

PEMANFAATAN LIMBAH RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* SEBAGAI *MEDIUM DENSITY FIBREBOARD* (MDF) DENGAN KONSENTRASI PEREKAT YANG BERBEDA

The Use of Seaweed Waste *Eucheuma Cottonii* as Medium Density Fibreboard (Mdf) with the Difference of Adhesive Concentration

Moch. Amin Alamsjah^{1*}, Kurnia Ayu K.W² and Boedi Setya Rahardja³

¹Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya

²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya

³Departemen Manajemen Kesehatan Ikan dan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya

*alamsjah_fpk@yahoo.com

Abstrak

Diperlukan alternatif pengganti penggunaan kayu di dalam pembuatan papan komposit. Salah satu jenis produk papan komposit adalah *Medium Density Fibreboard* (MDF). Salah satu jenis alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti kayu dalam pembuatan MDF adalah limbah rumput laut *Eucheuma cottonii*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan dan penggunaan konsentrasi perekat yang optimal dalam pemanfaatan limbah rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai *Medium Density Fibreboard* (MDF) terhadap pengujian secara fisis dan mekanis. Metode penelitian ini adalah eksperimen dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan adalah penambahan konsentrasi perekat, yaitu A (0%), B (6%), C (9%) dan D (12%), dengan lima ulangan. Parameter yang diamati adalah kerapatan (gr/cm^3), kadar air(%), daya serap(%), pengembangan tebal(%), keteguhan lentur(kgf/cm^2), keteguhan patah(kgf/cm^2) dan kuat pegang sekrup (kgf). Analisis data menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) dan apabila terdapat pengaruh terhadap hasil dilakukan uji jarak Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi perekat berpengaruh terhadap daya serap air, pengembangan tebal, keteguhan lentur dan keteguhan patah ($p < 0,01$), namun tidak berpengaruh terhadap kerapatan, kadar air dan kuat pegang sekrup MDF ($p < 0,01$). Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan D (12%) dengan nilai kerapatan $0,65 \text{ gr/cm}^3$, pengembangan tebal 7,86%, keteguhan lentur $1,68 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$, keteguhan patah $246,27 \text{ kgf/cm}^2$ dan kuat pegang sekrup $34,72 \text{ kgf}$ yang secara umum telah memenuhi standar JIS kecuali nilai kadar air dan daya serap air. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan MDF yang memenuhi standar secara sempurna.

Kata kunci :Limbah Rumput Laut *Eucheuma cottonii*, *Medium Density Fibreboard* (MDF), Konsentrasi Perekat.

Abstract

Necessary alternative to the use of wood in the manufacture of composite board. One of the type composite board products are Medium Density Fibreboard (MDF). One of the type alternatives that can be used as a substitute for wood in the manufacture of MDF was *Eucheuma cottonii* waste. The purpose of this study was to determine the effect of the different adhesive concentration and the optimal use of adhesive concentration in the use of seaweed waste *Eucheuma cottonii* as Medium Density Fibreboard (MDF) on the basis of physical and mechanical testing. The method of this study was experimental with Completely Randomized Design as experimental design. The treatment was completed by adding concentration of adhesive as A (0%), B (6%), C (9%) and D (12%), with five repeatations. Parameters were measured as density(gr/cm^3), moisture content(%), water absorption(%), thickness swelling(%), modulus of elasticity (kgf/cm^2), modulus of rupture (kgf/cm^2) and the hold strength of screw (kgf). Data analysis used Analysis of Variance (ANOVA) and if there was different from result further study by Duncan's Multiple Range Test was needed. The result of this study showed that adhesive concentration had effect on water absorption, thickness swelling, modulus of elasticity and modulus of rupture ($p < 0,01$), but had no effect on density, moisture content and the hold strength of screw. The best treatment in this study was treatment D (12%) with the value of density was 0.65 g/cm^3 , thickness swelling was 7.86%, modulus of elasticity was $1.68 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$, modulus of rupture was 246.27 kgf/cm^2 and the hold strength of screw 34.72 kgf which in generally has met the JIS standard except moisture content and water absorption. It is necessary to do further study to get characteristic of MDF which meet the standard perfectly.

