

# Mutu Papan Partikel dari Kayu Kelapa Sawit (KKS) Berbasis Perekat *Polystyrene*

Indra Mawardi

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, Banda Aceh

E-mail: ddx\_72@yahoo.com

## ABSTRAK

Target khusus penelitian adalah mendapatkan komposisi kayu kelapa sawit (KKS) dan *polystyrene* (PS) yang tepat pada pembuatan papan partikel yang memenuhi standar mutu. Standar mutu SNI 03-2105-1996 dijadikan referensi pembandingan hasil pengujian. Tahapan penelitian dimulai dari pemilihan ukuran partikel, pencampuran, dan pembentukan papan partikel, sampai pada pengujian. Unsur pembentuk papan partikel adalah KKS, perekat PS, *benzoyl peroxide*, *maleated coupling agent*, dan pelarut *xilena*. Spesimen dibuat dengan komposisi variasi fraksi berat KKS-PS: 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30 dan 80:20. Pengujian mekanis, dan fisis dilakukan untuk mendapatkan komposisi optimum dari masing-masing fraksi berat. Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar perekat. Dari variasi komposisi, mulai komposisi KKS-PS, 60:40 telah dapat digunakan dalam pembuatan papan partikel KKS. Papan partikel KKS-PS memiliki nilai kekuatan tarik optimum sebesar 55,15 kg/cm<sup>2</sup> dan kekuatan lentur optimum sebesar 92,27 kg/cm. Secara umum papan partikel KKS-PS telah memenuhi persyaratan standar SNI 03-2105-1996.

**Kata kunci:** Papan partikel, *polystyrene*, *kayu kelapa sawit*.

## ABSTRACT

*The specific target of this research is finding out an ideal composition of wood palm oil particle and polystyrene in standard particle board. Indonesian standard of SNI 03-2105-1996 used for reference of test result. The experiment started by screening of particle, mixing, forming of particle board, and test. Forming elements are wood palm oil particle, PS, benzoyl peroxide, maleated coupling agent, and xilena. The compositions of mass fraction KKS-PS: 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30 and 80:20. Testing was performed mechanical, physical and fraktografi analysis. Results of mechanical and physical test show that particle board characteristics increase due to the increase of adhesive concentration. From the variation of composition, starting composition of KKS-PS, 60:40 has been used in the manufacture of particle board KKS. Tensile strength and flexural strength optimum of particle board KKS-PS is 55.15 kg/cm<sup>2</sup> and 92.27 kg/cm<sup>2</sup>. The particle board wood palm oil with adhesive polystyrene fulfilled the acceptable Indonesian standard of SNI 03-2105-1996.*

**Keywords:** Particle board, *polystyrene*, *wood palm oil*.

## PENDAHULUAN

Seiring dengan peningkatan industri perikanan di Indonesia, ketersediaan kayu di hutan baik jumlah maupun kualitasnya semakin terbatas. Hal ini berpengaruh terhadap industri papan partikel yang semakin sulit mendapatkan kayu yang solid berkualitas baik. Salah satu alternatif menggantikan partikel kayu adalah kayu kelapa sawit (KKS). KKS merupakan salah satu limbah hasil per-

kebunan yang ketersediaannya yang berlimpah dan belum optimal dimanfaatkan, demikian juga halnya dengan gabus atau *packing* alat elektronik yang terbuat dari bahan *polystyrene* (PS).

Dari uraian di atas, menunjukkan bahwa KKS memiliki potensi yang sangat besar untuk digunakan di bidang rekayasa, khususnya sebagai partikel pada pembuatan papan partikel, dengan memanfaatkan PS sebagai perekat (matriks). Permasalahan selanjutnya yang perlu diketahui adalah kadar PS

yang tepat untuk dijadikan perekat partikel KKS sehingga dapat diproduksi papan partikel yang memenuhi standar mutu.

