

SIFAT FISIK MEKANIK PAPAN PARTIKEL TANPA PEREKAT DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (*Elaeis Guineensis* acq)

The Physical and Mechanical Properties of Non Adhesive Particle Board from Oil Palm Empty Fruit Bunches

Budi Tri Cahyana

Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru
Jl. P. Batur Barat No.2. Telp.0511-4772461, 4774861 Banjarbaru
E-mail : baristand.banjarbaru@gmail.com

Diterima 04 Januari 2014 disetujui 22 April 2014

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sifat fisik dan mekanik papan partikel tanpa perekat dari limbah tandan kosong kelapa sawit. Limbah tandan kosong kelapa sawit diuraikan menjadi serat dan direbus dalam air mendidih selama 60 menit kemudian dikeringkan selama ± 2 minggu. Persiapan bahan baku yang sudah kering dicacah lagi menjadi partikel serat dengan ukuran 5 mesh, 10 mesh dan 16 mesh. Disusun ke dalam cetakan kemudian dikempa panas pada tekanan 35 kgf/cm^2 selama 10 menit dengan 3 variasi suhu, yaitu 160°C , 180°C dan 200°C . Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata kadar air papan partikel berkisar antara 7,11 - 9,85 % dan nilai kerapatan berkisar antara $0,63 - 0,76 \text{ gr/cm}^3$. Nilai pengembangan tebal tertinggi 22,59 % diperoleh pada limbah tandan kosong kelapa sawit ukuran partikel 10 mesh pada suhu 160°C (a2b1). Nilai tertinggi keteguhan patah $211,67 \text{ kg/cm}^2$ dihasilkan pada perlakuan ukuran partikel 10 mesh pada suhu 180°C (a2b2). Nilai tertinggi keteguhan lentur $490,85 \text{ kg/cm}^2$ pada diperoleh pada perlakuan ukuran partikel 10 mesh pada suhu 160°C (a2b1). Nilai tertinggi keteguhan tarik $7,49 \text{ kg/cm}^2$ dihasilkan pada perlakuan ukuran partikel 5 mesh dengan suhu pengempaan 200°C (a1b3). Nilai rata-rata pengujian sifat fisik dan mekanik meliputi kadar air, kerapatan, keteguhan patah (MoR) dan keteguhan tarik memenuhi persyaratan SNI sedangkan nilai rata-rata pengembangan tebal dan keteguhan lentur belum memenuhi persyaratan SNI.

Kata kunci : tandan kosong kelapa sawit, papan partikel

ABSTRACT

This research aimed to get the physical and mechanical properties of non adhesive-particle board from oil palm empty fruit bunches. The oil palm empty fruit bunches were degraded to fibre and boiled in boiling water during 60 minute then dried in ± 2 weeks. The dried raw material was chopped to be fibre in 5 mesh, 10 mesh, and 16 mesh. It were complied into a mold and then hot pressed in 35 kgf/cm^2 pressure during 10 minute with 3 of temperature variety, 160°C , 180°C and 200°C . The result showed that the average of particle board water content was 7,11 - 9,85 % and the density was $0,63 - 0,76 \text{ gr/cm}^3$. The highest thickness swelling was 22,59 % in 10 mesh and 160°C (a2b1) temperature of oil palm empty fruit bunches. The modulus of rupture was $211,67 \text{ kg/cm}^2$ in 10 mesh and 180°C (a2b2) temperature. The modulus of elasticity was $490,85 \text{ kg/cm}^2$ in 10 mesh and 160°C (a2b1) temperature. The tensile strength was $7,49 \text{ kg/cm}^2$ in 5 mesh and 200°C (a1b3) temperature. The average of physical and mechanical properties such as water content, density, modulus of rupture, tensile strength were fulfill the SNI requirement, while the average of thickness swelling and modulus of elasticity were not fulfill the SNI requirement.

Keywords: oil palm empty fruit bunches, particle board

I. PENDAHULUAN

Industri yang bergerak dalam pengolahan hasil hutan kayu mengalami kendala dalam memenuhi pasokan bahan baku. Oleh karena itu dikembangkan produk komposit yang ramah lingkungan dan mampu menjadi alternatif bahan baku kayu sehingga meningkatkan nilai tambah dan keuntungan.