Keywords : Seaweed Waste *Eucheuma cottonii*, Medium Density Fibreboard (MDF), Adhesive Concentration

PENDAHULUAN

Produksi rumput laut nasional saat ini mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Produksi rumput laut nasional pada tahun 2014 mencapai sekitar 10,2 juta ton atau meningkat lebih dari tiga kali lipat, dimana sebelumnya produksi rumput laut pada tahun 2010 hanya berkisar pada angka 3,9 juta ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015). Menurut Kasim dan Asnani (2012), jenis *E. cottonii* merupakan jenis rumput laut yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia khususnya kawasan timur Indonesia seperti di perairan Sulawesi. Namun tidak semua hasil panen *Eucheuma cottonii* dapat diekspor sebagai bahan baku kosmetik serta bahan makanan karena ada saja bagian yang tidak masuk kedalam kriteria kelayakan sebagai bahan baku untuk diekspor (Wiratmaja dkk., 2011).

Hutan tropis di Indonesia mempunyai tingkat keanekaragaman hayati yang sangat tinggi baik flora maupun faunanya. Namun keanekaragaman hayati hutan di Indonesia baik pada level ekosistem, jenis dan gen telah dan sedang mengalami ancaman yang sangat serius (Yudohartono, 2008). Saat ini juga kebutuhan bahan papan terus mengalami peningkatan. Meningkatnya pemakaian kebutuhan akan papan ini dapat memberikan pengaruh yang kurang baik, yaitu hasil hutan terutama bahan kayu akan semakin berkurang dalam jangka waktu tertentu (Fathanah, 2011). Salah satu bentuk pemanfaatan kayu dari batang pohon tertentu sebagai bahan baku industri yang mempunyai prospek pemasaran dalam negeri dan ekspor yang cerah yaitu industri papan serat kayu berkerapatan sedang yang dikenal dengan *Medium Density Fibreboard* (MDF) (Toha, 1994 dalam Effendi, 2001).

Untuk mengatasi masalah penurunan hasil kualitas hutan maka perlu suatu alternatif pengganti kayu yang dapat menggantikan penggunaan kayu (Wulandari, 2013). Salah satu alternatif

yang dapat digunakan adalah pemanfaatan bahan limbah rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai pengganti penggunaan kayu. Perak sendiri merupakan bahan yang sangat penting di dalam pembuatan produk komposit karena dapat menentukan kualitas produk hasil rekatannya (Sulastiningsih dkk., 2013).

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada bulan April-Mei 2015 di Laboratorium Pendidikan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya dan pengujian sifat fisis dan mekanis MDF dilaksanakan di Laboratorium Biokomposit Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada (UGM).

Materi Penelitian

Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian adalah plat besi berukuran 14x13x2 cm sebagai *frame*, oven, timbangan, bas-kom, nampan, mesin penggilingan, mesin kempa, *band saw*, pengaduk, plastik transparan, penggaris, caliper, *Universal Testing Machine* (UTM), *Wood moisture meter*.

Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah rumput laut *E. cottonii*, perekat epoxy, serta penggunaan serbuk kayu sebagai campuran.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen.

Prosedur Kerja

Pembuatan *Medium Density Fibreboard* (MDF)

Langkah awal yang dilakukan adalah mencuci limbah rumput laut *E. cottonii*. Limbah rumput laut yang telah di-

cuci selanjutnya dilakukan proses penyaringan dengan menggunakan saringan dan dilanjutkan proses pengeringan rumput laut menggunakan pengeringan alami dan oven hingga kadarnya mencapai 5-8% (Hakim dkk., 2011). Limbah rumput laut *E. cottonii* yang telah dikeringkan dilakukan proses penggilingan untuk memperoleh rumput laut yang berupa serbuk.

Pada proses pembuatan *Medium Density Fibreboard* (MDF) juga ditambahkan serbuk kayu sebagai campuran dengan limbah rumput laut dengan perbandingan jumlah serbuk kayu dan limbah rumput laut sebanyak 50%:50% berdasarkan dari hasil penelitian Putra (2014). Limbah rumput laut yang telah berupa serbuk dilakukan pencampuran dengan perekat epoxy dengan masing-masing diberikan dosis yang berbeda.

