

KEMUNGKINAN PEMANFAATAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
BAHAN BAKU PEMBUATAN PAPAN SERAT
BERKERAPATAN SEDANG

*(Possible Utilization of Empty Oil-Palm Bunches as Raw Material for
Manufacturing Medium-Density Fiberboard)*

Oleh / By

Han Roliadi & Widya Fatriasari

ABSTRACT

*Empty oil-palm bunches (EOPB) are a solid waste generated by palm oil industries and in Indonesia quite potential (± 2.5 million tons per year). Nowadays, the EOPBs are merely discarded on site or burnt, thereby **creating** environmental objections. One effort to overcome that problem is their utilization into medium-density fiberboard (MDF), which has been experimented in a laboratory-scale batch system. Initially, EOPB pulp was prepared using open hot-soda semi-chemical process, followed with immersion in alkali solution at room temperature and then mechanical action for the completion of pulp-fiber separation. Afterwards, adhesive agent (i.e. phenol formaldehyde) was added to the EOPB pulp, and then MDF mat was formed using wet process.*

*The results revealed that alkali immersion brought about EOPB pulp with larger fiber and lumen diameters compared with those without immersion (control). Further, alkali immersion interacted with PF adhesive producing MDF with higher density and strengths in comparison with the control. Several MDF properties (i.e. **density, modulus of rupture, and internal bond**) could meet the FAO standard, except thickness swelling, water absorption, modulus of elasticity, and screw-holding power. This expectedly can be improved through the use of water-repellent agent and more PF adhesive.*

Keywords: MDF, EOPB, alkali immersion, PF adhesive, and wet process

ABSTRAK

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat industri minyak kelapa sawit dengan potensi cukup besar ($\pm 2,5$ juta ton per tahun), yang dewasa ini hanya dibuang di tempat, atau dibakar sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu usaha dalam mengatasi hal tersebut adalah memanfaatkannya untuk pembuatan papan serat berkerapatan sedang (MDF), sebagaimana dilakukan melalui percobaan skala laboratoris secara *batch*. Pengolahan pulp TKKS untuk MDF menggunakan proses semi-kimia soda panas terbuka, diikuti dengan perendaman dalam larutan alkali pada suhu kamar, dan sesudahnya diolah secara mekanis menjadi pulp. Sebelum pembentukan lembaran MDF, pada pulp TKKS ditambahkan bahan pengikat/perekat fenol formaldehida (PF). Pembentukan lembaran menggunakan proses basah.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa perendaman alkali menghasilkan pulp TKKS dengan diameter serat dan lumen lebih besar, dan dinding serat lebih tipis, dibandingkan dengan tanpa perlakuan rendaman. Selanjutnya, perendaman alkali ternyata berinteraksi dengan penggunaan perekat PF, sehingga menghasilkan lembaran MDF dengan kerapatan dan sifat kekuatan lebih tinggi; dan penyerapan air dan pengembangan tebal yang lebih rendah, dibandingkan dengan tanpa perendaman. Beberapa sifat MDF memenuhi persyaratan standard FAO, yaitu kerapatan, modulus patah, dan kekuatan rekat internal. Yang belum memenuhi adalah pengembangan tebal, penyerapan air, modulus elastisitas, dan kekuatan memegang sekerup. Diharapkan bisa diperbaiki dengan penggunaan bahan penolak air dan lebih banyak bahan perekat

Kata kunci: MDF, TKKS, rendaman alkali, perekat PF, dan cara basah

I. PENDAHULUAN

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat yang dihasilkan pabrik/industri pengolahan minyak kelapa sawit. Produksi Indonesia minyak kelapa sawit kasar Indonesia mencapai 6 juta ton per tahun. Secara bersamaan dihasilkan pula limbah TKKS dengan potensi sekitar 2,5 juta ton per tahun (Anonim, 1999). Di pabrik minyak kelapa sawit, TKKS hanya dibakar dan sekarang telah dilarang karena adanya kekhawatiran pencemaran lingkungan, atau dibuang sehingga menimbulkan keluhan/masalah karena dapat menurunkan kemampuan tanah menyerap air. Di samping itu, TKKS yang membusuk di tempat akan menarik kedatangan jenis kumbang tertentu yang berpotensi merusak pohon kelapa sawit hasil peremajaan di lahan sekitar tempat pembuangan (Anonim, 1998).