Papan partikel merupakan produk papan komposit yang banyak dikembangkan dan cukup efisien dalam penggunaan bahan baku. Papan partikel dapat dibuat menggunakan bahan baku berupa limbah kayu, kayu dengan kualitas rendah dan bahan berlignoselulosa lainnya. Proses pembuatan papan partikel biasanya menggunakan perekat sintetis seperti urea formaldehida, phenol formaldehida dan melamine formaldehida. Penggunaan perekat sintetis tersebut dapat menghasilkan emisi formaldehida yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Bahan baku yang dapat digunakan diantaranya berasal dari limbah pengolahan kelapa sawit yaitu tandan kosong kelapa sawit. Indonesia memiliki potensi limbah TKKS yang sangat besar. Menurut Wahyuni (2008), sebuah pabrik kelapa sawit (PKS) dengan kapasitas olah 30 ton Tandan Buah Segar (TBS)/jam dan secara rata-rata beroperasi 20 jam/hari maka setiap harinya akan dihasilkan 120 ton Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan 360 ton limbah cair PKS. Menurut Isroi (2008), limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat mencapai 220 kg dari setiap ton TBS yang diolah. Pada tahun 2009, perkiraan potensi limbah TKKS dapat mencapai lebih dari 2 juta ton. Limbah TKKS dicacah sebelum diolah lebih lanjut. TKKS ada yang dibakar langsung di incinerator atau dijadikan kompos. Pengelolaan limbah TKKS ini menjadi masalah tersendiri bagi PKS. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik papan partikel tanpa perekat dari limbah tandan kosong kelapa sawit serta membandingkan sifat papan partikel tanpa perekat dengan standar SNI 03-2105-2006.

II. BAHAN DAN METODE

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Peralatan yang digunakan dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat dari tandan kosong kelapa sawit ini adalah saringan kawat, gergaji mesin, timbangan analitik, aluminium foil, oven, frame dari plat besi dengan ketebalan 0,7 cm, cetakan papan, alat kempa hidrolik, mesin hot pres, kaliper, desikator, dan alat uji mekanik yaitu *Universal Testing Machine* (UTM).

Tandan kosong kelapa sawit diuraikan menjadi serat dengan gergaji mesin kemudian tandan kosong kelapa sawit yang telah terurai direbus dalam air mendidih selama 60 menit. Perebusan ini bertujuan untuk menghilangkan sisa minyak sawit yang menghambat perekatan dan untuk memicu degradasi lignoselulosa. Tandan kosong kelapa sawit yang sudah direbus kemudian dikeringkan dengan dijemur di bawah sinar matahari selama ± 2 minggu. Tandan kosong kelapa sawit yang sudah kering dicacah lagi dengan mesin gergajian kecil yang dimodifikasi untuk mendapatkan menjadi partikel serat dengan ukuran 5 mesh, 10 mesh dan 16 mesh. Partikel yang siap dicetak terlebih dahulu diukur kadar airnya. Kadar air partikel sebelum dicetak yang diharapkan adalah $5\pm 2\%$.

Partikel kemudian ditimbang sesuai dengan berat partikel yang dibutuhkan. Jumlah partikel yang dibutuhkan untuk membuat papan dengan ukuran $(25 \times 25 \times 0,7) \text{ cm}^3$ dan target kerapatan sebesar $0,7 \text{ g/cm}^3$. Partikel yang sudah ditimbang kemudian disusun ke dalam cetakan yang sudah dilapisi dengan aluminium foil dan dikempa awal atau kempa dingin untuk pembentukan awal papan sehingga diperoleh ketebalan yang diinginkan. Papan kemudian dikempa panas dengan *hydraulic press* pada tekanan 35 kgf/cm^2 selama 10 menit dengan 3 variasi suhu, yaitu 160°C , 180°C dan 200°C . Papan hasil pengempaan panas kemudian dikondisikan selama ± 1 minggu pada kondisi kering udara.

Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan ulangan masing-masing perlakuan sebanyak 3 (tiga) kali. Pengujian sifat fisik dan mekanik yang dilakukan meliputi pengujian kadar air, kerapatan, pengembangan tebal, keteguhan patah (MoR), keteguhan lentur (MoE), keteguhan tarik berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2105-2006) tentang papan partikel.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rata-rata hasil pengujian sifat fisik papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit tanpa perekat yang meliputi kadar air, kerapatan, pengembangan tebal dapat dilihat pada Tabel 1.

Nilai rata-rata hasil pengujian sifat mekanika papan partikel dari limbah tandan kosong kelapa sawit tanpa perekat yang meliputi keteguhan patah (MoR), keteguhan lentur (MoE) dan keteguhan tarik dapat dilihat pada Tabel 2.

3.1. Kadar Air

Berdasarkan pada Tabel 1, dapat dikemukakan nilai kadar air rata-rata pada papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit tanpa perekat berkisar antara 7,11 - 9,85 % dimana kadar air papan partikel hasil penelitian memenuhi SNI 03-2105-2006 yang mempersyaratkan kadar air papan partikel tidak diperkenankan lebih dari 14 %.

Untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap kadar air papan partikel yang dihasilkan dari limbah tandan kosong kelapa sawit tanpa perekat, maka dilakukan analisa data keragaman seperti pada Tabel 3.

Berdasarkan uji keragaman Tabel 3. menunjukkan perlakuan ukuran mesh, variasi suhu dan interaksi papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air.

Papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit yang dihasilkan mengalami penurunan kadar air dengan adanya kenaikan suhu pengempaan. Hal ini pada proses pengepresan papan partikel terjadi penguapan air dan degradasi bahan kimia

tandan kosong kelapa sawit meningkat sehingga rongga-rongga sel banyak kosong. Kadar air mencapai kesetimbangan menjadi tinggi pada saat pengkondisian bahan papan partikel. Menurut Haygreen JG. Dan Bowyer (1996) bahwa nilai kadar air papan partikel dipengaruhi oleh kadar air partikel sebelum dikempa, jumlah air terkandung dalam perekat dan jumlah uap air yang keluar dari dalam papan partikel saat dikempa.

Untuk mengetahui perbedaan masing-masing variasi perlakuan kadar air dari papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit dilakukan uji beda seperti pada Tabel 4.

Dari hasil uji beda Tabel 4. menunjukkan bahwa pada perlakuan a1b1 dengan a3b3, a1b1 dengan a2b3, a1b1 dengan a3b2, a1b1 dengan a3b2, a1b1 dengan a1b2, a1b1 dengan a3b1, a1b1 dengan a2b2, a2b1 dengan a3b3, a2b1 dengan a2b3, a2b1 dengan a3b2, a2b1 dengan a3b2, a2b1 dengan a1b2, a2b1 dengan a3b1, a2b1 dengan a2b2, a2b2 dengan a2b3, a2b2 dengan a3b2, a2b2 dengan a3b2, a2b2 dengan a1b2, a2b2 dengan a3b1 menunjukkan perbedaan yang sangat nyata kecuali pada perlakuan a3b1 dengan a3b3, a3b1 dengan a2b3 menunjukkan perbedaan nyata.

3.2. Kerapatan

Berdasarkan pada Tabel 4.1. dapat dikemukakan nilai kerapatan rata-rata pada papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit berkisar antara 0,63 – 0,76 gr/cm³ dimana kerapatan papan partikel hasil penelitian memenuhi SNI 03-2105-2006 yang mempersyaratkan kerapatan papan partikel diantara 0,40 g/cm³ – 0,90 g/cm³. Nilai kerapatan terendah 0,63 gr/cm³ pada limbah tandan kosong kelapa sawit ukuran partikel 5 mesh pada suhu 160 °C. Nilai kerapatan tertinggi 0,76 gr/cm³ pada limbah tandan kosong kelapa sawit dengan ukuran partikel 10 mesh pada suhu 180 °C. Dilihat nilai kerapatan yang diperoleh sebagian mencapai target yang diharapkan. Penurunan kerapatan terjadi pada papan partikel yang dihasilkan karena penyebaran partikel pada saat pengempaan yang tidak merata dan mengalami penambahan

ketebalan dari target yang diharapkan. Pelebaran bahan partikel tidak sama tiap bagian papan partikel sehingga pada saat menerima tekanan dan panas pengempaan berbeda. Proses pengempaan papan partikel suhu tinggi dengan ukuran partikel halus akan menyebabkan mudah terbakar partikel tandan kelapa sawit. Partikel halus tandan kelapa sawit yang mudah terbakar akan menyebabkan berat papan partikel berkurang yang menurunkan nilai kerapatan papan partikel.

Untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap kerapatan papan partikel yang dihasilkan dari limbah tandan kosong kelapa sawit, maka dilakukan analisa data keragaman seperti pada Tabel 5.

Berdasarkan uji keragaman Tabel 4.5. menunjukkan perlakuan ukuran partikel, variasi suhu papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan. Untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan kerapatan dari papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit dilakukan uji beda seperti pada Tabel 6.

Dari hasil uji beda Tabel 6. menunjukkan bahwa pada perlakuan a2b2 dengan a1b1, a2b2 dengan a1b3, a2b2 dengan a3b3, a2b2 dengan a2b3, a2b2 dengan a3b1, a2b2 dengan a1b2 berbeda sangat nyata terhadap kerapatan dan pada perlakuan a2b2 dengan a2b1, a2b2 dengan a3b2, a3b2 dengan a1b1, a3b2 dengan a1b3 menunjukkan perbedaan nyata

3.3. Pengembangan Tebal

Berdasarkan pada Tabel 1. dapat dikemukakan nilai pengembangan tebal rata-rata pada papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit berkisar antara 7,08 – 22,59 %. Nilai pengembangan tebal terendah 7,08 % pada limbah tandan kosong kelapa sawit ukuran partikel 16 mesh pada suhu 200 °C. Nilai pengembangan tebal tertinggi 22,59 % pada limbah tandan kosong kelapa sawit ukuran partikel 10 mesh pada suhu 160 °C. Pengembangan tebal papan partikel dalam penelitian ini belum memenuhi persyaratan SNI karena pengembangan tebal lebih dari 12 %. Tingginya nilai pengembangan tebal

yang dihasilkan karena partikel bahan limbah tandan kosong kelapa sawit makin kasar maka kerapatannya dengan suhu tinggi kecenderungan papan partikel kembali mengalami perubahan dimensi awal.

