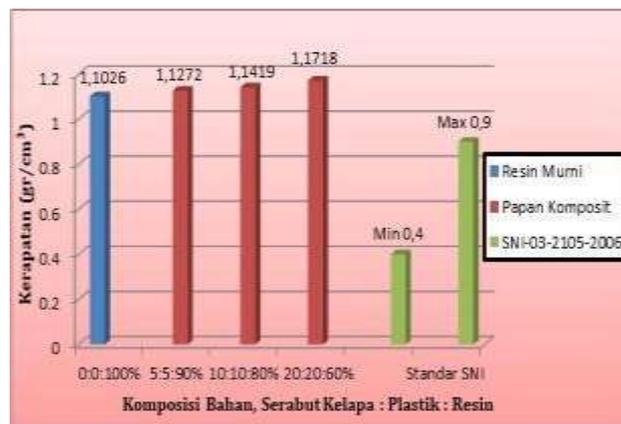
3.1. Pengujian Kerapatan (*Density*)

Berdasarkan analisa data hasil pengujian kerapatan papan komposit berbahan dasar serabut kelapa dan limbah plastik, diperoleh nilai kerapatan berkisar 1,1026 gram/cm³ sampai 1,1718 gram/cm³.

Tabel 1 Tabel Nilai Kerapatan

Sampel	Komposisi (%)			Kerapatan ρ (gram/cm ³)	Kerapatan rata-rata ρ (gram/cm ³)
	Serabut kelapa	Plastik PET	Resin Yukalac 157		
A1	5	5	90	1,1379	1,1272
A2				1,1212	
A3				1,1224	
B1	10	10	80	1,1323	1,1419
B2				1,1557	
B3				1,1379	
C1	20	20	60	1,1848	1,1718
C2				1,1615	
C3				1,1692	
ReM	0	0	100	1,1026	1,1026

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa papan komposit dengan perbandingan komposisi (20:20:60) % mempunyai nilai kerapatan tertinggi, sedangkan papan komposit dengan perbandingan komposisi (0:0:100) % mempunyai nilai kerapatan rendah.

**Gambar 2** Hubungan Perbandingan Komposisi dengan Nilai Kerapatan.

Pada (Gambar 2) diperoleh nilai kerapatan papan komposit yang tidak memenuhi nilai standar SNI 03-2105-2006, yang menetapkan rentang kerapatan antara 0,4 hingga 0,9 gram/cm³. Hasil ini juga dapat dibandingkan dengan standar internasional seperti ASTM D198, yang mengatur uji kerapatan bahan komposit dan memberikan batasan yang serupa. Selain itu, ISO 3349 juga mengatur kerapatan material komposit berbasis serat, yang dapat dijadikan acuan dalam penelitian ini. Dengan demikian, meskipun nilai kerapatan papan komposit yang diperoleh dalam penelitian ini tidak sesuai dengan standar nasional, perbandingan dengan standar internasional dapat memberikan perspektif yang lebih luas mengenai kualitas material yang digunakan.

Adapun nilai hasil pengujian berkisar antara 1,1026 gram/cm³ sampai 1,1718 gram/cm³, nilai yang melebihi standar disebabkan karena tingginya nilai densitas dari bahan-bahan dasar yang digunakan (density sabut kelapa (ρ sabut) = 1,125 gr/cm³, density serat plastik (ρ plastik) = 1,150 gr/cm³, density resin (ρ resin) = 1,215 gr/cm³), papan komposit ini tergolong ke dalam papan komposit berkerapatan tinggi.

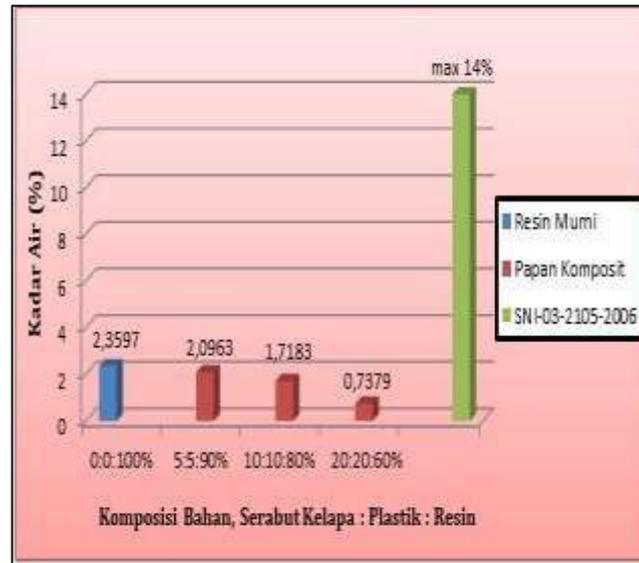
3.2. Pengujian Penyerapan Kelembaban (*Moisture Absorption*)