Tujuan akhir dari penelitian ini adalah didapatkan komposisi yang tepat antara partikel KKS dan *polystyrene* (PS) sebagai pembentuk papan partikel yang ditinjau dari sifat fisis dan mekanik. Pengembangan produk papan partikel dari KKS dan PS (limbah) ini merupakan salah satu upaya memproduksi material yang murah dan memenuhi standart mutu dan pelestarian lingkungan hidup.

Penelitian pemanfaatan kayu sawit oleh Lubis [1], menunjukkan cara pemanfaatan KKS paling tepat adalah bagian bawah sampai ketinggian 2 meter furniture dan bagian atas (> 2 meter) dapat dimanfaatkan sebagai papan partikel. Balfas [2], menyatakan salah satu masalah serius dalam pemanfaatan KKS adalah sifat *higroskopis* yang berlebihan dan karakteristik kimia kayu sawit yang memiliki kandungan ekstraktif (terutama pati) yang lebih banyak dibandingkan kayu biasa.

Beberapa penelitian tentang papan patikel telah dilakukan. Erwinsyah [3] meneliti pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai material papan partikel. Berdasarkan hasil penelitian, sifat fisik dan mekanik papan partikel dari tandan kosong sawit telah memenuhi SNI untuk penggunaan interior. Kasim [4] berhasil memanfaatkan limbah TKKS untuk dijadikan papan partikel dengan menggunakan gambir sebagai perekat, namun hasil penelitian ini masih perlu beberapa penyempurnaan untuk mendapatkan hasil yang optimal sesuai mutu dan karakteristik diinginkan. Mutu papan partikel menurut Sugtino [5], meliputi beberapa hal seperti cacat, ukuran, sifat fisis, sifat mekanis, dan sifat kimia. Amin [6] telah berhasil membuat papan partikel TKKS, papan yang dihasilkan sudah dapat dibuat dengan ukuran skala industri (240 cm x 120 cm). Secara umum papan yang dihasilkan telah memenuhi standar pemakaian JIS A 5908. Pemanfaatan langsung serbuk kulit kayu akasia sebagai perekat papan partikel, Subyakto [7] menghasilkan komposisi 60 : 40 kulit akasia dan serbuk kayu 60:40 memenuhi standar JIS A 5908 untuk sifat mekanisnya.

## METODE PENELITIAN

### Penyediaan Partikel Kayu Sawit

Kayu kelapa sawit yang digunakan adalah bagian batang yang mempunyai ketinggian di atas 2 meter. Kayu kelapa sawit dibersihkan dari kotoran dan dihancurkan menjadi partikel dengan ukuran < 5 mm. Partikel dikeringkan sampai kadar air sekitar 10%.

### Proses pembentukan spesimen

Campuran perekat dibuat dengan mencampurkan PS ke dalam pelarut *xilena*, *maleated coupling agent* dan *benzoyl peroxide*. Selanjutnya ke dalam campuran tersebut dimasukan partikel KKS dan dilakukan proses mixer campuran dan partikel hingga rata. Pencetakan dilakukan pada suhu ruang, dan dibiarkan kering dan mengeras selama 14 hari sebelum dilakukan pengujian. Untuk mempercepat pengeringan dapat juga dilakukan dengan memasukan spesimen ke dalam oven pada suhu sekitar 100°C. Perbandingan komposisi unsur-unsur pembentuk papan partikel menggunakan fraksi berat (Tabel 1). Spesimen uji tarik dibentuk sesuai standart ASTM D638M type IV [8] dan spesimen uji lentur mengikuti ASTM D 790.

Tabel 1. Perbandingan Unsur-Unsur Pembentuk Papan Partikel

Partikel KKS (gr)	PS (gr)	Coupling Agent (gr)	Peroksida (gr)	Pelarut (gr)
20	80			
30	70			
40	60			
50	50	8% PS	8% <i>coupling agent</i>	10% PS
60	40			
70	30			
80	20			

### Pengujian Kuat Tarik dan Lentur

Pengujian tarik dan lentur menggunakan mesin Universal Machine Testing jenis UCT Series. Pengujian dilakukan pada temperatur 23<sup>o</sup>-25<sup>o</sup>C, dengan kelembaban 50% RH dan kecepatan penarikan 10 mm/min. Pengujian lentur dilakukan dengan metode *three poin bending* dengan jarak tumpuan 10 kali tebal spesimen dan kecepatan penekanan sebesar 2 mm/min.

