

SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN KOMPOSIT Matrik POLYESTER DAN SERAT KELAPA DENGAN VARIASI TEMPERATUR POST CURING

Pembimbing 1 : Ismadi, MT

Pembimbing 2 : Drs. Prihantono, M.Eng

Penulis : Reza Fadillah

No Reg : 5415111888

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini bahan komposit yang diperkuat dengan serat merupakan bahan teknik yang banyak digunakan, karena kekuatan dan kekakuan spesifiknya lebih tinggi dari bahan teknik konvensional. Sifatnya dapat didisain sesuai dengan kebutuhan (Jones, 1975).

Penguat yang digunakan pada material komposit umumnya berupa serat, baik serat sintetis maupun serat alam. Serat alam adalah serat organik yang langsung didapatkan dari alam, baik dari hewan maupun tumbuhan. Serat alam ini mudah ditemukan di sekitar kita, contohnya: rami, kelapa sawit, pandan laut, kenaf dan sabut kelapa. Bahkan masih banyak lagi serat alam berupa bahan mentah yang sampai saat ini belum dimanfaatkan. (Oroh, 2013)

Menurut Direktorat Jendral Perkebunan, produksi tanaman kelapa di Indonesia cukup besar. Pada tahun 2014 data sementara dengan total areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,6 juta Ha, dengan produksi tanaman kelapa mencapai 3,03 juta ton dan produktivitas tanaman kelapa mencapai 1,12 Kg/Ha. Potensi limbah sabut kelapa yang begitu besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produksi yang mempunyai nilai tambah ekonomis. Dengan tidak adanya pemanfaatan yang optimal, limbah ini hanya akan menimbulkan masalah lingkungan. (Direktoral Jendral Perkebunan, 2014)

Sabut kelapa merupakan salah satu serat material alami yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan papan komposit. Sabut kelapa digunakan karena mudah didapat dan banyak tersedia di Indonesia, selain itu serat kelapa memiliki sifat mekanik yang tinggi sehingga sangat cocok untuk bahan pengganti serat sintetis. Sabut kelapa sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena dapat meneruskan beban yang diterima oleh matrik.

Unsaturated Polyester Resin (UPR) merupakan jenis resin termoset atau lebih populernya sering disebut *polyester* saja. UPR berupa resin cair dengan viskositas yang cukup rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin termoset lainnya (Nurmaulita,2010). Pada umumnya resin *polyester* mempunyai sifat keras, kuat dan tahan terhadap asam, basa dan panas. Selain itu, harganya relatif murah dibandingkan dengan resin-resin yang lain misalnya resin senyawa akrilat.

Pada penelitian ini digunakan serat kelapa sebagai bahan baku papan komposit dengan matrik *polyester* dengan pengaruh suhu *post curing* 90, 100, dan 110°C selama 24 jam dengan variasi kadar serat 50 % dari berat papan komposit total.

1.2 Identifikas Masalah

Adapun identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah serat kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan papan komposit?
2. Apakah resin *polyester* dapat digunakan sebagai matrik pada pembuatan papan komposit?

3. Apakah papan komposit dari sabut kelapa dengan kandungan serat kelapa 50% dengan variasi suhu *post curing* 90, 100, dan 110°C dapat memenuhi persyaratan standar papan partikel SNI 03-2105-2006?
4. Apakah serat kelapa dengan matrik *polyester* sebagai papan komposit dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pengganti papan untuk bekisting?

2.1 Kerangka Teori

2.1.1 Komposit

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (Nurun, 2013). Material komposit dapat didefinisikan sebagai kombinasi dari dua atau lebih bahan yang menghasilkan sifat yang lebih baik dari pada sifat bahan penyusunnya (Campbell, 2010). Menurut Lokantara (2012) komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai fasa pengisi (matrik) dan yang lainnya sebagai fase penguat (*reinforcement*). Pada umumnya bentuk dasar suatu bahan komposit adalah tunggal dimana susunan dua unsur yang bekerja bersama untuk menghasilkan sifat-sifat bahan yang berbeda terhadap sifat-sifat unsur bahan penyusunnya. Dalam prakteknya komposit terdiri dari suatu bahan utama (matriks) dan suatu jenis penguatan (*reinforcement*) yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matrik. Penguatan ini biasanya dalam bentuk serat (fiber).

2.1.2 Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari perusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan.

Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap goncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik.

2.1.3 Resin *Polyester*

Polyester dibuat dengan cara yang mirip dengan poliamida. Salah satu dari dua monomer yang saling melengkapi adalah asam, tetapi yang lainnya adalah alkohol, yang mengambil tempat amina yang digunakan dalam pembuatan poliamida. Air dibebaskan sebagai asam ujung-grup bereaksi dengan alkohol ujung-grup, dan struktur kimia yang dihasilkan adalah sebuah ester.

Pada penelitian ini digunakan matrik *polyester*, yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- 1) Suhu deformasi termal poliester lebih rendah jika dibandingkan dengan resin termoset lainnya,
- 2) *Polyester* banyak mengandung monomer stiren
- 3) Memiliki ketahanan panas kira-kira 110 -140°C
- 4) Relatif tahan terhadap asam kecuali asam pengoksid, tetapi lemah terhadap alkali.
- 5) Mudah mengembang dalam pelarut yang melarutkan polimer stiren
- 6) Ketahanan terhadap cuaca sangat baik, khususnya terhadap kelembaban dan sinar UV.

Spesifikasi resin *polyester*

SIFAT	NILAI
Berat Jenis	1,215 g/cm ³
Suhu Distorsi Panas	70 °C
Penyerapan air	0,188 %
Kekuatan fleksural	9,4 kg/mm ²

Modulus fleksural	30 kg/mm ²
Daya rentang	5,5 kg/mm ²
Elongasi	1,6 %

(Nurmaulita, 2010)

2.1.4 Serat

Serat secara umum terdiri dari dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam. Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material (Oroh dkk, 2013).

Serat merupakan bahan yang kuat, kaku, getas. Serat yang menahan gaya luar, ada dua hal yang membuat serat menahan gaya yaitu :perekatan (*bonding*) antara serat dan matriks (*intervarsial bonding*) sangat baik dan kuat sehingga tidak mudah lepas dari matriks (*debonding*), kelangsingan (*aspec ratio*) yaitu perbandingan antara panjang serat dengan diameter serat cukup besar. Serat dicirikan oleh modulus dan kekuatannya yang sangat tinggi, elongasi (daya rentang yang baik), stabilitas panas yang baik, kemampuan untuk diubah menjadi filamen – filamen dan sejumlah sifat – sifat lain yang bergantung pada pemakaian (Stevens, 2001).