Berdasarkan hasil pengujian, nilai penyerapan air papan komposit yang berbahan dasar serabut kelapa dan limbah plastik berkisar antara 0,7379% hingga 2,3597%. Variasi nilai ini menunjukkan tingkat ketahanan material terhadap penyerapan air, yang dapat dipengaruhi oleh jenis bahan, teknik pembuatan komposit, dan kondisi pengujian.

Tabel 2 Tabel Penyerapan Kelembaban

Sampel	Komposisi (%)			Kadar Air (%)	Kadar Air rata-rata (%)
	Serabut kelapa	Plastik PET	Resin Yukalac 157		
A1				1,9518	2,0963
A2	5	5	90	2,0473	
A3				2,2898	
B1				1,6796	1,7183
B2	10	10	80	1,7632	
B3				1,7121	
C1				0,7240	0,7379
C2	20	20	60	0,7563	
C3				0,7333	
ReM	0	0	100	2,3597	2,3597

Berdasarkan analisa data pada (Tabel 2) hasil pengujian penyerapan kelembaban papan komposit berbahan dasar serabut kelapa dan limbah plastik, diperoleh nilai kadar air terendah yaitu pada komposisi (20:20:60) % dengan nilai kadar air sebesar 0,7379%, dan nilai kadar air tertinggi pada komposisi (0:0:100) % dengan nilai kadar air sebesar 2,3597%.



Gambar 3 Hubungan Perbandingan Komposisi dengan Nilai Penyerapan Kelembaban

Berdasarkan nilai (Gambar 3), hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa kadar air papan komposit dengan perbandingan (20:20:60) % memiliki nilai penyerapan kelembaban terendah yaitu sebesar 0,7379 %, sementara untuk papan komposit dengan perbandingan (0:0:100) % memiliki nilai penyerapan kelembaban tertinggi yaitu sebesar 2,3597 %.

Besar nilai penyerapan kelembaban sangat dipengaruhi oleh jumlah serabut kelapa dan plastik yang ditambahkan dalam papan komposit, dimana semakin besarnya jumlah serabut kelapa dan plastik yang ditambahkan maka nilai penyerapan kelembaban yang dihasilkan akan semakin kecil.

Hal ini disebabkan oleh plastik yang bersifat *hydrophobic* yang menghalangi keluarnya uap air dari papan komposit, dan disisi lain factor kekasaran permukaan papan komposit juga ikut mempengaruhi nilai penyerapan kelembaban yang mana permukaan papan komposit yang dihasilkan pada penelitian memiliki tekstur permukaan yang sangat halus dan tidak berpori sehingga kemungkinan keluarnya uap air dari papan komposit sangat kecil.



Gambar 4 Kondisi tekstur permukaan papan komposit

3.3. Pengujian Pengembangan Tebal (*Thickness Swelling*)

Tabel 3 Tabel Nilai Pengembangan Tebal

Sampel	Komposisi (%)			Pengembangan Tebal (%)	Pengembangan Tebal Rata-rata (%)
	Serabut kelapa	Plastik PET	Resin Yukalac 157		
A1				0,593	0,556
A2	5	5	90	0,586	
A3				0,489	
B1				0,391	0,424
B2	10	10	80	0,489	
B3				0,391	
C1				0,294	0,326
C2	20	20	60	0,293	
C3				0,391	
ReM	0	0	100	0,602	0,602

Berdasarkan data (Tabel 3), hasil pengujian pengembangan tebal papan komposit sabut kelapa dan limbah plastik berkisar antara 0,326% sampai 0,602%.

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pengembangan tebal papan komposit dengan perbandingan komposisi (0:0:100) % memiliki nilai pengembangan tebal tertinggi yaitu sebesar 0,602%, sementara papan komposit dengan perbandingan komposisi (20:20:60) % memiliki nilai pengembangan tebal terendah yakni sebesar 0,326 %.



