

Penghilangan Tinta Kertas Koran Bekas dalam Pembuatan Papan Komposit Plastik (*Deinking Used Newspaper in The Manufacture of Plastic Composite Board*)

Afri Soni Wanson Samosir¹, Tito Sucipto², Luthfi Hakim²

¹Alumni Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tridharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155

(Penulis korespondensi, Email: funsony@ymail.com)

²Dosen Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara

Abstract

The objective of this research were to evaluate the effect of paper deinking on physical and mechanical properties of plastic composite board (fiber plastic composite). Deinking process using detergents with a concentration of 0%, 10%, 15%, 20%, and 25%. Clean pulp produced an acceptable material, while lathering ink that leaves the pulp was an rejected ingredient. The resulting composite board tested and their mechanical and physical properties compared to standard JIS A 5905-2003 hardboard S20 and JIS A 5908-2003 particleboards type 13. The results showed that the value of the density, moisture content, water absorption, thickness swelling, MOE, MOR, and IB were respectively from 0,61-0,69; 4,58-5,93; 29,62-39.81; 5,09-9,89; 0,96-1,22; 6,56-8,70; and 0,77-0,98. Testing that fulfill the standard requirement were testing the density, thickness swelling, and internal bond.

Keywords: plastic composite board, polyethylene plastic, detergent concentration, physical and mechanical properties.

PENDAHULUAN

Komposit adalah suatu sistem bahan (material) yang tersusun dari campuran atau kombinasi dari dua atau lebih konstituen makro yang berbeda dalam bentuk atau komposisi bahan dan tidak larut satu dengan yang lainnya (Rowell *et. al.*, 1997). Unsur penyusun suatu bahan komposit terdiri atas matriks dan penguat (*reinforcement*). Bagian dominan yang mengisi komposit disebut dengan matriks sedangkan bagian yang tidak dominan disebut dengan penguat (Humaidi, 1998).

Bahan yang dapat digunakan sebagai matriks dalam pembuatan papan komposit adalah plastik. Menurut *Indonesian Olefin, Aromatic, and Plastic Industry Association* (2012), penggunaan plastik terus bertumbuh karena pada tahun 2010 tercatat 2,6 juta ton dan meningkat menjadi 2,8 ton pada tahun 2011 atau meningkat sebesar 7,69% dari tahun sebelumnya. Jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat pada tahun-tahun selanjutnya. Sebagai konsekuensinya, peningkatan sisa olahan plastikpun tidak dapat dihindarkan.

Bahan baku plastik yang digunakan sebagai matriks adalah polietilena. Polietilena merupakan polimer termoplastik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Polietilena tidak larut dalam pelarut apapun pada

suhu kamar. Polimer ini juga tahan terhadap asam dan basa tetapi dapat dirusak oleh asam nitrat pekat. Sampai sekarang, polietilena merupakan jenis polimer yang paling banyak diproduksi.

Bahan yang berpotensi untuk digunakan sebagai *filler* (pengisi) untuk pembuatan papan komposit plastik adalah serat kertas. Berdasarkan data BPS (2009), komposisi sampah di Indonesia terdiri dari sampah organik sebesar 65%, kertas 13%, plastik 11%, dan 11% lain-lain. Sampah kertas menduduki peringkat ke-2 dari komposisi total sampah di Indonesia dan merupakan jenis sampah yang dapat didaur ulang. Salah satu upaya penanggulangan sampah tersebut adalah melalui upaya pendaur-ulangan sampah kertas koran bekas tersebut. Tetapi produk kertas dari daur ulang kertas koran bekas masih belum bernilai tinggi karena berwarna gelap akibat kandungan tinta dari kertas koran tersebut. Menurut Farah dan Elyani (2009), pulp yang dihasilkan setelah proses *deinking* juga mengalami peningkatan sifat ketahanan tarik dan sobek. Pemanfaatan limbah kertas koran sebagai bahan pembuat komposit ramah lingkungan juga akan memberikan kontribusi dalam hal daur ulang limbah kertas. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka dilakukan penelitian *Deinking* Tinta Kertas Bekas dalam Pembuatan Papan Komposit Plastik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan kualitas papan komposit plastik yang menggunakan kertas koran tanpa tinta dengan papan komposit plastik menggunakan kertas koran yang masih mengandung tinta dan mengevaluasi pengaruh *deinking* kertas koran terhadap sifat fisis dan mekanis papan komposit plastik (*fiber plastic composite*).

METODOLOGI

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, oven, mesin hot press, caliper, mixer, aluminium foil, kalkulator, software SPSS, wadah plastik, penggaris, spidol, label, plat seng, cutter, plat besi, saringan 40 mesh, gergaji, kamera digital, desikator, dan UTM (*Universal Testing Machine*) merek *Tensilon*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas koran bekas terbitan *Tribun Medan*, resin plastik polietilena, dan deterjen.

1. Proses *deinking*

Metode *deinking* dan konsentrasi deterjen yang digunakan adalah berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sarah (2005). Tahapan pertama dalam proses penghilangan tinta adalah pencampuran kertas bekas dengan air dengan perbandingan 1:17, kemudian dilakukan penggilingan sehingga membentuk bubur kertas. Bubur tersebut kemudian dicampurkan dengan deterjen. Partikel hidrofobik, seperti tinta akan melekat pada gelembung-gelembung udara dan naik ke atas permukaan. Konsentrasi deterjen yang digunakan adalah 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%, sedangkan waktu pencucian yaitu selama 30 menit. Setelah proses *deinking* selesai dilakukan, maka selanjutnya dilakukan pencucian kembali.

