

Pengaruh *Maleic Anhydride* (MAH) Terhadap Kualitas Papan Komposit Termodifikasi Sebagai Produk Daur Ulang

Suci Handayani⁽¹⁾, Vina Lestari Riyandini⁽²⁾, Sri Yanti Lisha⁽³⁾

Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang, Indonesia

Email : sucihandy@gmail.com

Info Artikel

Diterima: 20 Januari 2022

Disetujui: 19 Desember 2022

Dipublikasikan: 28 Februari 2023

Alamat Korespondensi:

sucihandy@gmail.com

Copyright © 2023 Jurnal
Engineering

This work is licensed under the
Creative Commons Attribution
International License (CC BY
4.0).

Abstrak

Produksi minyak kelapa sawit menghasilkan limbah tandan kosong yang hanya dibuang ke lingkungan. Salah satu solusi untuk memberdayakan potensi limbah plastik dan tandan kosong kelapa sawit adalah dengan mendaur ulang menjadi papan komposit. Untuk meningkatkan kualitas papan komposit tersebut dan sesuai dengan standar, maka dilakukan penambahan zat aditif *Maleic Anhydride* (MAH). Penelitian ini dilakukan dengan bervariasi komposisi MAH sebanyak 5%, 10%, dan 15% dari total berat TKKS dan Plastik PP (40% : 60%). Selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik berdasarkan pada SNI 03-2105-2006. Dari hasil pengujian papan komposit yang dihasilkan sudah memenuhi SNI 03-2105-2006 kecuali untuk nilai MOE masih jauh dibawah standar. Secara keseluruhan papan komposit yang menghasilkan nilai terbaik adalah pada penambahan MAH 15% dimana hasil uji sifat fisiknya (kerapatan 0,72 g/cm³, pengembangan tebal 0%, kadar air 1,6%) dan sifat mekaniknya (MOR 139 kgf/cm², dan MOE 13.965,42 kgf/cm²).

Kata kunci: Limbah Kelapa Sawit; Limbah Plastik; Maleic Anhydride; Papan komposit

Abstract

Palm oil production produces empty bunches of waste that are only dumped into the environment. One solution for harnessing the potential of plastic waste and empty bunches of palm oil is to recycle them into composite boards. To improve the quality of the composite board and in accordance with the standards, the addition of the additive maleic anhydride (MAH) was carried out. This study was conducted by varying the composition of MAH by as much as 5%, 10%, and 15% of the total weight of EFB and PP plastic (40% vs. 60%). Furthermore, physical and mechanical property testing was carried out based on SNI 03-2105-2006. From the test results, the resulting composite board met SNI 03-2105-2006 except for the MOE value, which is still far below the standard. Overall, the composite board that produced the best value was with the addition of 15% MAH, where the test results were physical properties (density 0.72 g/cm³, development thickness 0%, moisture content 1.6%), and mechanical properties (MOR 139 kgf/cm², and MOE 13,965.42 kgf/cm²).

Keywords: Palm Oil Waste; Plastic Waste; Maleic Anhydride; Composite board

1. Pendahuluan

Semakin meningkatnya jumlah penduduk sejalan dengan semakin meningkatnya produksi sampah yang dihasilkan terutama limbah plastik. Kontribusi limbah plastik khususnya di pulau Sumatera menempati posisi kedua setelah limbah organik, yaitu sebesar 17%. Jenis limbah plastik yang paling banyak adalah *Polypropylene* (PP) sebesar 42,97%. Data-data tersebut menunjukkan bahwa limbah plastik saat ini perlu menjadi perhatian khusus (Allan, 2021).

Disamping itu tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat yang dihasilkan pabrik atau industri pengolahan minyak kelapa sawit. Pengolahan TKKS di pabrik kelapa sawit hanya dibakar dan dibuang ke lingkungan, namun hal tersebut dapat menimbulkan masalah karena dapat menurunkan kemampuan tanah menyerap air dan mencemari lingkungan (Ardianto, 2019).

