

KAJIAN WAKTU PEREBUSAN TERHADAP KARAKTERISTIK PAPAN SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN PEREKAT ASAM SITRAT

Agus Maulana^{1*)}, Kurnia Wiji Prasetyo¹, Gina Bachtiar¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur 13220, Indonesia

E-mail: agusmaulanaunj@gmail.com

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh data teknis mengenai kerapatan kadar air, pengembangan tebal, daya serap air, MOR, MOE, kuat rekat internal, dan kuat cabut sekrup dari serat TKKS apakah memenuhi syarat SNI 03-2105-2006. Bahan baku papan serat menggunakan limbah TKKS berupa serat yang berukuran 2-4 cm yang lolos saringan 2 mesh dan tertahan saringan 10 mesh. Papan serat yang akan dibuat terdiri dari 3 macam yaitu tanpa perebusan, direbus 2 jam dan direbus 4 jam dengan kadar perekat 10%, 20%, dan 30%, ukuran papan yaitu 25 cm x 25 cm x 0,9 cm sebanyak 5 sampel dari masing-masing pengujian. Perekat yang digunakan adalah asam sitrat. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian Biomaterial Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang terletak di Jalan Raya Bogor Km. 46, Cibinong, Bogor. Waktu pelaksanaan penelitian antara bulan Juni 2014 sampai Oktober 2014. Hasil penelitian menunjukkan nilai uji fisis yang terdiri dari kerapatan, kadar air, daya serap air dan pengembangan tebal sudah memenuhi syarat SNI 03-2105-2006. Untuk nilai uji tertinggi terdapat pada papan serat dengan perebusan 4 jam dengan kadar perekat 30% yaitu nilai kerapatan 0,65 g/cm³, kadar air 7,72%, daya serap air 66,45%, pengembangan tebal 4,70%, MOE 17.457 kgf/cm², MOR 117,2 kgf/cm², kuat rekat internal 3,12 kgf/cm² dan kuat cabut sekrup 21,58 kgf. Dari hasil penelitian ini menunjukkan sifat mekanik dari papan serat TKKS dengan perekat asam sitrat belum memenuhi persyaratan SNI 03-2105-2006.

Kata kunci: papan serat, perebusan, serat TKKS

Study of Time Boiling on Characteristics of Fiberboard from Oil Palm EFB Fiber with Citric Acid Adhesives

Abstract: *The This research aimed to obtain technical data on density, moisture content, thickness swelling, water absorption, modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bonding, and screw withdrawal from EFB fiber whether eligible SNI 03-2105-2006. Material of fiberboard using waste of EFB fiber was 2 to 4 cm which 2 mesh in size sieve and retained on 10 mesh. Fiberboard to be created consisting of three types, namely without boiling, boiled for 2 hours, boiled for 4 hours with a grade adhesive 10 %, 20 %, and 30 %. The size of the board is 25 cm x 25 cm x 0.9 with 5 sample of test specimens. The research used experimental method. The study was conducted in the laboratory Biomaterials Indonesian Institute of Sciences (LIPI), located in Jalan Raya Bogor Km. 46, Cibinong. The execution time between June 2014 to October 2014. The results show value of physical test consisting of density, moisture content, water absorption and thickness swelling already qualified SNI 03-2105-2006. The best result show value found on fiberboard with boiling 4 hours with a grade adhesive 30%, which density value of 0.65 g / cm³, water content of 7.72 %, water absorption 64.45 %, thickness swelling 4.70 %, MOE 17.457 kgf/cm², MOR 117.2 kgf/cm², internal bonding of 3.12 kgf/cm² and screw withdrawal 21.58 kgf. This values show the test mechanical properties of fiberboard from EFB with adhesive citric acid not qualify SNI 03-2105-2006.*

Keywords: EFB fiber, fiberboard, boiling

PENDAHULUAN

Kebutuhan kayu sejalan dengan perkembangan populasi dunia yang terus meningkat sementara pada waktu yang sama terjadi proses penyempitan lahan hutan. Adanya ketimpangan antara pasokan dan kebutuhan bahan baku kayu ini, maka perlu dicari alternatif bahan pengganti sumber bahan baku kayu. Areal hutan yang semakin berkurang membatasi pasokan kayu untuk industri termasuk industri papan serat. Oleh karena itu metode pembuatan serat menggunakan bahan pengganti kayu banyak dikembangkan. Alternatif pengganti kayu yang sedang dikembangkan salah satunya adalah limbah kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*). Komponen terbesar dalam limbah padat tandan sawit adalah selulosa, disamping komponen lain meskipun relatif kecil seperti abu, hemiselulosa dan lignin. Fengel dan Wegener (1995) menyatakan bahwa selulosa merupakan struktur dasar sel-sel tanaman, oleh karena itu merupakan bahan yang paling penting yang dibuat oleh organisme hidup. Selulosa merupakan kontituen utama kayu. Kira-kira 40-45% bahan kering dalam kebanyakan jenis kayu adalah selulosa terutama dalam dinding sel sekunder (Sjostrom 1995)

Umemura (2013) melakukan penelitian mengenai perekat asam sitrat apakah dapat digunakan sebagai pengganti perekat berbahan dasar *formaldehid*. Dari hasil penelitian beliau ternyata asam sitrat mampu dijadikan pengganti perekat yg berbahan dasar *formaldehid*. Asam sitrat juga memiliki nilai ekonomis yang lebih murah dibandingkan perekat yang berbahan dasar *formaldehid*. Pembuatan Papan Serat menggunakan perekat sintesis seperti *urea formaldehid*, *phenol formaldehid*, dan *melamin formaldehid*, padahal penggunaan perekat sintesis tersebut dapat menghasilkan emisi *formaldehid* yang dapat mengganggu kesehatan manusia, antara lain iritasi mata, penyakit saluran pernafasan, gangguan pencernaan dan sakit kepala. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan perekat organik berupa asam sitrat yang ramah lingkungan sebagai substitusi perekat sintesis yang bertujuan untuk menghindari kelangkaan sumberdaya alam akibat penggunaan perekat sintesis tersebut.

Penelitian tentang penggunaan TKKS sebagai bahan baku Papan Serat/ papan serat telah banyak dilakukan. TKKS memiliki kandungan zat selulosa yang cukup besar sehingga bisa menggantikan kayu untuk dijadikan papan serat (Sjostrom, 1995). Jatmiko (2006) dengan likuida kayu tandan kosong kelapa sawit masih memberikan hasil yang kurang memuaskan baik sifat fisis mekanis papan serat. Mulyani (2006) melakukan penambahan fortifier taraf 10% dari berat kering serat, namun hasil sifat fisis dan mekanis masih berada di bawah standar JIS A 5905 (2003) meskipun terlihat meningkat dari penelitian sebelumnya. Lukman (2008) melakukan perendaman serat tandan kosong kelapa sawit dalam air dingin, air panas, dan etanol-benzena, dari hasil tersebut diketahui bahwa perlakuan perendaman serat dalam air panas merupakan perlakuan yang optimal untuk persiapan serat TKKS sebagai bahan baku papan serat. Hal ini dikarenakan perendaman dengan air panas mampu mengurangi zat ekstraktif yang terdapat dalam serat TKKS.