2. Pembuatan papan plastik

a. Persiapan bahan

Kertas koran yang digunakan adalah kertas koran terbitan *Tribun Medan*. Tujuannya adalah agar jenis dan karakter kertas yang akan digunakan sebagai bahan baku lebih homogen. Kertas koran disobek menjadi ukuran-ukuran kecil, kemudian dilakukan perendaman dengan suhu air 70°C-80°C selama 24 jam. Hasil rendaman dihancurkan dengan menggunakan mixer selama 30 menit hingga menjadi bubur. Kemudian bubur kertas tersebut disaring dengan menggunakan saringan 40 mesh untuk memisahkan serat dan airnya. Hasil saringan dikeringudarkan di atas terpal sampai kadar airnya konstan.

b. Pembuatan lembaran (*mat forming*)

Polietilena dan serat kertas koran dicampur dan diaduk merata dalam wadah. Terlebih dahulu diambil 562,5 g bahan campuran untuk membuat satu buah papan komposit plastik. Selama proses pembentukan lembaran, pendistribusian bahan pada alat pencetak diusahakan tersebar merata. Tujuannya adalah agar produk papan komposit yang dihasilkan memiliki profil kerapatan yang seragam.

c. Pengempaan

Proses pengempaan dilakukan dengan menggunakan kempa panas (*hot press*) pada suhu 130°C dengan tekanan 25 kgf/cm² selama 10 menit. Kemudian papan tersebut dikondisikan selama 7 hari. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar papan tidak berubah bentuk atau melenting. Papan akan mudah untuk berubah bentuk jika papan masih dalam keadaan panas dan lembek. Hal ini dikarenakan penggunaan bahan plastik sebagai salah satu komponen pembentuknya.

d. Pemotongan contoh uji

Papan partikel yang telah mengalami pengkondisian kemudian dipotong sesuai dengan tujuan pengujian yang dilakukan. Ukuran contoh uji disesuaikan dengan standar JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908-2003 *particleboards type 13*.

3. Pengujian Sifat Fisis

a. Kerapatan

Kerapatan menunjukkan perbandingan antara massa atau berat benda terhadap volumenya. Pengujian kerapatan dilakukan pada kondisi kering udara. Nilai kerapatan dihitung dengan rumus:

$$\rho = \frac{M}{V}$$

b. Kadar air

Kadar air menunjukkan besarnya kandungan air di dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Nilai kadar air dihitung dengan rumus:

$$KA (\%) = \frac{B_0 - B_1}{B_1} \times 100$$

c. Pengembangan tebal

Pengembangan tebal merupakan besarnya nilai pertambahan tebal dari papan setelah direndam dalam air. Perendaman papan dilakukan selama 2 jam dan 24 jam. Nilai

pengembangan tebal dihitung dengan rumus:

$$TS (\%) = \frac{T_1 - T_0}{T_0} \times 100$$

d. Daya serap air

Daya serap air merupakan kemampuan papan untuk menyerap air dalam jangka waktu tertentu. Adapun prosedur daya serap air ditimbang papan berukuran 5 cm x 5 cm x 1 cm sebelum perendaman (T_0) kemudian papan tersebut ditimbang setelah perendaman 2 jam (T_1), kemudian 24 jam (T_2). Nilai daya serap air dihitung dengan rumus:

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

4. Pengujian Sifat Mekanis

a. Keteguhan lentur

Keteguhan lentur (MOE) menunjukkan ukuran ketahanan papan menahan beban dalam batas proporsi (sebelum patah). Pengujian MOE dilakukan bersamaan dengan pengujian modulus patah (MOR) dengan menggunakan *Universal Testing Machine*. Nilai MOE dihitung dengan rumus:

$$MOE = \frac{\Delta PL^3}{4bh^3 \Delta Y}$$

b. Keteguhan patah

Contoh uji berukuran 20 cm x 5 cm x 1 cm. pengujian keteguhan patah (MOR) dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* dengan jarak penyangga 15 kali tebal nominal, tetapi tidak kurang dari 15 cm. Nilai MOR dihitung dengan rumus:

$$MOR = \frac{3PL}{2bh^2}$$

c. Keteguhan rekat internal

Keteguhan rekat internal (IB) diperoleh dengan cara merekatkan kedua permukaan contoh uji papan komposit plastik pada balok besi kemudian balok besi tersebut ditarik berlawanan arah. Nilai IB dihitung dengan rumus:

$$MOR = \frac{P_{max}}{A}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fiber plastic composite (FPC) merupakan bagian dari produk komposit yang berguna untuk menggantikan penggunaan kayu solid oleh manusia karena papan tersebut dihasilkan dari

bahan baku serat alami digabungkan dengan plastik sebagai matriks. Pada penelitian ini serat yang digunakan berasal dari serat kertas koran hasil daur ulang. Serat kertas koran yang digunakan sebagai *filler* telah diberikan perlakuan *deinking* dengan konsentrasi yang berbeda-beda untuk membandingkan pengaruhnya terhadap kualitas (sifat fisis dan mekanis) papan komposit plastik yang dihasilkan.

