

# Pengembangan Perekat Likuid dan Papan Partikel dari Limbah Tandan Kosong Sawit (Development of Wood Liquid and Particleboard from Oil Palm Empty Fruit Bunches)

Surdiding Ruhendi<sup>1\*</sup>, Tito Sucipto<sup>2\*</sup>

## ABSTRAK

Tandan kosong sawit (TKS) merupakan salah satu sumber daya alam berlignoselulosa yang cukup potensial sebagai bahan baku perekat dan papan partikel. Tujuan penelitian ini adalah menetapkan mutu perekat likuid TKS, serta mengevaluasi pengaruh kadar perekat, kadar ekstensi perekat likuid TKS pada perekat melamin formaldehida (MF), kadar fortifikasi perekat resorsinol formaldehida (RF) pada likuid TKS dan kadar fortifikasi perekat MF pada likuid TKS terhadap mutu papan partikel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perekat likuid TKS yang dihasilkan adalah golongan perekat fenolik, bentuk cair dan bebas kotoran, warna coklat kemerahan, pH 11, kekentalan 34 cps, kadar padatan 34%, dan waktu gelatinasi >60 menit. Sebagian sifat perekat likuid memenuhi SNI 06-4567-1998, yaitu bentuk, kenampakan, pH, dan waktu gelatinasi. Sifat fisis dan mekanis papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi/fortifikasi adalah kerapatan 0,64–0,93 g/cm<sup>3</sup>, kadar air 6–12%, pengembangan tebal 13–292%, daya serap air 39–239%, modulus patah 16–199 kg/cm<sup>2</sup>, modulus lentur 2321–19810 kg/cm<sup>2</sup>, keteguhan rekat internal 0,16–7,19 kg, dan kuat pegang sekrup 16–62 kg. Sebagian sifat fisis dan mekanis papan partikel memenuhi standar JIS A 5908-2003. Papan partikel yang menggunakan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid (kadar perekat 20%) adalah papan partikel dengan mutu terbaik. Perekat likuid TKS untuk papan partikel direkomendasikan menggunakan formulasi perekat likuid dengan fortifikasi 5% perekat MF (kadar perekat 15%) dan perekat MF dengan ekstensi 15% perekat likuid (kadar perekat 20%) untuk menghasilkan papan partikel yang baik.

Kata kunci: ekstensi, fortifikasi, papan partikel, perekat likuid, sifat fisis dan mekanis, tandan kosong sawit

## ABSTRACT

Oil palm empty fruit bunches (EFB) is one of lignocellulosic natural resource, which is highly potential as adhesive and particleboard raw materials. The purpose of the study was determine wood liquid qualities, and to evaluate the effect of adhesive contents, wood liquid extension levels on melamine formaldehyde (MF) resin, and resorcinol formaldehyde (RF) fortification levels on wood liquid to particleboard quality. The results showed that the EFB wood liquid is considered as phenolic resin group, liquid form and free of dirt, reddish brown color, pH 11, 34 cps viscosity, solids content of 34.47%, and gelatine time >60 minutes. Some characteristics of wood liquid adhesives meet SNI 06-4567-1998, namely the form, appearance, pH, and gelatine time. The physical and mechanical properties of particle board for all treatments were 0.64–0.93 g/cm<sup>3</sup> density, moisture content 6–12%, thickness swelling 13–292%, water absorption 39–239%, modulus of rupture (MOR) 16–199 kg/cm<sup>2</sup>, modulus of elasticity (MOE) 2321–19810 kg/cm<sup>2</sup>, internal bonding 0.16–7.19 kg, and screw holding power 16–62 kg. Some physical and mechanical properties of particle board meet the standard of JIS A 5908-2003. Particleboard using MF resin without wood liquid extension (adhesive content of 20%) was the best quality particleboard. Wood liquid for particleboard recommended using wood liquid fortified with 5% MF resin (adhesive content of 15%) and MF resin with 15% wood liquid extensions (adhesive content of 20%) produced good quality particleboard.

Keywords: empty fruit bunches, extention, fortification, particleboard, physical and mechanical properties, wood liquid

## PENDAHULUAN

Luas perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Tercatat tahun 2009 luas perkebunan kelapa sawit Indonesia mencapai 7,9 juta ha dengan rata-rata pertumbuhan per tahun 11,8%. Pada 2010, luas lahan perkebunan kelapa sawit 8,1 juta ha (Kementerian Pertanian RI

2010). Setyawati (1994) menyebutkan bahwa setiap hektar tanaman sawit mampu menghasilkan 20 ton tandan buah segar (TBS) per tahun untuk diolah menjadi minyak sawit yang menyisakan limbah TKS sebesar 4,42 ton (basah) atau 1,55 ton (kering). Jadi, dengan luas areal di Indonesia yang mencapai 8,1 juta ha, dapat menghasilkan limbah sebanyak 35 juta ton TKS basah atau 12 juta ton TKS kering.

Tandan kosong sawit (TKS) adalah limbah pengolahan minyak sawit yang merupakan sumber daya alam berlignoselulosa yang potensial sebagai bahan baku perekat dan papan partikel. TKS dapat dimanfaatkan sebagai perekat likuid melalui proses likuifikasi.

<sup>1</sup> Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

<sup>2</sup> Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Kampus USU, Medan 20131.

\* Penulis korespondensi: E-mail: tito@usu.ac.id

Pada penelitian ini dilakukan aplikasi perekat likuid TKS, perekat melamin formaldehida (MF) dengan fortifikasi likuid TKS, perekat likuid TKS dengan fortifikasi perekat resorsinol formaldehida (RF), dan perekat likuid TKS dengan fortifikasi perekat MF pada pembuatan papan partikel. Penelitian mengenai mutu papan partikel TKS dengan menggunakan likuid TKS sebagai perekat (*binder*) telah dilakukan oleh Efendi (2006), Jatmiko (2006), dan Prasetyo (2008), tetapi mutu papan partikel yang dihasilkan belum memenuhi JIS A 5908—2003, seperti pada nilai modulus elastisitas (MOE) dan modulus rekah (MOR). Perekat likuid TKS mungkin bukan pegikta (*binder*, komponen perekat utama) yang bermutu, tapi lebih cocok sebagai ekstender. Dengan demikian, pada penelitian ini perekat likuid tidak hanya dijadikan sebagai penguat (*fortifier*) untuk perekat RF dan MF, tetapi juga dijadikan sebagai ekstender untuk perekat MF.

Tujuan penelitian ini adalah menetapkan mutu perekat likuid TKS, serta mengevaluasi pengaruh kadar perekat, kadar ekstensi perekat likuid TKS pada perekat MF, pengaruh kadar fortifikasi perekat RF pada likuid TKS, dan pengaruh kadar penguat perekat MF likuid TKS pada mutu papan partikel.

## METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah *willey mill*, saringan ukuran 20–60 mesh, viscotester, mesin pres panas, dan *universal testing machine*. Bahan yang digunakan adalah tandan kosong sawit, perekat melamin formaldehida, dan perekat resorsinol formaldehida.