Salah satu solusi untuk memberdayakan potensi limbah plastik dan TKKS yang melimpah adalah melakukan daur ulang menjadi papan komposit yang selanjutnya digunakan untuk kebutuhan rumah tangga atau pun industri. Papan komposit daur ulang ini juga diharapkan dapat mengganti peranan kayu yang ketersediaannya mulai terbatas di hutan akibat produksi kayu yang berlebihan. Limbah plastik *Polypropylene* (PP) diketahui dapat digunakan sebagai bahan perekat pada papan komposit dan TKKS sebagai pengisi karena memiliki kandungan lignin dan selulosa (Setyawati, 2005).

Penelitian tentang daur ulang limbah plastik *Polypropylene* (PP) dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satunya oleh (Sahat, 2011) yang menyatakan bahwa perlakuan terbaik papan komposit yaitu pada komposisi 40% limbah TKKS : 60% limbah plastik. Pada pengujian sifat fisik nilai yang didapat sudah sesuai dengan SNI 03-2105-2006 namun nilai MOE (*Modulus Of Elasticity*) belum sesuai dengan SNI 03-2105-2006 yaitu hanya sebesar 6.500,88 – 9.171,98 kgf/cm².

Untuk memenuhi standar yang ditetapkan, kualitas papan komposit perlu ditingkatkan dengan penambahan zat aditif *Maleic Anhydride* (MAH). *Maleic Anhydride* (MAH) mampu membuat ikatan dan *network* baru antara pengisi (*filler*) dan perekat (*matriks*) sehingga material komposit bisa semakin kuat dan nilai MOE yang dihasilkan bisa mencapai standar yang sudah ditetapkan (Arief, 2018).

Dalam penelitian ini akan dibuat papan komposit dengan penambahan *Maleic Anhydride* (MAH) dengan bervariasi komposisinya. Diharapkan dengan adanya penambahan *Maleic Anhydride* (MAH) dapat meningkatkan kualitas suatu papan komposit. Sehingga pada penelitian ini bisa menjadi salah satu solusi memberdayakan potensi tandan kosong kelapa sawit dan limbah plastik yang melimpah dan menjadi permasalahan lingkungan secara Nasional dan Internasional.

2. Metode Penelitian

- Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan pada variabel tetap (Sugiyono, 2018). Variabel bebas pada penelitian ini adalah komposisi tandan kosong kelapa sawit (*filler*) dan limbah plastik *Polypropylene* (*matriks*) serta variasi penambahan *Maleic Anhydride* (MAH), Komposisi yang dibuat pada penelitian ini adalah berdasarkan pada penelitian (Sahat, 2011) dimana

formulasi terbaiknya adalah pada perlakuan 40% TKKS : 60% PP, serta variasi penambahan MAH berdasarkan dari total berat TKKS dan PP. yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Komposisi bahan baku papan komposit

TKKS	Plastik PP	MAH
40% (320 gr)	60% (480 gr)	5 %
40% (320 gr)	60% (480 gr)	10 %
40% (320 gr)	60% (480 gr)	15 %

- Variabel Tetap

Varibel tetap adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas (Sugiyono, 2018). Pada penelitian ini variabel tetapnya adalah parameter uji sifat fisik yaitu : nilai kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, dan uji sifat mekanik yaitu nilai kuat lentur / patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) serta suhu yang dipakai adalah 170°C.

- Alat

Neraca analitik ; timbangan ; alat cetakan dari bahan besi; seperangkat alat *hot press* (pencetak tekan), sarung tangan tahan panas, gergaji, gunting, *stop watch*, ember, dan penggaris.

- Bahan

Limbah plastik *Polypropylene* (PP), serat tandan kosong kelapa sawit, *Maleic Anhydride* (MAH), oli, NaOH, air / *aquades*, dan deterjen.

- Prosedur Penelitian

Perlakuan Limbah Plastik

Limbah plastik *Polypropylene* (PP) dibersihkan dengan menggunakan air yang dicampur detergen, lalu dikeringkan dibawah sinar matahari. Kemudian plastik *Polypropylene* (PP) yang telah dibersihkan dicacah dengan ukuran $\pm 0,5$ cm x 0,5 cm (Sahat, 2011).