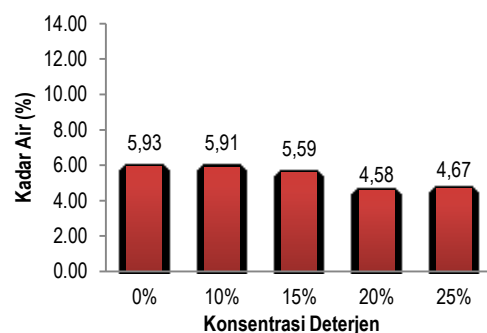
1. Pengujian Sifat Fisis

Pengujian sifat fisis (kerapatan, kadar air, daya serap air 2 jam serta 24 jam dan pengujian pengembangan tebal 2 jam serta 24 jam) yang dilakukan terhadap contoh uji digunakan sebagai acuan untuk menentukan nilai kekuatan dan ketahanan dari produk yang dihasilkan.

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil dari setiap pengujian, baik dari contoh uji yang tidak melalui proses *deinking* maupun contoh uji yang melalui proses *deinking* pada konsentrasi deterjen yang berbeda-beda (0%, 10%, 15%, 20%, 25%) pada tiap penghilangan tinta. Hasil pengujian dibandingkan dengan standar JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908-2003 *particleboards type 13*.

a. Kadar air

Kadar air menunjukkan besarnya kandungan air di dalam suatu benda yang dinyatakan dalam persen. Nilai kadar air ditentukan oleh lama perendaman dan bahan lignoselulosa yang digunakan dalam pembuatan papan komposit plastik. Nilai kadar air dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik kadar air papan komposit plastik

Berdasarkan Gambar 1, nilai kadar air tertinggi diperoleh dari papan komposit plastik yang tidak melalui proses *deinking* (konsentrasi deterjen 0%), yaitu sebesar 5,93%, sedangkan nilai kadar air terendah diperoleh dari papan komposit plastik yang melalui proses *deinking*

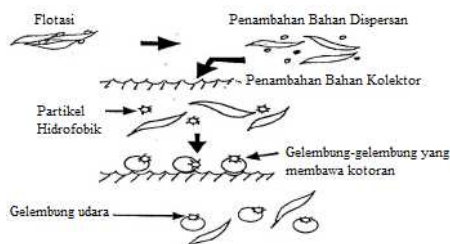
dengan konsentrasi deterjen 20% yaitu sebesar 4,58%. Nilai kadar air cenderung tidak berbeda pada setiap papan komposit plastik. Hal ini disebabkan karena permukaan papan komposit plastik yang dilapisi oleh plastik yang bersifat hidrofobik sebagai matriks pada pembuatan papan tersebut.

Tidak seluruh perhitungan daya serap air memenuhi standar JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908-2003 *particleboards type* 13. Kedua standar tersebut mensyaratkan kadar air yang diperbolehkan adalah 5-13%. Contoh uji yang tidak memenuhi standar tersebut adalah contoh uji yang melalui proses *deinking* dengan konsentrasi 20% dan 25%.

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai kadar air semakin rendah dengan semakin meningkatnya konsentrasi deterjen yang digunakan. Hal ini disebabkan kandungan tinta yang terdapat pada kertas koran tersebut telah tercuci oleh deterjen sehingga kemampuan untuk menyerap air oleh serat kertas juga semakin berkurang. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Farah dan Elyani (2009), bahwa selama tahap penguraian, partikel tinta dari cetak laser dan fotokopi akan membentuk partikel yang berukuran besar. Oleh karena itu, diperlukan proses flotasi.

Pada tahap penghilangan tinta, tinta yang masih tertinggal di dalam stok dihilangkan secara flotasi. Proses flotasi merupakan proses pemisahan tinta dari serat dengan cara pengapungan. Sebelum proses flotasi, bubur kertas telah ditambahkan dengan surfaktan atau kolektor dan dispersan. Bahan tersebut berfungsi untuk menarik partikel tinta dan mengumpulkan partikel-partikel tinta sehingga menjadi partikel yang lebih besar.

Mekanisme flotasi menurut Mc Kinney (1995) terdiri dari tiga tahap, yaitu tumbukan antara partikel tinta dengan gelembung udara yang telah mengikat kotoran. Kotoran atau tinta yang akan dipisahkan yang telah terikat pada gelembung udara atau busa lalu pengapung naik ke permukaan secara mekanik, dipisahkan secara mekanis dan dibuang bersama busa yang mengikat tinta. Mekanisme proses flotasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme proses flotasi

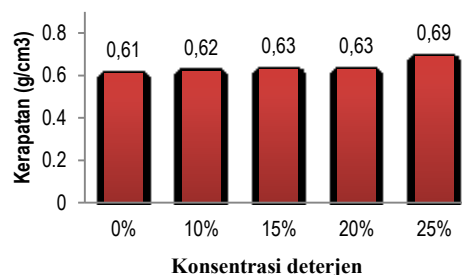
Jika tinta ini tidak terdispersi dengan baik oleh surfaktan (*surface active agents*) yang terkandung dalam deterjen selama tahap flotasi (pengumpulan tinta) pada proses *deinking* maka akan membentuk sejumlah besar noda pada lembaran kertas yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zhao (2004) bahwa salah satu fungsi dari surfaktan ini adalah untuk membersihkan partikel tinta dari serat kertas, menstabilkan partikel, dan untuk meningkatkan pembersihan tinta pada tahap flotasi. Salah satu penggunaan surfaktan yang umum dalam proses flotasi penghilangan tinta adalah sabun asam lemak. Secara umum, asam lemak bereaksi membentuk sabun kalsium dan teradsorpsi ke dalam permukaan tinta dan memberikan aksi sebagai kolektor (pengumpul). Fungsi dari kolektor adalah untuk mengagregasi partikel-partikel tinta yang sangat kecil yang dilepaskan dari serat melalui *pulping action*.