2.1.5 Perawatan *Post Curing*

Pengempaan merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas komposit yang dihasilkan (USDA,1972). Salah satu hal yang paling berpengaruh mengenai kondisi pengempaan adalah suhu dan waktu kempa berkaitan dengan kesesuaian pengguna jenis perekatdan bahan baku papan.

Dalam pengujian yang dilakukan oleh Nurcahyo (2004) menguji variasi temperatur *curing*, yang dapat membuat kekuatan tarik komposit menjadi optimal. Dalam pengujian yang

dilakukan oleh Bernard Korompis (2005) didapatkan variasi jumlah serat meningkatkan kekuatan tariknya.

Proses *Post Curing* yang sempurna dapat terjadi pada temperatur tinggi, seiring dengan meningkatnya temperatur, maka aktivitas molekul dan polimerisasi juga meningkat sehingga derajat kristalisasinya akan meningkat. Dengan meningkatnya derajat kristalinitas maka karakteristik mekanikalnya akan berubah dari elastis menjadi kaku dan getas. Proses *post curing* komposit dilakukan dengan cara memanaskan material benda uji tersebut pada temperatur tertentu, tetapi temperatur tersebut tidak boleh melebihi *glass transition temperature*, karena jika melebihi temperatur tersebut akan menyebabkan material tersebut menjadi lunak dan jika temperatur tersebut ditingkatkan lagi material akan menjadi cair. (Irwan dan Putu, 2012)

2.1.6 Sifat Fisis dan Mekanis

1) Kerapatan dan Kadar Air

Kerapatan adalah suatu ukuran kekompoakan partikel pada suatu lembaran dan sangat bergantung pada kerapatan bahan yang akan digunakan serta tekanan yang diberikan pada proses pembuatan. Semakin tinggi kerapatan papan komposit, semakin banyak partikel yang dibutuhkan untuk mrmbuat papan pada ukuran yang sama. Peningkatan penggunaan perekat akan meningkatkan kerapatan papan.

Kadar air juga sangat mempengaruhi kualitas papan, kayu atau bahan lain. Kadar air yang tinggi akan mempersulit dalam proses pembuatan papan komposit karena membutuhkan energi lebih banyak saat proses pengepresan dan mempersulit proses perekatan. Sedangkan kayu atau bahan lain yang memiliki kadar air rendah juga mengakibatkan partikel-partikel yang dihasilkan menjadi rapuh atau pecah.

2) Daya Serap Air dan Pengembangan Tebal

Daya serap air adalah sifat fisis papan yang menunjukkan kemampuan menyerap air papan komposit serat dalam keadaan kesetimbangan dengan lingkungan sekitar, penyerapan air mencerminkan kemampuan papan komposit untuk menyerap air setelah dilakukan perendaman. (Gopar, et al.2002)

Menurut Anggrainie, dkk (2010) penyerapan air akan menyebabkan mengembangnya dinding sel serat. Semakin banyak air yang diserap dan memasuki struktur serat maka semakin besar perubahan dimensi yang dihasilkan.

3) Modulus of Elasticity (MOE) dan Modulus of Rupture (MOR)

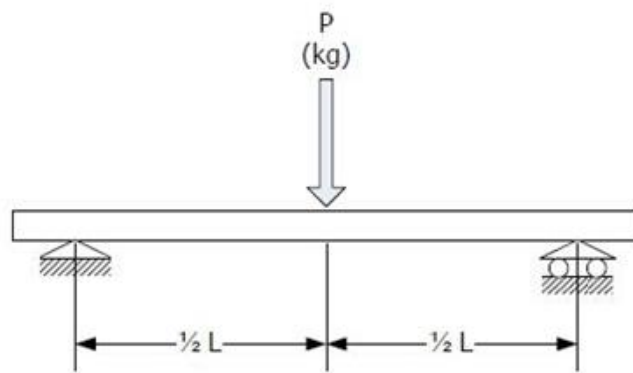
Keteguhan lentur adalah salah satu sifat paling penting pada papan komposit karena menunjukkan kekuatan papan tersebut dalam menahan beban, MOE merupakan ukuran ketahanan terhadap pembengkokan, yaitu berhubungan langsung dengan kekuatan gelagar (Sari, 2012). Keteguhan lengkung papan komposit biasanya dinyatakan dengan istilah modulus patah (MOR) dihitung dari beban maksimum (beban pada saat patah) dalam uji keteguhan lengkung, dengan menentukan cara pengujian yang sama dengan MOE, MOR sangat penting untuk menentukan beban yang dapat dipikul oleh suatu gelagar. MOE dan MOR sangat penting untuk diperhatikan terutama untuk pemakaian struktural seperti pelapisan, alas lantai, dinding sisi, dan bagian – bagian industri yang memerlukan kekuatan (Haygreen dan Bowyer, 1989)

Pengujian ini dilakukan dengan *bending test*. Menurut Syafiisab dalam Yellia (2015), kekuatan *bending* atau kekuatan lengkung adalah tegangan *bending* terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Akibat pengujian *bending*, pada bagian atas spesimen akan mengalami tekanan, dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Kegagalan yang terjadi akibat pengujian *bending*, karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima.

Pengujian ini meliputi pengujian modulus patah (MOR), modulus elastisitas (MOE).

Standar ini menggunakan ASTM D790 :

- 1) Benda Uji diletakkan disebuah support dengan ketentuan perbandingan antara ketebalan
- 2) Aplikasikan beban ditengah-tengah dengan pembebanan pada tiga titik
- 3) Atur laju tekanan
- 4) Catat kecepatan pembebanan dan defleksi maksimum dari pengujian.



4) Pengujian Tarik (*Tensile*)

Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik yang bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, dan modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin berdasarkan standar ASTM D638. Menurut T. Surdia (2005) menyatakan bahwa suatu bahan yang berkelakuan secara elastis dan memperlihatkan suatu hubungan linier antara tegangan regangan yang disebut elastis secara linier.