Perlakuan Pada Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit yang sudah dicacah dalam bentuk serat direndam dengan detergen selama ± 6 jam untuk menghilangkan kadar minyak kemudian serat dibilas dengan air. Selanjutnya serat direndam dengan larutan NaOH 10 % selama 24 jam untuk menghilangkan kadar karbohidrat pada serat, lalu dicuci dengan air bersih. Serat dikeringkan dibawah sinar matahari sampai benar-benar kering. Serat yang sudah kering dipotong-potong atau dicacah hingga berbentuk serat pendek ($\pm 0,5$ cm) (Sahat, 2011).

Prosedur Pembuatan Papan Komposit

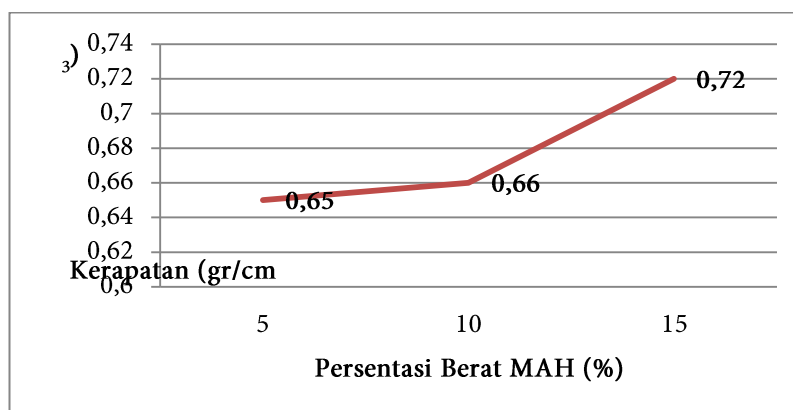
Siapkan sampel limbah plastik *Polypropylene* (PP) yang sudah dicacah dan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang sudah bersih serta MAH berdasarkan masing-masing variasi. Timbang limbah plastik PP dan TKKS serta MAH dengan variasi komposisi sesuai tabel 1. Campurkan plastik PP dan TKKS serta MAH yang sudah ditimbang tersebut ke dalam ember, lalu aduk-aduk sampai tercampur rata. Masukkan kedalam cetakan ukuran 30 x 30 x 1 (cm) untuk satu komposisi. Letakkan cetakan yang berisi sampel di *hotpress* dengan pengaturan suhu 170°C. Biarkan sampai sampel meleleh dan secara otomatis akan ditekan oleh alat *hotpress* pada penutupan cetakan. Setelah meleleh semua, tunggu 10 menit, matikan alat *hotpress*. Biarkan sampel dingin dalam cetakan selama 2 jam. Kemudian lepaskan sampel dari cetakan, papan komposit sudah didapatkan. Selanjutnya dilakukan pengujian untuk parameter uji fisis berupa uji kerapatan, daya serap air, kadar air dan sifat mekanik berupa kuat lentur / patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) (Sahat, 2011).

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

- Kerapatan

Kerapatan merupakan salah satu sifat fisis yang menunjukkan perbandingan antara massa benda terhadap volumenya atau banyaknya massa zat per satuan volume. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kerapatan papan partikel yang dihasilkan berkisar antara 0,65 g/cm³ sampai 0,72 g/cm³, nilai kerapatan terendah pada komposisi 5% dan yang tertinggi pada komposisi 15%.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 03 – 2105 – 2006, Papan Partikel, mensyaratkan nilai kerapatan papan partikel sebesar (0,40 gr/cm³ – 0,90 gr/cm³). Kerapatan yang dihasilkan sudah mencapai kerapatan sasaran yang diinginkan yaitu 0,40 gr/cm³ – 0,90 gr/cm³. Jadi semua papan komposit yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan yang di tetapkan.



