

Sifat Fisis dan Mekanis Papan Semen dari Limbah Industri Pensil dengan Berbagai Rasio Bahan Baku dan Target Kerapatan
(Physical and mechanical properties of cement board waste pencil shavings with different ratios of materials and the target density)

Yunida Syafriani L¹, Luthfi Hakim², Tito Sucipto²

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara Jl. Tri dharma Ujung No. 1
Kampus USU 20155

(Penulis Korespondensi: E-mail: nidongsianida@gmail.com)

²Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

Abstrak

Pemanfaatan limbah industri serutan pensil belum banyak dikembangkan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kelayakan teknis limbah industri serutan pensil sebagai bahan baku papan semen. Penelitian ini dilakukan untuk: menentukan rasio semen-partikel dan target kerapatan terbaik terhadap sifat fisis dan mekanis papan semen yang dihasilkan; mengevaluasi pengaruh rasio bahan baku dan target kerapatan terhadap kualitas papan semen. Rasio bahan baku yang digunakan adalah 80:20, dan 85:15. Target kerapatan yang ditetapkan adalah 1 g/cm³ dan 1,2 g/cm³. Katalis yang digunakan sebagai akselerator adalah magnesium klorida (MgCl₂). Papan ditekan dengan kempa dingin pada 25 kg/cm² selama 10 menit. Metode penelitian ini menggunakan dua tahap proses pengerasan papan semen. Tahap pertama proses pengerasan papan kering udara selama 4-5 hari dan dilanjutkan dengan pengovenan papan semen selama 24 jam pada suhu 50°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai sifat fisis yang dihasilkan memenuhi standar JIS A 5417-1992. Efek rasio semen-partikel pada kekuatan menunjukkan bahwa rasio 85:15 sangat baik dibandingkan dengan rasio 80:20. Target kerapatan terbaik adalah 1,2 g/cm³.

Kata kunci : serutan pensil, papan semen, rasio semen-partikel, target kerapatan.

PENDAHULUAN

Bahan baku kayu bulat untuk industri kayu pertukangan (*wood working*) diproyeksi tumbuh 10% per tahun hingga 2016. Kebutuhan bahan baku kayu bulat untuk industri pulp, furniture kayu, dan *wood working* terus meningkat. Pada 2013, kebutuhannya bahan baku pulp diproyeksi mencapai 33,8 juta m³. Sementara itu, berdasarkan utilisasi kapasitasnya, kebutuhan industri furniture kayu pada tahun 2013 diproyeksi 6,8 juta m³. Menurut Direktur Bina Usaha Hutan Alam Kementerian Kehutanan (2013), tegakan yang siap panen di areal HPH mencapai 14 juta m³ pada 2013 dan yang terealisasi hingga November 2013 tercatat hanya 2,69 juta m³ atau 635.973 batang kayu log. Hasil ini tidak memenuhi kebutuhan bahan baku industri kayu pertukangan yang diproyeksikan 13,9 juta pada 2013 dan naik menjadi 15,4 juta pada 2014.

Menurut Sutigno dkk (1977) papan semen adalah salah satu produk komposit kayu yang terbuat dari partikel-partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dan semen sebagai perekatnya. Menurut Heckhel (2007) kelebihan papan semen dibanding dengan produk biokomposit lainnya antara lain memiliki stabilitas dimensi yang tinggi, tahan terhadap serangan faktor perusak biologis seperti jamur dan

serangga, dan tahan terhadap api. Sedangkan kelemahan dari papan semen partikel ini adalah mempunyai kerapatan yang tinggi sehingga sulit untuk dipotong dan dipasang, proses pembuatannya lama dan biayanya sangat dipengaruhi oleh harga semen.

Partikel serutan pensil merupakan salah satu limbah industri khusus penyerutan pensil yang pemanfaatannya belum maksimal. Partikel serutan pensil ini dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan semen sebagaimana yang diungkapkan oleh Mujtahid (2010) bahwa partikel kayu dalam bentuk serutan (*shaving*) adalah jenis partikel yang tergolong kecil sehingga cukup baik digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan semen partikel.

Dari uraian tersebut, pada penelitian ini dibuat papan semen dari limbah industri pensil dengan perlakuan rasio bahan baku dan target kerapatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh rasio bahan baku dan target kerapatan terhadap sifat fisis dan mekanis papan semen.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bulan Desember 2014 sampai April 2015 di Workshop Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan,

Universitas Sumatera Utara. Pengujian sifat fisis dan mekanis papan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah partikel serutan pensil yang diperoleh dari limbah industri penyerutan pensil, semen sebagai perekat, minyak goreng, magnesium klorida ($MgCl_2$) sebagai katalis, perekat epoksi, dan air. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah saringan berukuran 30 mesh, frame besi ukuran 25 cm x 25 cm x 1 cm, mesin kempa, mesin UTM, gelas ukur dan termometer untuk uji hidrasi, timbangan, oven, kalifer.

Prosedur Penelitian

Partikel serutan pensil disaring dengan saringan 30 mesh agar ukuran partikel menjadi seragam. Partikel yang digunakan adalah partikel yang lolos saringan atau partikel kecil. Partikel kemudian dikeringkan hingga kadar air udara mencapai 7%.