Rendahnya nilai kadar air pada papan komposit plastik jika dibandingkan dengan kadar air papan komposit kayu pada umumnya disebabkan oleh lapisan plastik pada permukaan papan komposit plastik menyebabkan kandungan air di udara tidak dapat mempengaruhi kadar air papan komposit karena serat koran tidak bisa menyerap air dari udara. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ruhendi *et al*, (2007), bahwa kadar air papan partikel dipengaruhi oleh kerapatannya, papan yang berkerapatan tinggi memiliki ikatan antara partikel dengan molekul perekat terbentuk sangat kuat sehingga molekul air sulit untuk mengisi rongga papan partikel.

Berdasarkan sidik ragam yang dilakukan, perlakuan yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap pengujian kadar air papan komposit plastik.

b. Kerapatan

Kerapatan merupakan salah satu sifat fisis yang menunjukkan perbandingan antara massa benda terhadap volumenya atau banyaknya massa zat persatuan volume. Nilai kerapatan papan komposit plastik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kerapatan papan komposit plastik

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa nilai kerapatan papan komposit plastik meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi deterjen pada proses *deinking* kertas koran. Nilai kerapatan tertinggi diperoleh pada perlakuan *deinking* dengan konsentrasi deterjen 25%, yaitu sebesar 0,69. Sementara nilai kerapatan terendah diperoleh pada papan komposit plastik tanpa perlakuan *deinking* (konsentrasi deterjen 0%), yaitu sebesar 0,61.

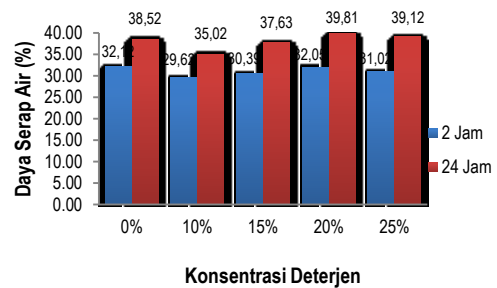
Hasil penelitian selengkapnya menunjukkan bahwa kerapatan papan komposit plastik yang dihasilkan memenuhi standar JIS A 5908-2003 *particleboards type 13* dengan nilai kerapatan yang disyaratkan yaitu 0,4-0,9 (g/cm³), tetapi tidak memenuhi standar JIS A 5905-2003 *hardboard S20* dengan nilai kerapatan yang disyaratkan yaitu $\geq 0,8$ (g/cm³). Hal ini disebabkan serat kertas koran yang melalui proses *deinking* mengalami peningkatan kerapatan akibat tinta yang terdapat pada kertas tersebut telah berkurang. Partikel tinta menyebabkan kekuatan ikat antar serat menjadi berkurang. Hal ini sesuai dengan dengan pernyataan Altierie dan Wendel (1969), bahwa proses *deinking* adalah suatu proses penghilangan tinta dan bahan-bahan non-selulosa dari kertas bekas. Selama tahap penguraian, partikel tinta dari cetak laser dan fotokopi akan membentuk partikel yang berukuran besar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rismijana *et al.*, (2003), proses *deinking* secara keseluruhan dapat meningkatkan sifat optik dan sifat fisik lembaran hasil *deinking* seperti meningkatnya derajat putih, indeks tarik, daya regang, indeks sobek dan menurunnya jumlah noda.

Jika dibandingkan dengan penelitian Cibro (2010), dimana nilai kerapatan pada penelitian tersebut berkisar antara 0,90-0,91 maka nilai kerapatan pada penelitian ini masih tergolong rendah. Nilai kerapatan tersebut lebih tinggi diduga disebabkan oleh metode yang digunakan berbeda.

Berdasarkan sidik ragam yang dilakukan, perlakuan *deinking* pada kertas koran sebagai *filler* papan komposit plastik tidak berpengaruh nyata terhadap pengujian kerapatan papan komposit plastik.

c. Daya serap air

Daya serap air menyatakan banyaknya air yang diserap oleh papan plastik komposit dalam persen terhadap berat awalnya setelah contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 2 jam dan 24 jam. Adapun hasil rata-rata daya serap air selama 2 jam dan 24 jam dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik daya serap air papan komposit plastik

Perhitungan daya serap air dipengaruhi oleh kerapatan papan komposit plastik. Semakin tinggi kerapatan maka semakin rendah daya serap airnya. Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa pernyataan tersebut berbanding terbalik dengan hasil penelitian yang dilakukan. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya permukaan serat kertas yang tidak tertutupi oleh plastik sehingga mempengaruhi daya serap airnya. Papan komposit plastik yang dibuat menghasilkan lubang-lubang kecil pada setiap sisi papan tersebut, sehingga pada saat pengujian daya serap air, air dapat masuk pada lubang-lubang yang ada pada papan komposit plastik tersebut karena diserap oleh serat kertas yang tidak tertutup oleh plastik. Hal ini diakibatkan karena jumlah antara matriks plastik tidak dapat menutup seluruh bagian dari bahan baku serat dalam papan komposit plastik tersebut secara merata. Sehingga rongga-rongga yang tidak tertutup menjadi jalan masuk terserapnya air.