### Perekat Likuid TKS

Bahan baku perekat likuid TKS adalah partikel TKS ukuran 20–60 mesh dan kadar air 5%. Partikel tersebut sudah diberi perlakuan pendahuluan untuk menurunkan kadar pati dan ekstraktifnya (Ruhendi & Sucipto 2007; Sucipto 2009) berupa perebusan dalam air panas pada suhu 80–100 °C selama 6 jam dengan nisbah partikel:air panas 1:12. Pembuatan perekat likuid TKS mengacu ke metode Kausar (2012) atau modifikasi Pu *et al.* (1991) dan Yoshioka *et al.* (1992), yaitu partikel TKS sebanyak 750 g dimasukkan ke dalam wadah, ditambah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 34% dari tersebut diaduk hingga homogen, dan tambahkan selama 90 menit sambil diaduk rata. Determinasi mutu perekat mengacu pada SNI 06-4567-1998 mengenai *fenol formaldehida* cair untuk perekat kayu lapis, yaitu kenampakan, keasaman (pH), kekentalan (*viskositas*), kadar padatan, dan waktu gelatinasi bobot fenol (1.260 ml) dan diaduk merata selama 30 menit. Kemudian wadah tersebut ditutup dengan plastik bening dan diamankan selama 24 jam. Larutan fenol sebanyak 5x bobot partikel TKS (3.750 g) dimasukkan ke dalam wadah yang sudah berisi partikel TKS dan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> teknis. NaOH 50% hingga pH larutan menjadi 11 (sebanyak 2.700 mL). Larutan formaldehida sebanyak 1.617 mL ditambahkan dengan nisbah molar fenol:formalin 1:0,5. Larutan

perekat likuid TKS disaring dan dipanaskan dalam penangas air pada suhu 100 °C.

Ketiga bahan perekat dibuat menjadi 9 formula perekat, yaitu (1) perekat MF diekstensi 0% perekat likuid TKS (MF + 0% LK); (2) perekat MF diekstensi 15% perekat likuid TKS (MF+15% LK); (3) perekat MF diekstensi 20% perekat likuid TKS (MF+20% LK); (4) perekat melamin formaldehida difortifikasi 25% perekat likuid TKS (MF+25% LK); (5) perekat likuid TKS difortifikasi 0% perekat RF (LK+0% RF); (6) perekat likuid TKS difortifikasi 5% perekat RF (LK+5% RF); (7) perekat likuid TKS difortifikasi 5% perekat MF (LK+5% MF); (8) perekat likuid TKS difortifikasi 10% perekat MF (LK+10% MF); dan (9) perekat likuid TKS difortifikasi 15% perekat MF (LK+15% MF).

### Papan partikel TKS

Papan partikel yang dibuat berukuran 30 × 30 × 1 cm<sup>3</sup> dengan kerapatan 0,6 g/cm<sup>3</sup>. Kadar perekat campuran yang digunakan adalah 10, 15, dan 20%. Urutan proses pembuatan papan partikel sesuai dengan Maloney (1993) dan Bowyer *et al.* (2007), yakni pencampuran bahan baku, pembentukan lembaran (*mat forming*), pengempaan pada suhu 120 °C dengan tekanan 25 kgf/cm<sup>2</sup> selama 10 menit, pengondisian (*conditioning*), dan pemotongan contoh uji.

Papan partikel yang diuji adalah sifat fisis dan mekanis berdasarkan JIS A 5908-2003. Ukuran contoh ujinya adalah 10 × 10 cm (kerapatan dan kadar air), 5 × 5 cm (pengembangan tebal dan daya serap air), 5 × 20 cm (modulus rekah dan modulus elastisitas), 5 × 5 cm (keteguhan rekat internal), dan 5 × 10 cm (kuat pegang sekrup).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ciri Mutu Perekat Likuid TKS

Perekat likuid TKS yang dihasilkan adalah golongan perekat *fenolik* yang berwujud cair dan bebas kotoran, warna cokelat kemerahan, pH 11, kekentalan 34 cps, kadar padatan 34,47%, dan waktu gelatinasi >60 menit. Perekat likuid yang memenuhi sifat perekat fenol formaldehida (PF) untuk kayu lapis (SNI 06-4567-1998) adalah bentuk (cair tanpa kotoran), kenampakan (warna merah kehitaman), pH (10–13), dan waktu gelatinasi (≥30 menit). Adapun sifat kekentalan (130–300 cps) dan kadar padatan (40–45) tidak memenuhi SNI 06-4567-1998. Perekat likuid TKS yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan perekat likuid yang dihasilkan oleh Setiawan (2004), Masri (2005), Jatmiko (2006), Efendi (2006), Prasetyo (2008), Prihantini (2008), Silalahi (2012), dan Kausar (2012).

Ekstensi dan fortifikasi perekat MF dan RF pada perekat likuid TKS memengaruhi mutu perekat campuran. Ekstensi perekat likuid pada perekat MF akan menurunkan mutu perekat campuran karena mutu perekat MF yang tinggi ditambah dengan mutu perekat likuid yang lebih rendah, maka mutu perekat

campuran juga akan menurun. Ekstensi biasanya ditujukan untuk menurunkan biaya produksi perekat, sedangkan fortifikasi perekat MF atau RF pada perekat likuid akan meningkatkan mutu perekat campuran.

### Sifat Mutu Papan Partikel

Sifat fisis dan mekanis papan partikel dibandingkan dengan dengan JIS A 5908-2003. Sifat fisis terdiri atas kerapatan (KR), kadar air (KA), pengembangan tebal (PT), dan daya serap air (DSA). Adapun sifat mekanis terdiri atas modulus rekah (MOR), modulus elastisitas (MOE), keteguhan rekat internal (IB), dan kuat pegang sekrup (KPS).

Sebagian sifat fisis dan mekanis papan partikel memenuhi standar. Kerapatan, kadar air, dan kuat pegang sekrup papan partikel hampir semuanya memenuhi standar. Modulus rekah dan keteguhan rekat internal sebagian memenuhi standar. Pengembangan tebal dan modulus lentur tidak ada yang memenuhi standar. Data sifat fisis dan mekanis papan partikel dan perbandingannya dengan standar JIS A 5908-2003 secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

### Kerapatan (KR)

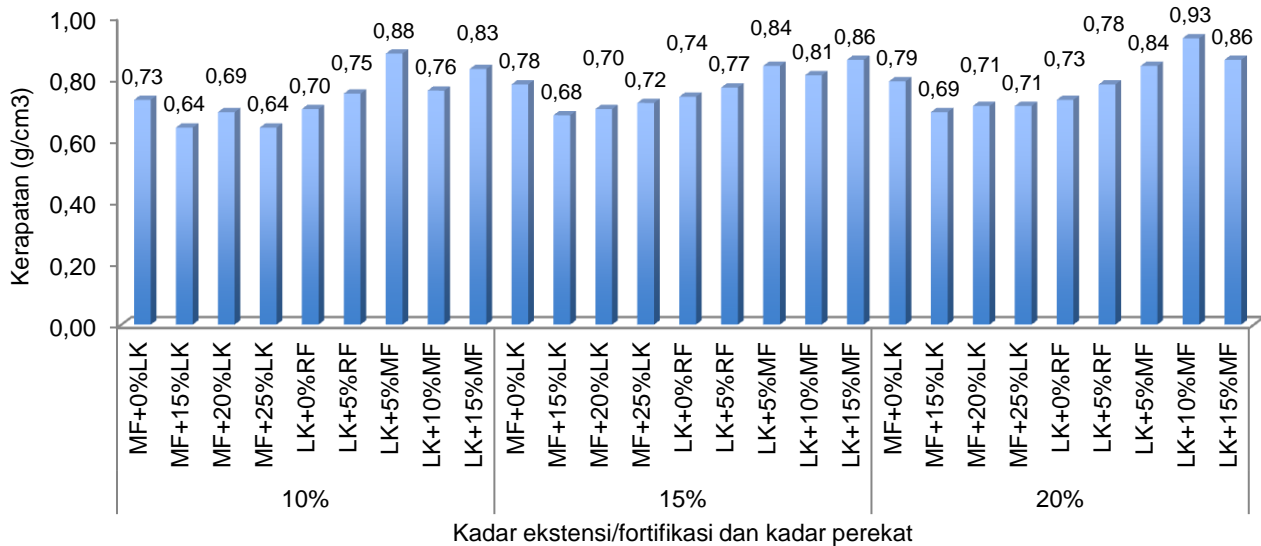
Sifat fisis kerapatan papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi maupun kadar fortifikasi adalah 0,64–0,93 g/cm<sup>3</sup> (Gambar 1). KR papan partikel terbesar dihasilkan dari perlakuan perekat likuid dengan fortifikasi 10% perekat MF (kadar perekat 20%), yaitu 0,93 g/cm<sup>3</sup>. KR papan partikel terkecil dihasilkan dari perlakuan perekat MF dengan ekstensi 15% perekat likuid dan perekat MF dengan ekstensi 25% perekat likuid (kadar perekat 10%), yaitu 0,64 g/cm<sup>3</sup>. KR semua papan partikel memenuhi standar JIS A 5908-2003 yang mensyaratkan KR papan partikel sebesar 0,4–0,9 g/cm<sup>3</sup>, kecuali papan partikel dengan perlakuan perekat likuid dengan fortifikasi 10% perekat MF (kadar perekat 20%).