Pembuatan MDF dilakukan dengan proses kering (*dry process*), yaitu dengan menggunakan pengempaan panas (*hot press*). Setelah bahan baku dicampur perekat, dilakukan pengempaan (*pressing*) dengan menggunakan kempa panas (*hot press*) dengan suhu 170°C dan tekanan 45 Pa selama 25 menit (Hakim dkk., 2011).

Pengujian Kualitas Papan

Pengujian sifat fisis dan mekanis dilaksanakan berdasarkan standar *Japanese Industrial Standard* (JIS) (2003) untuk papan berbasis serat. Parameter kualitas papan yang diuji adalah kerapatan, kadar air, pengembangan tebal dan daya serap air (untuk sifat fisis), sedangkan untuk sifat mekanis diuji keteguhan lentur, keteguhan patah dan keteguhan pegang sekrup (*the hold strength of screw*) (Batubara, 2012).

Analisa Data

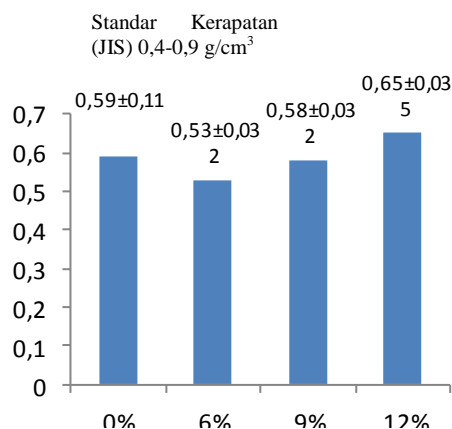
Analisa data yang digunakan adalah *Ana-lysis of Varian* (ANOVA). Apabila didapat pemberian perlakuan menunjukkan adanya pengaruh terhadap hasil, maka akan dilanjutkan dengan uji jarak Duncan (*Duncan's multiple range test*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan penambahan konsentrasi perekat tidak berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai kerapatan MDF.

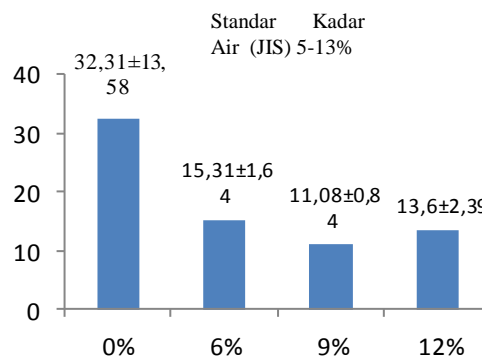
Dari grafik (Gambar 1.) diketahui bahwa nilai kerapatan tertinggi terdapat pada perlakuan D (12% perekat) yaitu 0,65 gr/cm³, sedangkan nilai kerapatan terendah terdapat pada perlakuan B (6% perekat) yaitu 0,53 gr/cm³.



Gambar 1. Grafik kerapatan MDF dengan konsentrasi perekat berbeda

Kadar Air

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan penambahan konsentrasi perekat tidak berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai kadar air MDF.



Gambar 2. Grafik kadar air MDF dengan konsentrasi perekat berbeda

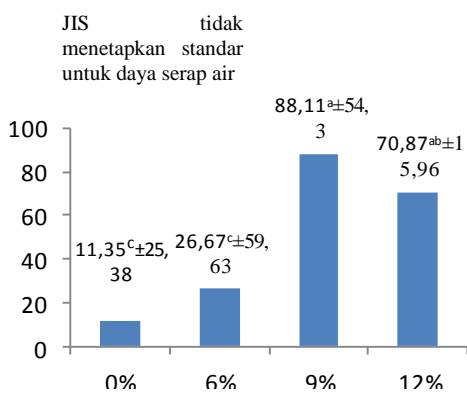
Dari grafik diatas diketahui bahwa nilai kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan A (0% perekat) yaitu 32,31%, se-

dangkan nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan C (9% perekat) yaitu 11,08%.

Daya Serap

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan penambahan konsentrasi perekat berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai daya serap MDF.