Menurut S. Ruhendi (2011) menyatakan bahwa semakin banyak air yang diabsorpsi dan memasuki struktur partikel maka semakin banyak perubahan dimensi papan partikel. Untuk papan partikel berkerapatan tinggi mempunyai rongga kosong yang sedikit maka lebih banyak air yang memasuki struktur partikel kayu (Abdurachaman, 2011).

Untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap pengembangan tebal papan partikel yang dihasilkan dari limbah tandan kosong kelapa sawit, maka dilakukan analisa data keragaman seperti pada Tabel 7.

Berdasarkan uji keragaman Tabel 7. menunjukkan perlakuan ukuran partikel, variasi suhu papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit dan interaksi berpengaruh sangat nyata terhadap pengembangan tebal. Untuk mengetahui perbedaan masing-masing variasi perlakuan pengembangan tebal papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit dilakukan uji beda seperti pada Tabel 8.

Dari hasil uji beda Tabel 8. menunjukkan bahwa variasi perlakuan ukuran partikel dan suhu papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit berbeda sangat nyata terhadap pengembangan tebal, sedangkan pada perlakuan a3b1 dengan a1b3 menunjukkan perbedaan nyata kecuali a2b1 dengan a1b1, a2b2 dengan a3b2, a3b2 dengan a2b3, a3b2 dengan a3b1, a3b1 dengan a2b3 dan a2b3 dengan a1b3.

3.4. Keteguhan Patah (MoR)

Nilai rata-rata keteguhan patah pada Tabel 2. variasi ukuran partikel dan suhu pengempaan papan partikel dari limbah tandan kosong kelapa sawit berkisar antara 150,10 – 211,67 kg/cm². Nilai rata-rata terendah keteguhan patah 150,10 kg/cm² pada limbah tandan kosong kelapa sawit ukuran partikel 16 mesh pada suhu 200 °C. Nilai rata-rata tertinggi keteguhan patah

211,67 kg/cm² pada limbah tandan kosong kelapa sawit ukuran partikel 10 mesh pada suhu 180 °C. Didalam standar nasional keteguhan patah (MoR) papan partikel tipe 8 jenis papan partikel dekoratif ditetapkan minimal 82 kg/cm², dengan demikian nilai keteguhan patah (MoR) papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit memenuhi SNI 03-2105-2006 yang mempersyaratkan papan partikel.

Untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap keteguhan patah (MoR) papan partikel yang dihasilkan dari limbah tandan kosong kelapa sawit, maka dilakukan analisa data keragaman seperti pada Tabel 9.

Berdasarkan uji keragaman Tabel 9. menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan patah, sedangkan variasi suhu dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan patah.

Ukuran partikel papan partikel tandan kosong kelapa sawit tanpa perekat akan mempengaruhi proses degradasi bahan selulosa karena pada saat suhu mencapai 200 °C terjadi proses pengikatan sendiri antar partikel (*self bonding*) sedang pada ukuran partikel kecil mencapai suhu 200 °C terjadi pengikatan partikel yang menyebabkan terbakarnya partikel-partikel limbah tandan kelapa sawit.

Untuk mengetahui perbedaan masing-masing variasi perlakuan keteguhan patah dari papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit dilakukan uji beda seperti pada Tabel 10.

Dari hasil uji beda Tabel 10. menunjukkan bahwa papan partikel pada perlakuan a2b2 dengan a3b3, a2b2 dengan a3b1 berbeda sangat nyata terhadap keteguhan patah dan pada perlakuan a1b3 dengan a3b3, a1b3 dengan a3b1, a1b2 dengan a3b3, a2b3 dengan a3b3, a1b1 dengan a3b3 menunjukkan perbedaan nyata terhadap keteguhan patah.

3.5. Keteguhan Lentur (MoE)

Menurut Maloney (1993) bahwa *Modulus of Elasticity* (MoE) adalah ukuran kemampuan material dalam menahan

perubahan bentuk sampai batas proporsi yang menunjukkan sifat elastisitas bahan.