Kadar perekat berbanding lurus dengan KR papan partikel. Semakin tinggi kadar perekat, semakin tinggi KR papan partikel yang dihasilkan. Ada kecenderungan ekstensi perekat likuid TKS pada perekat MF akan menurunkan KR dan fortifikasi perekat MF atau RF pada perekat likuid akan meningkatkan kerapatannya. Hal ini disebabkan oleh kadar padatan perekat MF atau RF lebih tinggi daripada kadar padatan perekat likuid TKS.

Tabel 1 Sifat fisis-mekanis papan partikel dengan perlakuan kadar perekat, serta kadar ekstender dan kadar penguat

| Kadar perekat   | Perlakuan       | KR (g/cm <sup>3</sup> ) | KA (%)       | PT (%) | DSA (%) | MOR (kg/cm <sup>2</sup> ) | MOE (kg/cm <sup>2</sup> ) | IB (kg)     | KPS (kg)     |
|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------|--------|---------|---------------------------|---------------------------|-------------|--------------|
| 10%             | MF+0%LK         | <b>0,73</b>             | <b>8,37</b>  | 40,72  | 73,87   | <b>95,15</b>              | 9810,16                   | <b>1,85</b> | <b>39,66</b> |
|                 | MF+15%LK        | <b>0,64</b>             | <b>8,42</b>  | 51,10  | 127,06  | 34,55                     | 3577,77                   | 1,38        | <b>37,23</b> |
|                 | MF+20%LK        | <b>0,69</b>             | <b>7,63</b>  | 63,48  | 152,31  | 53,65                     | 5979,46                   | 0,36        | <b>36,99</b> |
|                 | MF+25%LK        | <b>0,64</b>             | <b>8,55</b>  | 71,50  | 155,64  | 16,37                     | 2320,68                   | 0,19        | <b>31,07</b> |
|                 | LK+0%RF         | <b>0,70</b>             | <b>7,78</b>  | 146,90 | 239,02  | 23,43                     | 2787,52                   | 0,22        | 16,00        |
|                 | LK+5%RF         | <b>0,75</b>             | <b>6,60</b>  | 119,34 | 195,66  | 56,88                     | 5901,62                   | 0,28        | <b>30,67</b> |
|                 | LK+5%MF         | <b>0,88</b>             | <b>10,81</b> | 219,73 | 210,32  | 34,35                     | 3492,86                   | 0,50        | <b>47,38</b> |
|                 | LK+10%MF        | <b>0,76</b>             | <b>11,11</b> | 274,35 | 231,96  | 45,54                     | 5694,66                   | 0,71        | 21,25        |
| 15%             | LK+15%MF        | <b>0,83</b>             | <b>10,57</b> | 282,83 | 194,52  | 44,91                     | 5292,76                   | 0,40        | <b>37,86</b> |
|                 | MF+0%LK         | <b>0,78</b>             | <b>7,16</b>  | 28,50  | 68,32   | <b>104,80</b>             | 11454,52                  | <b>3,46</b> | <b>41,03</b> |
|                 | MF+15%LK        | <b>0,68</b>             | <b>7,47</b>  | 42,58  | 104,22  | 62,74                     | 7470,81                   | 1,40        | <b>40,62</b> |
|                 | MF+20%LK        | <b>0,70</b>             | <b>7,78</b>  | 50,30  | 116,61  | 55,35                     | 6675,12                   | 0,72        | <b>39,87</b> |
|                 | MF+25%LK        | <b>0,72</b>             | <b>7,23</b>  | 57,95  | 121,81  | 59,81                     | 6872,99                   | 0,51        | <b>39,72</b> |
|                 | LK+0%RF         | <b>0,74</b>             | <b>7,79</b>  | 139,33 | 198,24  | 24,31                     | 3338,36                   | 0,21        | 24,66        |
|                 | LK+5%RF         | <b>0,77</b>             | <b>5,82</b>  | 47,70  | 127,82  | <b>83,49</b>              | 8408,82                   | 0,22        | <b>31,39</b> |
|                 | LK+5%MF         | <b>0,84</b>             | <b>9,94</b>  | 292,46 | 200,73  | <b>86,80</b>              | 9131,09                   | 1,33        | <b>40,73</b> |
| 20%             | LK+10%MF        | <b>0,81</b>             | <b>10,19</b> | 279,01 | 205,69  | <b>88,43</b>              | 9832,32                   | 0,46        | <b>39,33</b> |
|                 | LK+15%MF        | <b>0,86</b>             | <b>9,37</b>  | 288,93 | 193,64  | <b>92,49</b>              | 11251,60                  | 0,44        | <b>40,22</b> |
|                 | MF+0%LK         | <b>0,79</b>             | <b>7,36</b>  | 12,58  | 38,89   | <b>198,90</b>             | 19810,30                  | <b>7,19</b> | <b>43,41</b> |
|                 | MF+15%LK        | <b>0,69</b>             | <b>8,08</b>  | 28,56  | 64,34   | 56,01                     | 6645,22                   | <b>1,56</b> | <b>42,58</b> |
|                 | MF+20%LK        | <b>0,71</b>             | <b>7,30</b>  | 35,88  | 71,19   | 64,36                     | 8109,91                   | 1,26        | <b>41,37</b> |
|                 | MF+25%LK        | <b>0,71</b>             | <b>6,73</b>  | 40,12  | 86,75   | <b>83,89</b>              | 9998,00                   | 0,98        | <b>40,28</b> |
|                 | LK+0%RF         | <b>0,73</b>             | <b>7,93</b>  | 108,73 | 203,68  | 25,19                     | 4176,12                   | 0,16        | 22,94        |
|                 | LK+5%RF         | <b>0,78</b>             | <b>5,97</b>  | 84,90  | 151,67  | <b>86,94</b>              | 10608,56                  | 0,36        | <b>35,40</b> |
| JIS A 5908-2003 | LK+5%MF         | <b>0,84</b>             | <b>9,43</b>  | 263,90 | 195,88  | <b>81,37</b>              | 10871,71                  | 0,79        | <b>50,74</b> |
|                 | LK+10%MF        | 0,93                    | <b>12,23</b> | 224,90 | 226,49  | 50,21                     | 6256,65                   | 0,34        | <b>62,12</b> |
|                 | LK+15%MF        | <b>0,86</b>             | <b>11,44</b> | 284,25 | 191,28  | 53,50                     | 7859,68                   | 0,32        | <b>38,18</b> |
|                 | JIS A 5908-2003 | 0,4–0,9                 | 5–13         | ≤12    | –       | ≥80                       | ≥20000                    | ≥1,5        | ≥30          |

Keterangan: angka yang dicetak tebal = sifat fisis atau sifat mekanis papan partikel yang memenuhi JIS A 5908-2003.