Pada penelitian ini akan membuat papan serat dengan memberikan perlakuan perebusan serat TKKS dengan menggunakan perekat asam sitrat dengan waktu perebusan serat TKKS selama 2 jam dan juga 4 jam untuk mendapatkan kualitas papan serat yang optimal. Penulis juga menyampaikan analisis kesenjangan baik analisis kesenjangan baik itu kesenjangan antara fakta dan kondisi yang seharusnya terjadi atau kesenjangan antara penelitian yang dilakukan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Pada bagian akhir, penulis menyampaikan tujuan penelitian secara jelas.

METODE

Bahan baku yg digunakan adalah Serat TKKS yang mendapatkan perlakuan awal perebusan selama 2 jam, 4 jam dan tanpa perebusan. Bahan baku didapatkan dari Bogor. Perekat yang digunakan adalah asam sitrat dengan kadar 10%, 20% dan 30% dari berat papan serat.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, oven, jangka sorong, *ring flaker*, mesin *hot press*, *bamboo crusher*, gelas ukur, *compressor*, plastik, plat besi, *spray gun*, *rotary blender*, pencetak kayu berukuran 25 x 25 cm, teflon. Untuk alat uji sifat mekanis Papan serat seperti kuat lentur, keteguhan patah, kuat rekat internal, dan kuat cabut sekrup digunakan alat Universal Testing Machine (UTM). Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimen yang pelaksanaannya dilakukan di laboratorium dengan benda uji papan serat menggunakan serat TKKS sebagai bahan baku dan asam sitrat sebagai perekat dengan kadar 10%, 20%, dan 30% dengan suhu 200°C selama 10 menit pada tekanan 25 kg/cm². Penelitian dilakukan dengan menguji nilai (1) Kerapatan (2) Kadar air (3) Daya serap air (4) Pengembangan tebal (5) modulus elastisitas/MOE (6) modulus patah/MOR (7) keteguhan rekat (8) kuat pegang sekrup papan serat

Serat pertama dipotong-potong menjadi serat yang lebih kecil menggunakan *ring flaker*. Serat TKKS kemudian disaring untuk mendapatkan serat dengan ukuran serat 2-4 cm. Kemudian serat diberi perlakuan perebusan selama 2 jam dan 4 jam. Kemudian di tiriskan dan diruang terbuka selama 3 hari. Kemudian di *oven* pada suhu 103±2°C hingga mencapai kadar air (4±1) %. Pencampuran perekat dan serat TKKS dilakukan dengan *rotary blender*. Kadar perekat yang digunakan tergantung dari jenis papan yang dibuat. Kadar perekat Asam sitrat yang dipakai adalah 10%, 20% dan 30% dari berat kering serat TKKS. Perekat terlebih dahulu dimasukkan ke dalam *Spray gun*, selanjutnya serat yang telah di oven dimasukkan ke dalam *rotary blender* kemudian perekat disemprotkan keseluruh bagian serat TKKS yang diputar menggunakan *rotary blender*. Serat yang telah dicampur asam sitrat dikeringkan dalam *oven* dengan suhu 80°C selama 12 jam kemudian adonan tersebut dimasukkan ke dalam cetakan.

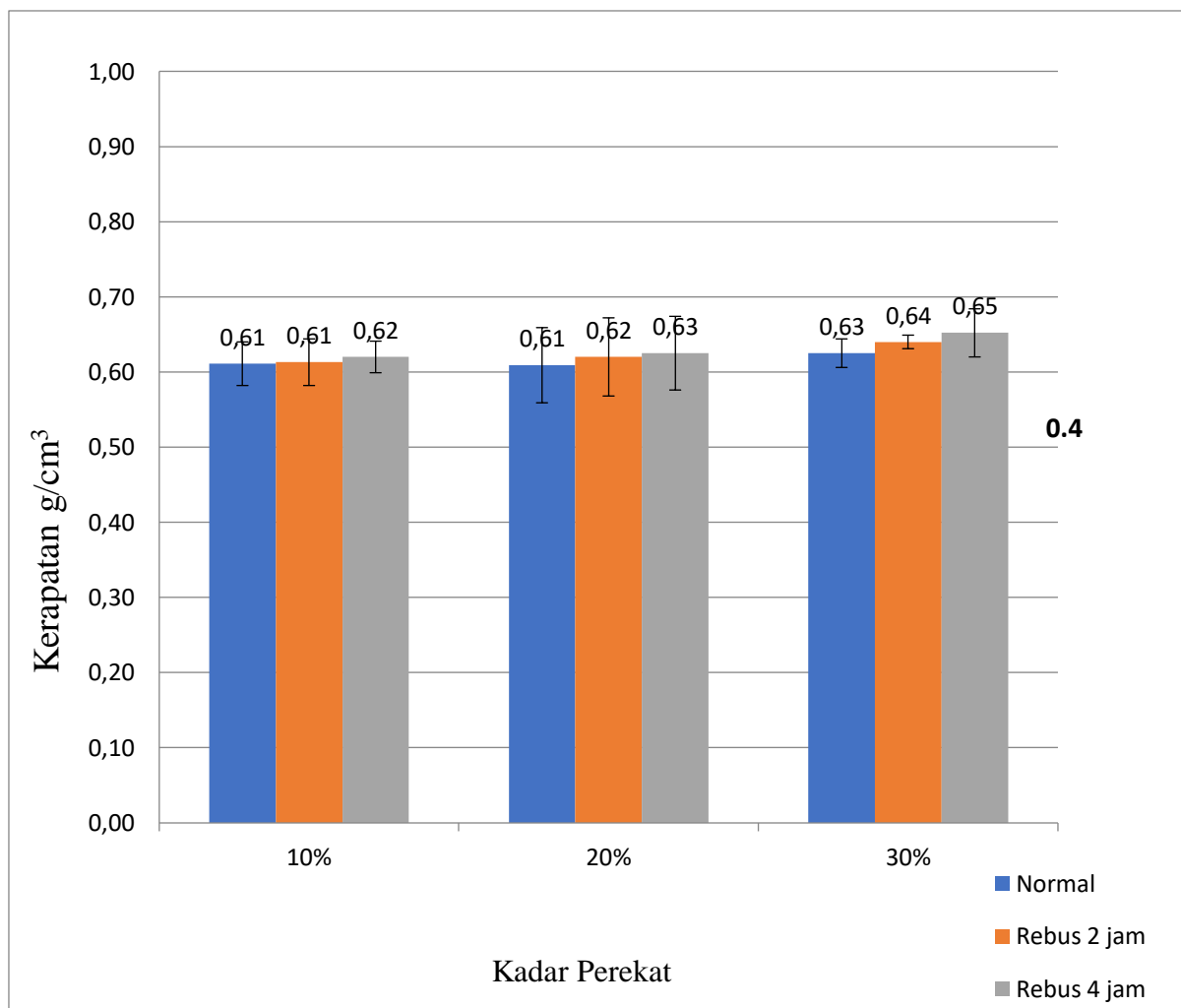
Sebelum dilakukan proses pengempaan bagian bawah dan atas lembaran dilapisi dengan teflon dan *stainless steel*. Bagian tepi dibatasi dengan batang besi dengan ketebalan 0,9 cm. Setelah itu proses pengempaan dilakukan dengan menggunakan mesin kempa panas (*hot press*) pada suhu 200°C dengan tekanan sebesar 25kg/cm² selama 10 menit lalu kondisikan papan serat selama 14 hari pada suhu kamar untuk kadar air dan menghilangkan tegangan sisa terbentuk selama proses pengempaan panas