Pengukuran suhu hidrasi dilakukan dengan mengamati perubahan temperatur yang terjadi pada campuran 200 gram semen, 100 gram air, 20 gram partikel dan $MgCl_2$ 5% dari berat semen yaitu 10 gram. Pengukuran suhu hidrasi dilakukan pada 4 perlakuan yaitu :

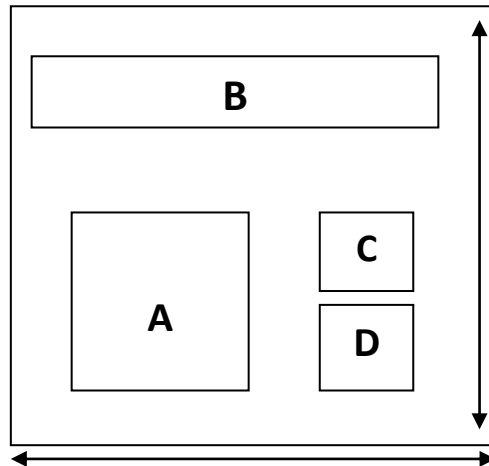
- a. Semen + Air
- b. Semen + Air + $MgCl_2$
- c. Semen + Air + $MgCl_2$ + Partikel tanpa Perendaman
- d. Semen + Air + $MgCl_2$ + Partikel dengan Perendaman dalam air 24 jam

Semua bahan pada masing-masing perlakuan dicampur ke dalam gelas ukur lalu diaduk hingga merata. Diletakkan tabung reaksi ke dalam gelas ukur yang didalamnya berisikan minyak goreng dan termometer sebagai alat untuk mengukur suhu hidrasi. Setelah itu, keempat gelas ukur dimasukkan ke dalam termos styrene foam yang ditutup rapat agar udara panas tidak keluar, dan dilakukan pengukuran setiap 1 jam sekali selama 24 jam.

Pembuatan Contoh Uji

Setelah melalui tahap pengkondisian, tahap berikutnya adalah pemotongan papan menjadi contoh uji dengan berbagai ukuran masing-masing sesuai dengan standar JIS A 5417-1992. Pola pemotongan contoh uji untuk sifat fisis dan mekanis papan semen partikel dapat dilihat pada Gambar 1. A adalah contoh uji untuk kadar air dan kerapatan (10 cm x 10 cm x 1 cm), B adalah

contoh uji untuk daya serap air dan pengembangan tebal (5 cm x 5 cm x 1 cm), C adalah contoh uji untuk uji *internal bond* (5 cm x 5 cm x 1 cm), dan D adalah contoh uji untuk MOE dan MOR (20 cm x 5 cm x 1 cm).



Pengujian Papan Semen

Pengujian sifat fisis dan mekanis dilaksanakan berdasarkan standar JIS A 5417-1992. Parameter kulaitas papan yang diuji adalah kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, dan daya serap air (untuk sifat fisis). Sedangkan untuk sifat mekanis yang diuji adalah keteguhan lentur (MOE), keteguhan patah (MOR), keteguhan rekat internal (IB).

Analisis Data

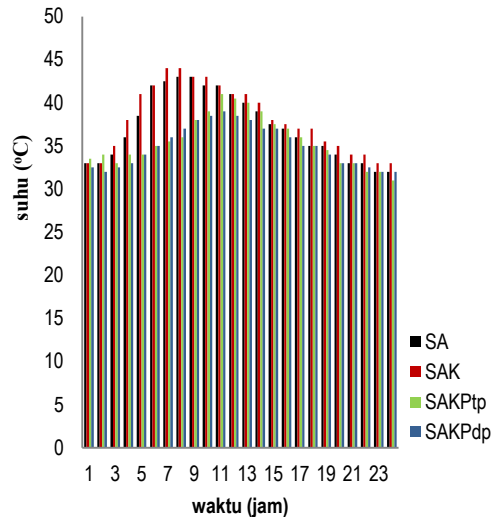
Analisis pengujian sifat fisis dan mekanis papan semen limbah serutan pensil menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Hasil rata-rata pengujian sifat fisis dan mekanis akan dibandingkan dengan standar Japanese Industrial Standard (JIS) A 5417-1992. Taraf perlakuan yang berpengaruh nyata atau signifikan di antara faktor perlakuan dapat diketahui dengan melanjutkan pengujian menggunakan Uji Wilayah Berganda (*Duncan Multi Range Test*) dengan tingkat kepercayaan 95 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Suhu Hidrasi

Pengujian suhu hidrasi dilakukan untuk melihat variasi suhu hidrasi partikel serutan pensil jika dicampur dengan semen. Suhu hidrasi campuran semen dan partikel merupakan indikator kesesuaian partikel sebagai bahan baku papan semen partikel. Semakin tinggi suhu hidrasi dan semakin cepat waktu pengerasan maksimum, maka jenis partikel tersebut semakin cocok

digunakan sebagai bahan baku papan semen partikel. Pengukuran suhu hidrasi dilakukan dalam waktu 24 jam. Hubungan antara suhu hidrasi dengan waktu pengukuran disajikan pada Gambar 2.



Keterangan :

SA: Semen + Air

SAK: Semen + Air + Katalis

SAKPtp: Semen + Air + Katalis + Partikel tanpa perendaman

SAKPdp: Semen + Air + Katalis + Partikel dengan perendaman

Gambar 2. Grafik pengukuran suhu hidrasi

Gambar 5 dapat dilihat bahwa suhu hidrasi campuran SA yaitu sebesar 43°C pada jam ke-10, sedangkan suhu hidrasi campuran SAK yaitu sebesar 44°C pada jam ke tujuh. Hal ini membuktikan penambahan katalis pada campuran semen mempengaruhi pengerasan semen. Menurut Armaya (2012) menyatakan bahwa penambahan $MgCl_2$ mempercepat reaksi dan pengerasan semen.