Gambar 1 Kerapatan papan partikel dengan perlakuan kadar ekstensi/fortifikasi dan kadar perekat.

Viskositas perekat MF atau RF juga lebih kental daripada viskositas perekat likuid TKS.

Target KR papan partikel adalah  $0,6 \text{ g/cm}^3$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa KR papan partikel yang dihasilkan tidak ada yang lebih kecil daripada  $0,6 \text{ g/cm}^3$ , karena KP papan partikel berada pada kisaran  $0,64\text{--}0,93 \text{ g/cm}^3$ . Target KR sebesar  $0,6 \text{ g/cm}^3$  berkaitan dengan tujuan penggunaan papan partikel sebagai papan partikel berkerapatan sedang (*medium density particleboard*) yang menurut klasifikasi FAO adalah  $0,4\text{--}0,8 \text{ g/cm}^3$ .

#### Kadar Air (KA)

Gambar 2 menunjukkan bahwa KA papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi maupun kadar fortifikasi adalah  $5,82\text{--}12,23\%$ . KA papan partikel terbesar dihasilkan dari perlakuan perekat likuid dengan fortifikasi 10% perekat MF (kadar perekat 20%), yaitu  $12,23\%$ . KA papan partikel terkecil dihasilkan dari perlakuan perekat likuid dengan fortifikasi 5% perekat RF (kadar perekat 15%), yaitu  $5,82\%$ . KA semua papan partikel memenuhi standar JIS A 5908-2003 yang mensyaratkan kadar air papan partikel sebesar  $5\text{--}13\%$ .

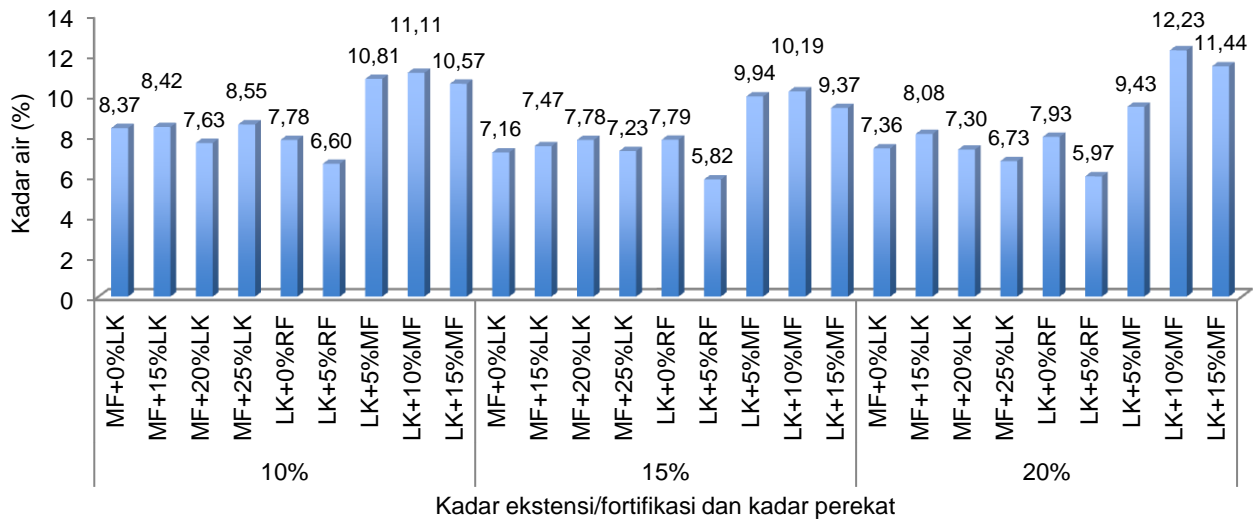
Kadar perekat cenderung berbanding lurus dengan KA papan partikel. Semakin tinggi kadar perekat, semakin tinggi KA papan partikel yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini berkaitan dengan kadar padatan perekat likuid TKS sebesar  $34,47\%$ , yang artinya perekat likuid terdiri atas  $34,47\%$  pengikat (komponen perekat utama) dan  $65,53\%$  pelarut air. Semakin tinggi kadar perekat berarti semakin banyak perekat yang ditambahkan sebagai bahan papan partikel dan semakin banyak air yang terkandung dalam papan partikel.

Fortifikasi perekat MF atau RF pada perekat likuid akan menurunkan KA papan partikel. Ekstensi perekat likuid TKS pada perekat MF akan meningkatkan KA papan partikel. Hal ini disebabkan kadar padatan perekat likuid TKS lebih rendah daripada kadar padatan perekat MF atau RF. Kadar padatan rendah, artinya perekat lebih banyak mengandung pelarut (air). Air dari perekat inilah yang akan mengisi sel-sel dalam partikel TKS sebagai bahan baku papan partikel. Pengondisian atau penyimpanan papan partikel di udara terbuka dalam jangka waktu yang cukup lama akan menyebabkan KA papan partikel meningkat dan menyesuaikan dengan KA kesetimbangan atau kadar air lingkungan.

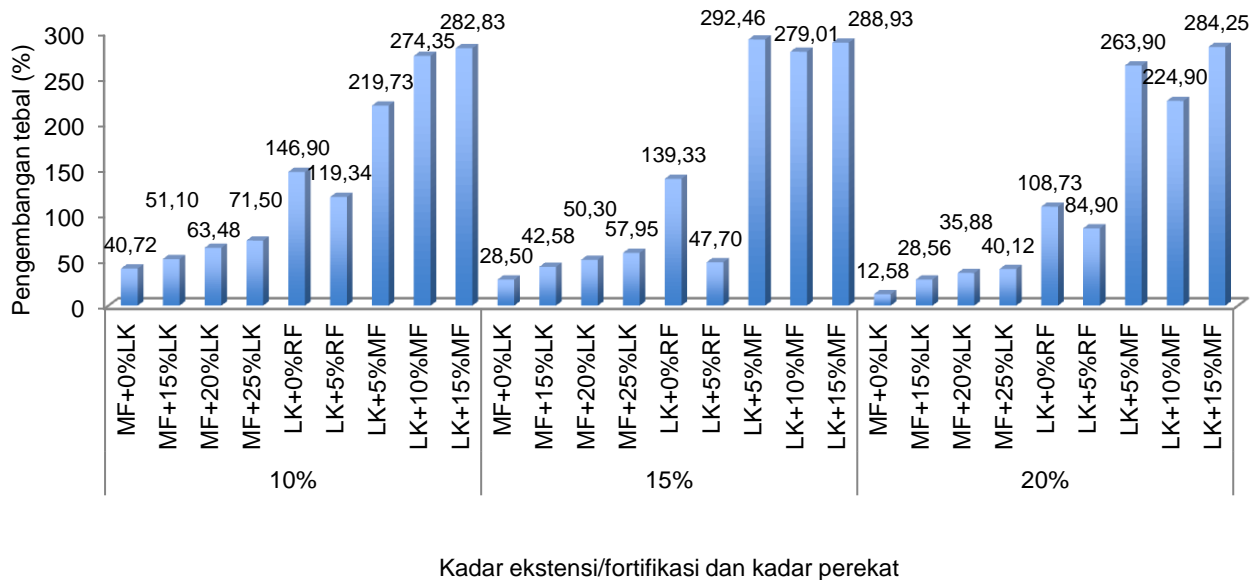
#### Pengembangan Tebal (PT)

Pengembangan tebal (PT) papan partikel terbesar dihasilkan dari perlakuan perekat likuid dengan fortifikasi 5% perekat MF (kadar perekat 15%), yaitu  $292,46\%$ . PT papan partikel terkecil dihasilkan dari perlakuan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid (kadar perekat 20%), yaitu  $12,58\%$ . PT papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi maupun kadar fortifikasi adalah  $12,58\text{--}292,46\%$ , seperti disajikan pada Gambar 3. PT semua papan partikel tidak memenuhi standar JIS A 5908-2003 yang mensyaratkan PT papan partikel  $\leq 12\%$ .