Pada nilai rata-rata keteguhan lentur pada Tabel 4.2. variasi ukuran partikel dan suhu pengempaan papan partikel dari limbah tandan kosong kelapa sawit berkisar antara 249,42 – 490,85 kg/cm². Nilai rata-rata terendah keteguhan lentur 249,42 kg/cm² pada limbah tandan kosong kelapa sawit ukuran partikel 16 mesh pada suhu 180 °C (a3b2). Nilai rata-rata tertinggi keteguhan lentur 490,85 kg/cm² pada limbah tandan kosong kelapa sawit ukuran partikel 10 mesh pada suhu 160 °C (a2b1). Keteguhan lentur papan partikel dalam penelitian ini belum memenuhi persyaratan SNI keteguhan lentur minimal 20400 kg/cm². Rendahnya nilai keteguhan lentur yang dihasilkan papan partikel tandan kosong kelapa sawit tanpa perekat karena ketebalan partikel bahan limbah tandan kosong kelapa sawit tidak merata pada saat pengempaan panas akan merubah dimensi dan mempengaruhi proses degradasi bahan selulosa karena pada saat suhu mencapai 200 °C. Papan partikel dengan nilai keteguhan lentur (MoE) yang rendah akan mengakibatkan papan partikel berubah bentuk dan mudah melengkung atau bahkan patah.

Menurut Subiyanto (2005, nilai keteguhan tekan (MoR) dan keteguhan lentur (MoE) ini dipengaruhi oleh nilai kerapatan. Semakin tinggi kerapatan papan partikel semakin keteguhan patahnya. Pada penelitian ini kerapatan partikel tinggi diperoleh pada proses pengempaan suhu 180 °C.

Untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap keteguhan lentur (MoE) papan partikel yang dihasilkan dari limbah tandan kosong kelapa sawit, maka dilakukan analisa data keragaman seperti pada Tabel 11.

Berdasarkan uji keragaman Tabel 11. menunjukkan bahwa ukuran partikel papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan lentur, sedangkan suhu dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan lentur. Hal ini disebabkan ukuran partikel papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit yang

digunakan memberikan kerapatan papan partikel yang dihasilkan.

Untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan terhadap keteguhan lentur dari papan partikel limbah tandan kosong kelapa sawit dilakukan uji beda seperti pada Tabel 12.

Dari hasil uji beda Tabel 12. menunjukkan bahwa papan partikel pada perlakuan a2b1 dengan a3b2 berbeda sangat nyata terhadap keteguhan patah dan pada perlakuan a2b1 dengan a3b1, a1b2 dengan a3b2, a1b2 dengan a3b1, a1b1 dengan a3b2, a2b2 dengan a3b2 menunjukkan perbedaan nyata terhadap keteguhan patah.

3.6. Keteguhan Tarik

Menurut Bowyer et al. 1996 bahwa keteguhan tarik tegak lurus serat permukaan panel papan partikel menunjukkan kekuatan ikatan antar partikel, pencampuran, pembentukan lembaran dan proses pengempaan. Pada nilai rata-rata keteguhan tarik pada Tabel 2. limbah tandan kosong kelapa sawit berkisar antara 2,26 – 9,35 kg/cm². Nilai rata-rata terendah keteguhan tarik pada perlakuan ukuran partikel 5 mesh dengan suhu pengempaan 160 °C (a1b1). Nilai rata-rata tertinggi keteguhan tarik pada perlakuan ukuran partikel 5 mesh dengan suhu pengempaan 160 °C (a3b1). Keteguhan tarik papan partikel dari limbah tandan kosong kelapa sawit memenuhi syarat SNI yaitu lebih besar 0,6 kg/cm².

Untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap keteguhan tarik papan partikel yang dihasilkan dari limbah tandan kosong kelapa sawit, maka dilakukan analisa data keragaman seperti pada Tabel 13.

Berdasarkan uji keragaman Tabel 13. menunjukkan bahwa ukuran partikel, suhu pengempaan papan partikel dari limbah tandan kosong kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan tarik.

Ukuran partikel semakin besar dengan peningkatan suhu pengempaan papan partikel tandan kosong kelapa sawit maka akan terjadi pengikatan bahan lignoselulosa yang akan meningkatkan kekuatan papan partikel. Menurut Bahrin,

dkk. (2012), menyatakan bahwa tandan kosong kelapa sawit yang diberi perlakuan menggunakan uap super-panas pada suhu 140 °C masih belum menghasilkan energi cukup untuk menghilangkan badan silica dari material. Penghilangan badan silica dari tandan kosong kelapa sawit dengan suhu 180 °C karena dapat menghambat aksesibilitas enzim ke lapisan dalam dari struktur tandan kosong kelapa sawit, ketika suhu dinaikkan menjadi 210 °C ditandai dengan banyaknya lubang-lubang bekas bahan silica yang ditemukan saat pengamatan mikroskopis.

Untuk mengetahui perbedaan masing-masing variasi perlakuan terhadap keteguhan tarik dari papan partikel dari limbah tandan kosong kelapa sawit dilakukan uji beda seperti pada Tabel 14.

Dari hasil uji beda tabel 14. menunjukkan variasi perlakuan a1b3 dengan a1b1, a1b3 dengan a2b2, a1b3 dengan a2b1, a1b3 dengan a1b2, a1b3 dengan a2b3, a1b3 dengan a3b1, a1b3 dengan a3b2, a1b3 dengan a3b3 berpengaruh sangat nyata dan perlakuan a3b3 dengan a1b1, a3b3 dengan a2b2, a3b3 dengan a2b1, a3b3 dengan a1b2, a3b1 dengan a1b1, a2b1 dengan a2b2, a3b1 dengan a2b1 berbeda nyata.