Pengujian tarik dilakukan dengan mesin menurut standar ASTM D638 uji tarik yaitu dengan mesin *Universal Testing Materials* (UTM)

3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian dan menyajikan data tentang pemanfaatan serat kelapa dengan perlakuan perlakuan suhu *post curing* dengan variasi suhu

90, 100, 110°C selama 24 jam dengan kadar serat kelapa 50% dengan matrik polyester dapat memenuhi nilai kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan tebal, *modulus of elasticity* (MOE), *modulus of rupture* (MOR), kuat tarik, dan kuat pegang sekrup sesuai nilai syarat SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Komposit Pusat Penelitian Biomaterial – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang terletak di Jalan Raya Bogor Km. 46, Cibinong, Bogor. Waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – Juli.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen di laboratorium dengan benda uji papan komposit yang dibuat dari serat kelapa dengan matrik poliester. Serat kelapa dengan kadar 50% dari berat total dengan matrik *polyester*. Serat kelapa mendapat perawatan suhu *post curing* dengan variasi suhu 90, 100 dan 110°C selama 24 jam.

3.4 Teknik Pengambilan Sampel

3.4.1 Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah setiap papan komposit diberi perawatan suhu *post curing* dengan variasi suhu 90, 100 dan 110°C selama 24 jam serta variasi volume serat sabut kelapa 50% dari berat papan matrik *polyester* total. Papan komposit dibuat sebanyak 3 papan untuk masing-masing kelompok benda uji dan dibuat dengan ukuran sampel papan komposit yaitu 25 cm x 25 cm x 0,3 cm.

3.4.2 Sampel

Sampel yang diuji adalah keseluruhan produk papan komposit yang telah dibuat yaitu 9 papan komposit dengan ukuran 25 cm x 25cm x 0,3 cm.

No	Jenis pengujian	Variasi perawatan suhu post curing	Jumlah sample pada kadar serat (%)	Dimensi Benda Uji
			50	
1.	Uji kadar air dan kerapatan papan komposit	90°C	5	2,5 x 2,5 x 0,3
		100°C	5	
		110°C	5	
2.	Pengembangan tebal dan penyerapan air	90°C	5	2,5 x 2,5 x 0,3
		100°C	5	
		110°C	5	
3.	Uji <i>bending</i> MOE & MOR	90°C	5	12,5 x 2 x 0,3
		100°C	5	
		110°C	5	
4.	Uji Tarik (<i>Tensile</i>)	90°C	5	11,5 x 2 x 0,3
		100°C	5	
		110°C	5	
5.	Kuat pegang sekrup	90°C	5	10 x 5 x 0,3
		100°C	5	
		110°C	5	

4.1.2. Pengujian Sifat Fisis Papan Komposit Serat Kelapa- *Polyester*

Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai kerapatan, kadar air, daya serap air, dan pengembangan tebal sesuai yang disyaratkan dalam SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel.

1) Kerapatan

Nilai kerapatan yang disyaratkan dalam SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel yaitu sebesar 0,40 – 0,90 g/cm³. Nilai kerapatan yang ditargetkan adalah > 1 g/ cm³. Hasil pengujian kerapatan disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Kerapatan Papan Komposit Sabut Kelapa-*Polyester*.

KADAR SERAT KELAPA	SUHU POST CURING	KODE BENDA UJI	KERAPATAN (g/cm ³)
50 %	90°C	591	1.01

		592	1.03
		593	0.91
		594	1.03
		595	0.82
	Rata-rata		0.96
	100°C	5101	0.88
		5102	1.00
		5103	0.91
		5104	0.92
		5105	0.82
	Rata-rata		0.91
	110°C	5111	1.10
		5112	1.11
		5113	1.05
		5114	1.02
		5115	0.99
	Rata-rata		1.05

2) Kadar Air

Nilai kadar air yang disyaratkan dalam SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel yaitu sebesar $\leq 14\%$. Hasil pengujian kadar air disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kadar Air Papan Komposit Sabut Kelapa-*Polyester*.

KADAR SABUT KELAPA	SUHU POST CURING	KODE BENDA UJI	KADAR AIR (%)
50 %	90°C	591	4.11
		592	4.29
		593	4.18
		594	4.07
		595	3.89
	Rata-rata		4.11
	100°C	5101	2.89
		5102	3.85
		5103	3.43
		5104	2.98
		5105	3.04
	Rata-rata		3.24
	110°C	5111	3.90
		5112	3.45
		5113	3.43
5114		3.83	
5115		4.01	

	Rata-rata	3.72
--	-----------	------

3) Daya Serap Air

Untuk pengujian daya serap air dalam SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel tidak disebutkan standar nilainya, namun tetap harus diperhitungkan. Hasil pengujian daya serap air disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Daya Serap Air Papan Komposit Serat Kelapa - Polyester.

KADAR SERAT KELAPA	SUHU POST CURING	KODE BENDA UJI	DAYA SERAP AIR (%)	
50 %	90°C	591	12.39	
		592	18.57	
		593	10.59	
		594	9.54	
		595	12.91	
	Rata-rata			12.80
	100°C	5101	18.26	
		5102	20.16	
		5103	6.36	
		5104	22.59	
		5105	7.92	
	Rata-rata			15.06
	110°C	5111	5.47	
		5112	7.63	
		5113	6.61	
		5114	11.75	
		5115	9.52	
	Rata-rata			8.20

4) Pengembangan Tebal

Nilai pengembangan tebal yang disyaratkan dalam SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel yaitu sebesar $\leq 12\%$. Hasil pengujian pengembangan tebal disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Pengembangan Papan Komposit Serat Kelapa-Polyester.

KADAR SERAT KELAPA	SUHU POST CURING	KODE BENDA UJI	PENGEMBANGAN TEBAL (%)
50 %	90°C	591	1.12

		592	1.57
		593	0.55
		594	2.37
		595	0.84
	Rata-rata		1.29
	100°C	5101	5.14
		5102	2.42
		5103	1.24
		5104	0.72
		5105	0.67
	Rata-rata		2.04
	110°C	5111	0.70
		5112	2.71
		5113	1.59
		5114	1.43
		5115	0.47
	Rata-rata		1.38

Pengujian Sifat Mekanis Papan Komposit Serat Kelapa - Polyester

Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai *Modulus of Elasticity (MOE)*, *Modulus of Rupture (MOR)*, kuat tarik, dan kuat pegang sekrup sesuai kayu lapis struktural sebagai alternatif pengganti papan *bekisting*.

1) *Modulus of Elasticity (MOE)*

Nilai MOE yang disyaratkan SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel yaitu sebesar $\geq 2,04 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$. Hasil pengujian MOE disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian MOE Papan Komposit Serat Kelapa-Polyester.