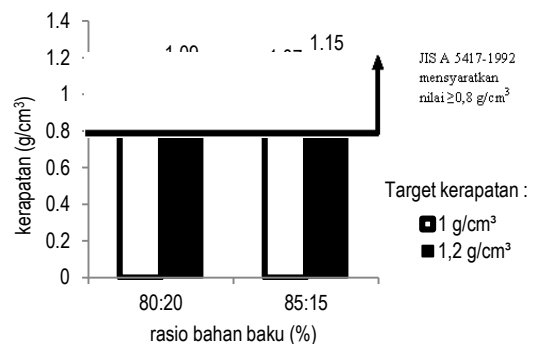
Hasil pengukuran juga diperoleh suhu hidrasi campuran SAKPtp tertinggi adalah sebesar 41°C pada jam ke-13, sedangkan suhu hidrasi campuran SAKPdp tertinggi adalah sebesar 39°C pada jam ke-11. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan partikel tanpa perendaman mempengaruhi pengerasan semen, sedangkan campuran partikel dengan perendaman menghambat pengerasan semen yang disebabkan karena adanya kandungan air pada partikel. Hal ini sesuai dengan pendapat Handayani (2003) yang menyatakan bahwa kecenderungan penurunan suhu hidrasi akibat penambahan kayu yang mengandung zat ekstraktif dan hemiselulosa yang dapat larut dalam alkali dan menghambat proses hidrasi.

Hasil pengukuran suhu hidrasi yang diperoleh disesuaikan dengan standar LPHH-Bogor (Kamil,

1970) yaitu suhu maksimum lebih dari 41°C termasuk baik, 36°C-41°C termasuk sedang, dan kurang dari 36°C termasuk buruk. Berdasarkan kriteria tersebut dapat disimpulkan bahwa jenis partikel serutan pensil baik untuk dijadikan bahan baku pembuatan papan semen karena suhu hidrasinya mencapai 41°C. Partikel yang digunakan sebagai bahan baku adalah partikel tanpa perendaman, karena suhu yang dicapai lebih tinggi dalam waktu yang cukup singkat sehingga lebih efisien dan ekonomis dibandingkan dengan partikel dengan perendaman.

Kerapatan

Kerapatan merupakan besarnya massa per satuan volume. Kekuatan suatu papan ditentukan oleh kerapatannya. Hasil pengujian kerapatan papan semen partikel serutan pensil disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kerapatan papan semen partikel serutan pensil

Hasil pengujian kerapatan papan semen dengan target kerapatan 1,2 g/cm³ lebih tinggi dibandingkan target kerapatan 1 g/cm³. Hal ini terjadi karena jumlah bahan baku yang digunakan untuk target kerapatan 1,2 g/cm³ lebih besar dibandingkan dengan target kerapatan 1 g/cm³. Berdasarkan gambar 6 terlihat bahwa papan semen dengan perlakuan target kerapatan 1 g/cm³ sudah mencapai target yang diinginkan yaitu 0,9 g/cm³ dan 1,08 g/cm³. Sedangkan papan semen dengan perlakuan target kerapatan 1,2 g/cm³ tidak memenuhi dari target yang diinginkan yaitu sebesar 1,1 g/cm³ dan 1,15 g/cm³. Hal ini disebabkan karena sistem pengempaan yang tidak konstan sehingga tebal papan yang ditargetkan lebih dari 1 cm. Semakin tinggi volume papan yang dihasilkan maka kerapatan papan akan semakin kecil.

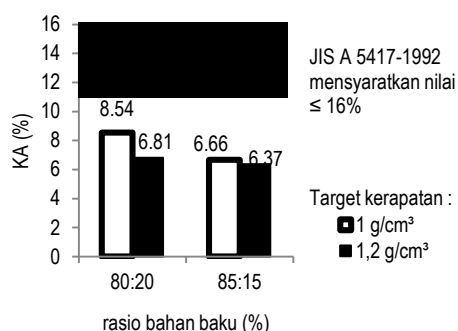
Gambar 3 menunjukkan bahwa rasio bahan baku 85:15 memiliki kerapatan yang lebih baik

dan memenuhi target yang diinginkan dibandingkan dengan rasio bahan baku 80:20 yang memiliki kerapatan sebesar $0,9 \text{ g/cm}^3$ (tidak memenuhi target yang diinginkan yaitu 1 g/cm^3). Hal ini dipengaruhi oleh jumlah semen yang digunakan. Kerapatan papan semen akan semakin meningkat jika jumlah semen yang digunakan semakin banyak. Menurut Wiyono dan Anni (2011) bahwa dengan penambahan jumlah perekat (semen) maka berat papan akan menjadi lebih besar sehingga kerapatan papan juga akan meningkat. Intang dkk., (2008) dalam penelitiannya mengenai papan partikel komposit dari limbah pohon aren dan karet ban bekas menghasilkan nilai kerapatan dengan berbagai rasio bahan baku berkisar $0,518-0,709 \text{ g/cm}^3$. Semakin banyak jumlah partikel (serbuk gergaji) dan karet, maka nilai kerapatan akan semakin menurun

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio bahan baku dan target kerapatan serta interaksi antar keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kerapatan papan semen yang dihasilkan (Lampiran 4). Namun nilai kerapatan papan semen yang dihasilkan telah memenuhi standar JIS A 5417-1992 yang mensyaratkan $> 0,8 \text{ g/cm}^3$.

Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung di dalam papan semen partikel serutan pensil. Kadar air papan sangat dipengaruhi oleh kadar air partikel sebelum dilakukan pembuatan papan semen. Hasil pengujian kadar air papan semen partikel serutan pensil disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik kadar air papan semen partikel serutan pensil

Hasil pengujian kadar air papan semen partikel serutan pensil diperoleh berkisar antara 6,11% sampai dengan 8,54%. Nilai kadar air tertinggi dihasilkan dari papan semen dengan rasio bahan baku 80:20 dan target kerapatan 1

g/cm^3 yaitu sebesar 8,54%. Sedangkan nilai kadar air terendah dihasilkan dari papan semen dengan rasio bahan baku 85:15 dan target kerapatan $1,2 \text{ g/cm}^3$ yaitu 6,11%.

Gambar 4 menyajikan bahwa rasio bahan baku 85:15 memiliki nilai kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan 80:20. Hal ini terjadi karena komposisi partikel lebih sedikit. Semakin sedikit partikel yang digunakan maka pengaruh kelembaban udara terhadap papan akan semakin rendah sehingga menghasilkan nilai kadar air yang rendah juga. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bakri dkk., (2006) bahwa jumlah partikel yang sedikit akan sulit menyerap air dengan proporsi semen yang lebih tinggi, akibatnya kadar air lebih rendah.

Nilai kadar air pada papan dengan target kerapatan $1,2 \text{ g/cm}^3$ lebih rendah dibandingkan dengan target kerapatan 1 g/cm^3 . Hal ini sesuai dengan pernyataan Wahyuningsih (2011) bahwa semakin tinggi nilai kerapatan suatu papan partikel maka kadar air yang terkandung di dalamnya akan semakin rendah. Kerapatan yang tinggi dihasilkan dari hubungan antara partikel satu dengan lainnya yang berikatan erat sehingga meminimalisasi adanya ruang atau rongga di dalam partikel. Hal ini menyebabkan kandungan air yang ada pada partikel menjadi lebih sedikit sehingga dapat menurunkan kadar air papan semen tersebut.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio bahan baku dan target kerapatan serta interaksi antar kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air papan semen partikel serutan pensil (Lampiran 4). Namun, nilai kadar air papan semen yang dihasilkan telah memenuhi standar JIS A 5417-1992 yang mensyaratkan $\leq 16\%$.

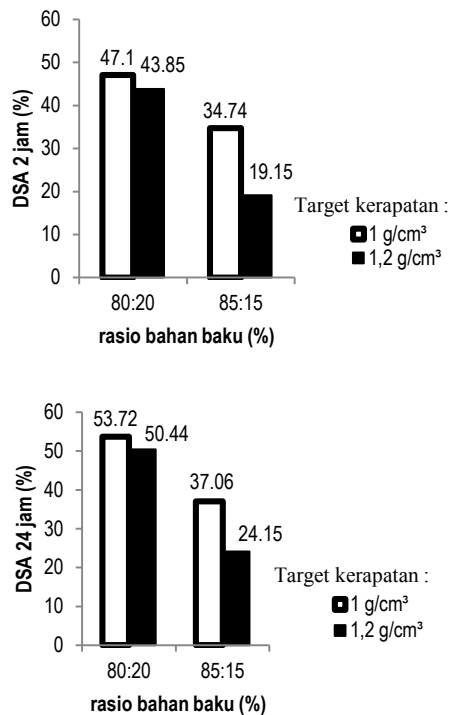
Daya Serap Air

Daya serap air merupakan sifat fisis papan semen yang menunjukkan kemampuan papan untuk menyerap air selama 2 jam dan 24 jam. Hasil pengujian daya serap air papan semen partikel disajikan pada Gambar 5.

Nilai daya serap air papan semen partikel dengan waktu perendaman selama 2 jam lebih rendah dibandingkan 24 jam. Hal ini disebabkan karena lamanya perendaman sehingga air akan masuk melalui rongga papan dan permukaan partikel sampai penyerapan air maksimal.

Hasil pengujian daya serap air papan semen selama 2 dan 24 jam berkisar antara 19,15% sampai dengan 53,72%. Daya serap air terendah dengan waktu perendaman 2 jam diperoleh pada papan semen partikel dengan rasio bahan baku 85:15 dan target kerapatan $1,2 \text{ g/cm}^3$ yaitu 19,15%. Sedangkan nilai daya serap air tertinggi

dengan waktu 2 jam diperoleh pada papan semen partikel dengan rasio bahan baku 80:20 dan target kerapatan 1 g/cm^3 yaitu sebesar 53,72%.