Pengujian papan serat dari serat TKKS dengan perekat asam sitrat meliputi:

1. Kerapatan papan serat dihitung berdasarkan berat papan dibagi volume kering udara dengan ukuran 5cm x 5cm x 0,9 cm.
2. Kadar air papan serat dihitung dari berat awal dan berat akhir setelah mengalami pengeringan dalam oven selama 24 jam pada suhu 103± 2° C.
3. Daya serap air papan serat dihitung berdasarkan berat sebelum dan sesudah perendaman dalam air selama 24 jam dengan ukuran benda uji 5cm x 5 cm x 0,9 cm.
4. Pengembangan tebal dihitung berdasarkan tebal sebelum dan sesudah perendaman dalam air selama 24 jam dengan ukuran contoh uji 5 cm x 5 cm x 0,9 cm.
5. Pengujian Kuat Lentur MOE dan MOR dilakukan bersama-sama dengan memakai contoh uji yang sama. Dalam pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM), dengan benda uji berukuran 20 cm x 5 cm dan tebal 0,9 cm.
6. Pengujian kuat rekat internal dilakukan dengan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) dengan ukuran benda uji 5 cm x 5 cm x 0,9 cm.
7. Pengujian kuat cabut sekrup dilakukan dengan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) dengan ukuran benda uji 10 cm x 5 cm x 0,9 cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

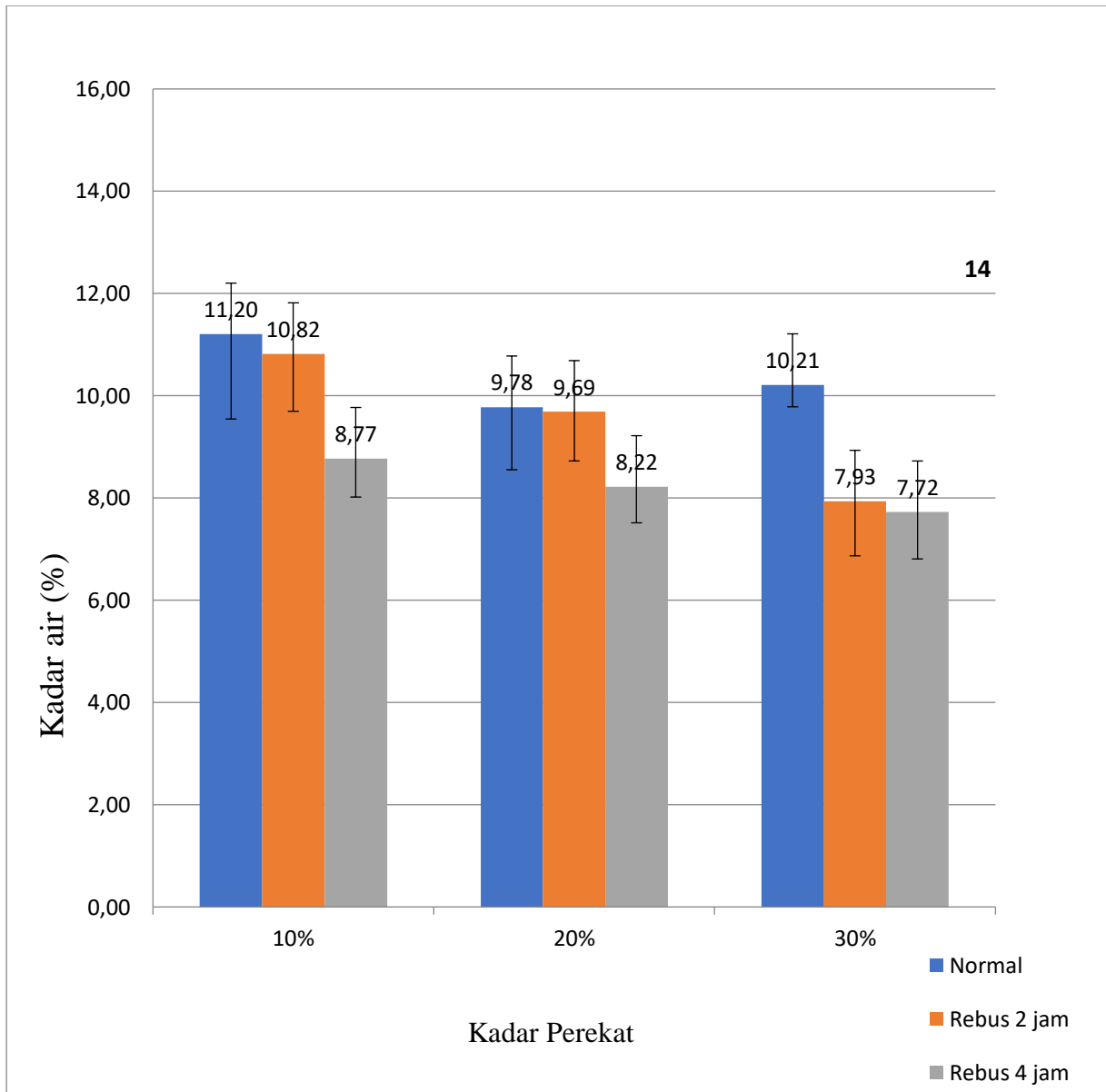
Rata-rata kerapatan papan partikel yang dihasilkan berkisar antara 0,61 g/cm³ sampai 0,65 g/cm³. Nilai kerapatan papan partikel tertinggi terdapat pada papan serat dengan perebusan 4 jam dan kadar perekat 30% sebesar 0,65 g/cm³, sedangkan nilai kerapatan terendah terdapat pada papan serat tanpa perebusan dengan kadar perekat 20% sebesar 0,60 g/cm³. Secara keseluruhan nilai kerapatan papan partikel yang dihasilkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2105-2006) yang mensyaratkan bahwa kerapatan papan serat berkisar 0,4 g/cm³ sampai 0,9 g/cm³. Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar asam sitrat maka kerapatan semakin meningkat. Hal ini diduga banyaknya perekat yang mengisi rongga/celah antara bahan sehingga menutup pipa kapiler yang terbentuk akibat proses pembuatan papan partikel. Dengan terisinya ruang kosong antara bahan dengan perekat, maka kerapatan papan akan meningkat akibat sedikitnya rongga yang ada pada papan partikel.