KADAR SERAT KELAPA	SUHU POST CURING	KODE BENDA UJI	MOE (kg/cm ²)
50 %	90°C	591	14841.4
		592	15503
		593	19622.5
		594	21877,5
		595	15322
	Rata-rata		17441.3
	100°C	5101	20422.9
		5102	20525
		5103	17089.1
		5104	19873.6

		5105	18773.6
	Rata-rata		19336.8
	110°C	5111	21497.5
		5112	21582.9
		5113	21475.3
		5114	20531.7
		5115	23076.5
	Rata-rata		21632.8

2) *Modulus of Rupture (MOR)*

Nilai MOR yang disyaratkan SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel yaitu sebesar $\geq 82 \text{ kg/cm}^2$. Hasil pengujian MOR disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil Pengujian MOR Papan Komposit Papan Komposit Serat Kelapa-*Polyester*.

KADAR SERAT KELAPA	SUHU POST CURING	KODE BENDA UJI	MOR (kg/cm ²)	
50 %	90°C	591	244.95	
		592	238.64	
		593	238.15	
		594	323.38	
		595	260.92	
	Rata-rata			261.22
	100°C	5101	343.71	
		5102	168.98	
		5103	156.56	
		5104	252.20	
		5105	313.85	
	Rata-rata			247.06
	110°C	5111	290.70	
		5112	292.57	
		5113	296.68	
		5114	285.36	
		5115	318.51	
	Rata-rata			296.76

3) *Kuat Tarik*

Nilai kuat tarik tidak disyaratkan pada SNI 03-2105-2006 tentang papan Partikel, namun kuat tarik harus tetap diperhitungkan. Hasil pengujian kuat tarik papan komposit sabut kelapa-polyester disajikan pada tabel 4.8. berikut:

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Kuat Tarik Papan Komposit Papan Komposit Sabut Kelapa-
Polyester.

KADAR SABUT KELAPA	SUHU POST CURING	KODE BENDA UJI	KUAT TARIK (kg/cm ²)	
50 %	90°C	591	67.93	
		592	37.19	
		593	41.23	
		594	44.95	
		595	8.82	
	Rata-rata			40.04
	100°C	5101	44.12	
		5102	143.85	
		5103	63.04	
		5104	103.68	
		5105	52.20	
	Rata-rata			81.37
	110°C	5111	131.53	
		5112	116.32	
		5113	75.63	
		5114	128.04	
		5115	126.81	
Rata-rata			115.69	

4) Kuat Pegang Sekrup

Nilai kuat pegang sekrup yang disyaratkan pada Standar Kayu Lapis Struktural (SNI 01-5008.7-1999) yaitu sebesar ≥ 31 kg. Hasil pengujian Kuat Pegang Sekrup disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil Pengujian Hasil Pengujian Kuat Pegang Sekrup Papan Komposit Sabut Kelapa-*Polyester.*

KADAR SABUT KELAPA	SUHU POST CURING	KODE BENDA UJI	KUAT PEGANG SEKRUP (kg/cm ²)
50 %	90°C	591	15.02
		592	19.37
		593	8.44

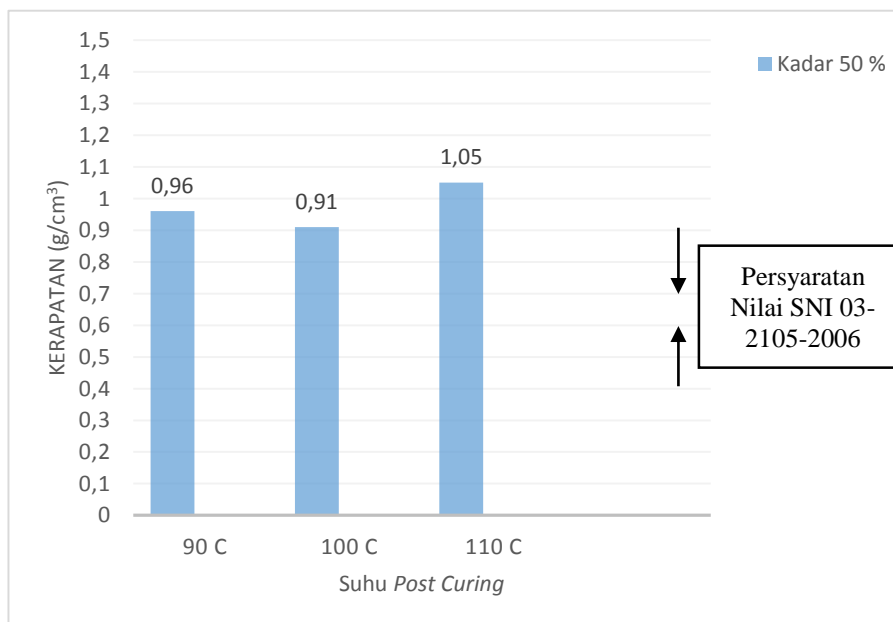
		594	15.66
		595	23.18
	Rata-rata		16.36
	100°C	5101	19.58
		5102	23.13
		5103	15.79
		5104	28.20
		5105	22.16
	Rata-rata		21.78
		5111	18.16
	110°C	5112	38.92
		5113	8.46
		5114	28.38
		5115	23.77
	Rata-rata		23.54

4.2. Pembahasan Hasil Penelitian

4.2.1. Pembahasan Hasil Pengujian Sifat Fisis

1) Kerapatan

Grafik hasil pengujian kerapatan disajikan pada Gambar 4.1



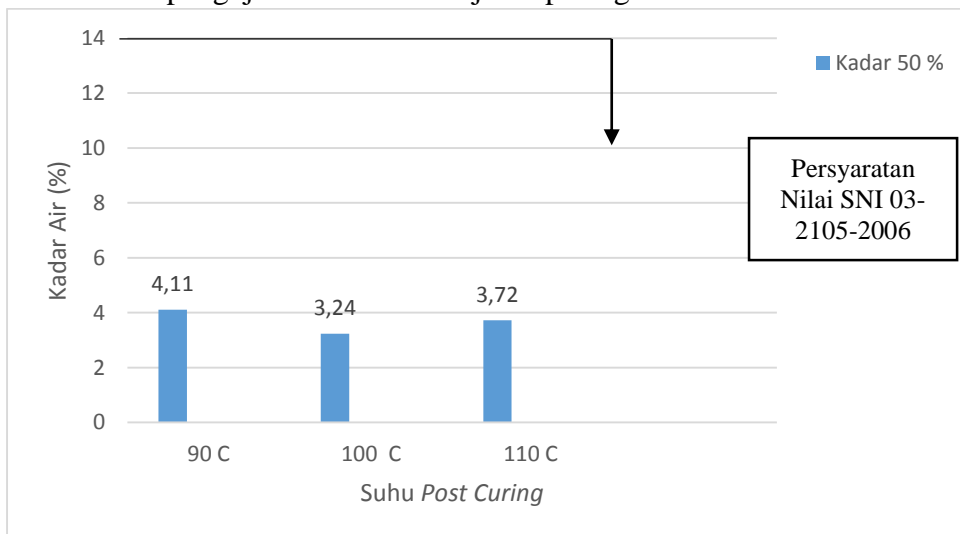
Gambar 4.1. Grafik Kerapatan Papan Komposit Serat Kelapa - Polyester.