Salah satu usaha dalam mengatasi hal tersebut adalah memanfaatkan TKKS menjadi produk berguna dan bernilai tambah, antara lain diolah menjadi papan serat berkerapatan sedang (MDF). MDF banyak digunakan untuk keperluan mebelair, bahan konstruksi, peralatan listrik, dan produk-produk panel lainnya. Peranan MDF di Indonesia cukup nyata. Dewasa ini terdapat 6 pabrik MDF yang aktif beroperasi dengan total produksi mencapai 550.000 m³ per tahun (Anonim, 2000; dan Syafii dan Sudohadi. 1996).

Dalam makalah ini dibahas hasil percobaan laboratorium pembuatan MDF menggunakan bahan baku TKKS dengan menggunakan pengolahan proses pengolahan pulp semi-kimia soda panas terbuka dengan sistem batch, dan pembentukan lembaran MDF menggunakan cara basah. Bahan perekat/pengikat yang digunakan dalam proses ini adalah fenol formaldehida.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan penelitian utama adalah TKKS yang berasal dari tanaman kelapa sawit tertentu yaitu (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang didatangkan dari daerah Malingping, Banten (Jawa

Barat). Bahan kimia yang digunakan adalah NaOH teknis untuk membantu melunakkan TKKS dalam pengolahannya menjadi pulp, zat warna safranin, alkohol, dan air suling untuk keperluan pengujian dimensi serat pulp TKKS, dan bahan pengikat/perekat fenol formaldehida (PF).

B. Metode Percobaan

Pembuatan pulp TKKS menggunakan proses semi-kimia soda panas terbuka dan dilakukan di laboratorium Pengolahan Kimia dan Energi Hasil Hutan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor. Mula-mula TKKS dibersihkan, lalu dicacah menjadi ukuran kecil-kecil/serpih, dengan panjang sekitar 2 – 3 cm, dan kemudian dibiarkan beberapa waktu hingga mencapai kadar air keseimbangan kering udara. Serpih kering udara TKKS kemudian dimasak dalam larutan NaOH teknis konsentrasi 35 gram per liter, perbandingan serpih TKKS dengan larutan pemasak 1:8 (b/v), dan suhu maksimum pemasakan 100°C dengan waktu 2 jam. Serpih lunak hasil pemasakan dicuci bersih lalu digiling dalam Holander beater sehingga terbentuk pulp. Lama penggilingan diatur sehingga tercapai derajat kehalusan sekitar 12 – 15°SR. Setelahnya ditentukan rendemen pulp dan diukur dimensi seratnya.

Selanjutnya, sebagian dari pulp TKKS direndam dalam larutan alkali dalam empat konsentrasi, yaitu 0, 1, 2, dan 3 persen, pada suhu kamar. Waktu perendaman pada masing-masing konsentrasi adalah: 24, 48, dan 72 jam. Masing-masing kombinasi perlakuan waktu perendaman dan konsentrasi alkali diulang dua kali. Setelah perendaman, lalu ditentukan rendemen dan dimensi serat pulp TKKS. Kemudian, lembaran MDF siap dibentuk dari pulp TKKS. Sebelum pembentukan lembaran, pada pulp TKKS ditambahkan bahan perekat/pengikat PF dan bahan pembantu alum (retention aid) masing-masing sebanyak 2- dan 1-persen.

Pembentukan lembaran MDF yang berukuran 30 x 30 x 1 cm dilakukan secara basah dan bersistem *batch* menggunakan alat *deckle box*, dilanjutkan dengan pengempaan dingin dan lalu pengempaan panas pada suhu 170°C bertekanan 10 kg per cm² selama 30 menit. Sesudahnya lembaran MDF dikondisikan pada ruang bersuhu dan berkelembaban tertentu, lalu dilakukan pengujian terhadap kerapatan, penyerapan air, sifat fisik/mechanis lainnya