Gambar 5 Hubungan Perbandingan Komposisi dengan Nilai Pengembangan Tebal

Berdasarkan nilai (Gambar 5.) terlihat bahwa semakin besar jumlah komposisi plastik dan sabut kelapa yang ditambahkan dalam pembuatan papan komposit maka akan semakin kecil nilai pengembangan tebal papan komposit, hal ini disebabkan karena sifat plastik yang bersifat *hydrophobic* yang menghalangi masuknya uap air kedalam papan komposit sehingga dengan jumlah plastik yang semakin besar membuat uap air yang diserap oleh papan komposit semakin kecil.

3.4. Pengujian Modulus Elastisitas (*Modulus of Elasticity (MOE)*)

Tabel 4 Tabel Nilai Modulus Elastisitas (MOE).

Sampel	Komposisi (%)			Selisih beban (kg/cm)	MOE (kgf/cm ²)	MOE Rata-rata (kgf/cm ²)
	Serabut kelapa	Plastik PET	Resin Yukalac 157			
A1	5	5	90	64,52	10.626,34	12.902,12
A2				76,92	12.323,72	
A3				100	15.756,30	
B1	10	10	80	142,86	22.219	25.788,61
B2				200	28.613,82	
B3				200	26.533,02	
C1	20	20	60	181,82	24.121,18	34.317,48
C2				250	34.679,41	
C3				333,33	44.151,84	
Rem	0	0	100	32,79	5.566,71	5.566,71

Berdasarkan data tabel hasil pengujian mekanik papan komposit yaitu uji MOE menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas papan komposit berkisar antara 5.566,71 kgf/cm² sampai 34.317,48 kgf/cm², berdasarkan data (Tabel 4). menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada papan komposit dengan perbandingan komposisi (20:20:60) % sementara nilai modulus elastisitas terendah terdapat pada perbandingan komposisi (0:0:100) %.



Gambar 6 Hubungan Perbandingan Komposisi dengan Nilai MOE

Berdasarkan nilai (Gambar 6.) menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan serat sabut kelapa dan plastik yang ditambahkan pada pembuatan papan komposit maka nilai modulus elastisitasnya akan semakin meningkat, dan begitupun sebaliknya semakin sedikit penambahan serat sabut kelapa dan plastik yang digunakan dalam pembuatan papan komposit maka nilai modulus elastisitasnya juga akan menurun.

Pada pengujian modulus elastisitas papan komposit berbahan dasar serabut kelapa dan limbah plastik ini dari data hasil pengujian yang di peroleh nilai modulus elastisitas papan komposit untuk perbandingan 5:5:90% dengan nilai modulus elastisitas 12.902,12 kgf/cm² belum memenuhi nilai standar SNI 03-2105-2006 yang mana nilai modulus elastisitas minimal sebesar 2,55 .10⁴kgf/cm² atau 25.500 kgf/cm².

Namun untuk perbandingan 10:10:80% dan 20:20:60 %, dengan nilai modulus elastisitas berturut-turut 25.788,61 kgf/cm dan 34.317,48 telah memenuhi nilai standar SNI 03-2105-2006.

3.5. Pengujian Modulus Patah (*Modulus of Rupture (MOR)*)

Tabel 5 Tabel Nilai Modulus Patah (MOR)

Sampel	Komposisi (%)			Berat MAX (kg)	MOR (kgf/cm ²)	MOR Rata-rata (kgf/cm ²)
	Serabut kelapa	PlastikPET	Resin Yukalac 157			
A1	5	5	90	74	266,62	294,77
A2				76	329,26	
A3				66	288,44	
B1	10	10	80	94	398,45	447,02
B2				118	474,47	
B3				110	468,15	
C1	20	20	60	86	327,68	325,08
C2				90	356,58	
C3				76	290,99	
ReM	0	0	100	34	153,34	153,34

Berdasarkan data (Tabel 5) hasil pengujian mekanik papan komposit yaitu uji MOR menunjukkan bahwa nilai modulus of rupture papan komposit berkisar antara 153,34 kgf/cm² - 447,02 kgf/cm², berdasarkan hasil pengamatan pada tabel 5 besar nilai MOR sangat dipengaruhi oleh persentase jumlah serabut kelapa dan plastik yang ditambahkan dalam papan komposit.