### Pengujian Sifat Fisis

Pengujian ini meliputi pengujian kerapatan papan partikel, kadar air papan partikel, dan pengembangan tebal [9].

#### a. Kerapatan

Nilai kerapatan papan partikel dihitung dengan rumus:

$$Kerapatan(g/cm^3) = \frac{Berat}{Volume} \quad (1)$$

#### b. Kadar air

Kadar air dihitung menggunakan persamaan:

$$Kadar.air(\%) = \frac{Berat.awal}{Berat.karing} \times 100\% \quad (2)$$

c. Daya serap air

Daya serap air ditentukan berdasarkan berat spesimen setelah direndam dalam selama 24 jam dan hasilnya dihitung dengan persamaan :

$$DSA = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

B<sub>1</sub> = berat sebelum perendaman (gr)

B<sub>2</sub> = berat setelah perendaman (gr)

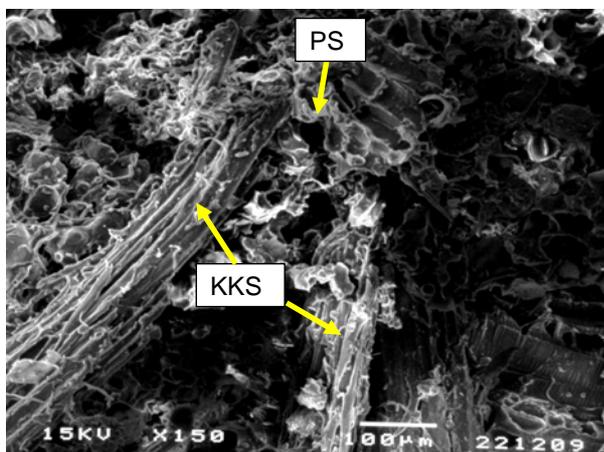
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kerapatan

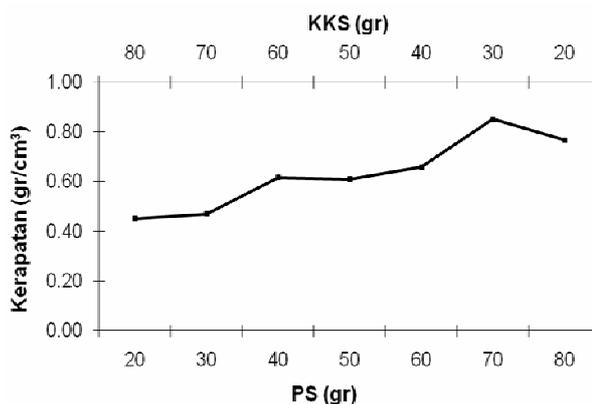
Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa trend kerapatan papan partikel cenderung meningkat seiring dengan penambahan jumlah perekat. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh perekat PS yang secara fisis mengalami interaksi dengan KKS melalui rongga-rongga yang diisinya (Gambar 1).

Gambar 2 menunjukkan nilai kerapatan terhadap berbagai konsentrasi KKS-PS. Meskipun trend kerapatan mengalami peningkatan, akan tetapi peningkatan kerapatan yang terjadi sangat kecil. Pada penambahan kadar PS lebih tinggi, KKS-PS (20:80) kerapatan mulai turun, hal ini karena komposisi partikel yang minim dan rongga banyak diisi oleh perekat, sehingga papan mempunyai berat yang kecil dibandingkan dengan volume dari papan itu sendiri. Pada jumlah perekat yang terlalu tinggi, aktifitas tarik menarik perekat dengan partikel akan meningkat sehingga papan cenderung menggulung.