Gambar 5. Grafik daya serap air papan semen partikel serutan pensil

Berdasarkan data pada Gambar 5 diketahui bahwa rata-rata nilai daya serap air papan semen dengan waktu perendaman 2 jam dan 24 jam pada target kerapatan 1 g/cm^3 lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata nilai daya serap air papan semen pada target kerapatan $1,2 \text{ g/cm}^3$. Hal ini dipengaruhi oleh nilai kerapatan yang dihasilkan. Pada target kerapatan 1 g/cm^3 memiliki nilai rata-rata kerapatan $0,99 \text{ g/cm}^3$ dan nilai rata-rata DSA 40,92 pada 2 jam, serta 45,39 pada 24 jam. Sedangkan pada target kerapatan $1,2 \text{ g/cm}^3$ memiliki nilai rata-rata kerapatan $1,125 \text{ g/cm}^3$ dan nilai rata-rata DSA 31,5 pada 2 jam, serta 37,29 pada 24 jam. Semakin tinggi nilai kerapatan sebuah papan maka kemampuan papan tersebut untuk menyerap air akan semakin rendah. Seperti yang dinyatakan oleh Armaya (2012) dalam penelitiannya tentang pengaruh ukuran partikel terhadap karakteristik papan semen bahwa nilai daya serap air dipengaruhi oleh nilai kerapatan yang cukup tinggi sehingga menyebabkan papan semen lebih padat dan sukar menyerap air.

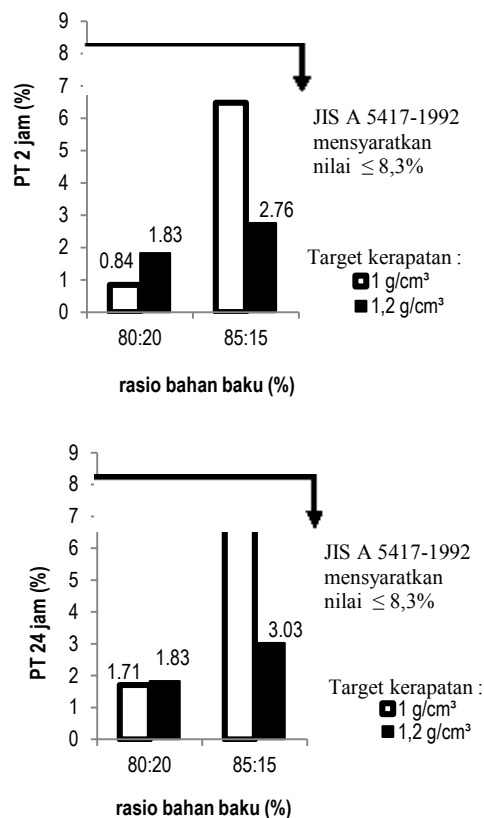
Selain dipengaruhi oleh nilai kerapatan, nilai daya serap air juga dipengaruhi oleh rasio bahan baku papan semen tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata nilai daya serap air papan semen dengan waktu perendaman 2 jam dan 24 jam pada rasio bahan baku 80:20 lebih tinggi dibandingkan dengan rasio bahan baku 85:15. Hal ini disebabkan oleh jumlah semen yang lebih mendominasi sehingga seluruh permukaan partikel berikatan dengan semen. Fernandez dan Vanessa (2000) menyatakan bahwa tingginya kadar semen akan membuat partikel-partikel semen membentuk kristal selama proses hidrasi terjadi, sehingga kristal semen tersebut akan mengikat permukaan serat dan partikel serta akan mengisi rongga yang kosong. Oleh karena itu, semakin besar jumlah semen maka ikatan antara kristal semen dan partikel akan semakin kuat.

Hasil sidik ragam perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan rasio bahan baku dan target kerapatan berpengaruh nyata terhadap nilai daya serap air papan semen partikel, sedangkan interaksi antar kedua perlakuan tersebut tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai daya serap air yang dihasilkan. Pada standar JIS A 5417-1992 tidak menetapkan nilai pengujian daya serap air papan semen.

Pengembangan Tebal

Hasil pengujian pengembangan tebal papan semen partikel setelah direndam dalam air selama dua dan 24 jam secara lengkap disajikan pada Lampiran 2 dan 4, sedangkan nilai rata-ratanya disajikan pada Gambar 6. Nilai pengembangan tebal papan semen partikel dengan waktu perendaman selama 2 jam lebih rendah dibandingkan 24 jam. Hal ini disebabkan karena lamanya perendaman sehingga air akan masuk melalui pori-pori papan dan permukaan partikel sampai penyerapan air maksimal dan pengembangan tebal konstan.

Berdasarkan data pada Gambar 6 diketahui bahwa pengembangan tebal papan semen partikel untuk target kerapatan 1 g/cm^3 setelah direndam selama dua jam yaitu 0,84% dan 5,48% serta 1,83% dan 2,76% untuk target kerapatan $1,2 \text{ g/cm}^3$. Papan semen partikel dengan target kerapatan 1 g/cm^3 menghasilkan nilai pengembangan tebal terendah (0,84%) pada rasio bahan baku 80:20 dan tertinggi (5,48%) pada rasio bahan baku 85:15. Sedangkan papan semen partikel dengan target kerapatan $1,2 \text{ g/cm}^3$ menghasilkan nilai pengembangan tebal terendah (1,83%) juga pada rasio bahan baku 80:20 dan tertinggi (2,76%) pada rasio bahan baku 85:15.



Gambar 6. Grafik pengembangan tebal papan semen partikel

Nilai pengembangan tebal papan semen partikel setelah direndam 24 jam berkisar antara 1,71% sampai dengan 7,257%. Nilai pengembangan tebal terendah dihasilkan oleh papan semen partikel dengan rasio bahan baku 80:20 dan target kerapatan 1 g/cm³ dengan nilai 1,71%, dan tertinggi pada papan semen partikel dengan rasio bahan baku 85:15 dengan target kerapatan 1,2 g/cm³ dengan nilai 752%.

Hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa nilai pengembangan tebal cenderung meningkat dengan penambahan kadar semen. Hal ini tidak sesuai dengan Setiadhi (2006) yang menyatakan bahwa nilai pengembangan tebal menurun dengan adanya penambahan kadar semen. Hal ini juga tidak sesuai dengan Armaya (2012) yang menyatakan bahwa semen yang dicampur dengan partikel akan berikatan dan menutupi seluruh permukaan partikel sehingga akan menghambat masuknya air pada papan semen partikel. Hal ini terjadi dikarenakan bahan baku partikel yang bersifat voluminous yaitu memiliki massa sedikit namun volumenya besar. Sehingga diperkirakan semen tidak dapat menutupi seluruh permukaan partikel yang menyebabkan partikel dapat menyerap air selama papan direndam dan terjadi

pengembangan tebal. Sesuai dengan Haygreen dan Bowyer (1982) yang menyatakan bahwa pengembangan produk panel berkaitan dengan bahan baku panel itu sendiri, yaitu kemampuan bahan baku tersebut untuk mengikat molekul.

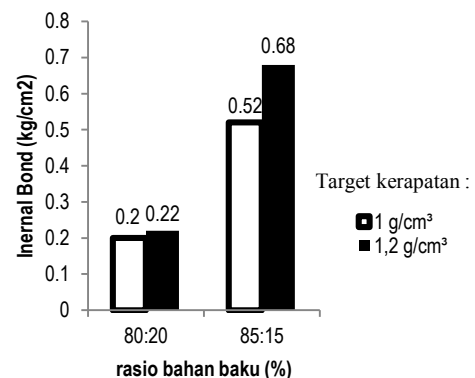
Berdasarkan data pada Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa nilai pengembangan tebal semakin menurun pada target kerapatan yang tinggi. Hal ini tidak sesuai dengan Sastradimadja (1988) yang menyatakan bahwa besarnya nilai kerapatan akan mempengaruhi penyerapan air dan pengembangan tebal papan semen. Semakin tinggi nilai kerapatan maka struktur papan akan semakin padat sehingga kemampuan papan semen untuk menyerap air akan semakin rendah.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio bahan baku dan target kerapatan serta interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pengembangan tebal papan semen partikel pada perendaman dua jam. Sedangkan pada perendaman 24 jam, perlakuan rasio bahan baku berpengaruh nyata terhadap peningkatan nilai pengembangan tebal papan semen. Namun seluruh nilai pengembangan tebal yang dihasilkan memenuhi standar JIS A 5417-1992 yaitu kurang dari 8,3%.

Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bond*)

Nilai keteguhan rekat internal papan semen menunjukkan daya rekat antar partikel-partikel di dalam papan tersebut. Hasil pengujian nilai keteguhan rekat internal tertera pada Gambar 7.

Data ini menunjukkan rata-rata ikatan dalam papan semen partikel yang dihasilkan berkisar antara 0,20 kg/cm² sampai dengan 0,68 kg/cm². Nilai rata-rata terendah diperoleh dari papan semen dengan rasio bahan baku 80:20 dengan target kerapatan 1 g/cm³ dan tertinggi dengan rasio bahan baku 85:15 pada target kerapatan 1,2 g/cm³.



Gambar 7. Grafik *internal bond* papan semen partikel serutan pensil

Penetapan target kerapatan mempengaruhi kuat rekat partikel dan semen penyusun papan. Target kerapatan yang tinggi akan memberikan nilai IB yang tinggi. Dengan tingginya kerapatan papan, maka rongga yang dihasilkan akan sedikit sehingga mengurangi peluang terjadinya retakan awal. Hal ini sesuai dengan Abadi (2010) yang menyatakan bahwa semakin tingginya kerapatan akan menghasilkan rongga yang sedikit, sehingga mengurangi peluang terjadinya retakan awal yang akan berkembang menjadi pepatahan, dengan itu akan menghasilkan nilai kekuatan *bending* yang tinggi.

Berdasarkan data pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa rasio bahan baku 85:15 menghasilkan nilai *internal bond* yang tinggi. Kadar semen mempengaruhi nilai *internal bond* papan semen. Menurut Menezzi dkk., (2007) yang menyatakan bahwa semen juga berperan sebagai perekat, semakin banyak semen yang digunakan maka kualitas ikatan antara semen dan serat juga akan semakin baik. Hasil keteguhan rekat internal hasil penelitian yang dilakukan lebih rendah dibanding dengan hasil penelitian Subiyanto dkk., (1998) yaitu sebesar 5,06 kg/cm³ untuk komposisi semen dan partikel 2,75:1,00 dan sebesar 4,97 kg/cm³ untuk komposisi semen dan partikel 3,00:1,00. Hal ini diduga akibat bentuk partikel yang digunakan berupa serutan (*shaving*) yang memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda-beda antar partikel.

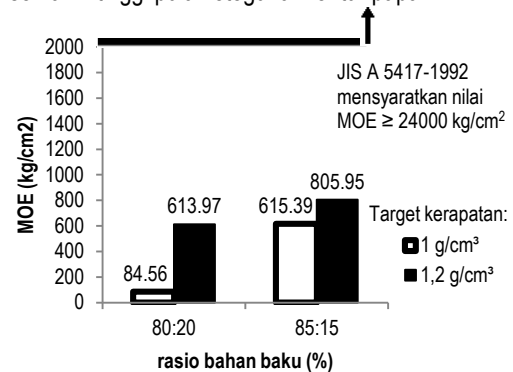
Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio bahan baku dan target kerapatan serta interaksi kedua perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *internal bond* papan semen partikel serutan pensil. Standar JIS A 5417-1992 tidak mensyaratkan nilai *internal bond* papan semen.