Ada kecenderungan kadar perekat berbanding terbalik dengan PT papan partikel. Semakin tinggi kadar perekat yang digunakan, semakin rendah PT papan partikel. Hal ini disebabkan semakin kecil kadar perekat, semakin banyak partikel yang digunakan sebagai bahan baku. Partikel TKS adalah bahan lignoselulosa yang sangat higroskopis. Semakin banyak partikel, semakin tinggi kemungkinan air masuk ke rongga dan dinding sel partikel.



Gambar 2 Kadar air papan partikel dengan perlakuan kadar ekstensi/fortifikasi dan kadar perekat.



Gambar 3 Pengembangan tebal papan partikel dengan perlakuan kadar ekstensi/fortifikasi dan kadar perekat.

Sementara itu perekat yang bersifat hidrofobik akan menghalangi air untuk keluar-masuk papan partikel. Perekat MF dan perekat RF adalah tipe perekat termoset yang sifatnya mengeras saat dikempa panas dan tidak bisa kembali menjadi bentuk semula (Pizzi 1994). Perekat yang sudah mengeras akan berperan melapisi partikel dan menghalangi air untuk masuk ke dalam papan partikel.

Ekstensi likuid TKS pada perekat MF berbanding lurus dengan PT papan partikel. Semakin banyak ekstender yang ditambahkan, semakin tinggi PT papan partikel. Fortifikasi perekat MF atau RF pada perekat likuid akan menurunkan PT. Semakin banyak fortifier yang ditambahkan, semakin rendah PT papan partikel. Hal ini berkaitan dengan perekat MF dan RF yang merupakan perekat sintetik tipe termoset yang

hidrofobik. Sifatnya mengeras saat dikempa panas dan tidak bisa kembali menjadi bentuk semula (Seller 2001). Ikatan yang kuat antara perekat dan partikel mengakibatkan partikel TKS tidak mudah menyerap air.

**Daya Serap Air (DSA)**

Daya serap air (DSA) papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi maupun kadar fortifikasi adalah 38,89–239,02% (Gambar 4). DSA papan partikel terbesar dihasilkan dari perlakuan perekat likuid tanpa fortifikasi perekat RF (kadar perekat 10%), yaitu 239,02%. DSA papan partikel terkecil dihasilkan dari perlakuan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid (kadar perekat 20%), yaitu 38,89%.

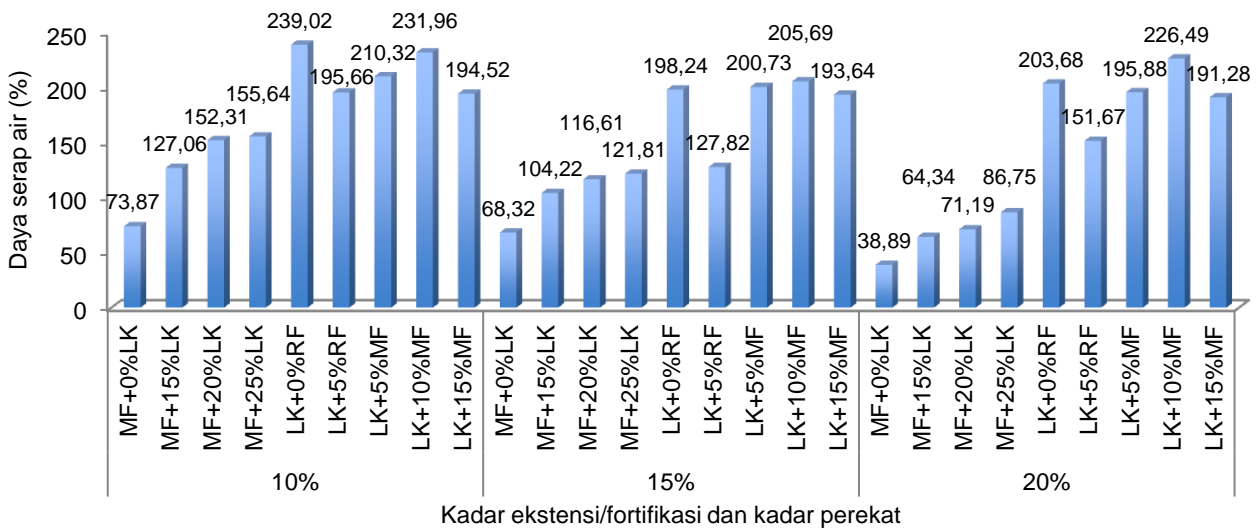
DSA semua papan partikel tidak bisa dibandingkan dengan standar karena standar JIS A 5908-2003 tidak mensyaratkan DSA sebagai kriteria mutu papan partikel. Kadar perekat cenderung berbanding terbalik dengan DSA papan partikel. Semakin tinggi kadar perekat yang digunakan, semakin rendah DSA papan partikel. Hal ini disebabkan semakin banyak perekat yang digunakan, maka perekat yang bersifat hidrofobik akan menghalangi air untuk keluar-masuk papan partikel. Perekat MF dan RF adalah tipe perekat termoset yang sifatnya mengeras saat dikempa panas dan tidak bisa kembali menjadi bentuk semula (cair).

Kadar ekstensi berbanding lurus dengan DSA papan partikel. Kadar fortifikasi perekat MF atau RF pada perekat likuid akan menurunkan pengembangan