Nilai daya serap air tertinggi untuk waktu perendaman selama 2 jam adalah pada papan komposit plastik tanpa perlakuan *deinking* yaitu sebesar 32,12%, sedangkan yang terendah adalah pada papan komposit plastik yang melalui proses *deinking* dengan konsentrasi deterjen 10% yaitu sebesar 29,62%. Nilai daya serap air tertinggi untuk waktu perendaman selama 24 jam terjadi pada papan dengan konsentrasi deterjen 20%, yaitu sebesar 39,81%, sementara yang terendah terjadi pada papan komposit plastik dengan konsentrasi deterjen 10%, yaitu sebesar 35,02%.

Nilai daya serap air seluruh papan komposit plastik pada perendaman selama 24 jam tidak memenuhi standar JIS A 5905-2003 *hardboard S20* yang mensyaratkan daya serap air sebesar $\leq 30\%$. Sementara pada perendaman selama 2 jam hanya terdapat satu papan komposit plastik yang nilainya memenuhi standar JIS A 5905-2003 *hardboard S20*, yaitu pada papan yang melalui proses *deinking*

dengan konsentrasi 10%, yaitu sebesar 29,62%. Pada standar JIS A 5908-2003 *particleboards type 13* tidak disyaratkan nilai daya serap air papan komposit plastik. Jika dibandingkan dengan penelitian Cibro (2010), dimana nilai daya serap air pada penelitian tersebut berkisar antara 0,73%-6,09% maka daya serap air pada penelitian ini masih tergolong tinggi. Hal ini diduga disebabkan karena pada penelitian tersebut digunakan metode dua tahap, yaitu dengan menggunakan mesin *extruder*.

Perendaman contoh uji selama 24 jam memperlihatkan kecenderungan nilai daya serap air terus meningkat dibandingkan dengan perendaman selama 2 jam. Hal ini disebabkan karena semakin lama papan komposit plastik direndam, maka semakin banyak air yang masuk ke dalam papan sampai daya serap papan tersebut mencapai titik jenuh. Massijaya, *et. al* (2008) menyatakan bahwa air yang masuk ke dalam papan komposit plastik dapat dibedakan atas 2 macam, yaitu air yang langsung dapat masuk ke dalam papan plastik komposit dan mengisi rongga-rongga kosong di dalam papan serta air yang masuk ke dalam partikel atau serat pembentuk papan plastik komposit.

Sifat bahan berlignoselulosa yang hidrofilik berlawanan dengan sifat plastik yang hidrofobik. Chauhan dan Aggarwal (2004) menyatakan bahwa daya serap air dari papan plastik ditentukan oleh bahan berlignoselulosa yang terdapat dalam papan plastik. Bahan berlignoselulosa secara konstan menyerap dan mengeluarkan air sesuai dengan temperatur dan kelembaban lingkungan.

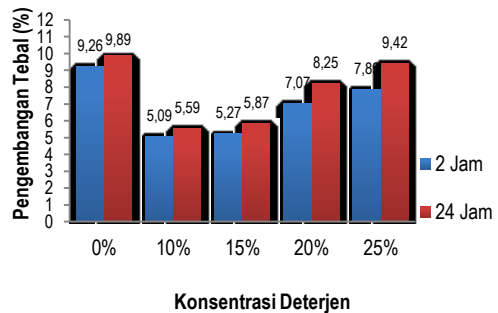
Berdasarkan hasil pengujian, pemberian perlakuan *deinking* pada papan komposit plastik dengan beberapa konsentrasi deterjen yang berbeda tidak menunjukkan perubahan daya serap air yang teratur. Hal tersebut kemungkinan disebabkan pada papan komposit plastik yang dihasilkan terdapat lubang-lubang berukuran kecil sehingga mempengaruhi nilai daya serap air pada masing-masing papan yang dihasilkan.

Berdasarkan sidik ragam yang dilakukan, perlakuan *deinking* pada kertas koran yang digunakan sebagai *filler* pada papan komposit plastik tidak berpengaruh nyata terhadap pengujian daya serap air selama 2 jam dan 24 jam.

d. Pengembangan tebal

Pengembangan tebal adalah besaran yang menyatakan pertambahan tebal contoh uji dalam persen terhadap tebal awal, setelah contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 2 dan 24 jam. Dari hasil pengujian diperoleh nilai pengembangan tebal tertinggi untuk waktu

perendaman selama 2 jam adalah berasal dari papan komposit plastik yang tanpa melalui proses *deinking*, yaitu sebesar 9,26% sedangkan perubahan dimensi terendah untuk waktu perendaman selama 2 jam berasal dari papan komposit plastik yang melalui proses *deinking* dengan konsentrasi deterjen 10%, yaitu sebesar 5,09%. Nilai pengembangan tebal papan komposit plastik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengembangan tebal 2 jam dan 24 jam papan komposit plastik

Perendaman sampel selama 24 jam menghasilkan pengembangan tebal tertinggi pada papan komposit plastik yang tidak melalui proses *deinking* (konsentrasi deterjen 0%), yaitu sebesar 9,89%. Sementara pengembangan tebal terendah terjadi pada papan komposit plastik yang diberikan perlakuan *deinking* dengan konsentrasi deterjen 10% dengan waktu perendaman selama 24 jam, yaitu sebesar 5,59%.