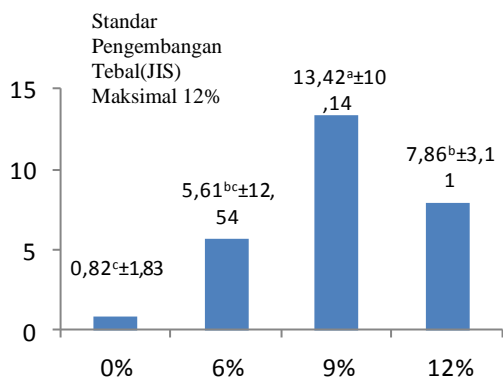
Dari grafik (Gambar 3.) diketahui bahwa nilai daya serap air tertinggi terdapat pada perlakuan C (9% perekat) yaitu 88,11%, sedangkan nilai daya serap terendah terdapat pada perlakuan A (0% perekat) yaitu 11,35%.



Gambar 3. Grafik daya serap MDF dengan konsentrasi perekat berbeda

Pengembangan Tebal

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan penambahan konsentrasi perekat berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai pengembangan tebal MDF.



Gambar 4. Grafik pengembangan tebal MDF dengan konsentrasi perekat berbeda

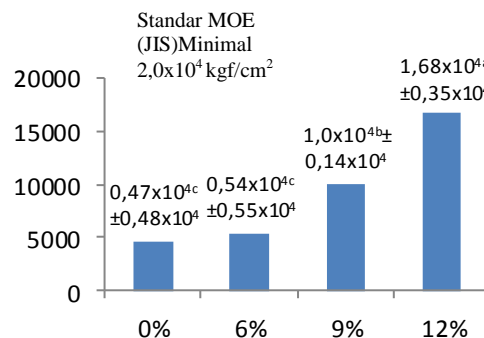
Dari grafik diatas diketahui bahwa nilai pengembangan tebal tertinggi terdapat

pada perlakuan C (9% perekat) yaitu 13,42%, sedangkan nilai pengembangan tebal terendah terdapat pada perlakuan A (0% perekat) yaitu 0,82%.

Keteguhan Lentur

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan penambahan konsentrasi perekat berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai keteguhan lentur MDF.

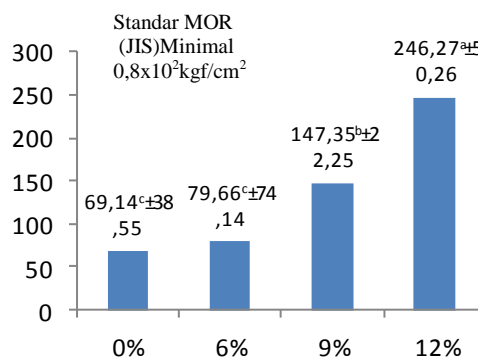
Dari grafik (Gambar 5.) diketahui bahwa nilai keteguhan lentur tertinggi terdapat pada perlakuan D (12% perekat) yaitu $1,68 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$, sedangkan nilai keteguhan lentur terendah terdapat pada perlakuan A (0% perekat) yaitu $0,47 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$.



Gambar 5. Grafik keteguhan lentur MDF dengan konsentrasi perekat berbeda

Keteguhan Patah

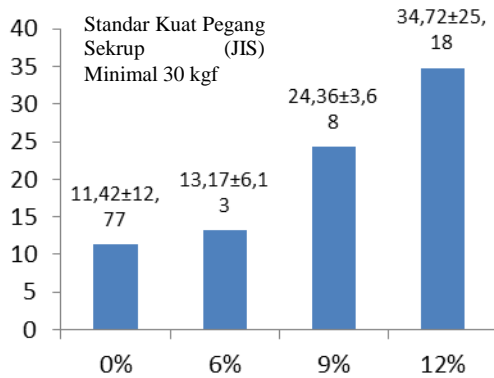
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan penambahan konsentrasi perekat berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai keteguhan patah MDF.



Gambar 6. Grafik keteguhan patah MDF dengan konsentrasi perekat berbeda

Dari grafik diatas diketahui bahwa nilai keteguhan patah tertinggi terdapat pada perlakuan D (12% perekat) yaitu $246,27 \text{ kgf/cm}^2$, sedangkan nilai keteguhan patah terendah terdapat pada perlakuan A (0% perekat) yaitu $69,14 \text{ kgf/cm}^2$.