C. Analisis Data

Analisa data dilakukan terhadap sifat pengolahan pulp TKKS (rendemen dan dimensi serat) dan data sifat MDF (kerapatan, penyerapan air, dan sifat fisik/mechanik lainnya). Metode analisis menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan: perendaman dalam NaOH dengan konsentrasi: 0, 1, 2, dan 3; perlakuan waktu perendaman: 24, 48, dan 72 jam; dan ulangan sebanyak 2 kali. Selanjutnya, jika pengaruh perlakuan tersebut nyata maka dilakukan penelaahan lebih lanjut menggunakan uji beda jarak *Duncan*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen pulp TKKS setelah perendaman NaOH ternyata tak berbeda nyata dengan rendemen pulp tanpa perendaman (Tabel 1 dan Lampiran 1). Berarti dapat dikatakan bahwa kemungkinan degradasi eksternal serat pulp akibat perendaman NaOH yang mengakibatkan terlarut dalam air praktis tak terjadi. Rata-rata keseluruhan rendemen pulp TKKS adalah 62,74 persen, yang mana masih dalam selang rendemen pulp yang umumnya diperoleh proses semi-kimia (60 – 75 persen). Namun demikian, pulp yang telah mengalami perendaman NaOH menyebabkan perubahan nyata dimensi seratnya yang antara lain mencakup seratnya menjadi lebih pendek, diameter serat dan lumen lebih besar, dan dinding serat lebih tipis. Hal ini terjadi dengan meningkatnya konsentrasi alkali pada selang 1 – 3 persen, dan semakin lamanya perendaman dalam alkali pada selang waktu 24 – 72 jam (Lampiran 1). Kemungkinan yang terjadi adalah larutan NaOH bisa menyerap ke dalam struktur amorf dan kristalin dalam

dinding serat, yang mengakibatkan pembesaran (pengembangan) penampang melintangnya sehingga meningkatkan tak hanya diameter serat tetapi juga diameter lumen.

Tabel 1. Analisa keragaman terhadap rendemen pulp TKKS (tandan kosong kelapa sawit) dan dimensi serat (panjang serat, diameter serat, diameter lumen, dan tebal dinding serat)

Table 1. Analysis of variance on the EOPB (empty-oil palm bunches) pulp yield and fiber dimensions (i.e. fiber length, fiber diameter, fiber wall thickness, and lumen diameter)

Sumber keragaman (Source of variation)	db (df)	F-hitung (F-calculated)				
		Rendemen pulp (Pulp yield)	Panjang serat (Fiber length)	Diameter serat (Fiber diameter)	Diameter Lumen (Lumen diameter)	Tebal dinding serat (fiber wall thickness)
Total	19					
Perlakuan/Treatment (Perendaman alkali ? tanpa perendaman/ <i>Alkali immersion vs. no immersion</i>)	9	1,45 ^{tn}	4,49**	2,91*	6,16 ^{^^}	7,48**
Sisa (Residual)	10					
-Rata-rata (Means)	-	62,74	0,4165	12,65	8,07	4,58
-Satuan (Unit)	-	%	mm	μm	μm	μm
-Koef. keragaman (Coeff. of variation), %	-	14,54	16,71	21,31	26,93	22,16

Keterangan (Remarks): ^{tn} = tak nyata (not significant); * = nyata pada taraf (significant at the level) 5%; dan/and ** = nyata pada taraf (significant at the level) 1%

Untuk lembaran MDF, adanya perendaman NaOH juga berakibat nyata terhadap sifat-sifat tertentu (Tabel 2), yaitu kerapatan yang lebih tinggi, penyerapan air dan pengembangan tebal lebih rendah, dan sifat fisik/mekanis lebih tinggi (keteguhan rekat internal, modulus patah, modulus elastisitas, dan kekuatan memegang sekerup). Hal ini juga terjadi dengan meningkatnya konsentrasi NaOH pada selang 1 – 3 persen, dan semakin lamanya perendaman dalam NaOH tersebut pada selang waktu 24 – 72 jam (Lampiran 2). Ini memberi petunjuk yaitu larutan NaOH yang telah memasuki struktur amorf dan kristalin serat menyebabkan serat lebih mudah dipenetrasi oleh larutan berdasar air, termasuk perekat PF sebelum mengalami pengerasan (curing). Pada saat atau setelah *curing* tersebut, perekat PF yang mengeras dan telah jauh berpenetrasi kedalam struktur dinding serat akan memperkuat

sifat penjangkaran (anchoring) dan selanjutnya mempertinggi sifat fisik/kekuatan tak hanya serat-serat individu tetapi juga ikatan antar serat. Di samping peranan bahan perekat PF yang mengeras, perlu ditinjau pula peranan nilai turunan dimensi serat, yaitu bilangan Runkel yang merupakan rasio antara tebal dinding serat dengan diameter lumen (Lampiran 1). Rata-rata bilangan Runkel serat TKKS yang tak mengalami perendaman NaOH sebesar 1,42, sedangkan yang mengalami perendaman alkali ternyata sedikit lebih rendah yaitu 1,26. Untuk kasus kertas, bilangan Runkel yang rendah menyebabkan serat lebih mudah menggepeng atau jadi pipih, sehingga memperkuat ikatan dan anayaman serat sewaktu pembentukan lembaran pulp untuk kertas. Gejala tersebut diduga terjadi pula selama pembentukan lembaran pulp untuk papan serat/MDF. Kesemua dugaan tersebut (perekat PF yang mengeras, dan bilangan Runkel yang lebih kecil) mengakibatkan peningkatan kerapatan dan sifat fisik mekanik hasil MDF, dan penurunan pengembangan tebal. Perekat PF yang memasuki dinding serat dan kemudian mengeras dapat menciptakan pula hambatan fisik (physical barrier) sehingga menyebabkan penurunan penyerapan air dalam batas waktu tertentu.