Gambar 1. Grafik Nilai Kerapatan

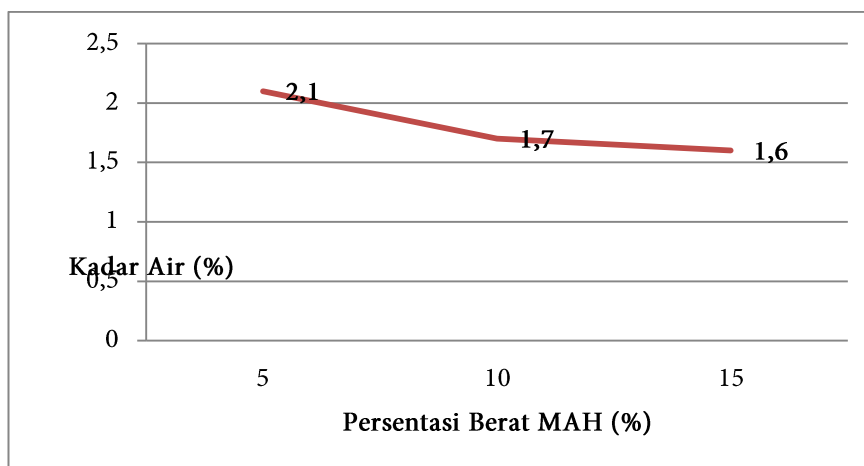
Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada komposisi MAH 5% kerapatan papan komposit memiliki nilai yang rendah. Hal tersebut terjadi akibat distribusi serat TKKS dan plastik PP serta penambahan MAH pada saat pembentukan papan partikel tidak begitu merata dan tekanan pada saat pengempaan tidak

begitu optimal, sehingga berat papan komposit lebih kecil dibandingkan volume papan komposit itu sendiri. Jumlah penambahan MAH pada saat pembuatan papan komposit juga memiliki pengaruh besar terhadap hasil uji kerapatan, semakin banyak MAH ditambahkan maka semakin tinggi pula nilai kerapatan yang dihasilkan karena MAH mampu memberikan ikatan yang baik antara molekul – molekul bahan yang ada pada papan komposit. Papan komposit yang lebih baik adalah papan komposit dengan kerapatan tinggi karena faktor kerapatan yang semakin tinggi sangat berpengaruh nyata terhadap semua sifat fisika dan mekanika serta durabilitas terhadap rayap.

- Kadar Air

Kadar air menunjukkan besarnya kandungan air didalam suatu benda dalam keadaan kesetimbangan dengan lingkungan yang dinyatakan dalam persen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air papan komposit yang dihasilkan sebesar 1,6% untuk komposisi 15% dan 2,1% untuk komposisi 5%.

Standart Nasional Indonesia (SNI) 03 – 2105 – 2006, Papan Partikel, Mensyaratkan nilai kadar air papan komposit < 14%. Dari hasil pengujian semua papan komposit yang dihasilkan sudah mencapai kadar air minimum yang diisyaratkan. Rendahnya kadar air papan komposit yang dihasilkan diakibatkan juga karena perlakuan panas pada saat pengempaan dengan menggunakan suhu 170° C yang membuat kadar air pada papan komposit mengalami penguapan.



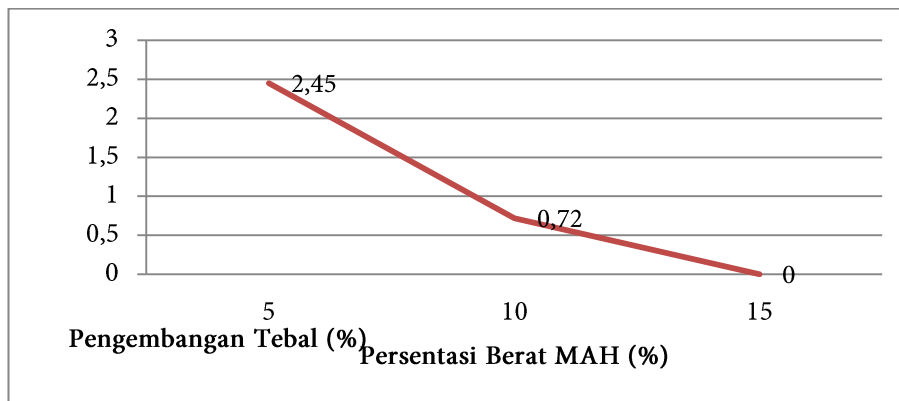
Gambar 2. Grafik Nilai Kadar Air

Penambahan MAH pada pembuatan papan komposit juga sangat memiliki pengaruh yang besar terhadap nilai kadar air, MAH mampu menutupi rongga papan komposit, semakin banyak MAH yang digunakan maka kadar airnya juga semakin kecil. MAH juga mampu mengikat partikel bahan yang membuat ikatan antar partikel akan semakin rapat sehingga air tidak dapat masuk.

- Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal adalah besaran yang menyatakan pertambahan tebal sampel dalam persen terhadap tebal awalnya setelah sampel direndam dalam air pada suhu kamar selama 24 jam. Hasil rata-rata pengembangan tebal bervariasi antara 0% untuk komposisi 15% hingga 2,45% untuk komposisi 5%. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2105-2006, Papan Partikel. Nilai pengembangan tebal papan

komposit yang di isyaratkan maksimum 12% sehingga papan komposit memenuhi standar yang di isyaratkan.

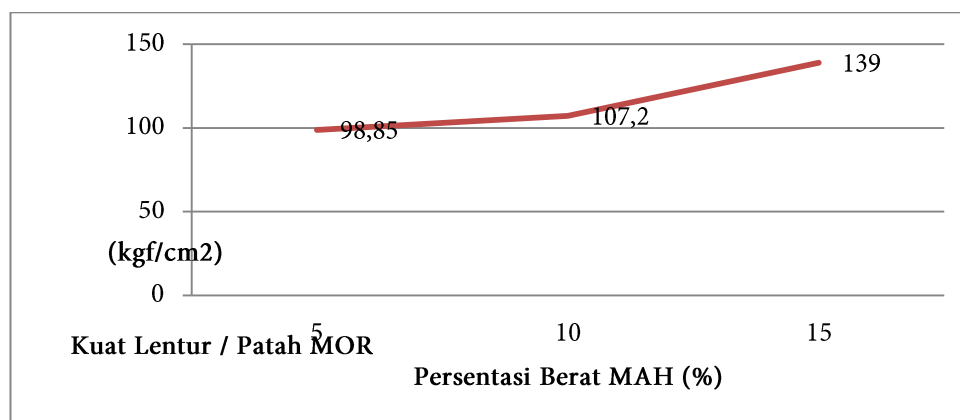


Gambar 3. Grafik Nilai Pengembangan Tebal

Beberapa faktor yang mempengaruhi pengembangan tebal adalah campuran semua bahan baku kurang homogen sehingga ada bagian pada papan komposit yang jumlah seratnya (*filler*) lebih banyak dari pada plastik PP (*matriks*) sehingga papan komposit pada bagian tersebut lebih cenderung mudah menyerap air dan mengalami pengembangan tebal. Namun pada perlakuan komposisi MAH 15% terlihat tidak ada perubahan pengembangan tebal dari sebelum direndam sampai setelah direndam atau 0%. Hal ini membuktikan bahwa selain pencampuran yang sudah cukup baik, MAH juga mampu membuat papan komposit menjadi tahan air atau hidrofobik karena MAH mampu memperkuat ikatan – ikatan antar partikel papan komposit sehingga papan komposit akan semakin rapat dan air tidak mudah masuk. Nilai pengembangan tebal juga berpengaruh dengan nilai daya serap air semakin kecil nilai daya serap air maka nilai pengembangan tebalnya juga semakin rendah.

- Kuat Lentur / Patah (MOR)

Kuat lentur / patah (MOR) merupakan besaran dalam bidang teknik yang menunjukkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh material (dalam hal ini papan komposit) persatuan luas sampai material itu patah.



Gambar 4. Grafik Nilai Kuat Lentur / Patah (MOR)