Kuat Pegang Sekrup



Gambar 7. Grafik kuat pegang sekrup MDF dengan konsentrasi perekat berbeda

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan penambahan konsentrasi perekat tidak berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai kuat pegang sekrup MDF. Dari grafik (Gambar 7.) diketahui bahwa nilai kuat pegang sekrup tertinggi terdapat pada perlakuan D (12% perekat) yaitu 34,72 kgf, sedangkan nilai kuat pegang sekrup terendah terdapat pada perlakuan A (0% perekat) yaitu 11,42 kgf.

Penampakan dan Tingkat Kekerasan

Penentuan penilaian penampakan dan tingkat kekerasan MDF didapatkan dengan cara *scoring* oleh panelis yang kemudian diberi *score* dari masing-masing perlakuan MDF. Pemberian *score* harus sesuai dengan kriteria penilaian berikut : nilai 1 : tidak sesuai; nilai 2 : kurang sesuai; nilai 3 : sesuai dan nilai 4 : sangat sesuai.

Tabel 1. Penilaian Uji Penelis

Kriteria Penilaian	Ulangan	Perlakuan			
		A(0%)	B(6%)	C(9%)	D(12%)
Penampakan secara visual	1	2	3	3	2
	2	2	3	3	2
	3	2	2	2	2
	4	2	2	2	2
	5	2	2	2	2
Tingkat Kekerasan	1	2	3	3	2
	2	2	2	3	2
	3	2	2	3	2
	4	2	2	2	2
	5	2	2	2	2
Total Penilaian		20	23	25	20

Penentuan Perlakuan Terbaik

Nilai kerapatan, kadar air, daya serap, pengembangan tebal, keteguhan lentur, keteguhan patah, keteguhan rekat dan kuat pegang sekrup MDF yang mendekati kriteria JIS (*Japanese Industrial Standart*) akan diberi *score*

paling tinggi, dan sebaliknya apabila jauh dari kriteria JIS (*Japanese Industrial Standart*) maka akan diberi *score* paling rendah. *Score* dari masing-masing perlakuan dijumlahkan dan diberi *ranking* untuk mendapatkan perlakuan terbaik.

Tabel 2. Hasil scoring dan ranking MDF oleh panelis.

Parameter	Konsentrasi Perekat			
	A (0%)	B (6%)	C (9%)	D (12%)
Kerapatan (g/cm^3)	3	1	2	4
Kadar air (%)	1	2	4	3
Daya serap air (%)	4	3	1	2
Pengembangan tebal (%)	2	1	3	4
MOR (kgf/cm^2)	1	2	3	4
MOE (kgf/cm^2)	1	2	3	4
Kuat pegang sekrup (kgf)	1	2	3	4
Penampakan	1	4	3	2
Tingkat Kekerasan	1	2	4	3
Total Nilai	15	19	26	30
Ranking	4	3	2	1

Pembahasan

Kerapatan MDF merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap pembentukan MDF, namun setelah diuji menggunakan analisis sidik ragam diketahui bahwa penambahan konsentrasi perekat tidak berpengaruh terhadap kerapatan MDF yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan papan MDF ini dibuat dari rumput laut *E.cottonii* dan campuran serbuk kayu dengan perbandingan yang sama dan kandungan bahan perekat yang sama sehingga tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan MDF yang dihasilkan. Menurut Kelly (1977), ukuran besarnya kerapatan papan partikel dipengaruhi oleh kerapatan bahan awal, kandungan perekat serta bahan aditif yang digunakan. Berdasarkan JIS maka MDF berbahan dasar *E.cottonii* dalam penelitian masih memenuhi standar untuk dikategorikan sebagai papan MDF karena kerapatan yang dihasilkan berkisar antara 0,5-0,6 g/cm^3 .