Berdasarkan SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel nilai kerapatan yang dihasilkan dari suhu *post curing* papan komposit serat kelapa polyester 90, 100, dan 110°C sudah memenuhi standar yakni sebesar 0,40 – 0,90 g/cm³. Kerapatan terbesar didapat dari nilai rata-rata kerapatan pada sabut kelapa dengan suhu post curing 110°C dengan kadar 50% yaitu

sebesar 1.05 g/cm^3 . Sedangkan kerapatan terendah diperoleh dengan suhu *post curing* 100°C yaitu sebesar 0.91 g/cm^3 . Kerapatan papan komposit yang dihasilkan termasuk pada golongan berkerapatan tinggi karena kerapatan yang dihasilkan berada di atas 0,9. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kerapatan papan komposit cenderung meningkat seiring perlakuan suhu *post curing*. Namun peningkatan nilai kerapatan relatif seragam berkisar antara 0,91 – 1,05. dari hasil diatas dapat diketahui bahwa suhu *post curing* mempengaruhi kerapatan papan komposit, semakin besar suhu *post curing* yang diberikan, kerapatan papan komposit yang dihasilkan semakin tinggi. pada suhu *post curing* 110° mengalami ikatan *cross link* yang lebih sempurna dari pada suhu *post curing* yang lain sehingga polimer akan semakin lebar yang akan menjadikan rongga semakin kecil maka penyerapan akan semakin kecil pula.

2) Kadar Air

Grafik hasil pengujian kadar air disajikan pada gambar 4.2



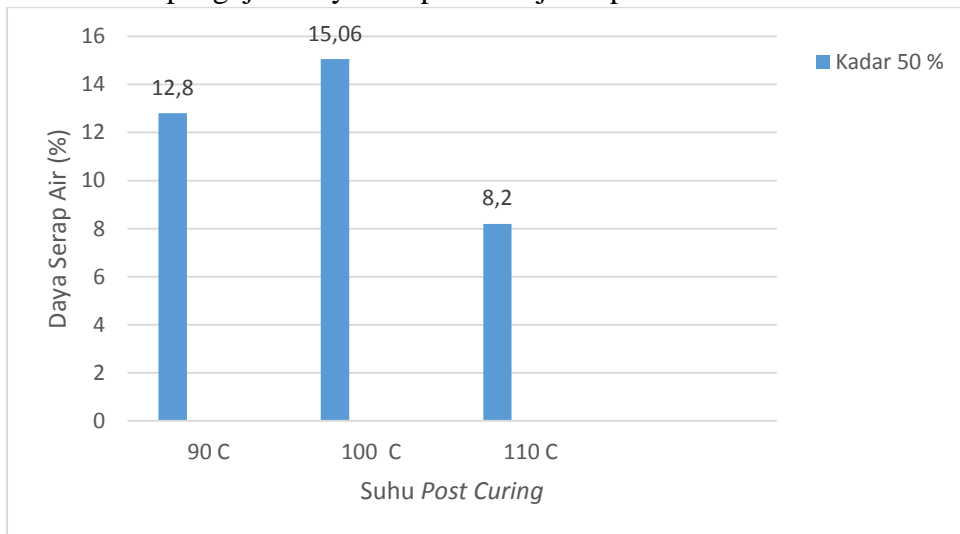
Gambar 4.2. Grafik Kadar Air Papan Komposit Serat Kelapa-Polyester.

Pengujian kadar air menggunakan sampel benda uji yang sama dengan pengujian kerapatan. Nilai kadar terkecil didapat dari papan komposit dengan suhu *post curing* 100°C yaitu sebesar 3,24%, sedangkan nilai kadar air tertinggi diperoleh dengan papan komposit dengan suhu *post curing* 90°C yaitu sebesar 4,11%. Nilai kadar air papan komposit dari sabut kelapa dengan suhu *post curing* 90, 100 dan 110°C sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yaitu $<14\%$. Dari penelitian ini, diketahui bahwa suhu *post curing* mempengaruhi nilai

kadar air papan komposit. Hasil menunjukkan semakin rendah suhu *post curing* yang diberikan semakin tinggi kadar airnya. Semakin tinggi suhu *post curing* maka air yang berada pada papan semakin berkurang, ini terjadi karena proses penguapan yang terjadi didalam papan komposit. Rendahnya kadar air penelitian ini berkisar 3,24 – 4,11%.

3) Daya Serap Air

Grafik hasil pengujian daya serap air disajikan pada Gambar 4.3.



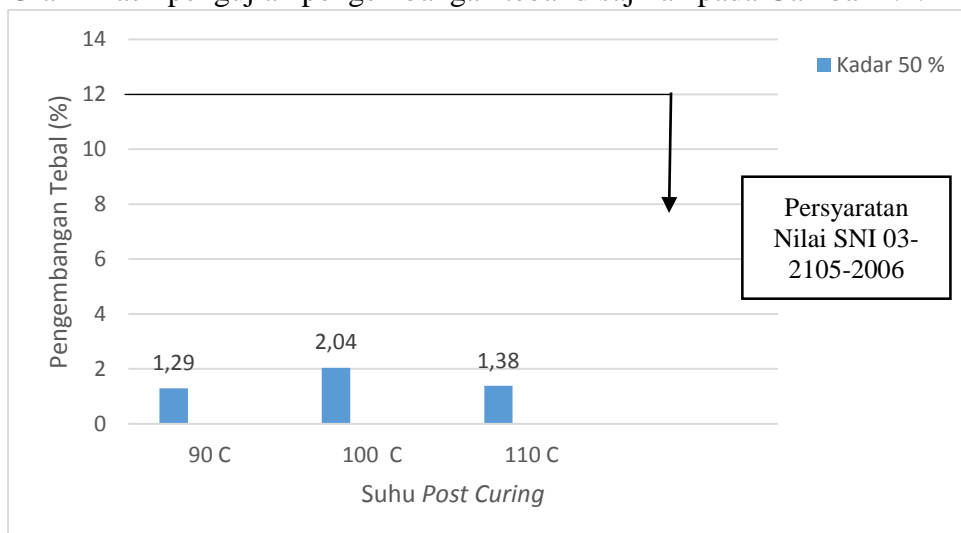
Gambar 4.3. Grafik Daya Serap Air Papan Komposit Serat Kelapa-Poliester.