Nilai kerapatan papan partikel yang menggunakan PS sebagai perekat berkisar antara 0,45 – 0,85 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai kerapatan terendah terjadi pada konsentrasi KKS-PS (80:20) dan tertinggi pada konsentrasi 30:70. Kerapatan papan partikel yang dihasilkan telah memenuhi kerapatan standar yang dipersyaratkan oleh SNI 03-2105-1990 [8], yaitu berkisar antara 0,4-0,9 gr/cm<sup>3</sup>.



Gambar 1. Interaksi KKS-PS dalam Papan Partikel

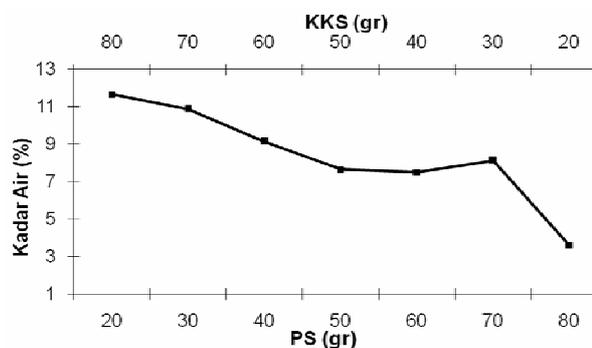


Gambar 2. Kurva Hubungan antara Kerapatan dan Konsentrasi KKS-PS

Analisis Kadar Air

Peningkatan jumlah perekat berpengaruh positif pada nilai kadar air. Hal ini karena perekat yang lebih banyak akan menutupi rongga sel KKS dengan sempurna dan tidak mudah terhidrolisis. Kadar air papan partikel dengan komposisi perekat yang minim memiliki nilai yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi perekat yang lebih banyak (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa partikel yang digunakan sebagai bahan dasar memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap air. Kadar air yang terlalu tinggi menyebabkan ikatan rekat menjadi lemah.

Nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan berfluktuasi dikarenakan dipengaruhi oleh faktor nilai kadar air partikel dan keadaan lingkungan dimana papan partikel dikondisikan. Semakin tinggi kadar air partikel maka semakin tinggi pula kadar air papan partikel yang akan dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Balfas [2], yang menyatakan salah satu masalah serius dalam pemanfaatan KKS adalah sifat *higroskopis* yang berlebihan. Meskipun telah dikeringkan hingga mencapai kadar air pada temperatur ruang, kayu kelapa sawit dapat kembali menyerap uap dari udara hingga mencapai kadar air lebih dari 20%.



Gambar 3. Kurva Hubungan antara Kadar Air dan Konsentrasi KKS-PS

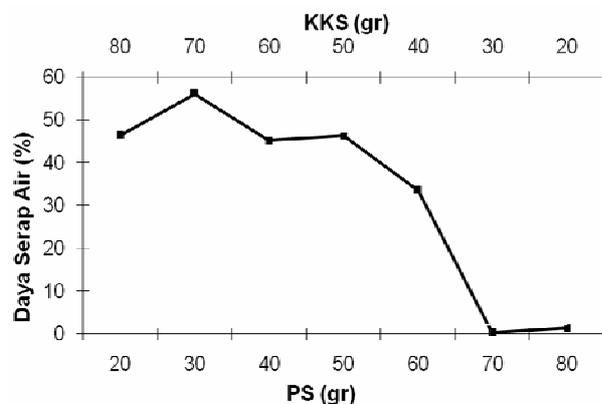
Nilai kadar air yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 3,60 -11,68%. Masih tingginya kadar air yang dihasilkan tidak terlepas dari kandungan *parenkim* dan air yang dikandung KKS. Tingginya kadar air menyebabkan kestabilan dimensi KKS rendah [10]. Kadar air optimum terjadi pada kosentrasasi KKS-PS (20:80), yaitu 3,60% dan yang terendah pada kosentrasasi sebaliknya 80:20, yaitu 11,68%. Nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan telah memenuhi standar yang diisyaratkan SNI 03-2105-1996 [8] yakni, kadar air < 14 %.