Gambar 1. Hasil pengujian kerapatan papan serat dari bahan TKKS

Rata-rata kadar air pada papan serat berkisar antara 11% sampai 7%. Nilai kadar air tertinggi terdapat pada papan serat tanpa perebusan dengan kadar perekat 10% sebesar 11% dan

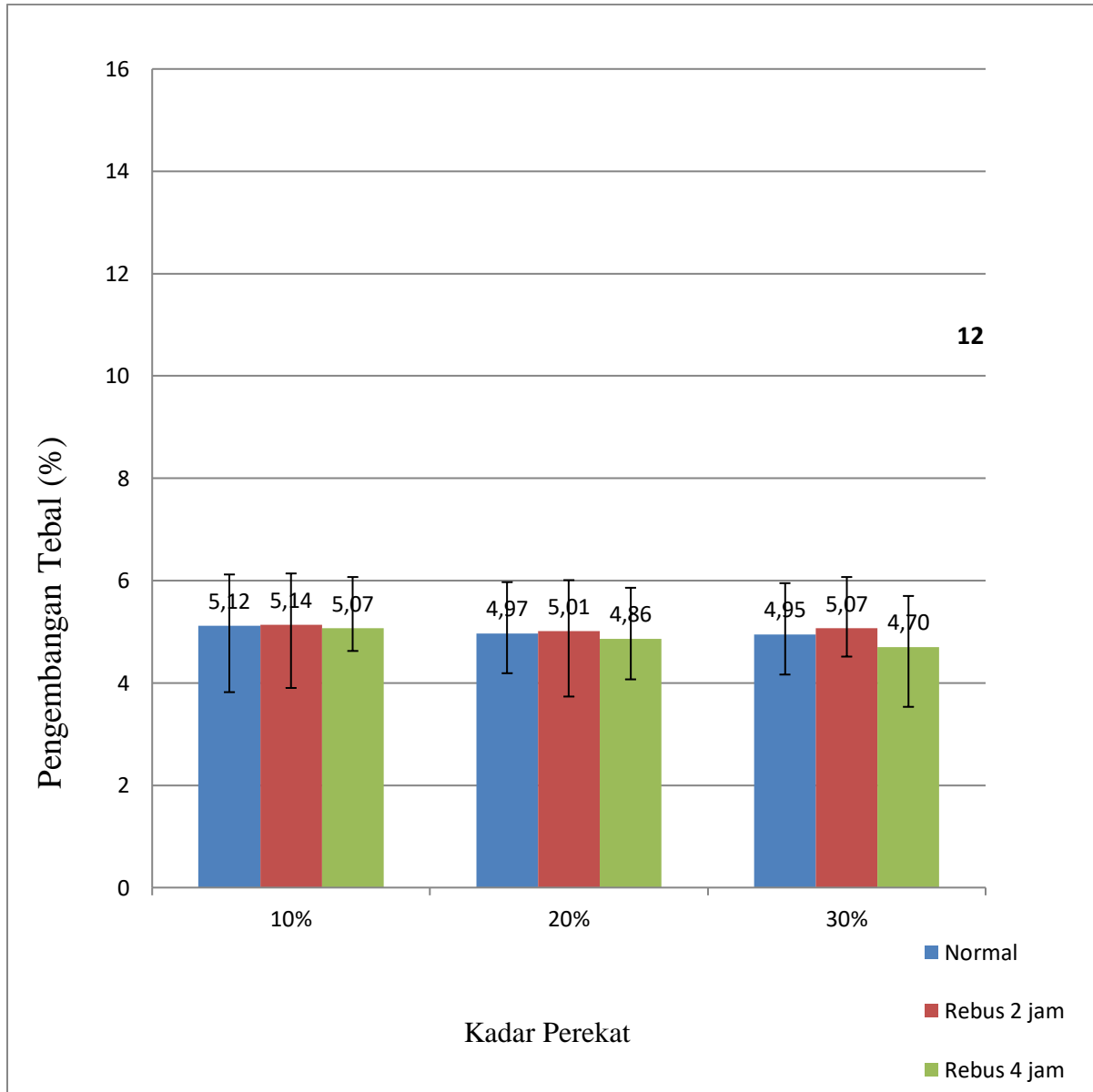
nilai kadar air terendah terdapat pada papan serat dengan perebusan selama 4 jam dengan kadar perekat 30% sebesar 7%. Secara keseluruhan nilai kadar air papan serat yang dihasilkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2105-2006) yang mensyaratkan bahwa kadar air pada papan serat kurang dari 14%. Kadar air papan serat dengan komposisi perekat yang minim memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi perekat yang lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa serat yang digunakan sebagai bahan dasar memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap air. Kadar air yang terlalu tinggi menyebabkan ikatan rekat menjadi lemah.



Gambar 2. Hasil pengujian kadar air papan serat dari bahan TKKS

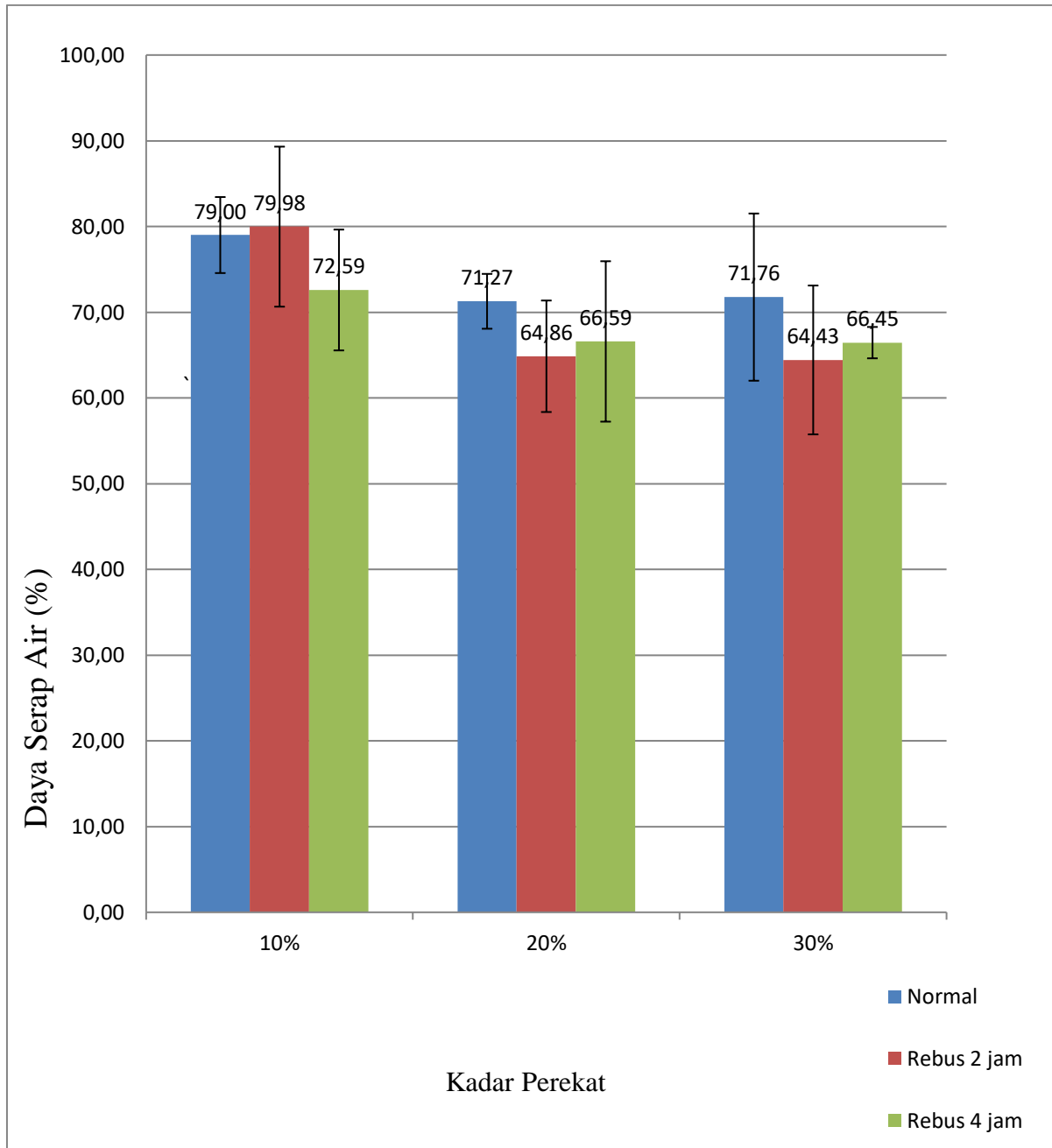
Rata-rata pengembangan tebal yang telah memenuhi Standar Nasional Indonesia yaitu dibawah 12%. Dari Gambar 3, rata-rata pengembangan tebal yang tertinggi terdapat pada papan serat tanpa perebusan dengan kadar perekat 10%, sedangkan pengembangan tebal terendah terdapat pada papan