IV. KESIMPULAN

Nilai rata-rata kadar air papan partikel berkisar antara 7,11 - 9,85 % dan nilai kerapatan berkisar antara 0,63 – 0,76 gr/cm³ hasilnya memenuhi persyaratan SNI. Partikel halus tandan kelapa sawit yang mudah terbakar akan menyebabkan berat papan partikel berkurang dan menurunkan nilai kerapatan papan partikel.

Nilai pengembangan tebal tertinggi 22,59 % pada limbah tandan kosong kelapa sawit ukuran partikel 10 mesh pada suhu 160 °C (a2b1) dan hasilnya belum memenuhi persyaratan SNI. Nilai tertinggi keteguhan patah 211,67 kg/cm² pada perlakuan ukuran partikel 10 mesh pada suhu 180 °C (a2b2) hasilnya memenuhi syarat SNI. Nilai tertinggi keteguhan lentur 490,85 kg/cm² diperoleh pada perlakuan ukuran partikel 10 mesh pada suhu 160 °C (a2b1) dan belum memenuhi persyaratan

SNI. Nilai tertinggi keteguhan tarik 7,49 kg/cm² dihasilkan perlakuan ukuran partikel 5 mesh dengan suhu pengempaan 200 °C (a1b3) dan hasilnya memenuhi syarat SNI.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdurachman dan Nurwati Hadjib. 2011. *Sifat Papan Partikel dari Kayu Kulit Manis (Cinnamomum burmanii BL)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.
2. Anonim. 2006. *Papan Partikel*. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2105-2006. www.bsn.or.id/files/sni/SNI%2003-2105-2006.pdf. Bogor.
3. Bahrin, E. K., A. S. Baharuddin, M. F. Ibrahim, M. N. A. Razak, A. Sulaiman, S. Abd-Aziz, M. A. Hassan, Y. Shirai, and H. Nishida, 2012. *Psychochemical Property Changes and Enzymatic Hidrolisis Enhancement of Oil Palm Empty Fruit Bunches Treated with Superheated Steam*. *Bioresources* 7(2) : 1784-1801.
4. Haygreen JG. Dan JL. Bowyer. 1996. *Forest Product and Wood Science n Introduction*. USA : Iowa State University Press.
5. Isroi, 2008. *Pemanfaatan Produk Samping Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbaharukan*. <http://isroi.wordpress.com>.
6. Maloney TM. 1993. *Modern Particleboard and Dry Process Fibreboard Manufacturing*. San Fransisco: MILLER Freeman, Inc.
7. S. Ruhendi dan Erwinsyah P. 2011. Sifat Fisik dan Mekanis Papan Partikel dari Batang dan Cabang Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba Miq.*). *Jurnal Ilmu dan Tehnologi Hasil Hutan* 4 (1) : 14-21. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
8. Subiyanto, B. Subyakto, Sudijono, M. Gopar, E. Rasyid, dan S. S. Munawar. 2005. Pembuatan Papan Partikel Berukuran Komersial dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat Urea Formaldehida. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 3(1): 9-14.
9. Wahyuni, Mardiana. 2008. *Laju Dekomposisi Aerob dan Mutu Kompos Tanda Kosong Kelapa Sawit Dengan Penambahan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen Dan Limbah Cair Pabrik Kelapa sawit*, Tesis, MT Agronomy. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Tabel 1. Nilai Rata-Rata Sifat Fisik Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

No.	Ukuran partikel (mesh)	Parameter Uji								
		Kadar Air (%)			Kerapatan (gr/cm ³)			Pengembangan Tebal (%)		
		Suhu Pengempaan (°C)								
		160 (b1)	180 (b2)	200 (b3)	160 (b1)	180 (b2)	200 (b3)	160 (b1)	180 (b2)	200 (b3)
1.	5 (a1)	9,85	7,53	7,23	0,63	0,68	0,64	21,74	16,47	9,54
2.	10 (a2)	9,71	8,92	7,12	0,69	0,76	0,68	22,59	13,39	10,83
3.	16 (a3)	7,59	7,22	7,11	0,68	0,70	0,66	11,14	12,27	7,08

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Sifat Mekanika Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

No.	Ukuran partikel (mesh)	Parameter Uji								
		MoR (kg/cm ²)			MoE (kg/cm ²)			Keteguhan Tarik [⊥] Permukaan (kg/cm ²)		
		Suhu Pengempaan (°C)								
		160 (b1)	180 (b2)	200 (b3)	160 (b1)	180 (b2)	200 (b3)	160 (b1)	180 (b2)	200 (b3)
1.	5 (a1)	187,69	193,84	200,13	458,24	462,08	413,30	2.26	2.97	7.49
2.	10 (a2)	182,26	211,67	189,32	490,85	430,93	402,38	2.79	2.48	3.66
3.	16 (a3)	158,49	181,95	150,10	277,17	249,42	365,61	4,23	4.69	5.41