**Analisis Daya Serap Air**

Gambar 4 memperlihatkan grafik daya serap air papan partikel yang menggunakan perekat PS setelah perendaman selama 24 jam. Dari gambar itu terlihat daya serap air kecendrungan semakin menurun dengan bertambahnya jumlah perekat. Penurunan daya serap air dikarenakan perekat yang masuk ke rongga-rongga sel partikel semakin banyak sehingga kontak antar partikel semakin rapat dan uap air akan sulit masuk ke dalam papan partikel.

Daya serap air yang besar disebabkan karena sifat KKS yang sangat *higroskopis*. Struktur KKS yang mengandung selulosa dan *hemiselulosa* serta senyawa-senyawa lain sangat mudah menyerap air. Selain *hemiselulosa* yang paling berpengaruh pada penyerapan air, tetapi *selulosa*, *lignin* dan permukaan *selulosa* kristal juga berpengaruh. Nilai daya serap air yang dihasilkan perekat PS berkisar antara 0,41%-56,08%. Nilai terendah 0,41% terjadi pada kosentrasasi KKS-PS (30:70), sedangkan tertinggi 56,08% pada perbandingan KKS-PS (70:30). Dari kisaran daya serap air yang dihasilkan, telah memenuhi persyaratan yang diminta SNI 03-2105-1996 [8] untuk daya serap air sebesar 20-75%.

Kayu monokotil seperti KKS, mempunyai jaringan *parenkim* diantara bundel-bundel seratnya,



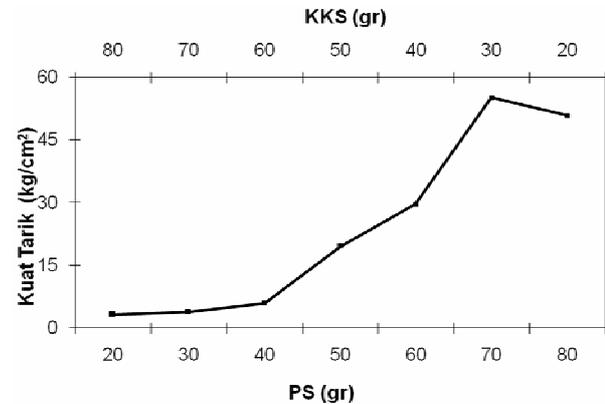
Gambar 4. Kurva Hubungan antara Daya Serap Air dan Kosentrasasi KKS-PS

yang semula dalam kayu segar masih mengandung air. Setelah pengeringan jaringan ini membentuk pori-pori yang cenderung menyerap cairan polar sejenis air. Oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi melalui pengisian pori kayu dengan polimer agar mampu meningkatkan stabilitas kayu dengan semakin banyaknya rongga-rongga sel kayu yang terisi oleh bahan polimer [11].