Untuk pengujian daya serap air didalam standar SNI 03-2105-2006 tidak disebutkan standar nilainya namun perlu diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap kualitas papan komposit yang dihasilkan. Daya serap air terbesar papan komposit dengan kadar sabut kelapa 50% dengan suhu post curing 100°C yaitu sebesar 15,06% dan daya serap air terkecil didapat pada suhu *post curing* 110°C yaitu sebesar 8,2 %. Hal ini karena papan komposit dengan suhu *post curing* 110°C mengalami ikatan *cross link* yang lebih sempurna dari pada suhu *post curing* yang lain sehingga polimer akan semakin lebar yang akan menjadikan rongga semakin kecil maka penyerapan akan semakin kecil pula. Meningkatnya nilai daya serap air pada suhu *post curing* 100°C disebabkan karena pemberian tekanan pada saat pengepressan tidak maksimal sehingga menyebabkan ketebalan papan komposit yang dihasilkan melebihi batas yang

diinginkan, selain itu pada saat dilakukan pengepresan terjadi pengembangan sesaat. Penyerapan air akan menyebabkan mengembangnya dinding sel serat. Tingginya nilai daya serap air disebabkan karena proses pencampuran resin *polyester* dengan serat kelapa yang tidak merata dan pemberian tekanan berkurang saat proses press menyebabkan tebal papan komposit tidak mencapai target yang diinginkan. Selain itu, permukaan papan komposit tidak melapisi serat kelapa dengan baik mengakibatkan permukaan papan yang tidak terlapisi matrik akan lebih banyak menyerap air. Dengan demikian menyebabkan semakin banyak rongga pada papan komposit yang memudahkan dalam menyerap air dan juga karena sifat serat kelapa yang hidrokopis (meyerap air). Haygreen dan Bowyer (1989) mengemukakan bahwa semakin banyak jumlah perekat yang diberikan untuk suatu panel, maka nilai penyerapan air dan pengembangan tebalnya semakin kecil. Dari penelitian diatas diketahui bahwa proses pencmpuran matrik dengan serat dan pemberian tekanan saat proses pembuatan papan komposit sangat mempengaruhi daya serap papan komposit.

4) Pengembangan Tebal

Grafik hasil pengujian pengembangan tebal disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik Pengembangan Tebal Papan Komposit Serat Kelapa- Poliester.

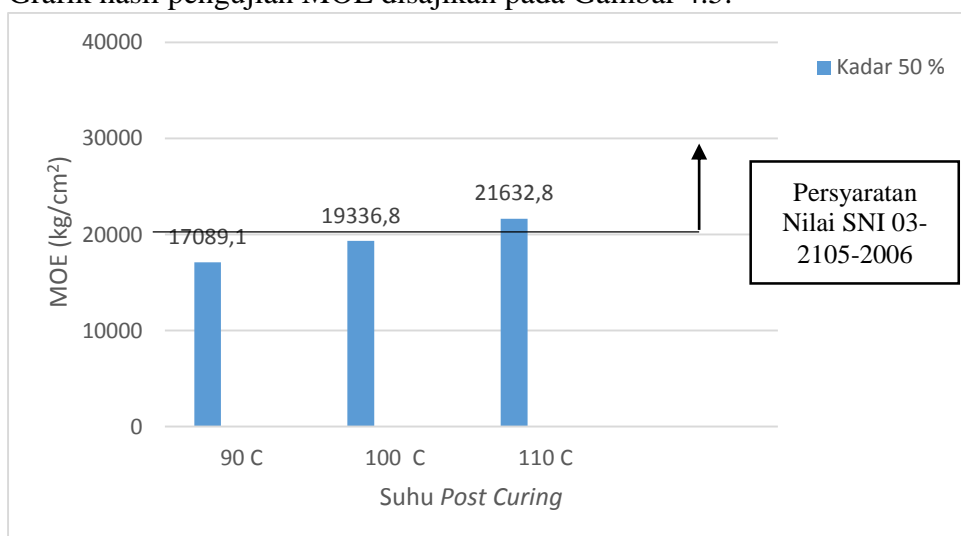
Berdasarkan SNI 03-2105-2006 papan komposit dengan variasi suhu post curing 90, 100, dan 110°C memiliki pengembangan tebal yang sesuai dengan SNI 03-2105-2006 yaitu

sebesar ≤ 12 %. Pengujian pengembangan tebal menggunakan sampel uji yang sama dengan pengujian daya serap air. Nilai pengembangan tebal terbesar diperoleh dari rata-rata pengembangan tebal pada suhu post curing 100°C yaitu sebesar 2,04% dan nilai pengembangan tebal terkecil diperoleh dari nilai rata-rata pengembangan tebal pada suhu *post curing* 90°C yaitu sebesar 1,29 %. Meningkatnya nilai pengembangan tebal pada suhu *post curing* 100°C disebabkan karena pemberian tekanan saat pengepressan dan terjadinya pengembangan sesaat sehingga menyebabkan banyaknya rongga-rongga udara. Serat kelapa bersifat menyerap air sehingga semakin banyak rongga maka penyerapan air juga semakin besar sehingga dinding sel semakin banyak yang mengakibatkan dinding sel semakin mengembang dan ketebalan papan komposit bertambah. Dari penelitian ini diketahui bahwa proses pencampuran ikatan matrik dan serat kelapa serta pemberian tekanan saat proses pembuatan papan komposit mempengaruhi nilai pengembangan papan komposit. Semakin banyak rongga papan komposit maka semakin besar pula pengembangan tebal papan komposit.