serat dengan perebusan 4 jam dengan kadar perekat 30%. Nilai pengembangan tebal papan serat TKKS menurun dengan meningkatnya target kerapatan. Hal ini sesuai dengan pernyataan *Lukman (2008)* bahwa pengembangan tebal berlawanan dengan kerapatan papan, dimana kerapatan papan yang semakin tinggi akan menghasilkan pengembangan tebal yang semakin kecil.



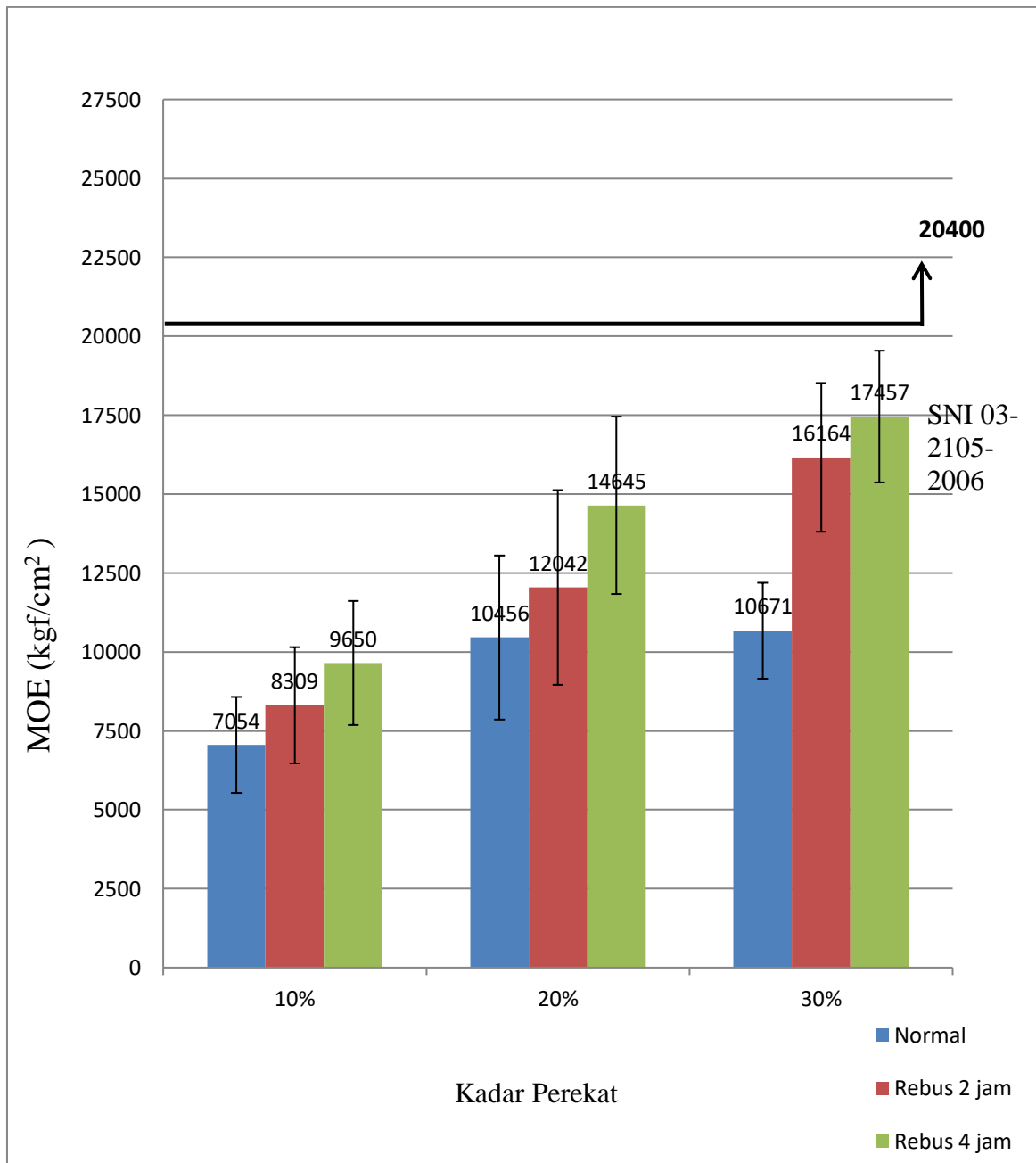
Gambar 3. Hasil pengujian pengembangan tebal papan serat TKKS

Rata-rata daya serap air pada papan partikel berkisar antara 79% sampai 64%. Nilai daya serap air tertinggi setelah perendaman selama 1 hari terdapat pada papan serat tanpa perebusan dengan kadar perekat 10% sebesar 79% sedangkan nilai daya serap air terendah terdapat pada papan serat dengan perebusan 2 jam dengan kadar perekat 30% sebesar 64%. Dapat dilihat penurunan daya serap air yang cukup signifikan seiring bertambahnya kadar perekat. Yuliani (2012) menyatakan bahwa semakin tinggi kerapatan papan, maka ikatan antar partikel semakin kompak sehingga rongga udara dalam papan semakin kecil dan air sulit masuk untuk mengisi rongga tersebut.