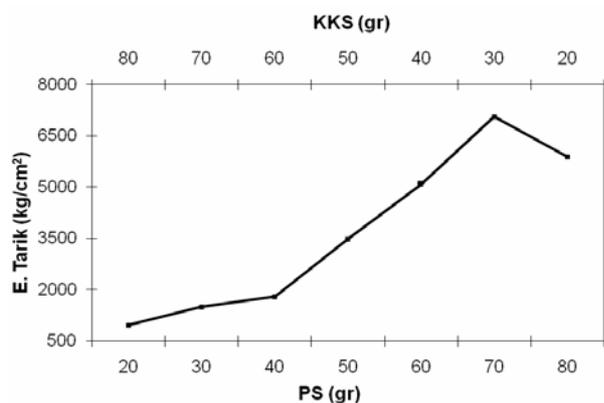
**Analisis Kekuatan Tarik**

SNI 03-2105-1996 [8] mengategorikan mutu papan partikel berdasarkan type yaitu, type 100, 150 dan 200. Sasaran peneltian ini adalah dapat memenuhi mutu papan partikel type 100 yang mempersyaratkan kekuatan tarik minimum 1,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Hasil pengujian tarik diperlihatkan pada Gambar 5, terlihat fenomena kekuatan tarik akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah perekat. Akan tetapi jumlah perekat yang berlebihan tidak akan meningkatkan kekuatan tarik, ini terlihat pada perbandingan kosentrasasi KKS-PS (20:80). Terjadinya penurunan kekuatan tarik pada kosentrasasi 20:80 dikarenakan perekat melewati batas optimum sehingga perekat terkonsentrasi pada satu daerah yang menyebabkan *interface* partikel dan perekat menjadi lemah, disamping itu perekat juga mempunyai sifat kristalin yang tinggi. Nilai kekuatan berkisar antara 3,26–55,15 kg/cm<sup>2</sup>, dengan kekuatan tarik tertinggi didapat pada perbandingan KKS-PS (30:70), yaitu sebesar 55,15 kg/cm<sup>2</sup>. Dari nilai kekuatan tarik yang didapat, papan partikel KKS-PS jauh melebihi standar minimum kekuatan tarik type 100, yaitu 1,5 - 3,0 kg/cm<sup>2</sup>. Disini terlihat juga pengaruh penambahan *coupling agent* yang dapat meningkatkan ikatan antar muka antara partikel KKS dan perekat PS, melalui proses pelarutan kandungan KKS seperti *selulosa*, *lignin*, *serat*, *parenkim*, dan pati.



Gambar 5. Kurva Hubungan antara Kekuatan Tarik dan Kosentrasasi KKS-PS

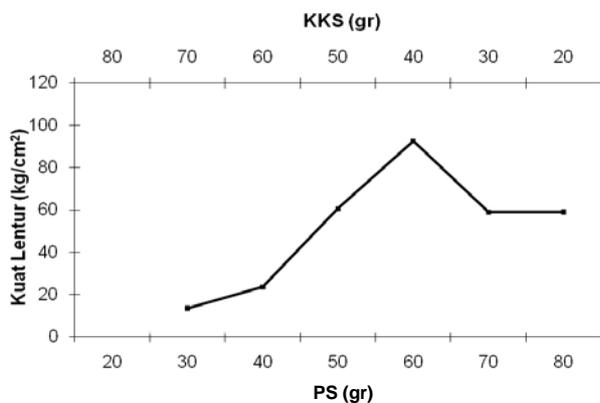


Gambar 6. Kurva Hubungan antara Modulus Elastisitas Tarik dan Kosentrasi KKS-PS

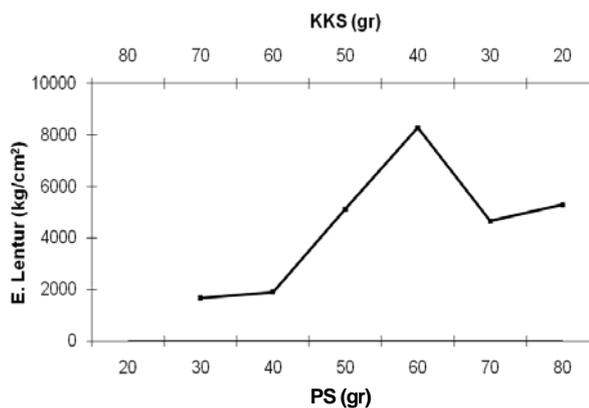
Fenomena grafik modulus elastisitas yang didapat tidak jauh berbeda dengan grafik kekuatan tarik, dimana peningkatan nilai modulus elastisitas seiring dengan bertambahnya jumlah perekat yang digunakan (Gambar 6). Untuk nilai modulus elastisitas papan partikel KKS-PS berkisar antara 963,20- 7059,33 kg/cm<sup>2</sup>. Modulus elastisitas optimum terjadi pada perbandingan KKS-PS (30:70).

### Analisis Kekuatan Lentur

Kekuatan lentur dilakukan untuk menunjukan kekuatan papan partikel dalam menahan gaya kompresi. Parameter ini penting karena, penggunaan papan partikel dalam permebelan selalu menuntut pemakaian datar. Gambar 7 dan 8 memperlihatkan nilai kekuatan lentur dan modulus elastisitas lentur dari berbagai komposisi perbandingan KKS-PS. Kekuatan lentur papan partikel KKS yang dihasilkan meningkat dengan penambahan jumlah perekat dikarenakan zat aktraktif, seperti silika yang terkandung di dalam partikel KKS membantu rekatan semakin baik.