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa terjadi perbedaan pengembangan tebal pada setiap contoh uji. Perbedaan ini dipengaruhi oleh tekanan ke luar akibat serat yang timbul pada bagian permukaan dan pada bagian sisi papan komposit plastik. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Chauhan dan Aggarwal (2004), yaitu sifat bahan berlignoselulosa (serat kertas) yang hidrofilik berlawanan dengan sifat plastik yang hidrofobik sehingga nilai pengembangan tebal dipengaruhi oleh serat kertas yang tidak tertutupi oleh plastik.

Seluruh nilai pengembangan tebal hasil pengujian memenuhi standar JIS A 5908-2003 *particleboards type 13* dengan nilai pengembangan tebal yang disyaratkan yaitu $\leq 12\%$. Sementara standar JIS A 5905-2003 *hardboard S20* tidak mensyaratkan nilai pengembangan tebal papan komposit plastik. Jika dibandingkan dengan penelitian Cibro (2010), dimana nilai pengembangan tebal pada penelitian tersebut berkisar antara 0,48%-3,59% maka nilai pengembangan tebal pada penelitian

ini masih tergolong tinggi. Hal ini diduga disebabkan karena pada penelitian tersebut digunakan metode dua tahap.

Berdasarkan gambar 5, terlihat bahwa pemberian perlakuan *deinking* pada papan komposit plastik dengan beberapa konsentrasi yang berbeda tidak menunjukkan perubahan pengembangan tebal yang teratur antara papan tanpa deterjen dengan papan yang diberikan perlakuan *deinking*. Hal tersebut diduga disebabkan pada papan komposit plastik yang dihasilkan terdapat permukaan yang tidak tertutupi oleh plastik dengan luas yang berbeda-beda.

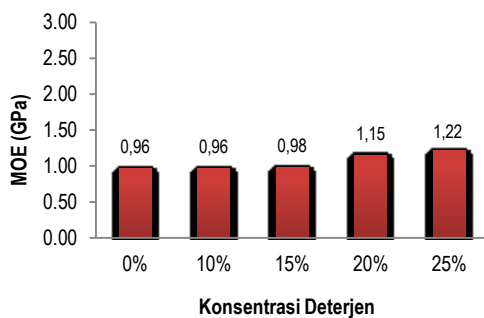
Berdasarkan sidik ragam yang dilakukan, perlakuan *deinking* pada papan komposit plastik tidak berpengaruh nyata terhadap pengujian pengembangan tebal pada perendaman selama 2 jam dan 24 jam.

2. Pengujian Sifat Mekanis

Pengujian sifat mekanis yang dilakukan terhadap papan komposit plastik pada penelitian ini adalah pengujian MOE (*modulus of elasticity*), MOR (*modulus of rupture*), dan IB (*internal bond*). Nilai sifat mekanis *fiber plastic composite* merupakan hal yang sangat penting untuk menentukan nilai kekuatan dari produk komposit yang dihasilkan. Dari setiap pengujian yang dilakukan terhadap contoh uji, hasil pengujian dibandingkan dengan standar *Japanese Industrial Standard (JIS) A 5905-2003 hardboard S20* untuk papan berbasis serat dan *JIS A 5908-2003 particleboards type 13*. Setiap pengujian memiliki ukuran contoh uji yang berbeda.

a. Keteguhan lentur (MOE)

Modulus of elasticity (MOE) adalah suatu indikator dalam menentukan besarnya kemampuan *fiber plastic composite* dalam menahan beban sampai batas proporsi atau disebut juga dengan keteguhan lentur. Nilai MOE papan komposit plastik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik keteguhan lentur papan komposit plastik

Berdasarkan Gambar 6, nilai MOE tertinggi diperoleh dari papan komposit plastik dengan konsentrasi deterjen 25% dengan nilai MOE sebesar 1,22 GPa. Sedangkan nilai MOE terendah terjadi pada papan komposit plastik yang tidak diberikan perlakuan *deinking*, yaitu sebesar 0,96 GPa.

Pada grafik terlihat bahwa nilai MOE meningkat berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi deterjen. Hal ini disebabkan oleh kekuatan ikat antar serat kertas yang telah diberikan perlakuan *deinking* dengan konsentrasi deterjen yang berbeda-beda meningkat akibat noda atau partikel tinta yang melekat pada serat kertas koran telah berkurang. Zhao (2004) menyatakan bahwa dispersan dapat menurunkan tegangan permukaan pada bubuk kertas, dengan demikian dapat meningkatkan kemampuan pembasahan (*wettability*) pada tinta pelapis serat dan mempermudah pelepasan tinta pada serat. Dispersan dapat melarutkan partikel-partikel tinta yang lepas dan tidak dapat kembali dengan cepat ke permukaan serat.