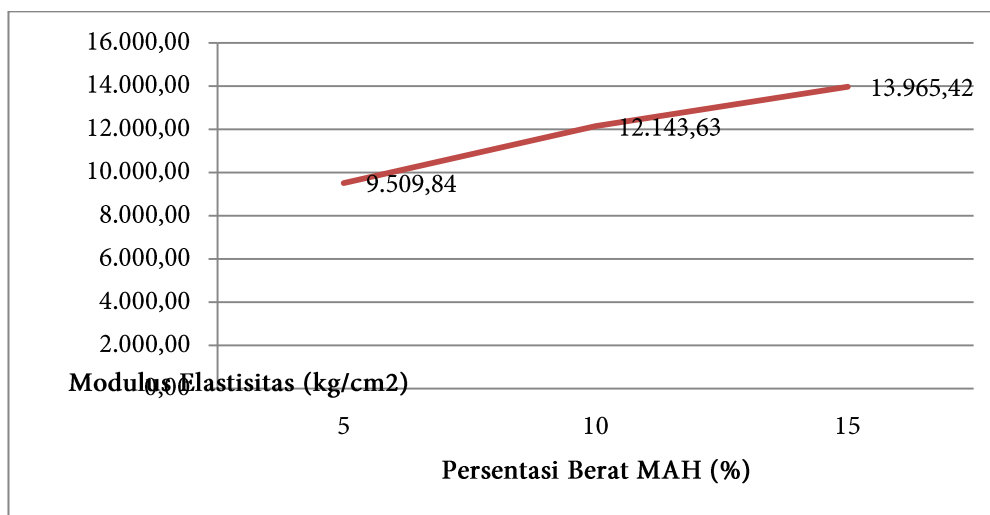
Dari hasil penelitian ini kuat lentur (MOR) yang diperoleh berkisar antara 98,85 kgf/cm² untuk komposisi 5% sampai 139 kgf/cm² untuk komposisi 15%. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03 – 2105 – 2006, Papan Partikel, mensyaratkan nilai kuat lentur / patah (MOR) minimal 82 kgf/cm². Dengan demikian papan komposit yang dihasilkan sudah memenuhi standar yang ditetapkan.

Dari hasil pengujian semakin banyak MAH ditambahkan semakin tinggi pula kuat lentur yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Iswanto dan Febrianto, 2005 yang menyatakan bahwa penambahan MAH mampu meningkatkan sifat mekanik papan komposit. Maloney (1993) menyatakan bahwa nilai MOR dipengaruhi oleh kandungan dan jenis perekat yang digunakan, daya ikat perekat, dan ukuran partikel. Pada pembuatan papan komposit ini plastik PP mampu mengikat TKKS dengan baik serta penambahan MAH juga mampu menutupi rongga antar partikel sehingga kekuatan partikel juga lebih besar. Penggunaan jumlah perekat dalam papan komposit mempengaruhi sifat – sifat papan komposit yang dihasilkan. Semakin besar penggunaan perekat, semakin besar pula peningkatan kekuatan papan komposit yang dihasilkan.

- Modulus Elastisitas (MOE)

Keteguhan Elastis atau Modulus Elastis (MOE) merupakan besaran dalam bidang teknik yang menunjukkan ukuran ketahanan material (dalam hal ini papan komposit) menahan beban dalam batas proporsi (sebelum patah). Hasil pengujian menunjukkan nilai MOE yang terendah pada komposisi 5% sebesar 9.509,84 kgf/cm² sedangkan yang tertinggi pada komposisi 15% sebesar 13.965,42 kgf/cm².

Standar Nasional Indonesia (SNI) 03 – 2105 – 2006 , Papan Partikel, mensyaratkan nilai MOE minimal 20.400 kgf/cm². Nilai MOE papan komposit yang dihasilkan masih jauh berada dibawah standar.



Gambar 5. Grafik Nilai Modulus Elastisitas

Nilai MOE yang didapat mengalami kenaikan dan penurunan karena dipengaruhi oleh timbulnya rongga udara pada papan komposit yang mempengaruhi ikatan antara matriks dan serat yang dapat menyebabkan matriks tidak akan mampu mengisi ruang kosong yang menyebabkan ikatan mekanik yaitu mekanisme penguncian (*Interlocking*) antara matriks dan filler semakin lemah. Jika papan komposit

menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke rongga papan sehingga akan mengurangi kekuatan papan komposit tersebut. Namun nilai MOE yang didapatkan pada penelitian ini mengalami kenaikan dibandingkan dengan penelitian Sahat, 2011 yang menunjukkan hasil MOE tertinggi hanya sampai 9.171,72 kgf/cm².

Pada penelitian ini dapat dilihat dari grafik nilai MOE meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi MAH. Pada setiap penambahan komposisi MAH terjadi ikatan – ikatan yang kuat, sehingga hal ini bisa membuktikan bahwa MAH mampu meningkatkan sifat mekanik nilai modulus elastisitas (MOE).