Tabel 2. Analisa keragaman terhadap kerapatan, penyerapan air, pengembangan tebal, dan sifat fisik-mekanik lain MDF

Table 2. Analysis of variance on density, water absorption, thickness swelling, and other physical mechanical properties of MDF

Sumber keragaman (Sources of variation)	db (df)	F-hitung (F-calculated)						
		Kerapatan (Density)	Penyerapan Air (Water absorption)	Pengembangan tebal (Thickness swelling)	Keteguhan rekat internal (Internal bond)	Modulus patah (Modulus of rupture)	Modulus elastisitas (Modulus of elasticity)	Kekuatan memegang sekerup (Screw-holding power)
Total	19							
Perlakuan/Treatment (Perendaman alkali ? tanpa perendaman/Alkali immersion vs. no immersion)	9	3.25*	3.32*	3.55*	6.39**	4.12**	5.27**	3.56*
Sisa (Residuals)	10							

-Rata-rata (Means)	-	0.70	116.52	38.70	26.88	173.5	9734	24.26
-Satuan (Unit)	-	g/cm ³	%	%	g/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg
-Koef. keragaman (Coeff. of variation),%	-	8.73	7.82	14.82	21.31	16.93	24.13	18.91

Keterangan (Remarks): ^m = tak nyata (not significant); * = nyata pada taraf (significant at the level) 5%; dan/and ** = nyata pada taraf (significant at the level) 1%

Sebagian besar sifat MDF dapat dikatakan memenuhi syarat standard FAO (Hoadley, 1980), yaitu: kerapatan, modulus patah, dan kekuatan rekat internal. Sedangkan yang tidak/belum memenuhi adalah penyerapan air dan pengembangan tebal yang lebih tinggi, dan sebagian kekuatan memegang sekerup lebih rendah dari pada syarat tersebut (Lampiran 2). Diharapkan hal tersebut diatasi dengan penggunaan bahan penolak air (water-repellent agents) dan lebih banyak bahan perekat PF.

Selanjutnya, penerapan sistim skor yang dimanipulasi secara statistik dari uji jarak *Duncan* terhadap sifat MDF (Lampiran 2) menunjukkan bahwa skor tertinggi dan hampir mendekati skor FAO terdapat pada MDF dari hasil rendaman NaOH 1 persen dengan selang waktu rendaman 24 – 72 jam. Sebagian besar skor perlakuan perendaman lebih tinggi dari pada skor tanpa rendaman, kecuali pada perendaman alkali 3 persen dengan waktu 24 jam. Mengenai skor sifat pulp yang mencakup rendemen dan dimensi serat pulp yang juga melalui manipulasi hasil uji jarak *Duncan* (Lampiran1) menunjukkan bahwa skor tertinggi sifat pulp TKKS juga sama dengan skor tertinggi sifat MDFnya (Lampiran 2), yaitu pada pulp hasil rendaman alkali 1 persen dengan waktu rendaman 24 jam. Demikian pula seluruh skor pulp TKKS yang mengalami perendaman alkali lebih besar dari pada skor pulp tanpa perendaman. Penelaahan kemungkinan keterkaitan antara skor sifat pulp TKKS dengan sifat pulp hasil MDFnya menunjukkan korelasi tidak nyata ($R = + 0.3823$). **Ini memberi gambaran bahwa perendaman NaOH dengan kondisi lebih keras skor sifat fisik/mekanik MDF, tetapi tidak diikuti dengan peningkatan nyata skor pulp.** Ini menunjukkan bahwa semakin kerasnya kondisi

perendaman alkali hingga batas tertentu dapat menyebabkan kerusakan struktur internal serat pulp sehingga berpengaruh negatif terhadap sifat fisik/mekanik hasil MDFnya yang, sebagaimana diperlihatkan dengan tak nyatanya korelasi tersebut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian skala laboratoris pembuatan papan serat berkerapatan sedang (MDF) dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah: perlakuan perendaman NaOH setelah pemasakan/pengolahannya menjadi pulp menggunakan proses semikimia soda panas terbuka tidak mempengaruhi rendemen pulp, tetapi mengakibatkan perubahan dimensi serat pulp (panjang serat lebih pendek, diameter serat dan lumen lebih besar, dan penipisan tebal dinding serat). Di lain hal perendaman alkali menyebabkan peningkatan sifat fisik/mekanik MDF.