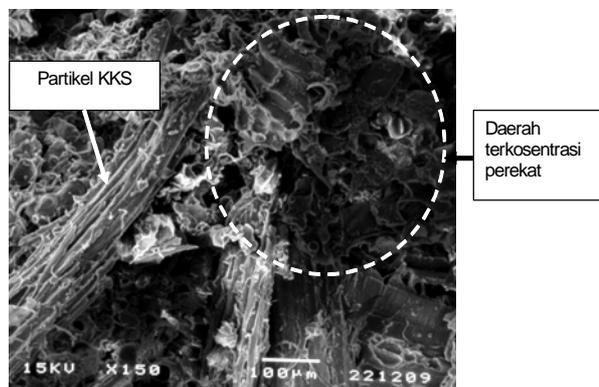


Gambar 7. Kurva Hubungan antara Kekuatan Lentur dan Kosentrasi KKS-PS



Gambar 8. Kurva Hubungan antara Modulus Elastisitas Lentur dan Kosentrasi KKS-PS

Penambahan kadar perekat juga berarti mengurangi jumlah partikel yang digunakan sehingga mengurangi luas dan volume partikel yang dapat ditutupi perekat. Semakin rapat dan semakin luasnya daerah kontak antar partikel membuat pemakaian perekat menjadi lebih efektif yang akan menghasilkan kekuatan lentur papan yang lebih baik. Sebaliknya jika perekat melebihi komposisi optimum, maka akan terkonsentrasi pada satu daerah sehingga kekuatan lenturnya menjadi menurun. Gambar 9 menunjukan daerah konsentrasi perekat PS yang melebihi batas optimum.



Gambar 9. Daerah Terkonsentrasinya Perekat

Kekuatan lentur papan partikel dengan perekat PS berkisar antara 13,38-92,42 kg/cm<sup>2</sup>, dengan nilai optimum pada perbandingan KKS-PS (40:60). Sedangkan nilai modulus elastisitas berkisar antara 1703-8277 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan lentur dan modulus elastisitas papan partikel KKS-PS mendekati papan partikel TKKS yang dihasilkan penelitian Siswanto [12], yang menghasilkan keteguhan papan partikel tandan kelapa sawit mencapai 111-200 kg/cm<sup>2</sup> dan elastisitas papan partikel 1809-4131 kg/cm<sup>2</sup>.

Nilai kekuatan modulus elastisitas lentur tidak terlepas dari nilai kekuatan lentur. Rendahnya nilai modulus elastisitas lentur dikarenakan partikel KKS mengandung sifat *pith* (gabus). *Pith* dapat dihilangkan melalui proses *depithing* karena *pith* mengandung sel parenkim yang tidak memberi sifat kekuatan sehingga akan menghasilkan papan partikel yang kurang baik.

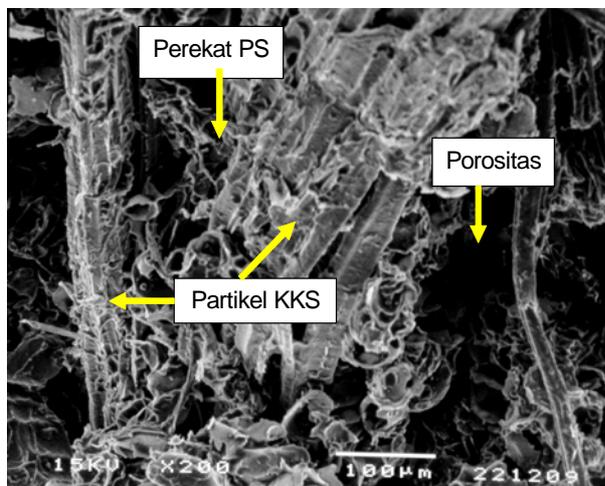
Dari nilai-nilai kekuatan lentur papan partikel KKS-PS telah memenuhi standar kekuatan lentur minimum SNI 03-2105-1996 [8], untuk mutu papan partikel type 100, yaitu sebesar 80 kg/cm<sup>2</sup>.