Schut (1997) menyatakan bahwa kompatibilitas bahan pengisi selulosa sangat rendah karena kepolarannya berbeda. Untuk meningkatkan kompatibilitas campuran polimer diperlukan bahan penghubung (*coupling agent*) MAH yang dapat meningkatkan interaksi antara bahan pengisi dengan matriks polimer sehingga memiliki kompatibilitas yang baik yang ditunjukkan dengan kenaikan sifat mekanik. Modifikasi esterifikasi serat turunan selulosa dijumpai memiliki kompatibilitas yang lebih baik dengan matriks polimer setelah diolah dengan MAH (Mishra, dkk 2000).

Kesimpulan

Papan komposit yang menghasilkan nilai optimal adalah pada penambahan MAH 15 % dan semua hasil uji sifat fisik dan sifat mekanik sudah sesuai dengan SNI 03-2105-2006 kecuali untuk sifat mekanik uji modulus elastisitas (MOE) masih jauh dibawah standar yang ditetapkan.

Penambahan *Maleic Anhydride* (MAH) dapat meningkatkan kualitas sifat fisik dan sifat mekanik papan komposit, semakin banyak *Maleic Anhydride* (MAH) ditambahkan maka kualitas papan komposit yang dihasilkan juga semakin bagus. Dimana hasil uji sifat fisik dan mekanik yang dihasilkan pada komposisi MAH 15 % antara lain : kerapatan 0,72 g/cm³, pengembangan tebal 0 %, Kadar Air 1,6 %, MOR 139 kgf/cm², dan MOE 13.965,42 kgf/cm².

Daftar Pustaka

- Allan, S. 2021. Kajian Potensi Kegiatan *Reduce, Reuse, Recycle* (3R) Sampah Plastik Pada Sumber Domestik Di Kota Padang. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Andalas Padang
- Arief RP, Hosta A, dan Sigit TW. 2018. Pengaruh *Maleic Anhydride* Terhadap Sifat Mekanik, Stabilitas Termal, dan Konduktivitas Listrik Komposit Epoksi/Triethylamine/Maleic Anhydride/Grafit Sebagai Kandidat Pelapisan (Cat) Komposit Konduktif Pada Pesawat Terbang. Jurnal Teknik. Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. <https://jurnalteknik.com> diakses 12 September 2021
- Darnoko, et al. 1995. *Pulping of Oil Palm Empty Fruit Bunches With Surfactant*, In : *Oil Palm Trunk and Other Palmwood*, p87-87
- Iswanto AS, Febrianto F . 2005. *The Role Of Dicumyl Peroxide (DCP) In The Strengthening Of Polimer Composites*. *Peronema. Forestry Science Journal* 1(2):46 - 49

- Maloney, T.M. 1993. *Modern Particle Board And Dry Process Fiberboard Manufacturing Inc Sanfrancisco: Miller Freeman.*
- Mishra, S., Naik, J.B., Patil, Y.P., 2000. *The Compatibilising Effect of Maleic anhidride an Swelling and Mechanical Properties of Plant- Fiber- Reinforced Novolac Composite, Composite Science and technology*, 60, 1720-1735
- Prima, Ardianto. 2019. *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Plastik Daur Ulang (Polypropylene) Sebagai Material Komposit Papan Partikel (Partikel Board). Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Riau*
- Sahat, H. P. 2011. *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Perekat Polipropilena Hasil Daur Ulang Sebagai Bahan Papan Partikel. Tesis Program Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan*
- Schut, J. H., 1997. *Wood – Filled Thermoplastic Comercial Plast World. P-12*
- Setyawati, D., Massijaya MY . 2005. *Pengembangan papan Komposit Berkualitas Tinggi Dari Sabut Kelapa dan Plastik Polipropilena daur ulang (1): Suhu dan Waktu Kempa Panas. Jurnal Teknologi Hasil Hutan 18(2): 91 – 101*
- Standar Nasioanal Indonesia. 2006. *Papan Partikel. Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2015-2006*
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif. Bandung. Alfabeta*