4.2.2. Pembahasan Hasil Pengujian Sifat Mekanis

1) *Modulus of Elasticity (MOE)*

Grafik hasil pengujian MOE disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik MOE Papan Komposit sabut kelapa-Polyester

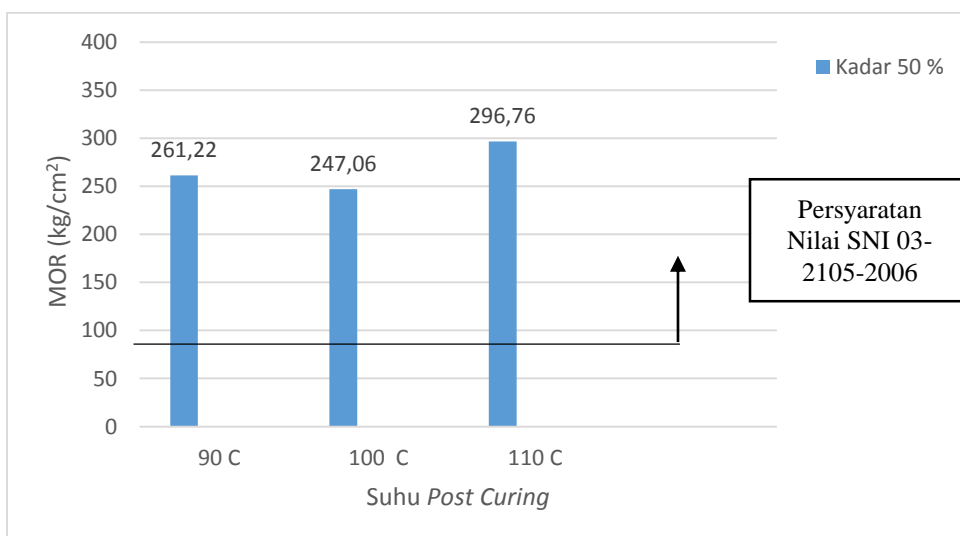
Keteguhan lentur adalah salah satu sifat paling penting pada papan komposit karena menunjukkan kekuatan papan komposit tersebut dalam menahan beban. Nilai MOE terbesar diperoleh dari nilai rata-rata MOE pada suhu *post curing* 110°C yaitu sebesar 21632,8 kg/cm² dan nilai MOE terkecil diperoleh dari nilai rata-rata MOE pada suhu *post curing* 90°C sebesar 17089,1 kg/cm².

Nilai Modulus of elasticity (MOE) yang dihasilkan untuk suhu post curing 110°C sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel yaitu sebesar $2,04 \times 10^4$ kg/cm². Sedangkan untuk suhu *post curing* 90°C dan 100°C tidak memenuhi standar.

Rendahnya nilai MOE disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya masih banyaknya celah-celah antara sabut kelapa karena pencampuran matrik dengan serat kelapa yang tidak merata. Selain itu dikarenakan karena belum mencapai ikatan molekul (*crosslink*) yang sempurna

2) *Modulus of Rupture (MOR)*

Grafik hasil pengujian MOR disajikan pada Gambar 4.6



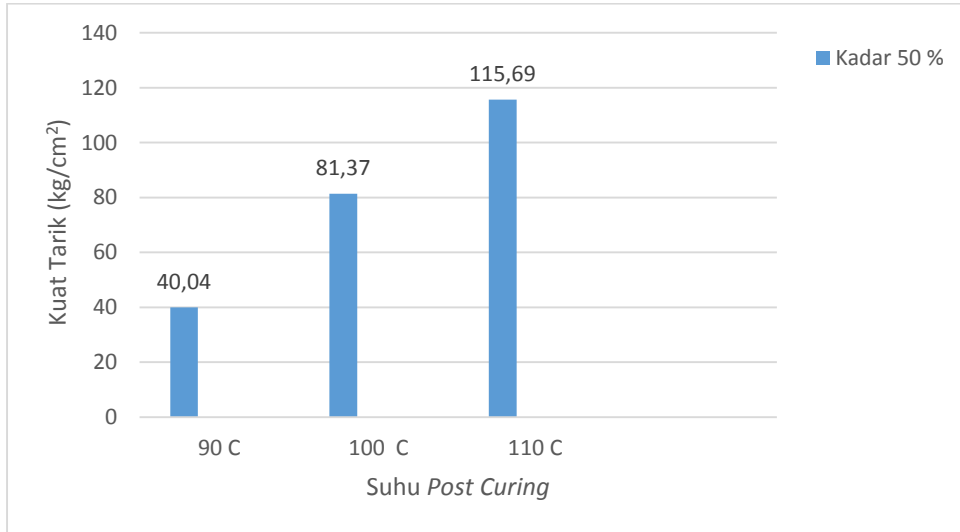
Gambar 4.6. Grafik MOR Papan Komposit Sabut Kelapa-Polyester

Pengujian MOR dilakukan bersamaan dengan pengujian MOE, pada saat pengujian besarnya defleksi dicatat pada setiap selang beban tertentu. Nilai MOR terbesar diperoleh dari nilai rata-rata MOR pada suhu *post curing* 110°C yaitu sebesar 297,42 kg/cm² dan nilai MOR

terkecil diperoleh dari nilai rata-rata MOR pada suhu *post curing* 100°C yaitu sebesar 247,06 kg/cm². Nilai MOR yang didapat sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yaitu sebesar ≥ 82 kg/cm². Suhu yang tinggi mempengaruhi kerapatan, maka kerapatan yang tinggi lebih kuat menahan beban sehingga keteguhan patah akan tinggi.

3) Kuat Tarik

Grafik hasil pengujian kuat tarik papan komposit disajikan pada Gambar 4.7.

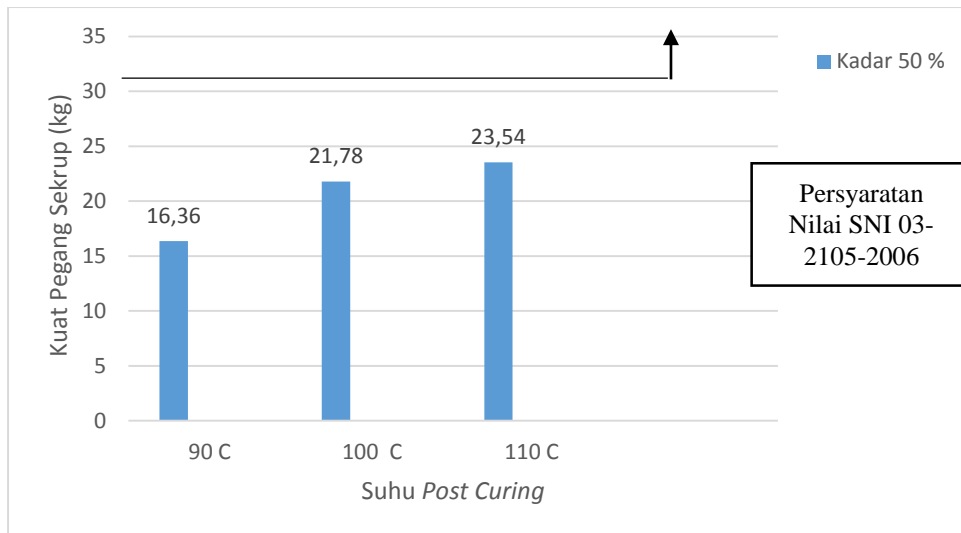


Gambar 4.8. Grafik Kuat Tarik Papan Komposit.