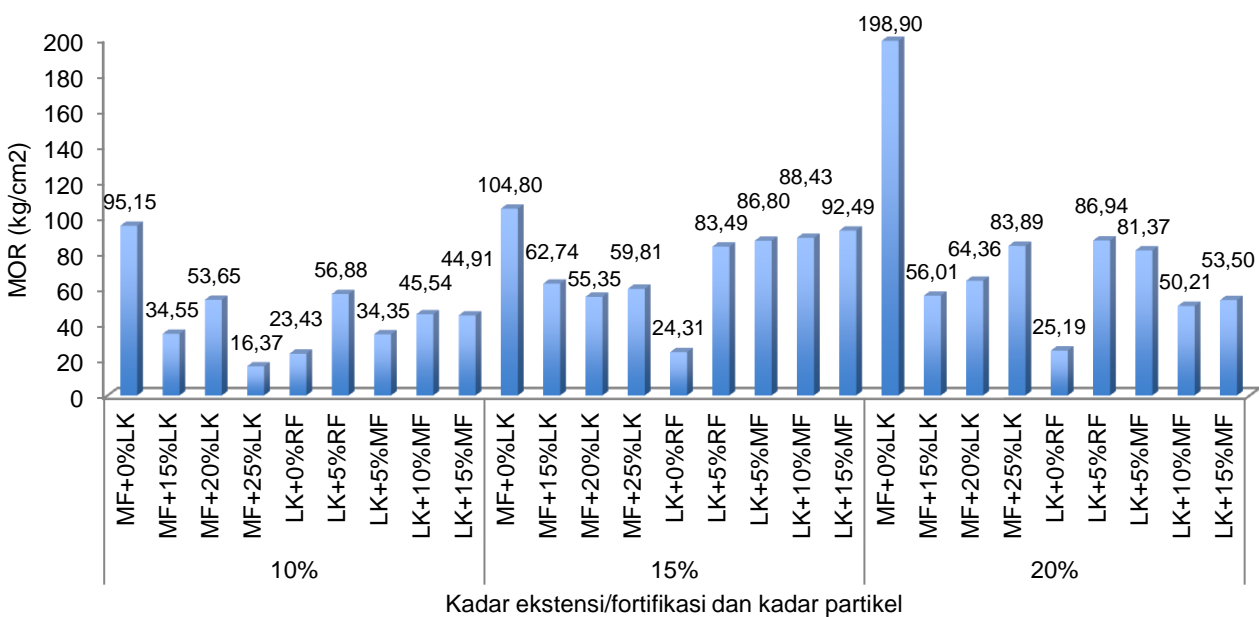
tebal. Hal ini disebabkan perekat MF dan RF adalah perekat sintesis tipe termoset yang hidrofobik. Sifatnya mengeras saat dikempa panas dan tidak bisa kembali menjadi bentuk semula (cair). Sementara perekat likuid TKS adalah perekat alami yang tidak bersifat hidrofobik dengan kadar padatan yang lebih rendah.

**Modulus Rekah (MOR)**

Sifat mekanis modulus rekah (MOR) papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi maupun kadar fortifikasi adalah 16,37–198,90 kg/cm<sup>2</sup>, seperti disajikan pada Gambar 5. MOR papan partikel terbesar dihasilkan dari perlakuan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid (kadar perekat 20%), yaitu 198,90 kg/cm<sup>2</sup>. MOR papan partikel terkecil dihasilkan dari perlakuan



Gambar 4 DSA papan partikel dengan perlakuan kadar ekstensi/fortifikasi dan kadar perekat.



Gambar 5 MOR papan partikel dengan perlakuan kadar ekstensi/fortifikasi dan kadar perekat.

perekat MF dengan ekstensi 25% perekat likuid (kadar perekat 10%), yaitu 16,37 kg/cm<sup>2</sup>.

JIS A 5908-2003 mensyaratkan MOR papan partikel ≥80 kg/cm<sup>2</sup>. Jumlah papan partikel yang memenuhi standar hanya sekitar sepertiga, yaitu papan partikel dengan menggunakan perekat MF+0%LK (kadar perekat 10%); MF+0%LK, LK+5%RF, LK+5%MF, LK+10%MF, LK+15%MF (kadar perekat 15%); dan MF+0%LK, MF+25%LK, LK+5%RF, LK+5%MF (kadar perekat 20%). Sementara papan partikel dengan perlakuan kadar ekstensi/fortifikasi dan kadar perekat lainnya tidak memenuhi standar.

Kadar perekat berbanding lurus dengan MOR papan partikel. Semakin tinggi kadar perekat yang digunakan, semakin tinggi MOR papan partikel. Hal ini berkaitan dengan peran perekat sebagai *backbone* yang bertanggung jawab atas ikatan yang terjadi antara partikel TKS (Ruhendi *et al.* 2007). Namun, kadar perekat yang terlalu besar pada titik tertentu justru akan menurunkan sifat mekanis papan partikel.

Dari Gambar 5, terlihat bahwa kadar perekat 20% memberikan nilai MOR yang lebih baik untuk perlakuan ekstensi perekat likuid pada perekat MF dan fortifikasi perekat RF pada perekat likuid. Sebaliknya, kadar perekat 15% memberikan nilai MOR yang lebih baik untuk perlakuan fortifikasi perekat MF pada perekat likuid. Perekat yang terlalu banyak akan membuat ikatan antara perekat dan partikel tidak optimum.

Fortifikasi perekat RF pada perekat likuid akan meningkatkan MOR papan partikel. Akan tetapi penambahan ekstender likuid TKS pada perekat MF justru menurunkan MOR papan partikel. Hal ini disebabkan mutu perekat likuid yang lebih rendah daripada mutu perekat MF dan RF. MOR papan partikel yang menggunakan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid terlihat yang paling menonjol dibandingkan formula perekat lainnya.

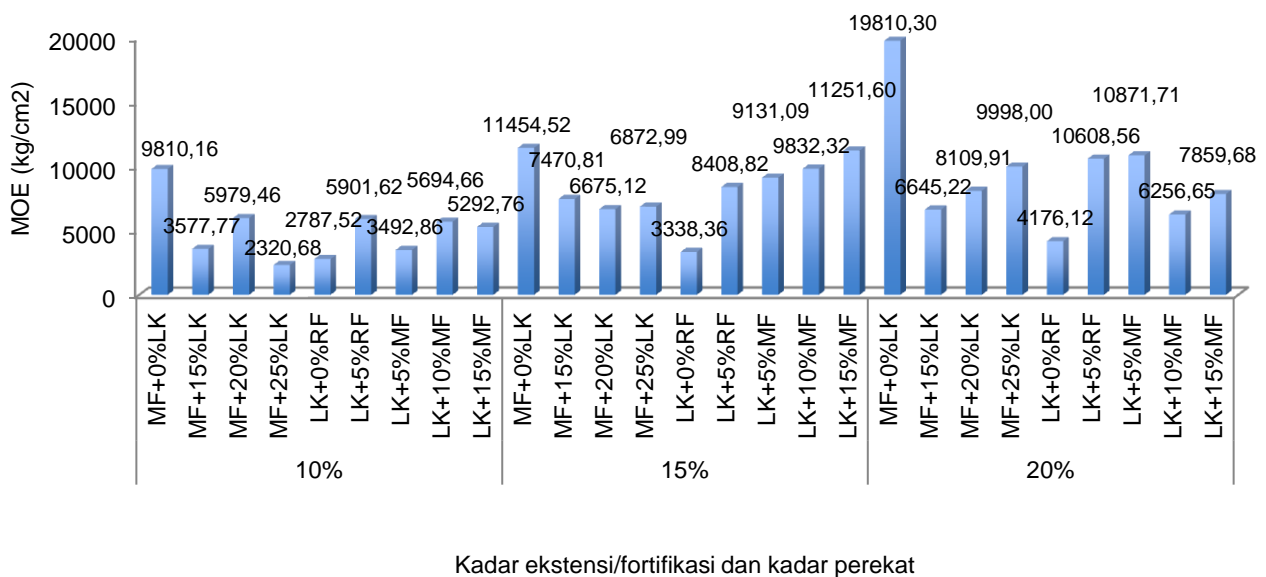
**Modulus Elastisitas (MOE)**

Sifat mekanis modulus elastisitas (MOE) papan partikel untuk semua perlakuan kadar ekstensi/fortifikasi dan kadar perekat relatif rendah. MOE semua papan partikel tidak memenuhi standar JIS A 5908-2003 yang mensyaratkan MOE papan partikel ≥20.000 kg/cm<sup>2</sup>. Hanya papan partikel yang dihasilkan dari perlakuan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid (kadar perekat 20%) yang mendekati standar minimum JIS A 5908-2003, yaitu 19.810,30 kg/cm<sup>2</sup>.