Berdasarkan analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa penambahan konsentrasi perekat tidak berpengaruh terhadap nilai kadar air MDF. Setiap perlakuan menghasilkan kadar air yang berbeda. Hal ini disebabkan tidak adanya perekat yang merekatkan bagian komponen partikel MDF satu sama lain maka permukaan partikel papan MDF semakin besar sehingga banyak uap air yang dapat diserap dari

lingkungannya. Kadar air pada perlakuan A hasil penelitian ini belum memenuhi standar karena nilai kadar air yang diperoleh melebihi standar yaitu 32,31% dan hanya perlakuan C (9% perekat) yang memenuhi standar kadar air sesuai dengan JIS.

Pada analisis sidik ragam pengujian daya serap air diketahui bahwa penambahan konsentrasi perekat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai daya serap air MDF. Hal ini dapat terjadi karena zat ekstraktif yang terkandung pada rumput laut lebih muda larut dalam air sehingga ikatan yang terjadi antar partikel lebih kompak dan lebih tahan terhadap air selain itu diduga karena waktu kempa yang dilakukan kurang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Puspita (2008), waktu kempa yang lebih lama akan menghasilkan ikatan antar partikel yang lebih kompak dan lebih terpadatkan sehingga ruang masuk air ke dalam papan lebih sedikit. JIS (*Japanese Industrial Standard*) (2003), tidak menetapkan standar untuk daya serap air. Nilai daya serap air MDF pada penelitian ini berkisar 11,35%-88,11%.

Pengembangan tebal merupakan perubahan dimensi dari tebal kayu yang terjadi akibat perubahan kadar air dalam kayu. Dari analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa penambahan konsentrasi perekat berpengaruh sangat nyata terhadap

nilai pengembangan tebal MDF. Pada MDF dengan perlakuan C nilai pengembangan tebal melebihi standar yang telah ditetapkan JIS (*Japanese Industrial Standard*). Nilai standar menurut JIS mensyaratkan nilai pengembangan tebal maksimum 12% sedangkan pada perlakuan C bernilai 13,42%. Berdasarkan JIS nilai pengembangan tebal yang telah memenuhi standar untuk dikategorikan sebagai MDF yang baik terdapat pada perlakuan A,B dan D dengan nilai yang berkisar 0,82%-7,86% dengan tidak melebihi nilai maksimum di atas 12%.

Berdasarkan Gambar 5. terlihat bahwa keteguhan lentur MDF dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi perekat. Hal ini disebabkan dengan semakin bertambahnya konsentrasi perekat yang digunakan kerekatan antar partikel menjadi lebih rapat nilai keteguhan lentur semakin tinggi. Namun pada penelitian ini nilai yang mendekati kriteria JIS terdapat pada perlakuan D sebesar $1,68 \times 10^4$ kgf/cm² maka keteguhan lentur MDF berbahan dasar *E.cottonii* belum memenuhi standar untuk dikategorikan sebagai MDF karena nilai keteguhan lentur yang dihasilkan hanya berkisar antara $0,47 \times 10^4$ - $1,68 \times 10^4$ kgf/cm².

Sesuai dengan analisis sidik ragam diketahui bahwa penambahan konsentrasi perekat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai keteguhan patah. Nilai keteguhan patah MDF mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi perekat. Berdasarkan JIS nilai keteguhan patah yang telah memenuhi standar untuk dikategorikan sebagai MDF yang baik terdapat pada perlakuan C dan D dengan nilai yang berkisar 147,35-246,27 kgf/cm² dengan tidak di bawah nilai minimum yang ditetapkan yaitu sebesar 80 kgf/cm².

Hasil analisis sidik ragam kuat pegang sekrup menunjukkan bahwa konsentrasi perekat yang tidak berpengaruh nyata. Berdasarkan JIS maka kuat pegang sekrup MDF berbahan dasar *E.cottonii* yang memenuhi standar untuk dikategorikan sebagai MDF yang baik pada perla-