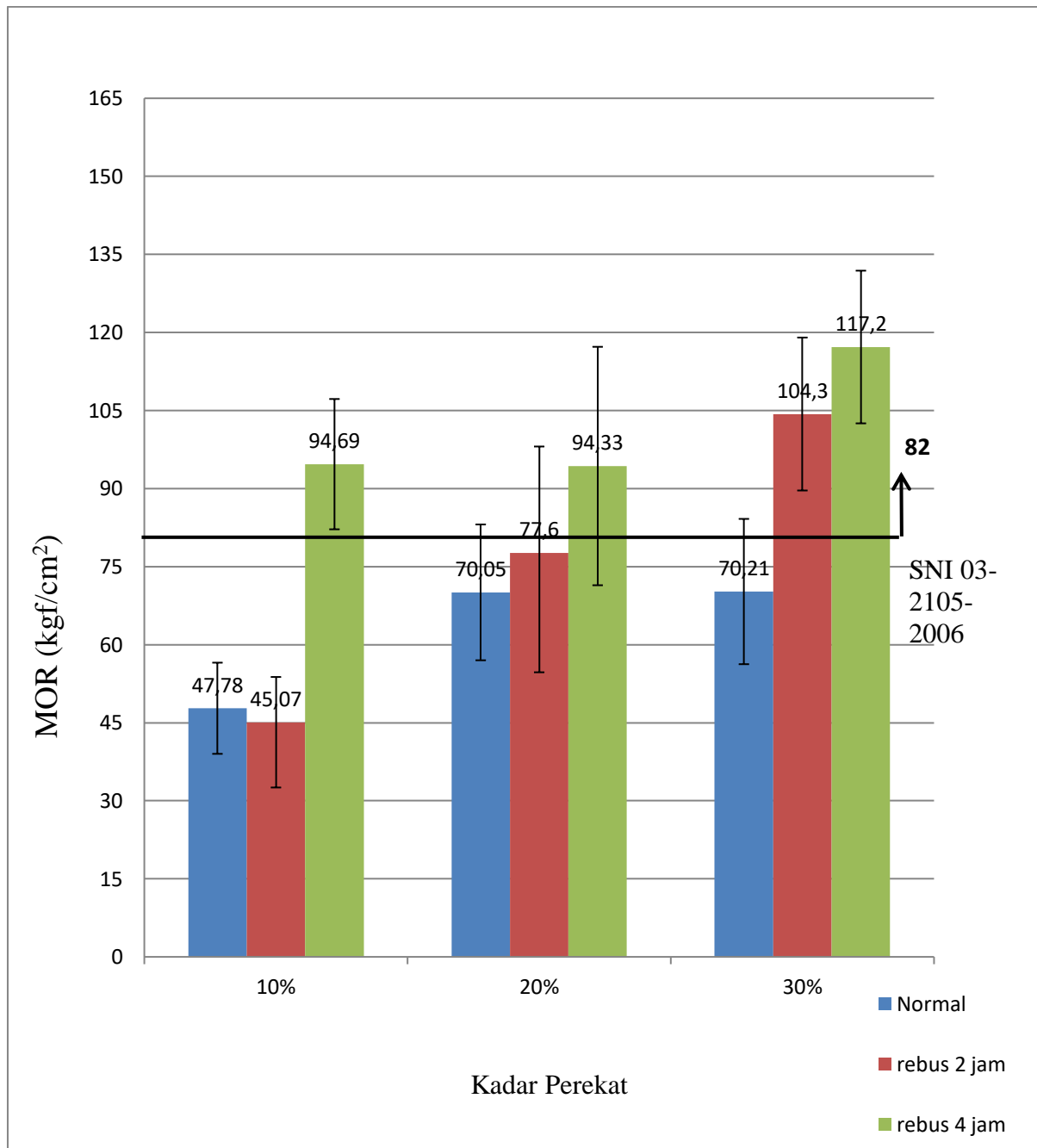
Gambar 4. Hasil pengujian daya serap air papan serat dari bahan TKKS

Nilai rata-rata MOE papan pertikal yang dihasilkan berkisar antara 7.054 kg/cm^2 sampai 17.457 kg/cm^2 . Nilai rata-rata terbesar dari hasil pengujian modulus elastisitas lentur terbesar terdapat pada papan serat dengan perebusan 4 jam dan kadar perekat 30% sebesar 17.457 kg/cm^2 . Sedangkan nilai rata-rata terendah dari pengujian modulus elastisitas lentur terdapat pada papan serat tanpa perebusan dengan kadar perekat 10% sebesar 7.054 kg/cm^2 . Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa proses perebusan serat TKKS dapat meningkatkan nilai MOE sedangkan papan serat yang tidak direbus cenderung menghasilkan nilai MOE yang kecil diduga karena zat ekstraktif yang ada pada serat TKKS semakin berkurang. Dengan demikian kontak antar serat juga lebih rapat, sehingga kekuatan papan juga lebih tinggi (Lukman, 2008).



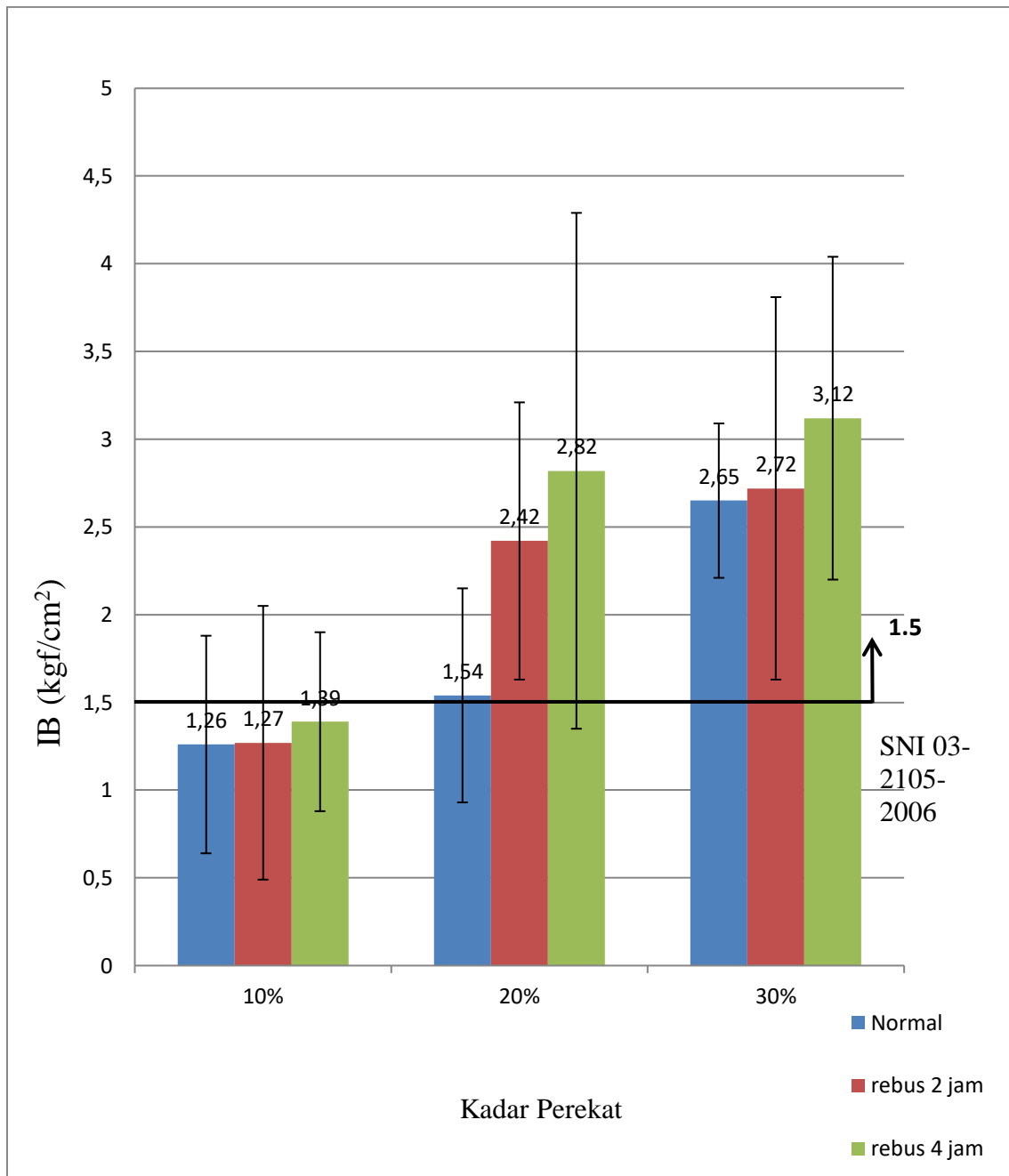
Gambar 5. Hasil pengujian modulus elastisitas papan serat dari bahan serat TKKS