Terjadinya perbedaan nilai optimum pada perbandingan KKS-PS antara kuat lentur, 40:60 (Gambar 7) dengan kuat tarik, 30:70 (Gambar 5), dikarenakan karakteristik papan partikel dalam menahan gaya kompresi lebih baik dibandingkan gaya tarik. Sehingga pada perbandingan perekat yang sama, kuat lentur papan partikel akan lebih besar dibandingkan dengan kuat tariknya.

### Analisis Faktografi (SEM)

Hasil pengujian SEM terhadap papan partikel KKS-PS menunjukkan perekat menutupi seluruh bagian partikel. Perekat yang menutupi partikel saling mengikat satu sama lain sehingga partikel dapat bersatu membentuk suatu ikatan yaitu papan. Kekuatan ikatan perekat sangat tergantung jumlah yang digunakan.

Gambar 10 memperlihatkan hasil SEM untuk papan partikel KKS-PS, dengan perbesaran 350x, disini terlihat jelas perekat yang berwarna keputihan menutupi partikel dan mempunyai batas partikel. Tingkat homogenitas yang kurang baik saat pencampuran antara partikel dengan perekat, menyebabkan pada bagian tertentu terlihat partikel tidak sempurna ditutupi oleh perekat (terdapat porositas).



Gambar 10. Hasil SEM Papan Partikel KKS-PS

### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan sifat fisis dan mekanis papan partikel KKS mengalami peningkatan dengan bertambahnya komposisi perekat PS. Jumlah perekat yang melebihi komposisi optimum menyebabkan kekuatan mekanis menurun. Homogenitas campuran KKS-PS juga menentukan sifat fisis dan mekanis papan partikel. Dari variasi komposisi yang dilakukan, dimulai komposisi KKS-PS 60:40 dan seterusnya, papan partikel KKS telah memenuhi persyaratan standar SNI 03-2105-1996. Papan partikel KKS-PS memiliki nilai optimum kekuatan tarik sebesar 55,15 kg/cm<sup>2</sup> dan kekuatan lentur optimum yaitu, 92,27 kg/cm.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Lubis A.U., Guritno P., Darnoko, *Prospek industri dengan Bahan Baku Limbah Padat Kelapa Sawit di Indonesia*, Berita PPKS 2, 1994.
2. Balfas E.S., *Kayu Sawit sebagai Substitusi Kayu dari Hasil Alam*, Forum Komunikasi Teknologi dan Industri Kayu, Bogor, 2003.
3. Erwinsyah, *Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Perekat Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel dari Tandan Kosong Sawit*, Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Kayu Tropis, Vol 12, No 1 Apr 2004.
4. Kasim A., *Papan Tiruan Berbahan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)*, <http://www.kompas.com/>, 7 Maret 2008
5. Sutigno, Paribroto, *Mutu Papan Partikel*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor, 2000.
6. Amin Y., *Papan Partikel dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)*, <http://www.inovasi.lipi.go.id/> (10 Februari 2009).
7. Subyakto, Bambang P., *Pemanfaatan Langsung Serbuk Kulit Kayu Akasia Sebagai Perekat Papan Partikel*, Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis. Vol. 1, No. 1, 2003.
8. ASTM, *Annual Book of ASTM Standard*, West Conshohocken, 2003.
9. Standar Nasional Indonesia, *Mutu Papan Partikel*. SNI 07-2105-1996. Dewan Standar Nasional. Jakarta, 1996.
10. Tomimura, *Chemical Characteristics of Palm Tunk*. Journal Japan Agric., Vol.2, 1992.
11. Zukarnain, *Impregnasi Resin Pinus Merkusidan Asam Akrilat ke Dalam Kayu Kelapa Sawit Menggunakan Berbagai Pelarut*, Tesis Kimia. SPs USU Medan, 2000.
12. Siswanto, *Seribu Manfaat Serat Sawit*, <http://www.trubus-online.co.id/>, 10 Februari 2009.