Dimana semakin banyak jumlah serabut kelapa dan plastik yang ditambahkan maka nilai MOR yang dihasilkan akan semakin besar namun ini hanya berlaku dari komposisi 0:0:100 % sampai 10:10:80 %, namun untuk komposisi 20:20:60 % nilai MOR kembali menurun dan semakin kecil, hal ini terjadi karena ketika jumlah serat meningkat maka celah antar serat semakin kecil, sehingga potensi matriks untuk mengikat antar lapisan serat semakin tipis sehingga kekuatan nilai MOR menurun.



Gambar 7 Gambar patahan uji MOR

Gambar berkode ReM adalah patahan dari papan komposit dengan komposisi 0:0:100 % gambar C1 adalah papan komposit dengan komposisi 20:20:60 %.

Dari hasil patahan terlihat papan komposit dengan komposisi 0:0:100 % memiliki bekas patahan yang permukaan patahan nya rapi dan licin, yang mana keuletannya lebih rendah jika dibandingkan dengan komposisi 20:20: 60 % yang bekas patahannya terlihat hanya berupa retakan dimana retakan terjadi hanya pada permukaan dan retakan berkurang ketika melewati serat plastik sehingga nilai keuletannya lebih tinggi.



Gambar 8 Hubungan Perbandingan Komposisi dengan Nilai MOR.

Berdasarkan nilai (Gambar 8.) menunjukkan bahwa nilai modulus of repture tertinggi terdapat pada papan komposit dengan perbandingan komposisi (10:10:80) %, dan sementara nilai modulus of repture terendah terdapat pada perbandingan komposisi (0:0:100) %.

Dari (Gambar 8.) terlihat semakin banyak jumlah serabut kelapa dan plastik yang ditambahkan maka nilai MOR yang dihasilkan akan semakin besar namun ini hanya berlaku dari komposisi 0:0:100 % sampai 10:10:80 %, namun untuk komposisi 20:20:60 % nilai MOR kembali menurun dan semakin kecil, hal ini terjadi karena ketika jumlah serat meningkat maka celah antar serat semakin kecil, sehingga potensi matriks untuk mengikat antar lapisan serat semakin tipis sehingga kekuatan nilai MOR menurun.

Pada pengujian modulus of repture papan komposit berbahan dasar serabut kelapa dan limbah plastik ini dari data hasil pengujian yang di peroleh nilai modulus of repture papan komposit berkisar antara 153,34 kgf/cm² - 447,02 kgf/cm², telah memenuhi nilai standar SNI 03-2105-2006, yang mana nilai modulus of repture minimal untuk standar SNI 03-2105-2006 sebesar 133 kgf/cm².

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap “Analisa Sifat Mekanik Papan Komposit Polyester Berbahan Serabut Kelapa Dan Limbah Plastik PET” dari penelitian yang dilakukan dalam hal ini yaitu pengujian sifat kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, pengujian Modulus Elastisitas (*Modulus of Elasticity* (MOE)), dan pengujian Modulus Patah (*Modulus of Rupture* (MOR)), dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh nilai kerapatan berkisar antara 1,1026 sampai 1,1419 gr/cm³.

Kadar air berkisar antara 0,7379 sampai 2,3597 %, pengembangan tebal berkisar antara 0,326 sampai 0,602 %, modulus elastisitas berkisar antara 5.566,71 sampai 34.317,48 kgf/cm², dan modulus patah berkisar antara 153,34 kgf/cm² sampai 447,02 kgf/cm².

Kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan bahwa semakin banyak penambahan serat sabut kelapa dan plastik PET maka sifat fisik dan sifat mekanisnya semakin baik, secara umum papan komposit yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006 kecuali pada kerapatan.