Nilai rata-rata MOR papan pertikal yang dihasilkan berkisar antara 47,79 kgf/cm² sampai 117,2 kgf/cm². Nilai rata-rata dari hasil pengujian keteguhan patah terbesar terdapat pada papan serat dengan perebusan 4 jam dan kadar perekat 30 % sebesar 117,2 kgf/cm². Sedangkan nilai rata-rata terendah dari pengujian keteguhan patah terdapat pada papan serat tanpa perlakuan dengan kadar perekat 10%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lamanya perebusan semakin meningkatkan nilai MOR sedangkan serat yang tidak direbus maka nilai MOR cenderung menurun, hal ini diduga karena zat ekstraktif yang ada pada serat TKKS semakin berkurang. Dengan demikian kontak antar serat juga lebih rapat, sehingga kekuatan papan juga lebih tinggi (Lukman, A, 2008)



Gambar 6. Hasil pengujian keteguhan patah papan serat dari bahan serat TKKS

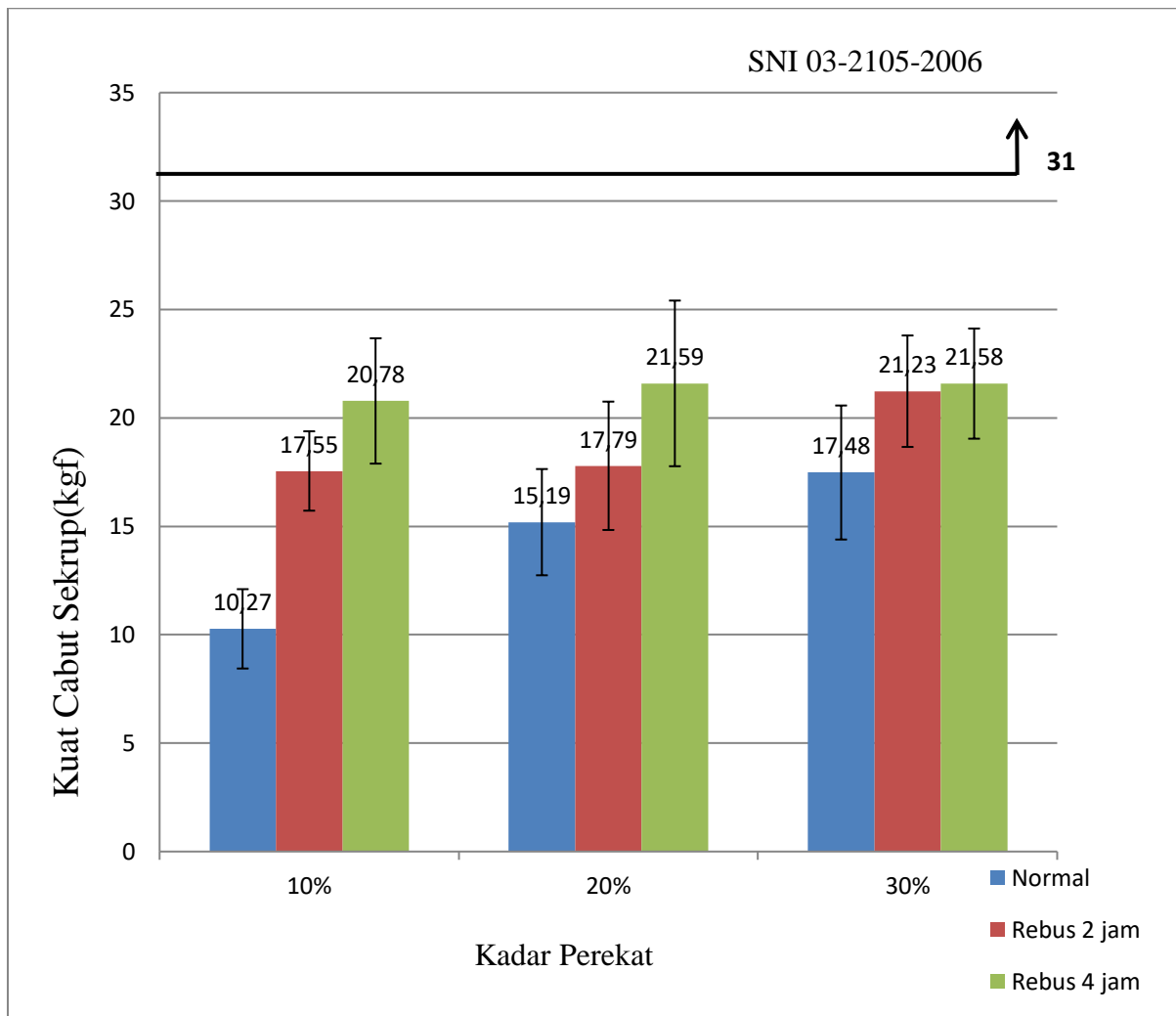
Nilai rata-rata kuat rekat internal papan serat yang dihasilkan berkisar antara 1,26 kgf/cm² sampai 3,12 kgf/cm². Nilai rata-rata dari hasil pengujian kuat rekat internal terbesar terdapat pada papan serat dengan perebusan dengan kadar perekat 30% sebesar 3,12. Sedangkan nilai rata-rata terendah dari pengujian kuat rekat internal terdapat pada papan serat tanpa perebusan dengan kadar perekat 10% sebesar 1,26 kg/cm². Tingginya rata-rata internal bond pada papan serat TKKS yang direbus ini dikarenakan karena semakin sedikit bahan (zat ekstraktif) yang menghalangi proses perekatan antara perekat dengan serat TKKS sehingga ikatan antar perekat akan semakin kuat dan keteguhan rekat papan seratnya meningkat (Jatmiko, 2006).