Tabel 3. Analisa Keragaman Kadar Air Papan Partikel limbah Papan Partikel Tandan Kosong Kelapa Sawit

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Ukuran Partikel (A)	2	7,720	3,860	62,087**	3,55	6,01
Suhu (B)	2	16,378	8,189	131,713**	3,55	6,01
Interaksi (AB)	4	6,815	1,704	27,404**	2,93	4,58
Galat	18	1,119	0,062			

Keterangan : **) berpengaruh sangat nyata

Tabel 4. Uji Beda Harga Rata-rata Kadar Air Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Faktor B / A	a1b1	a2b1	a2b2	a3b1	a1b2	a1b3	a3b2	a2b3	a3b3
Nilai Tengah	9,847	9,707	8,917	7,587	7,533	7,227	7,220	7,123	7,113
Nilai beda dengan	a3b3	2,733**	2,593**	1,803**	0,473*	0,420	0,113	0,107	0,010
	a2b3	2,723**	2,583**	1,793**	0,463*	0,410	0,103	0,097	0
	a3b2	2,627**	2,487**	1,697**	0,367	0,313	0,007	0	
	a1b3	2,620**	2,480**	1,690**	0,360	0,307	0		
	a1b2	2,313**	2,173**	1,383**	0,053	0			
	a3b1	2,260**	2,120**	1,330**	0				
	a2b2	0,930**	0,790**	0					
	a2b1	0,140	0						
	a1b1	0							
LSD(0,05) = 0,428					LSD (0,01) = 0,586				

Keterangan : **) berbeda sangat nyata
*) berbeda nyata

Tabel 5. Analisa Keragaman Kerapatan Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa sawit

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F table	
					5%	1%
Ukuran Partikel (A)	2	0,016	0,008	7,981**	3,55	6,01
Suhu (B)	2	0,016	0,008	8,072**	3,55	6,01
Interaksi (AB)	4	0,003	0,0006	0,663	2,93	4,58
Galat	18	0,018	0,001			

Keterangan : **) berpengaruh sangat nyata

Tabel 6. Uji Beda Harga Rata-rata Kerapatan Papan Partikel Limbah Tandan kosong Kelapa Sawit

Faktor B / A	a2b2	a3b2	a2b1	a1b2	a3b1	a2b3	a3b3	a1b3	a1b1
Nilai Tengah	0,760	0,700	0,693	0,683	0,680	0,677	0,663	0,637	0,633
Nilai beda dengan	a1b1	0,127**	0,067*	0,060	0,050	0,047	0,043	0,030	0,003
	a1b3	0,123**	0,063*	0,057	0,047	0,043	0,040	0,027	0
	a3b3	0,097**	0,037	0,030	0,020	0,017	0,013	0	
	a2b3	0,083**	0,023	0,017	0,007	0,003	0		
	a3b1	0,080**	0,020	0,013	0,003	0			
	a1b2	0,077**	0,017	0,010	0				
	a2b1	0,067*	0,007	0					
	a3b2	0,060*	0						
	a2b2	0							
LSD(0,05) = 0,054					LSD (0,01) = 0,073				

Keterangan : **) berbeda sangat nyata

Tabel 7. Analisa Keragaman Pengembangan Tebal Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F table	
					5%	1%
Ukuran Partikel (A)	2	188,310	94,155	131,329**	3,55	6,01
Suhu (B)	2	392,854	196,427	273,981**	3,55	6,01
Interaksi (AB)	4	105,919	26,480	36,935**	2,93	4,58
Galat	18	12,905	0,717			

Keterangan : **) berpengaruh sangat nyata

Tabel 8. Uji Beda Harga Rata-rata Pengembangan Tebal Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Faktor B / A		a2b1	a1b1	a1b2	a2b2	a3b2	a3b1	a2b3	a1b3	a3b3
Nilai Tengah		22,590	21,743	16,470	13,390	12,270	11,143	10,830	9,543	7,083
Nilai beda dengan	a3b3	15,507**	14,660**	9,387**	6,307**	5,187**	4,060**	3,747**	2,460**	0
	a1b3	13,047**	12,200**	6,927**	3,847**	2,727**	1,600*	1,287	0	
	a2b3	11,760**	10,913**	5,640**	2,560**	1,440	0,313	0		
	a3b1	11,447**	10,600**	5,327**	2,247**	1,127	0			
	a3b2	10,320**	9,473**	4,200**	1,120	0				
	a2b2	9,200**	8,353**	3,080**	0					
	a1b2	6,120**	5,273**	0						
	a1b1	0,847	0							
	a2b1	0								
	LSD(0,05) = 1,453				LSD (0,01) = 1,990					