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa MOE papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi maupun kadar fortifikasi adalah 2.320,68–19.810,30 kg/cm<sup>2</sup>. MOE papan partikel terbesar dihasilkan dari perlakuan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid (kadar perekat 20%), yaitu 19.810,30 kg/cm<sup>2</sup>. MOE papan partikel terkecil dihasilkan dari perlakuan perekat MF dengan ekstensi 25% perekat likuid (kadar perekat 10%), yaitu 2.320 kg/cm<sup>2</sup>.

Ada kecenderungan kadar perekat berbanding lurus dengan MOE papan partikel, kecuali perlakuan fortifikasi perekat RF pada perekat likuid dengan nilai MOE yang lebih baik pada kadar perekat 15%. Semakin tinggi kadar perekat yang digunakan, semakin tinggi MOE papan partikel. Semakin banyak perekat yang digunakan, semakin banyak ikatan yang terjadi di antara partikel TKS dan semakin luas bidang rekat. Namun, kadar perekat yang terlalu besar pada titik tertentu justru akan menurunkan MOE papan partikel, seperti pada perlakuan fortifikasi perekat MF pada perekat likuid.

Penambahan ekstender likuid TKS pada perekat MF akan menurunkan MOE papan partikel. Fortifikasi perekat RF pada perekat likuid akan meningkatkan MOR papan partikel. Hal ini disebabkan mutu perekat MF dan RF yang lebih tinggi daripada mutu perekat likuid TKS.



Gambar 6 MOE papan partikel dengan perlakuan kadar ekstensi/fortifikasi dan kadar perekat.

**Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bond*; IB)**

Keteguhan rekat internal (IB) papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi maupun kadar fortifikasi adalah 0,16–7,19 kg (Gambar 7). IB papan partikel terbesar dihasilkan dari perlakuan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid (kadar perekat 20%), yaitu 7,19 kg. IB papan partikel terkecil dihasilkan dari perlakuan perekat likuid tanpa fortifikasi perekat RF (kadar perekat 20%), yaitu 0,16 kg.

Standar JIS A 5908-2003 mensyaratkan IB papan partikel  $\geq 1,5$  kg sehingga IB papan partikel yang memenuhi standar adalah papan partikel yang menggunakan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid (kadar perekat 10, 15, dan 20%), serta perekat MF dengan ekstensi 15% perekat likuid (kadar perekat 20%).

Kadar perekat berbanding lurus dengan IB papan partikel. Semakin tinggi kadar perekat, semakin tinggi IB. Semakin banyak perekat yang digunakan memungkinkan terjadinya ikatan yang optimum di antara partikel TKS sebagai penyusun utama papan partikel.

Namun, penambahan ekstender likuid TKS pada perekat MF menurunkan IB papan partikel. Kadar ekstender berbanding terbalik dengan IB papan partikel. Semakin tinggi kadar ekstender, semakin rendah IB. Hal ini disebabkan mutu perekat MF yang lebih baik daripada perekat likuid TKS. Semakin banyak ekstendernya, semakin menurun mutu perekat campuran seiring dengan berkurangnya komposisi perekat MF di dalam perekat campuran tersebut. Perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid menghasilkan papan partikel dengan IB yang tinggi, bahkan paling menonjol dibandingkan dengan papan partikel yang menggunakan formulasi perekat lainnya.

Fortifikasi perekat RF pada perekat likuid meningkatkan IB papan partikel. Sebaliknya, kadar fortifikasi perekat MF pada perekat likuid cenderung

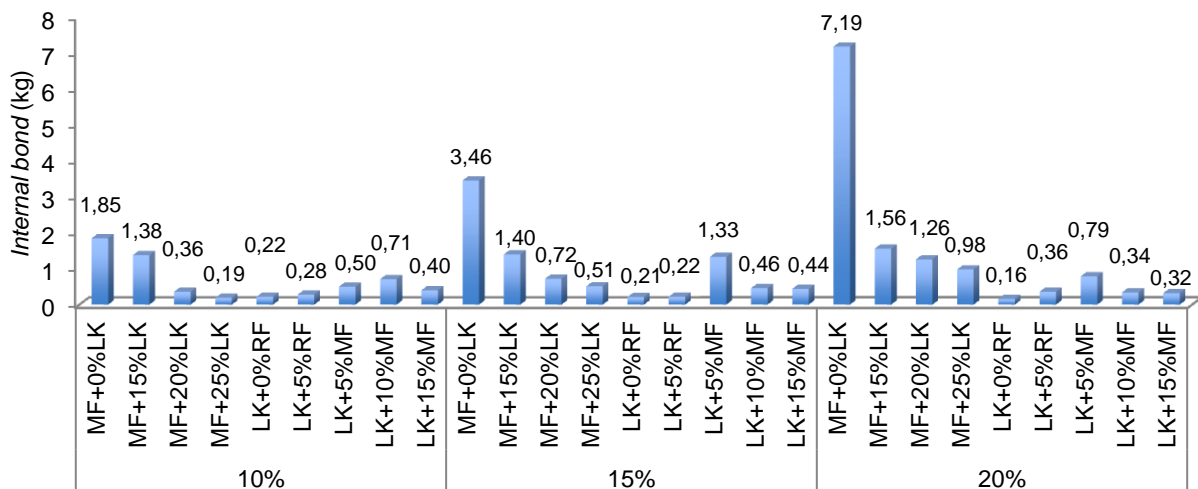
menurunkan IB papan partikel. Mutu perekat RF jauh lebih baik daripada mutu perekat likuid TKS. Sementara itu penggunaan MF sebagai pengikat (komponen perekat utama) menghasilkan papan dengan nilai IB lebih tinggi daripada penggunaan MF sebagai penguat. Artinya perekat likuid lebih cocok digunakan sebagai ekstender pada perekat MF untuk menghasilkan papan partikel dengan IB yang baik.

**Kuat Pegang Sekrup (KPS)**

Kuat pegang sekrup (KPS) papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi maupun kadar fortifikasi adalah 16,00–62,12 kg (Gambar 8). KPS papan partikel terbesar dihasilkan dari perlakuan perekat likuid dengan ekstensi 10% perekat MF (kadar perekat 20%), yaitu 62,12 kg. KPS papan partikel terkecil dihasilkan dari perlakuan perekat likuid tanpa fortifikasi perekat RF (kadar perekat 10%), yaitu 16,00 kg.

Standar JIS A 5908-2003 mensyaratkan KPS papan partikel sebesar  $\geq 30$  kg sehingga papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi maupun kadar fortifikasi memenuhi JIS A 5908-2003, kecuali papan partikel yang menggunakan perekat likuid tanpa fortifikasi perekat RF (kadar perekat 10, 15, dan 20%) dan perekat likuid dengan fortifikasi 10% perekat MF (kadar perekat 10%). Kadar perekat cenderung berbanding lurus dengan KPS papan partikel. Semakin tinggi kadar perekat, semakin tinggi KPS. Dengan banyaknya perekat yang digunakan maka ikatan di antara partikel dengan perekat menjadi lebih optimum.