Gambar 7. Hasil pengujian kuat rekat internal papan serat dari bahan TKKS

Nilai rata-rata kuat cabut sekrup papan pertikal yang dihasilkan berkisar antara 10,27 kgf sampai 21,58 kgf. Nilai rata-rata dari hasil pengujian kuat cabut sekrup terbesar terdapat pada papan serat dengan perebusan 4 jam dan kadar perekat 30% sebesar 21,58 kgf. Sedangkan nilai rata-rata terendah dari pengujian kuat cabut sekrup terdapat pada papan serat tanpa perebusan dengan kadar perekat 10% sebesar 10,27 kgf. dapat dilihat semua sampel papan serat tidak sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2105-2006) sebesar 31 kgf. Hal ini diduga karena papan serat yang dihasilkan memiliki kerapatan yang rendah ($0,61-0,65 \text{ g/cm}^3$) dan tidak sesuai target kerapatan ($0,7 \text{ g/cm}^3$) sehingga hasil dari pengujian kuat cabut sekrup tidak memenuhi SNI. Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa kerapatan papan serat

mempengaruhi nilai kekuatan papan serat dalam menahan paku dan sekrup. Semakin besar kerapatan papan serat, maka semakin besar pula nilai kekuatan pegang sekrup yang dihasilkan.



Gambar 8. Hasil pengujian kuat rekat internal papan serat dari bahan TKKS

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil pengujian sifat fisis dan mekanis papan serat dari bahan baku serat TKKS dengan perebusan menggunakan perekat asam sitrat 10%, 20%, dan 30% sebagai berikut:

1. Asam Sitrat dapat digunakan sebagai perekat. Kadar perekat mempengaruhi sifat fisis dan mekanis papan serat TKKS yang dihasilkan. Dari hasil tersebut memiliki hubungan linier antara kadar perekat dengan sifat mekanis dimana semakin besar kadar perekat maka semakin baik sifat mekanis papan serat dan sebaliknya semakin sedikit atau rendah kadar perekat maka semakin rendah mekanis papan serat.
2. Perlakuan pendahuluan perebusan secara signifikan meningkatkan nilai sifat mekanis papan serat TKKS yaitu MOE, MOR, Kuat rekat internal dan Kuat pegang sekrup.
3. Papan serat TKKS hasil penelitian yang optimum adalah papan serat yang mendapat perlakuan perebusan selama 4 jam dengan kadar asam sitrat 30% dengan nilai kerapatan $0,64 \text{ g/cm}^3$, kadar air 7,93%, daya serap air 64,43%, pengembangan tebal 5,01%, MOE

16.164 kgf/cm², MOR 104,3 kgf/cm², kuat rekat internal 2,72 kgf/cm² dan kuat cabut sekrup 21,23 kgf.

Berdasarkan pembahasan masalah dan kesimpulan di atas, dapat diajukan sara-saran sebagai berikut :

1. Untuk pembuatan papan selanjutnya sebaiknya pada proses pencampuran bahan dengan perekat ditimbang berat sebelum dan sesudah penampuran sehingga kerapatan target dapat terpenuhi.
2. Berdasarkan hasil penelitian papan serat ini maka papan tersebut baru dapat digunakan setelah mendapatkan bahan pelapis sebab papan tersebut belum mampu menerima beban struktural.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Biro Pusat Statistik. (2012). *Luas Areal dan Produksi Kelapa Sawit Menurut Provinsi dan Status Pengusahaan 2010*. Jakarta : BPS.
- [JSA] Japanese Standard Association. (2003). *Japanese Industrial Standard JIS A 5905 : 2003 fiberboard*. Japan: Japanese Standard Association.
- [TPPS] Tim Penulis Penebar Swadaya. (1992). *Kelapa Sawit : Usaha Budidaya, Pemanfaatan Hasil, Dan Aspek Pemasaran*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Bowyer JL, Shmulsky R, Haygreen JG. (2007). *Forest Product and Wood Science: An Introduction*. 5th Edition. Iowa : Iowa State University Press / Ames.
- Cook, F. (1942). *A Brazilian Origin for The Commercial Oil Palm*, *Sci. Monthly*.
- Departemen Pertanian. (2010). *Statisti Pertanian 2010*
- Desyanti, (2000). *Pemanfaatan Batang Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) Sebagai Inti Papan Blok*. [Thesis] Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Fauzi, Y., et al., (2008), *Kelapa sawit Budi Daya Pemanfaatan Hasil & Limbah Analisis Usaha & Pemasaran*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Fengel, D. and G.Wegener. (1995). *Kayu, Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. edisi 1, Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- Hadi YS. (1991). *Pengaruh Perendaman Dingin Selumbar Terhadap Sifat Fisis Papan Partikel Meranti Merah*. *Teknolog 4 (1) : 13-16*
- Haygreen JG, JL. Bowyer. (1989). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu : Suatu Pengantar*. Penerjemah: Dr. Ir. Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Jatmiko, A. (2006). *Kualitas Papan Partikel pada Berbagai Kadar Perekat Likuida Tandan Kosong Sawit*. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Kollmann, F. J. P., E. W. Kuenzi and A. J. Stamm. (1975). *Principles of Wood Science and Technology. Volume II. Wood Based Materials*. Springer- Verlag : New York
- Lukman, A. (2008). *Karakteristik Partikel Tandan Kosong Sawit Setelah Perendaman Air Dingin, Air Panas, dan Etanol-Benzena*. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Maloney, TM. (1993). *Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. San Fransisco : Miller Freeman Inc.
- Mulyani, E. (2006). *Fortifikasi Perekat Likuida Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Melamine Formaldehid Untuk Perekat Papan Partikel*. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Rowell, RM. (1998). *The State of Art and Future Development of Bio-Based Composite*
- Ruhendi S, Fauzi F dan Nana S. 2000. *Likuida Kayu untuk Perekat Kayu Lapis Eksterior*. Bogor: Jurnal Pertanian Indonesia. 9(1): 1-11.
- Ruhendi, S. and Y. S. Hadi. (1997). *Perekat dan Perekatan*. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.

- Setyamidjaja, Djoehana. (1991). *Budidaya Kelapa Sawit*. Yogyakarta : Kanisius.
- Sipayung H. (2012). *Pengaruh Waktu Kempa Terhadap Mutu Papan Partikel Ampas Tebu Dengan Perekat Asam Sitrat*. Skripsi. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNJ.
- Sjostrom E. (1995). *Kimia Kayu: Dasar-Dasar dan Penggunaan*. Sastrohamijoyo H, Penerjemah; Prawirohatmodjo S, editor. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Standar Nasional Indonesia. (2006). *papan partikel*. SNI 03-2105-2006.
- Sunarko. (2007). *Petunjuk Praktis Budidaya dan Pengolahan Kelapa Sawit*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Umemura K., Sugihara O., dan Kawai S. (2013). *Investigation of a new natural adhesive composed of citric acid and sucrose for particleboard*. Article. Japan : Japan wood research society Kyoto University
- Yuliani. (2012). *Kualitas Papan Partikel Tandan Kosong Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) Menggunakan Perekat Likuida dengan Penambahan Resorsinol*. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.