5. Referensi

- [1] FAO, *Improvement in Drying, Softening, Bleaching, Dyeing Coir Fibre and in Printing Coir Floor Covering*, 1999.
- [2] Umi, Fathanah., *Kualitas Papan Komposit dari Sekam Padi dan Plastik HDPE Daur Ulang Menggunakan Meleic Anhydride (MAH) Sebagai Compatibilizer*, Jurnal Rekayasa Kimia, **8**(2), pp.58, 2011.
- [3] Staab, George G., *Laminar Composites*, Elsevier Science, Universitas Michigan, 1999.
- [4] B.A, Grimwood., *Coconut Palm Product. Food Agriculture and Organization*, Agricultural Development, 1975.
- [5] Rizka, Hasni., *Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Plastik dan Sekam: Skripsi Departemen Hasil Hutan*, (Bogor: IPB), pp. 5-7, 2008.
- [6] Haygreen., Jl, Bowyer., *Forest Products and Wood Science an Introduction*, The Iowa State University Press, Ames, IOWA, 1993.
- [7] Yusup, Hendronursito., *Uji Fisis Papan Partikel Akar Alang-Alang Sesuai Standar SNI 03-2105-2006*, Jurnal Teknologi **8**(1), pp. 39, 2015.
- [8] R, Jenna., Jambeck., *Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean*, University of Georgia, 2015.
- [9] G.H, Josep. & Kindangen, J.G., *Potensi dan Peluang Pengembangan Tempurung, Sabut dan Batang Kelapa untuk Bahan Baku*, Prosiding KNK III, 1994.
- [10] M.Y, Massijaya., *Development of Boards Made from Waste Newspaper (Ph.D. Dissertatation , Unpublished)*, Tokyo Japan: Tokyo University, 1997.
- [11] Massijaya, *Pengembangan Papan Komposit Dari Limbah Kayu dan Plastik, Bogor: Laporan Penelitian Hibah Bersaing VII Perguruan Tinggi*, Fakultas Kehutanan IPB, 2001.
- [12] F.L, Matthews., RD, Rawlings., *Composite Material Engineering and Science, Imperial Costege of Science*, Technology and Medicine, London, UK, 1993.
- [13] Misrawati, *Analisa Sifat Fisis dan Mekanik Papan Partikel (Particle Board) dari Bahan Baku Ampas Tebu (Saccharum Officinarum): Skripsi*, Makassar : Fak Sains dan Teknologi UIN Alauddin, 2015.
- [14] Andriyansah, M.S., *Pengujian Sifat Fisis dan Sifat Mekanik Papan Semen Partikel Pelepah Aren (Arenga Pinnata)*, Skripsi Pendidikan Teknik Bangunan, (Semarang: UNS), pp.24-26, 2014.

- [15] Mimi, Nurminah., *Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan yang Dikemas* : Jurnal Teknologi Pertanian , pp.3, 2002.
- [16] Setyawati, Penny., Nadilah, Sri., Setyaningsih, Any. & Surip, Hernadi., *Pemanfaatan Limbah Pertanian Serbuk Sabut Kelapa (Cocodust) Untuk Pembuatan Komposit Karet (Lanjutan)*, BBKKP, Yogyakarta, 2004.
- [17] M. M, Schwartz., *Composite Material Handbook*, McGraw Hill, Singapore, 1984.
- [18] D, Setyawati., & Massijaya, M.Y., *Pengembangan Papan Komposit Berkualitas Tinggi dari Sabut Kelapa dan Polipropilena Daur Ulang (1): Suhu dan Waktu Kempa Panas*. Makalah di Presentasikan pada Seminar MAPEKI VIII, Tenggara, 2005.
- [19] R.E, Smallman, *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Erlangga, Jakarta, pp. 182, 2000.
- [20] Sudarsono, Dkk, *Pembuatan Papan Partikel Berbahan Baku Sabut Kelapa dengan Bahan Alami (Lem Kopal)*, Jurnal Teknologi, **3**(1), pp. 24, 2010.
- [21] Suharto, *Rancangan Produk Bahan Plastik Daur Ulang Sebagai Upaya Peningkatan Industri Kreatif*, Jurnal Teknik Mesin : Politeknik Negeri Semarang, pp. 41, 2011.
- [22] Suhasman, dkk, *The Resistance of Composite Boards Made from Sengon Wood Waste and Carton On Drywood Termite and Subterranean Termite*, 2005.
- [23] S, Sukadarti., S.D, Kholisoh., H, Prasetyo., W.S, Santoso & Mursini, T, *Produksi Gula Reduksi dari Sabut Kelapa Menggunakan Jamur Trichoderma Reesei*, Program Studi Teknik Kimia UPN Veteran, Yogyakarta, 2010.
- [24] P.K, Thampan, *Handbook of Coconut Palm*. Oxford and IBH, New Delhi, pp. 311, 1982.