Keterangan : **) berbeda sangat nyata
*) berbeda nyata

Tabel 9. Analisa Keragaman Keteguhan Patah (MoR) Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F table	
					5%	1%
Ukuran Partikel (A)	2	5633,373	2816,686	6,051**	3,55	6,01
Suhu (B)	2	1967,406	983,703	2,113	3,55	6,01
Interaksi (AB)	4	1314,405	328,601	0,706	2,93	4,58
Galat	18	8379,229	465,513			

Keterangan : **) berpengaruh sangat nyata

Tabel 10. Uji Beda Harga Rata-rata Keteguhan Patah Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Faktor B / A	a2b2	a1b3	a1b2	a2b3	a1b1	a2b1	a3b2	a3b1	a3b3
Nilai Tengah	211,670	200,133	193,843	189,320	187,693	182,261	181,953	158,493	150,100
Nilai beda dengan	a3b3	61,570**	50,033*	43,743*	39,220*	37,593*	32,161	31,853	8,393
	a3b1	53,177**	41,640*	35,350	30,827	29,200	23,768	23,460	0
	a3b2	29,717	18,180	11,890	7,367	5,740	0,308	0	
	a2b1	29,409	17,872	11,582	7,059	5,432	0		
	a1b1	23,977	12,440	6,150	1,627	0			
	a2b3	22,350	10,813	4,523	0				
	a1b2	17,827	6,290	0					
	a1b3	11,537	0						
	a2b2	0							
LSD(0,05) = 37,012					LSD (0,01) = 50,700				

Keterangan : **) berbeda sangat nyata
*) berbeda nyata

Tabel 11. Analisa Keragaman Keteguhan Lentur (MoE) Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F table	
					5%	1%
Ukuran Partikel (A)	2	127176,775	63588,387	6,616**	3,55	6,01
Suhu (B)	2	3519,892	1759,946	0,183	3,55	6,01
Interaksi (AB)	4	35220,754	8805,189	0,916	2,93	4,58
Galat	18	173011,017	9611,723			

Keterangan : **) berpengaruh sangat nyata

Tabel 12. Uji Beda Harga Rata-rata Keteguhan Lentur Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa sawit

Faktor B / A	a2b1	a1b2	a1b1	a2b2	a1b3	a2b3	a3b3	a3b1	a3b2
Nilai Tengah	490,850	462,080	458,242	430,930	413,297	402,377	365,611	277,167	249,420
Nilai beda dengan	a3b2	241,430	212,660	208,822	181,510	163,877	152,957	116,191	27,747
		213,683	184,913	181,076	153,763	136,130	125,210	88,445	0
	a3b1								
	a3b3	125,239	96,469	92,631	65,319	47,685	36,765	0	
	a1b3	88,473	59,703	55,866	28,553	10,920	0		
	a2b3	77,553	48,783	44,946	17,633	0			
	a2b2	59,920	31,150	27,312	0				
	a1b2	32,608	3,838	0					
	a1b1	28,770	0						
	a2b1	0							
LSD(0,05) = 168,183					LSD (0,01) = 230,381				

Keterangan : **) berbeda sangat nyata
*) berbeda nyata

Tabel 13. Analisa Keragaman Keteguhan Tarik Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F table	
					5%	1%
Ukuran Partikel (A)	2	51,694	25,847	39,478**	3.88	6.93
Suhu (B)	2	24,668	12,334	18,838**	4.75	9.33
Interaksi (AB)	4	68,946	17,236	26,326**	3.88	6.93
Galat	18	11,785	0,655			

Keterangan : **) berpengaruh sangat nyata

Tabel 14. Uji Beda Harga Rata-rata Keteguhan Tarik Papan Partikel Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Faktor B / A		a1b3	a3b3	a3b2	a3b1	a2b3	a1b2	a2b1	a2b2	a1b1
Nilai Tengah		7.487	5.410	4.687	4.230	3.657	2.973	2.787	2.483	2.260
Nilai beda dengan	a1b1	5.227**	3.150*	2.427*	1.970*	1.397	0.713	0.527	0.223	0
	a2b2	5.003**	2.927**	2.203*	1.747*	1.173	0.490	0.303	0	
	a2b1	4.700**	2.623**	1.900*	1.443*	0.870	0.187	0		
	a1b2	4.513**	2.437**	1.713*	1.257	0.683	0			
	a2b3	3.830**	1.753*	1.030	0.573	0				
	a3b1	3.257**	1.180	0.457	0					
	a3b2	2.800**	0.723	0						
	a3b3	2.077**	0							
	a1b3	0								
	LSD(0,05) = 1,418					LSD (0,01) = 1,943				

Keterangan : **) berbeda sangat nyata
*) berbeda nyata