MOE (*Modulus of Elasticity*)

Modulus of Elasticity (MOE) merupakan sifat mekanis yang menunjukkan sifat ketahanan papan semen terhadap pembebanan dalam batas proporsi sebelum terjadi patah. Semakin tinggi nilai keteguhan lentur, maka benda tersebut akan semakin elastis/lentur. Nilai tertinggi adalah pada perlakuan antara rasio bahan baku 85:15 dan target kerapatan 1,2 g/cm³ sebesar 805,95 kg/cm², dan nilai terendah pada perlakuan antara rasio bahan baku 80:20 dan target kerapatan 1 g/cm³ sebesar 84,56 kg/cm². Nilai rata-rata MOE papan semen partikel disajikan pada Gambar 8.

Berdasarkan data pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai keteguhan lentur semakin meningkat dengan meningkatnya nilai kerapatan papan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sziesielski (1975) dalam Sutigno dkk., (1977)

dalam penelitiannya bahwa semakin tinggi kerapatan papan semen partikel yang dihasilkan maka semakin tinggi pula keteguhan lenturnya. Hal ini terjadi karena semakin tinggi kerapatan sehingga kemampuan papan menahan beban yang diberikan akan semakin tinggi maka semakin tinggi pula keteguhan lentur papan.



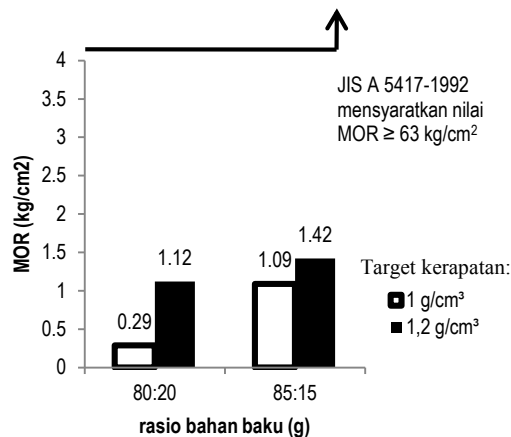
Gambar 8. Grafik MOE papan semen partikel serutan pensil

Rasio semen : partikel 85:15 merupakan rasio terbaik dalam menghasilkan papan semen partikel serutan pensil dengan nilai MOE tertinggi 805,95 kg/cm². Menurut Hakim dan Sucipto (2011) bahwa semen memegang peranan dalam sistem perekatan antar partikel, sehingga semakin banyak semen yang digunakan semakin baik perekatan yang terjadi sehingga nilai MOE akan meningkat. Bakri (2006) juga menyatakan bahwa MOE merupakan suatu nilai yang menunjukkan sifat kekakuan suatu bahan, jadi semakin tinggi nilai suatu papan semen, maka papan tersebut akan semakin kaku.

Hasil sidik ragam MOE menunjukkan bahwa interaksi antara rasio bahan baku dan target kerapatan tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan lentur papan hasil penelitian pada selang kepercayaan 95% (Lampiran 4). Berdasarkan standar JIS A 5417-1992 papan semen partikel memiliki nilai MOE minimal 24.000 kg/cm². Nilai MOE yang dihasilkan tidak memenuhi standar tersebut.

MOR (*Modulus of Rupture*)

Modulus of Rupture (MOR) atau keteguhan patah adalah tingkat keteguhan papan semen dalam menerima beban tegak lurus terhadap permukaan papan. Nilai keteguhan patah rata-rata papan semen berkisar antara 0,29 kg/cm² – 1,42 kg/cm². Nilai tertinggi dihasilkan oleh papan semen dengan rasio bahan baku 85:15 dan target kerapatan 1,2 g/cm³ yaitu 1,42 kg/cm², sedangkan nilai terendah dihasilkan oleh papan dengan rasio bahan baku 80:20 dan target kerapatan 1 g/cm³ yaitu 0,29 kg/cm². Nilai rata-rata keteguhan patah disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik MOR papan semen partikel serutan pensil

Berdasarkan Gambar 9, nilai keteguhan patah papan semen yang dihasilkan semakin meningkat dengan tingginya target kerapatan yang diberikan yaitu sebesar $1,42 \text{ kg/cm}^2$ pada target kerapatan $1,2 \text{ g/cm}^3$. Papan dengan kerapatan lebih tinggi akan menghasilkan keteguhan patah lebih tinggi. Triandana (2007) berpendapat bahwa besar kecilnya kerapatan ditentukan oleh ikatan partikel papan itu sendiri, sehingga nilai kerapatan papan akan berbanding lurus dengan nilai keteguhan patah papan yang dihasilkan.

Gambar 9 terlihat bahwa komposisi bahan baku 85:15 memiliki nilai MOR lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi yang lain. Karena semakin tinggi komposisi semen yang digunakan maka semakin banyak partikel yang dapat diikat oleh semen tersebut. Hakim dan Sucipto (2011) menyatakan bahwa papan yang mempunyai proporsi semen lebih banyak akan bersifat lebih kuat, sehingga kemampuan papan menahan beban akan lebih besar dan juga menghasilkan nilai MOR yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh ikatan adhesi antara partikel dengan semen semakin kuat. Karena kekompakan ikatan antara partikel dengan semen semakin erat sehingga nilai modulus patah meningkat dan papan semen semakin stabil.