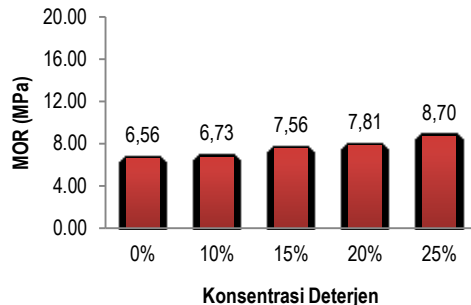
Nilai yang diperoleh pada saat pengukuran seluruh contoh uji tidak memenuhi standar *JIS A 5908-2003 particleboards type 13* yang mensyaratkan nilai MOE $\geq 2,548$ GPa. Hal ini diduga disebabkan bahan baku serat yang digunakan merupakan hasil daur ulang yang menyebabkan tingkat kekuatan serat telah berkurang sehingga kemampuan papan komposit plastik yang dihasilkan sangat rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lee *et al.*, (2002) yaitu penelitian dengan menggunakan serat *sludge* dan polietilena menunjukkan bahwa terjadi penurunan MOR dan MOE papan serat plastik dari *sludge*. Jika dibandingkan dengan penelitian Cibro (2010), dimana nilai MOE pada penelitian tersebut diantara 0,0010 Gpa - 0,0019 Gpa maka MOE pada penelitian ini lebih baik.

Berdasarkan sidik ragam yang dilakukan, perlakuan *deinking* dengan konsentrasi deterjen yang berbeda-beda yang diberikan terhadap papan komposit plastik tidak berpengaruh nyata terhadap pengujian *modulus of elasticity (MOE)* papan tersebut.

b. Keteguhan patah (MOR)

Modulus of rupture (MOR) merupakan besaran dalam bidang teknik yang menunjukkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh material. Termasuk dalam hal ini papan partikel per satuan luas sampai material patah. Pengujian sifat mekanis *modulus of rupture (MOR)* menggunakan contoh uji yang sama dengan uji MOE. Pada pengujian diberikan beban maksimum sampai contoh uji tersebut patah. Besar beban yang diberikan digunakan sebagai

acuan menduga besarnya beban maksimal yang dapat ditahan oleh papan komposit plastik yang diujikan. Nilai MOR papan komposit plastik dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik keteguhan patah papan komposit plastik

Gambar 7 menunjukkan nilai MOR tertinggi diperoleh dari papan komposit yang diberikan perlakuan *deinking* dengan konsentrasi deterjen 25%, yaitu sebesar 8,70 GPa, sementara nilai MOR terendah diperoleh dari papan komposit plastik yang tidak diberikan perlakuan *deinking*, yaitu sebesar 6,56 MPa. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap papan komposit plastik, seluruh papan tidak memenuhi nilai standar JIS A 5908-2003 type 13 yang mensyaratkan nilai MOR $\geq 13,252$ MPa, begitu juga dengan standar JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 yang mensyaratkan nilai MOR $\geq 20,387$. Jika dibandingkan dengan penelitian Cibro (2010), dimana nilai MOR pada penelitian tersebut berkisar antara 6,38 MPa-9,41 MPa maka nilai MOR pada penelitian ini tidak berbeda jauh karena nilai tersebut masih dalam rentang nilai yang sama.

Hal yang menyebabkan rendahnya nilai MOR yang dihasilkan diduga akibat dari pengaruh penggunaan bahan-bahan yang telah didaur ulang sehingga mengalami penurunan tingkat kekakuan. Hal ini sesuai dengan pernyataan *Forest Products Laboratory* (1995) bahan serat kertas terdaur ulang lebih lemah dari serat awal, yang merupakan akibat dari perubahan yang terjadi pada fase pengeringan ketika serat pertama kali dibuat menjadi kertas. Perubahan ini mengurangi fleksibilitas serat kayu dan mengurangi kemampuan untuk saling mengikat, mengakibatkan pulp terdaur ulang lebih pendek dan kaku yang menghasilkan kertas lebih lemah.

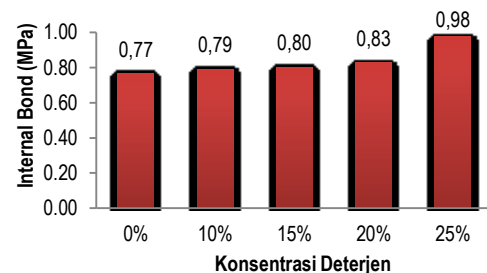
Pada grafik terlihat nilai MOR semakin meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi deterjen yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh kekuatan ikat antar serat kertas yang telah diberikan perlakuan *deinking* dengan

konsentrasi deterjen yang berbeda-beda meningkat berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi deterjen yang diberikan pada serat kertas. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Farah dan Elyani (2009), yaitu bahwa *deinking* merupakan suatu proses untuk melepaskan dan memisahkan partikel tinta cetak dari serat kertas bekas yang didaur-ulang untuk memperbaiki sifat optik dari serat yang diperoleh.

Berdasarkan sidik ragam yang dilakukan, perlakuan *deinking* dengan konsentrasi deterjen yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan patah.

c. Keteguhan rekat internal (*internal bond*)

Pengujian *internal bond* (IB) dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai daya rekat antara perekat dengan serat kertas. Besar gaya tarik yang diberikan akan digunakan sebagai acuan menduga besarnya gaya tarik maksimal yang dapat ditahan oleh papan komposit plastik yang diujikan. Nilai rata-rata keteguhan rekat papan komposit plastik dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik keteguhan rekat papan komposit plastik

Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa nilai keteguhan rekat yang paling tinggi adalah terdapat pada papan komposit plastik dengan konsentrasi deterjen 25% yaitu sebesar 0,98 MPa. Sedangkan nilai keteguhan rekat yang paling rendah terdapat pada papan komposit plastik yang tidak diberikan perlakuan *deinking*, yaitu sebesar 0,77 MPa. Jika dibandingkan dengan penelitian Cibro (2010), dimana nilai IB pada penelitian tersebut berkisar antara 0,19 MPa-0,30 MPa maka IB pada penelitian ini lebih baik.