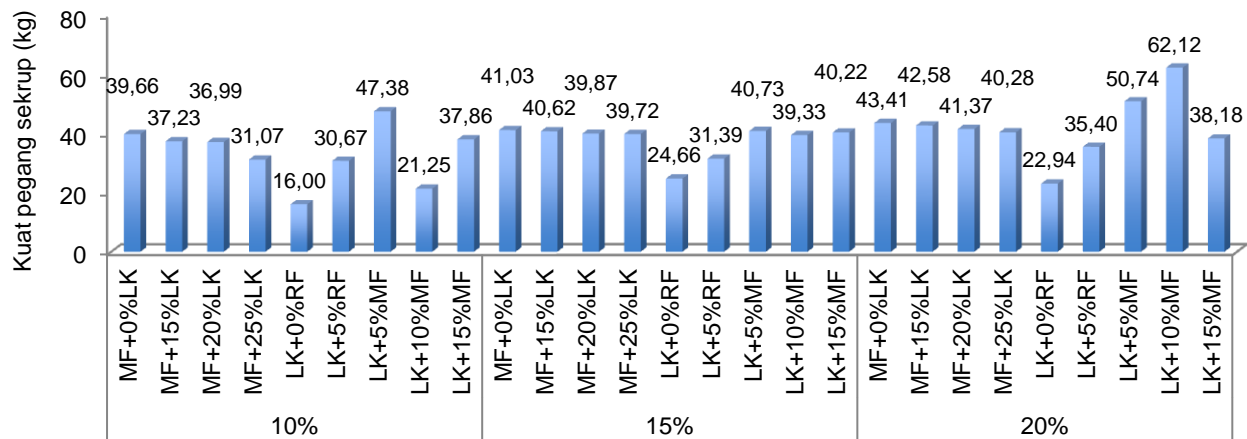
Kadar ekstensi berbanding terbalik dengan KPS papan partikel. Semakin banyak ekstender yang ditambahkan, semakin rendah KPS papan partikel. Sebaliknya, kadar fortifikasi berbanding lurus dengan KPS papan partikel. Hal ini disebabkan mutu perekat MF dan RF yang lebih baik daripada mutu perekat likuid TKS. Fortifier perekat MF atau RF akan



Kadar ekstensi/fortifikikasi dan kadar perekat

Gambar 7 *Internal bond* papan partikel dengan perlakuan kadar ekstensi/fortifikikasi dan kadar perekat.





Kadar ekstensi/fortifikasi dan kadar perekat

Gambar 8 Kuat pegang sekrup papan partikel dengan perlakuan kadar ekstensi/ fortifikasi dan kadar perekat.

meningkatkan mutu perekat campuran. Ekstender likuid pada perekat MF akan menurunkan mutu perekat campuran, tetapi di sisi lain akan menurunkan harga perekat campuran dan pemanfaatan limbah TKS yang selama ini belum digunakan secara optimum.

## KESIMPULAN

Perekat likuid TKS yang dihasilkan adalah golongan perekat fenolik, berwujud cair dan bebas kotoran, warna cokelat kemerahan, pH 11, kekentalan 34 cps, kadar padatan 34,47%, dan waktu gelatinasi >60 menit. Sebagian ciri perekat likuid memenuhi SNI 06-4567-1998, yaitu wujud (cair tanpa kotoran), kenampakan (warna merah kehitaman), pH (10–13), dan waktu gelatinasi ( $\geq 30$  menit). Ekstensi perekat likuid pada perekat MF akan menurunkan mutu perekat campuran, sedangkan fortifikasi perekat MF atau RF pada perekat likuid akan meningkatkan mutu perekat campuran.

Sifat fisis dan mekanis papan partikel untuk semua perlakuan kadar perekat dan kadar ekstensi/ fortifikasi adalah KR 0,64–0,93 g/cm<sup>3</sup>, KA 6–12%, PT 13–292%, DSA 39–239%, MOR 16–199 kg/cm<sup>2</sup>, MOE 2321–19810 kg/cm<sup>2</sup>, IB 0,16–7,19 kg, dan KPS 16–62 kg. Sebagian sifat fisis dan mekanis papan partikel memenuhi JIS A 5908-2003. KA semua papan partikel memenuhi standar. KR dan KPS papan partikel hampir semuanya memenuhi standar. MOR dan IB papan partikel sebagian memenuhi standar. Pengembangan tebal dan MOE papan partikel tidak memenuhi standar.

Papan partikel yang menggunakan perekat MF tanpa ekstensi perekat likuid (kadar perekat 20%) adalah papan partikel dengan mutu terbaik. Perekat likuid TKS untuk papan partikel direkomendasikan menggunakan formula perekat likuid dengan fortifikasi

5% perekat MF (kadar perekat 15%) dan perekat MF dengan ekstensi 15% perekat likuid (kadar perekat 20%) untuk menghasilkan papan partikel yang baik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Hibah Bersaing. Terima kasih juga kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat IPB sebagai pengelola hibah penelitian di lingkup IPB, serta mahasiswa Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB yang membantu pelaksanaan penelitian, yaitu Irfan Misbahudin Firmansyah, Yuliani, Melfi Dora Tarigan, dan Adesna Fatrawana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowyer JL, Shmulsky R, Haygreen JG. 2007. *Forest product and wood science: an introduction*. Ed. Le-5. Ames, Iowa (US): Iowa State University Pr.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1998. SNI 06-4567-1998 tentang fenol formaldehida cair untuk perekat kayu lapis. Jakarta (ID): BSN.
- Efendi M. 2006. Fortifikasi perekat likuid tandan kosong sawit dengan melamin formaldehida untuk perekat papan partikel. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Jatmiko A. 2006. Mutu papan partikel pada berbagai kadar perekat likuid tandan kosong kelapa sawit. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kausar AW. 2012. Kualitas likuid tandan kosong sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan perlakuan

- perendaman *n*-heksana dan pemberian resorsinol. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian Pertanian RI. 2010. *Luas dan produksi perkebunan kelapa sawit 2010*. Jakarta (ID): Kementerian Pertanian RI.
- Maloney TM. 1993. *Modern Particle board and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Publications. San Fransisco (US).
- Masri AY. 2005. Kualitas Perekat Likuida Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Berbagai Ukuran Serbuk, Keasaman dan Rasio Molar Formaldehida dengan Phenol. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pizzi A. 1994. *Advance Wood Adhesive Technology*. Marcel Dekker, Inc. New York (US).
- Prasetyo RA. 2008. Kualitas papan partikel dari tandan kosong sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan likuidanya dengan modifikasi melamin formaldehida [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Prihantini AI. 2008. Kualitas likuida tandan kosong sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan perlakuan perendaman bahan baku dalam air panas. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pu S, Yoshioka M, Tanihara Y, Shiraishi N. 1991. *Liquefaction of Wood in Phenol and Its Application to Adhesives*. Kyoto University. Kyoto (JP).
- Ruhendi S, Koroh DN, Syamani FA, Yanti H, Nurhaida, Saad S, Sucipto T. 2007. *Analisis Perekatan Kayu*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ruhendi S, Sucipto T. 2007. *Wettabilitas Tandan Kosong Sawit (TKS)*. Bogor (ID).
- Sellers T. 2001. Wood Adhesive: Innovation and Application In North America. *Forest Product Journal*. 51(6): 12–22.
- Setiawan CNB. 2004. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) sebagai bahan baku perekat likuida dan papan partikel berkerapatan sedang. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Setyawati BR. 1994. Kajian produksi aseton-butanol-etanol oleh *Clostridium acetobutylicum* dengan substrat hidrolisat tandan kosong kelapa sawit. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Silalahi LB. 2012. Pererkat Likuida dari Limbah Sabut Pinang (*Areca catechu* Linn.). [Skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Sucipto T. 2009. Karakterisasi Partikel dan Likuida Tandan Kosong Sawit. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Yoshioka M, Aranishi Y, Shiraishi N. 1992. Liquefaction of Wood and Its Applications. *Forest Research Institute Bulletin*. New Zealand.