Beberapa sifat papan serat berkerapatan sedang (MDF) ada yang memenuhi persyaratan FAO, yaitu: kerapatan, modulus patah, dan kekuatan rekat internal. Sedangkan yang tidak/belum memenuhi syarat adalah pengembangan tebal, penyerapan air, dan sebagian modulus elastisitas dan kekuatan memegang sekerup. Sifat tersebut dapat diperbaiki dengan penggunaan bahan penolak air dan lebih banyak bahan perekat

Percobaan pembuatan MDF dari TKKS perlu dilanjutkan untuk memperoleh hasil optimum dan memenuhi standar FAO atau SNI (Standar Nasional Indonesia). Sekiranya hasilnya disosialisasikan pada masyarakat atau industri skala kecil-menengah menggunakan sistem *batch* diharapkan biaya operasinya tak terlalu mahal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998. Summing-up on the 1998's International Oil-Palm Conference on September 23 – 25, 1998. Nusa Dua, Bali, Indonesia.
- Anonim. 1999. Project proposal: Pulp and paper from empty oil-palm bunches. PT Triskisatrya Daya Pratanma. Jakarta, Indonesia.
- Anonim. 2000. Forestry Statistics of Indonesia, Ministry of Forestry and Estate Crops. Jakarta, Indonesia.
- Hoadley, B. 1980. Understanding Wood: A craftman's Guide to Wood Technology.

The Taunton Press. Newtown, Cincinnati, USA
 Syafii, W and Y. Sudohadi 1996. Development of wood industries and research trends in Indonesia. Paper presented at the International Wood Science Seminar on December 6 – 7, 1996. Kyoto, Japan.

Lampiran 1. Data rendemen pulp tandan kosong kelapa sawit (TKKS) ¹⁾ dan dimensi seratnya¹⁾

Appendix 1. Data on pulp yield of EOPB ¹⁾ and its fiber dimensions ¹⁾

Kombinasi perlakuan / Treatment combination (AB) ²⁾	Dimensi serat (Fiber dimensions)				Rendemen pulp / Pulp yield (%)	Total skor / Total score (TS) = [(i)+(ii)+...+(v)]
	Panjang serat / Fiber length (mm)	Diameter serat / Fiber diameter (μ)	Tebal dinding serat / Fiber wall thickness (μ)	Diameter lumen / Lumen diameter (μ)		
	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	-
aobo	0.4390 (4)	12.29 (2)	5.13 (3)	7.16 (0)	61.36 (4)	(12)
a1b1	0.4218 (3.5)	15.01 (4)	4.51 (3.5)	10.50 (3)	62.12 (4)	(18.5)
a1b2	0.4207 (3.5)	12.41 (2.5)	3.80 (4)	8.61 (1.5)	68.24 (4)	(15)
a1b3	0.4206 (3.5)	12.98 (2.5)	3.80 (4)	9.18 (2)	60.94 (4)	(16.5)
a2b1	0.4198 (3.5)	14.12 (3.5)	6.08 (3)	8.04 (1)	67.89 (4)	(14.5)
a2b2	0.3789 (3)	12.73 (2)	4.81 (3)	7.92 (1)	64.35 (4)	(14.5)
a2b3	0.3521 (3)	12.10 (2)	4.24 (4)	7.35 (0.5)	59.44 (4)	(13.5)
a3b1	0.4142(3)	10.45 (2)	4.31 (3.5)	6.14 (3)	60.37 (4)	(15.5)
a3b2	0.4125 (3)	12.16 (2)	4.94 (3)	7.22 (4)	63.04 (4)	(16)
a3b3	0.3638 (#)	12.29 (2)	4.18 (3)	8.11 (4)	62.34 (4)	(16)

Keterangan (Remarks): TKKS (EOPB) = tandan kosong kelapa sawit (empty oil-palm bunches);