Gambar 8 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi deterjen yang diberikan pada serat kertas maka noda atau partikel tinta yang melekat pada serat kertas koran juga semakin berkurang. Peningkatan tersebut disebabkan oleh kekuatan ikat antar serat kertas yang telah diberikan perlakuan *deinking* meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi deterjen yang

diberikan pada serat kertas koran. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Farah dan Elyani (2009), yaitu bahwa *deinking* merupakan suatu proses untuk melepaskan dan memisahkan partikel tinta cetak dari serat kertas bekas yang didaur-ulang untuk memperbaiki sifat optik dari serat yang diperoleh. Jika tinta tersebut tidak terdispersi dengan baik selama tahap flotasi pada proses *deinking* maka akan tetap meninggalkan sejumlah noda pada bubur kertas hasil *repulping*.

Proses pencampuran bahan baku yang tidak menggunakan mesin ekstruder juga mempengaruhi nilai keteguhan rekat suatu papan komposit plastik. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Barone (2005), bahwa dalam proses pelelehan plastik, cairan plastik akan mengikat bahan baku serat membentuk satuan yang homogen dan kuat serta apabila digabungkan dengan bahan baku pengisi atau *filler* akan menghasilkan sebuah produk panel yang baru. Menurut Haygreen dan Bowyer (1996) semakin tinggi kerapatan papan komposit yang dihasilkan maka akan semakin tinggi sifat keteguhannya.

Sidik ragam menunjukkan bahwa proses *deinking* kertas koran dengan perbedaan konsentrasi deterjen untuk setiap papan komposit plastik tidak berpengaruh nyata terhadap pengukuran keteguhan rekat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Papan komposit plastik yang diberikan perlakuan *deinking* dengan konsentrasi deterjen 25% memiliki sifat fisis dan mekanis yang lebih baik dibandingkan dengan papan komposit plastik yang tidak diberikan perlakuan *deinking* (konsentrasi deterjen 0%).
2. Sifat fisis dan mekanis *fiber plastic composite* yang memenuhi standar JIS A 5905-2003 *hardboard* S20 dan JIS A 5908-2003 *particleboards type 13* adalah kerapatan, pengembangan tebal dan *internal bond*.

Saran

Agar digunakan jenis bahan baku penghasil serat yang lebih bervariasi, dengan melakukan penambahan zat aditif untuk penelitian selanjutnya sehingga dapat meningkatkan kualitas papan komposit.

DAFTAR PUSTAKA

Altier, A. M., dan J. W. Wendel. 1969. *Deinking* p: 94. In: Macdonald, R.G., and J.N. Franklin

(eds). *Pulp and Paper Manufacture, Control, Secondary Fiber, Structure Board. Coating*. Macgraw Hill Book Co. New York.

Barone, J.R. 2005. *Polyethelene/Keratin Fiber Composite with Varying Polyethelene Crystallinity. Composite Part A* 36. USA

Cibro, R. F. 2010. *Kualitas Fiber Plastic Composite* dari Kertas Kardus dengan Matriks Polietilena (PE). Skripsi Sarjana. USU Medan.

Farah, S. D dan Elyani, N. 2009. Penggunaan Surfaktan pada Proses *Biodeinking* Kertas Bekas Perkantoran untuk Kertas Cetak. BS Jurnal, Vol. 44, No. 1, Juni 2009 : 1 – 10.

Forest Products Laboratory. 1995. *Recycling Research Progress at The Forest Product Laboratory*. USDA Madison. USA.

Haygreen J. G. dan J. L. Bowyer. 1996. Hasil hutan dan ilmu kayu. Terjemahan. Gadjah Mada University, Yogyakarta.

Humaidi. 1998. *Bahan Polimer Komposit*. Medan : USU Press.

Japan Standard Association. 2003. *Japanese Industrial Standart Particle Board* JSA 5908. *Japanese Standart Association*. Japan.

Massijaya M,Y. B Tambunan., ES Bakar., dan H Marsiah. 2008, Pengembangan Papan Komposit Dari Limbah Kayu dan Plastik. www.dikti.org

Mc. Kinney, R. W. J. 1995. *Technology of recycling*. Blackie Academic and Profesional.

Rismijana, J., Indriani, I.N., dan Pitriyani, T. 2003. Penggunaan Enzim Selulase-Hemiselulase pada Proses *Deinking* Kertas Koran Bekas. *Jurnal Matematika dan Sains*. (Online). Vol. 18, No. 02, Juni 2003: 67 – 71.

Rowell, R. M, dan Young, R. A. 1997. *Paper And Composites From Agro- Based Resources*. CRC Press. Boca Raton.

Ruhendi, S., Koroh, D. N., Syamani, F. A., Yanti, H., Nurhaida, Saad, S dan Sucipto, T. 2007. Analisis Perekatan Kayu. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Sarah, M. 2005. Proses Penghilangan Tinta pada Kertas Bekas. Jurnal komunikasi penelitian Volume 17 (3). Departemen Teknik Kimia USU.

Yani, I. M. 1993. Kajian Deinking Kertas Bekas Sebagai Agen Bahan Baku Industri Kertas Budaya. (Laporan Penelitian) Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.

Zhao Y., Yulio Deng. J.Y., Zhu. 2004. *Roles of surfactans in flotation deinking, progress in paper recycling*. Vol. 14-44.