kuan D dengan nilai 34,72 kgf. Sedangkan pada perlakuan A, B dan C nilai kuat pegang sekrup berada di bawah standar JIS. Hal ini dapat dikarenakan dalam pembuatan MDF yang mengakibatkan papan masih terdapat rongga sehingga kuat pegang sekrupnya relatif menurun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penambahan perekat dengan konsentrasi berbeda pada pembuatan MDF (*Medium Density Fibreboard*) berbahan dasar rumput laut *Eucaema cottonii* memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,01$) terhadap daya serap air, pengembangan tebal, keteguhan lentur dan keteguhan patah, namun berpengaruh tidak nyata ($p < 0,01$) terhadap kerapatan, kadar air dan kuat pegang sekrup MDF yang dihasilkan. Perlakuan terbaik terdapat pada D (penambahan perekat 12%) dengan nilai kerapatan 0,65 g/cm³, pengembangan tebal 7,86%, keteguhan lentur $1,68 \times 10^4$ kgf/cm², keteguhan patah 246,27 kgf/cm² dan kuat pegang sekrup 34,72 kgf yang secara umum telah memenuhi standar JIS kecuali nilai kadar air dan daya serap air.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, agar pada penelitian selanjutnya dilakukan penambahan bahan yang dapat membantu menurunkan kadar air dan daya serap air sangat tinggi, agar MDF yang dihasilkan lebih baik dan didapat MDF yang memenuhi standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, R.B. 2012. *Fiber-Plastic Composite* dari Kertas Kardus Poli-etilena (PE) dengan Penambahan Maleat Anhidrida (MAH) dan Benzoil Peroksida (BP). Skripsi. Program Studi Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan. 51 hal.
- Effendi, R. 2001. Kajian Tekno-Ekonomi Industri MDF (*Medium Density*

- Fiberboard*). Info Sosial ekonomi, 2 (2). hal.103-112.
- Fathanah, U. 2011. Kualitas Papan Komposit dari Sekam Padi dan Plastik HDPE Daur Ulang Menggunakan *Maleic Anhydride* (MAH) sebagai *Compatibilizer*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, 8 (2). hal. 53-59.
- Hakim, L., E. Herawati dan I.N.J. Wistara. 2011. Papan Serat Berkerapatan Sedang Berbahan Baku *Sludge* Terasetilasi Dari Industri Kertas. Makara Teknologi, 15(2). hal. 123-130.
- Japanese Industrial Standard (JIS). 2003. Fibreboards. JIS A 5908- 2003. 28 hal.
- Kasim, M. dan Asnani. 2012. Penentuan Musim Reproduksi Generatif dan Preferensi Perekatan Spora Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*). Ilmu Kelautan, 17 (4). hal. 209-216.
- Kelly, M.W. 1977. *Critical Literature Review of Relationship between Processing Parameters and Physical Properties of Particle-board*. USDA for. Serv.Gen. Tech. Rep. FPL-10. Madison, WI: USDA, Forest-Service, Forest Product Laboratory. 66 pp.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2015. Komoditas Rumput Laut Kian Strategis. www.kkp.go.id. 20 April 2015. 1 hal.
- Puspita, R. 2008. Papan Partikel Tanpa Perekat Sintetis (*Binderless Particle Board*) Dari Limbah Industri Penggergajian. Skripsi. Departemen Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 46 hal.
- Putra, G.W.A. 2014. Pemanfaatan Rumput Laut *Sargassum sp.* dan *Eucheuma cottoni* sebagai Alternatif Pengganti Serbuk Kayu untuk Pembuatan *Medium Density Fibreboard* (MDF). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga. Surabaya. 43 hal.
- Sulastiningsih, I.M.,S. Ruhendi.,M.Y. Massijaya.,W. Darmawan dan A.Santoso. 2013. Respon Bambu Andong (*Gigantochloa pseudo-arundinacea*) Terhadap Perekat Iso-sianat. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis, 11 (2). hal 140-152.
- Wiratmaja, I.G., I.G.B.W.Kusuma dan I.N.S. Winaya. 2011. Pembuatan Etanol Generasi Kedua dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut *Eucheuma cottoni* sebagai Bahan Baku. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M, 5 (1). hal.75-84.
- Wulandari, F.T. 2013. Produk Papan Komposit dengan Pemanfaatan Limbah Non Kayu. Media Bina Ilmiah, 7 (6). ISSN No: 1978-3787. hal.1-4.
- Yudohartono. 2008. Peranan Taman Hutan Raya dalam Konservasi Sumberdaya Genetik : Peluang dan Tantangannya. Informasi Teknis, 6 (2). hal.1-6.