¹⁾Rata-rata dari dua ulangan pemasakan/pulping TKKS (Average of two cooking/pulping of EOPB); ²⁾Perendaman dengan alkali pada konsentrasi / Immersion with alkali at concentrations: a1 (1%), a2 (2%), dan/and (3%); dengan waktu perendaman / with immersion duration for: b1 (24 jam/hours), b2 (48 jam/hours), dan b3 (72 jam/hours); dan/and aobo= tanpa perendaman alkali / without alkali immersion (sebagai kontrol / as control); ³⁾Angka dalam kurung menunjukkan nilai skor, terhadap masing-masing data berdasar hasil uji beda jarak Duncan pada taraf 5 % (Figures in parenthesis reveal the score value of each particular data based on Duncan's range difference test at 5 % level); dan/and semakin tinggi skor dan total skor, semakin baik kriteria penilaian sifat pulp TKKS dalam hal rendemen pulp dan dimensi serat (the higher the score, then the better the criteria on evaluation of EOPB pulp in term of pulp yield and fiber dimension)

Lampiran 2. Kerapatan¹⁾ dan sifat kekuatan fisik/mekanik lain¹⁾ lembaran papan serat berkerapatan sedang (MDF) asal pulp TKKS

Appendix 2. Density¹⁾ and other physical/mechanical properties¹⁾ of MDF from EOPB pulp

Kombi- nasi perlaku an / Treat- ment combi- nation (AB) ²⁾	Kerapa- tan / den- sity (g/cm ³)	Sifat kekuatan fisik/mekanik lain (Other physical/mechanical properties)						Total skor / Total score (TS) = [(i)+ (ii)+ ... (v)]
		Penye- rapan air / Water absorptio n (%)	Pengem- bangan tebal / Thickness swelling (%)	Kekuatan rekat internal / Internal bond (kg/cm ²)	Modulus patah / Modulus of rupture (kg/cm ²)	Modulus elastisitas / Modulus of elasticity (10 ³ g/cm ²)	Ketahanan memegang sekerup / Screw- holding power (kg)	
-	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	-
aobo	0.68 (2) ³⁾	115.02 (3)	42.07 (3)	2.103 (3)	181.8 (3.5)	11.2485 (3.5)	26.40 (3.5)	(21.5)
a1b1	0.79 (4)	114.69 (4)	38.68 (4)	2.249 (3)	185.3 (3.5)	11.3681 (3.5)	26.80 (4)	(26)
a1b2	0.68 (2)	125.37 (3)	40.59 (4)	5.072 (4)	155.9 (3.5)	7.3895 (3)	21.33 (3)	(22.5)
a1b3	0.77 (3.5)	109.87 (4)	40.54 (4)	2.198 (3)	233.5 (4)	14.3122 (4)	24.80 (3.5)	(26)
a2b1	0.62 (1)	126.42 (4)	35.49 (4)	3.227 (3)	132.9 (3.5)	8.8724 (3.5)	26.80 (2)	(21)
a2b2	0.68 (2)	113.85 (4)	33.27 (4)	2.686 (3)	152.0 (3.5)	9.5534 (3.5)	19.73 (3)	(23)
a2b3	0.74 (3)	110.64 (4)	40.13 (4)	3.229 (3)	226.2 (3.5)	8.4563 (3.5)	27.67 (4)	(25)
a3b1	0.75 (3)	111.21 (4)	45.66 (3)	4.821 (4)	217.7 (3.5)	12.2806 (3.5)	13.47 (2)	(23)
a3b2	0.74 (3)	117.78 (4)	30.54 (4)	3.162 (3)	121.5 (3.5)	6.1704 (3)	23.47 (3.5)	(23.5)
a3b3	0.74 (3)	123.39 (5)	33.27 (4)	2.799 (3)	111.1 (3)	6.0457 (3)	27.87 (4)	(23)
Stan- dard FAO ⁴⁾	0.40-0.80 (1.5)	6 – 40 (5)	4 – 15 (5)	2 – 6 (3)	105 – 280 (3)	14 – 49 (4)	20 – 51 (5)	- (26.5)

Keterangan / Remarks: -Kode mengenai / notation about: TKKS / EOPB: ^{1), 2), 3)}, KK, *, **, dan/and ^{tn} = sama seperti keterangan di Lampiran 1 / similar to those in the remarks in Appendix 1; ⁴⁾ Sumber / Source: Hoadley (1980); dan/and - Mengenai skor dan total skor, sama seperti untuk pulp TKKS, semakin tinggi skor, semakin baik kriteria penilaian terhadap sifat lembaran MDF (About the score and total score, similar to the evaluation on the EOPB score, i.e. the higher the score, then the better the criteria on evaluation of MDF in term of physical/mechanical properties)