Pengujian tarik yang dilakukan dengan standar ASTM D638, nilai kuat tarik papan komposit terbesar pada kadar serat 50% dengan suhu *post curing* 110°C yaitu sebesar 115,69 kg/cm². Dan nilai kuat tarik terendah pada suhu *post curing* 90°C yaitu sebesar 40,04 kg/cm². Semakin tinggi suhu yang diberikan material tersebut mengalami peningkatan kekuatan tarik karena telah mencapai glass translation temperature, mobilitas molekul meningkat, molekul bergerak tersusun. Dengan melakukan *curing* terjadi penambahan ikatan *cross link* pada komposit sehingga meningkatkan sifat mekaniknya.

4) Kuat Pegang Sekrup

Grafik hasil pengujian Kuat Pegang Sekrup disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik Kuat Pegang Sekrup Papan Komposit.

Nilai kuat pegang sekrup terbesar diperoleh dari nilai rata-rata kuat pegang sekrup pada suhu *post curing* 110°C yaitu sebesar 23,54 kg dan nilai kuat pegang sekrup terkecil diperoleh dari nilai rata-rata kuat pegang sekrup pada suhu *post curing* 90°C yaitu sebesar 16,36 kg. Nilai kuat pegang sekrup sudah hampir memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yaitu sebesar 31 kg. Hal ini disebabkan karena papan yang dibuat termasuk dalam kerapatan tinggi yaitu 50% kadar serat kelapa dan distribusi perakat yang tidak merata sehingga ikatan antar sabut kelapa dengan poliester kurang sempurna. Selain itu karena papan yang dibuat bersifat semiplastik dan licin sehingga saat pengujian akan lebih kecil nilai kuat pegang sekrup yang dihasilkan. Dari penelitian ini dihasilkan bahwa penggunaan jumlah matrik yang banyak mengakibatkan matrik meresap dalam serat kelapa dan membentuk ikatan yang baik pada papan komposit sabut kelapa. Dari penelitian diatas diketahui bahwa kadar sabut kelapa mempengaruhi nilai kuat pegang sekrup papan komposit.

4.2.3. Pembahasan Umum Hasil Penelitian

Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis papan komposit sabut kelapa dengan matrik *polyester* dengan perbedaan suhu post curing disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.9. Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit

Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit	Persyaratan Nilai	Kadar Serat 50%		
		90°C	100°C	110°C
Kerapatan (g/cm ³)	0,40 – 0,90	0,96	0,91	1,05
Kadar Air (%)	≤14	4,11	3,24	3,72
Daya Serap Air (%)	-	12,8	15,06	8,2
Pengembangan Tebal (%)	≤ 10	1,29	2,04	1,38
MOE (kg/cm ²)	≥ 20400	17089,1	19336,8	21632,8
MOR (kg/cm ²)	≥ 82	261,22	247,06	296,76
Kuat Tarik (kg/cm ²)	-	40,04	81,37	115,69
Kuat Pegang Sekrup (kg)	≥ 31	19,73	21,78	23,54

Papan komposit yang dihasilkan secara keseluruhan memenuhi persyaratan standar SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel. Sebagian besar untuk semua kadar serat sudah memenuhi sifat fisis berupa nilai kerapatan, kadar air, daya serap air, dan pengembangan tebal berdasarkan standar yang ditentukan. Untuk nilai MOE hanya suhu post curing 110°C yang mencapai nilai standar SNI 03-2105-2006 yaitu sebesar 21632,8 kg/cm² lebih kecil dari nilai standar acuan SNI 03-2105-2006 yaitu sebesar $> 2,04 \times 10^4$.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan menurut ruang lingkup standar papan partikel SNI 03-2105-2006 maka hasil yang dapat disimpulkan adalah :

1. Serat kelapa dan resin *polyester* dapat dijadikan sebagai bahan baku dan penguat dalam pembuatan papan komposit

2. Papan komposit dari sabut kelapa dengan kandungan serat kelapa 50% dengan variasi suhu *post curing* 90, 100, dan 110°C memenuhi persyaratan standar papan partikel SNI 03-2105-2006
3. Semakin tinggi suhu *post curing* yang diberikan maka sifat mekanis papan komposit yang dihasilkan relatif meningkat
4. Papan komposit terbaik hasil penelitian adalah papan komposit yang diberi suhu *post curing* 110°C dengan nilai kerapatan 1,05 g/cm³, kadar air 3,27%, daya serap air 8,20%, pengembangan tebal 1,38%, MOE 21632,8 kg/cm², MOR 296,76 kg/cm², kuat tarik 115,69 kg/cm² dan kuat pegang sekrup yang tidak memenuhi standar yaitu sebesar 23,54 kg.
5. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil nilai pengujian fisis dan mekanis papan komposit serat kelapa dengan matrik *polyester* dengan perbedaan suhu *post curing* sudah memenuhi SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel, sangat memungkinkan digunakan sebagai alternatif pengganti papan bekisting untuk penggunaan yang lebih kondusif dan ekonomis karena papan komposit memiliki daya serap air yang rendah.

5.3 Saran

Berdasarkan pembahasan masalah dan kesimpulan yang telah diuraikan diatas maka diajukan saran-saran sebagai berikut :

1. Untuk memperbaiki mutu papan komposit dari serat kelapa dan matrik *polyester* dengan suhu *post curing*, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang suhu optimal yang digunakan agar semua persyaratan sesuai standar papan partikel SNI 03-2105-2006 sebagai alternatif pengganti papan bekisting.

2. Pada proses pencampuran serat kelapa dengan matrik *polyester* sebaiknya dengan proses pengadukan campuran yang lebih lama agar pencampuran merata sehingga mempengaruhi sifat fisis dan mekanis papan komposit tersebut.