Hasil sidik ragam MOR menunjukkan bahwa faktor perlakuan rasio bahan baku dan target kerapatan serta interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap nilai MOR yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh ukuran partikel yang kecil sehingga ikatan antar permukaan partikel rendah. Wahyuningsih (2011) menyatakan dalam penelitiannya bahwa partikel dengan ukuran 20 mesh memiliki sifat mekanis yang baik terutama pada nilai MOE dan MOR. Nilai MOR yang dihasilkan pada papan semen partikel serutan

pensil tidak memenuhi standar JIS A 5417-1992 yaitu $\geq 63 \text{ kg/cm}^2$.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perlakuan yang terbaik ialah komposisi bahan baku 85:15 dan target kerapatan $1,2 \text{ g/cm}^3$.
2. Interaksi antar rasio bahan baku (80:20,85:15) dan target kerapatan (1 g/cm^3 dan $1,2 \text{ g/cm}^3$) tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, kerapatan, pengembangan tebal, MOE, MOR, dan IB papan semen partikel serutan pensil.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah perlakuan terhadap target kerapatan dengan rentang yang lebih kecil dan bahan penambah seperti bahan pelapis untuk meningkatkan nilai sifat fisis dan mekanis papan semen partikel serutan pensil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M. 2010. Pengaruh Variasi Penambahan *Additive CaCl₂* Terhadap Karakteristik Fisis Dan Kekuatan Lentur Komposit Semen Serbuk Aren (*Arenga pinata*). Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Armaya, R. 2012. Karakteristik Fisis Dan Mekanis Papan Semen Bambu Hitam (*Gigantochloa atrovioleacea* Widjaja) Dengan Dua Ukuran Partikel. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Bakri. Gunawan, E. dan Sanusi. 2006. Sifat Fisis dan Mekanik Komposit Kayu Semen-Serbuk Gergaji. Jurnal Perennial. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Fernandez, E., and Vanessa, P. 2000. *The Use and Processing of Rice Straw in the Manufacture of Cement-bonded Fibreboard. Proceedings of a workshop held.* Canberra.
- Hakim, L. dan T. Sucipto. 2011. Pengaruh Rasio Semen/Serat dan Jenis Katalis Terhadap Kekuatan Papan Semen-Serat dari Limbah Kertas Kardus. Jurnal. Universitas Sumatera Utara.
- Handayani, S.A. 2003. Sifat-Sifat Semen Partikel Dari Campuran Kayu Jenis Meranti Merah (*Shorea spp.*) dan Kakao (*Theobroma cacao*). Skripsi. Universitas Mulawarman. Kalimantan Timur.
- Haygreen, J. G. dan Bowyer, J. L. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu.* Suatu Pengantar (Terjemahan). Gajahmada University Press. Yogyakarta.

- Heckhel, 2007. Kualitas Papan Semen dari Kayu Acacia mangium Wild. Dengan Substitusi *Fly Ash*. Skripsi. Departemen Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Intang, N., Agus, Maryoto., dan Yanuar. 2008. Teknologi Papan Partikel Dan Komposit Dari Limbah Pohon Aren (Kayu Dan Serat) Dan Limbah Karet Ban Bekas. Universitas Jendral Sudirman.
- [JIS] Japanese Industrial Standard. 1992. Cement Board. JIS A 5417. Japanese Standard Association. Japan.
- Kamil, N. 1970. Prospek pendirian industri papan wol kayu di Indonesia. Pengumuman No. 95. Lembaga – lembaga Penelitian Kehutanan, Bogor.
- Kementerian Kehutanan. 2013. Statistik Kehutanan Indonesia. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Kusuma, D. 2003. Inovasi Dalam Pembuatan Papan Semen Partikel. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Menezzi CHSD, Castro VGD, Souza MRD. 2007. *Production and Properties of a Medium Density Wood-Cement Boards Produced With Oriented Strand and Silica Fume*. Ciencia Y Tecnologia 9(2) : 105-115. Universidad del bio-bio. Maderas.
- Mujtahid, 2010. *Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Semen-CaCl₂-Aren dengan Variasi Ukuran Serat Aren*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim. Semarang.
- Sastradimadja, E. 1998. Papan Majemuk Seri Papan Semen. Seksi Teknologi Kayu Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Setiadhi, H. 2006. Pembuatan Papan Semen Dari Sabut Kelapa (*Cocos nucifera* L.). Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Subiyanto, B., dan Susetyowati, A.F.E. 1998. *Production Technology of Cement Bonded Particleboard From Tropical Fast Growing Species I. The Effect of Cement Content After Pretreatment of Particles on Cement Bonded Particleboard Properties. The Fourth Pasific Rim Bio-Based Composites Symposium*. November 2-5. Bogor. Indonesia.
- Sutigno, P., S. Kliwon dan S. Karnasudirdja. 1977. Sifat Papan Semen Lima Jenis Kayu. Laporan No 96. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Triandana, I. 2007. Kualitas Papan Semen Partikel Dari Kayu *Gmelina arborea* Roxb Dengan Substitusi *Fly Ash*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wahyuningsih, N. S. 2011. Pengaruh Perendaman dan Geometri Partikel terhadap Kualitas Papan Partikel Sekam Padi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wiyono, E., dan Anni, S. 2011. Penggunaan Sekam Padi Dengan Anyaman Bambu Sebagai Papan Semen Dekoratif. Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Depok.