Pengaruh Variasi Prosentasi Berat Urea Formaldehida Terhadap Sifat Mekanik Papan Partikel Dari Tongkol Jagung Dan Serat Kelapa

Feri Yanto

Email : ferryandrianz2006@gmail.com

Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah Pontianak

Abstrac

Diukur dari prosentasi berat perekat yang diberikan, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui mutu papan komposit dengan memadukan partikel tongkol jagung serta serat kelapa dan urea formaldehida sebagai perekat. Dengan metode acak papan partikel dibuat dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm. Pengujian ini meliputi uji modulus patah *(MOR),* modulus lentur *(MOE)* dan uji kekuatan tarik *(IB)*. Dari hasil penelitian didapat nilai keteguhan patah tertinggi pada variasi berat perekat 12%, 14% dan 16% ialah pada 16% berat perekat dengan nilai 106 kg/cm². Untuk nilai modulus lentur tertinggi terdapat pada 16% berat perekat dengan nilai 7244.31 kg/cm². Dan untuk nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 2.2 kg/cm² pada prosentasi 16 % berat perekat. Ini menunjukan 16 % prosentasi berat perekat mempunyai nilai tertinggi diantara 14 % dan 12 % untuk semua pengujian mekanik, namun hasil dari pengujian MOE nilainya masih dibawah standar SNI 03-2105-2006.

Kata kunci : urea formaldehida, serat kelapa, tongkol jagung

I. PENDAHULUAN

Pertanian dan perkebunan adalah limbah yang cukup besar khususnya di Indonesia Negara yang di juluki sebagai Negara agraris tentunya banyak menghasilkan limbah perkebunan seperti jagung dan kelapa. Serat kelapa adalah bagian lain dari kelapa yang belum mendapatkan perhatian selain daging buahnya. Sama halnya dengan kelapa jagung juga banyak terdapat di Indonesia. Menempati peringkat ke 8 sebagai produsen jagung dunia pada tahun 2012. Rata rata produksi jagung nasional adalah 16 juta ton per tahun. Potensi limbah kelapa dan jagung belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produksi yang mempunyai nilai tambah ekonomis. Dengan tidak adanya pemanfaatan secara optimal maka limbah ini hanya akan menimbulkan masalah bagi lingkungan.Untuk meningkatkan nilai mutu bahan alam ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan papan partikel.

1.1 Tujuan

Beberapa tujuan yang akan didapat pada penelitian ini :

1) Mengetahui pengaruh dari variasi prosentasi berat perekat terhadap mutu papan partikel tongkol jagung dan serat kelapa.
2) Mengetahui papan partikel dengan prosentasi perekat terbaik yang untuk digunakan.
3) Menambah nilai guna tongkol jagung dan serat kelapa yang terkesan belum banyak di manfaatkan.

1.2 Batasan Masalah

Untuk batasan masalah pada penelitian ini hanya memfokuskan pada :

1) Sifat Mekanik

- Uji *MOR*(*Modulus Of Rupture)*
- Uji *MOE(Modulus Of Elasticity)*
- Uji kekuatan tarik

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian papan partikel berbahan tongkol jagung dan serat kelapa masih sangat terbatas, pengaruh variasi berat perekat terhadap sifat mekanik papan pertikel ini akan menjadi informasi tambahan untuk menambah pengetahuan baru tentang sifat komposit.

II. TEORI DASAR

2.1.1 Pengertian Bahan Komposit

Komposit berasal dari kata kerja "*to compose*" yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari duaatau lebih bahan yang berlainan. Komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahanyang digabung menjadi satu bahan secara mikroskopis dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan Mikell, (1996). Definisi yang lain yaitu, Menurut Matthews dkk. (1993), Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, gabungan antara bahan matriks dengan penguat.

2.1.2 Komposit *Hybrid*

Komposit *hybrid* merupakan kombinasi dua atau lebih dari serat yang berbeda yang diperkuat oleh matrik. Komposit *hybrid* merupakan tingkat pengembangan yang sangat besar yang dicapai oleh komposit. Pada umumnya komposit *hybrid* ini sebagai penyediaan komposit lanjutan

dan mengarah kekombinasi yang bervariasi. Tipe dasar komposit *hybrid* yaitu (*Schwartz, 1984*):

- Interply yaitu terdiri dari dua atau lebih lapisan-lapisan yang berbeda denganhanya satu serat saja. Lapisan komposit ini merupakan lapisan *unidirectional* (komposit searah).
- Interply *hybrid* yaitu terdiri dari dua atau lebih serat yang diampur dalam satu lapisan yang sama.
- Super *hybrid* terdiri dari lapisan komposit matrik disusun dengan urutan spesifik.

2.4. Tinjauan Tentang Papan Partikel

Sudi (1990), papan partikel adalah istilah umum untuk panel kayu terutama dalam bentuk potongan potongan kecil atau partikel dicampur dengan perekat sintetis atau perekat lain yang sesuai dan direkat bersama sama dibawah tekanan dan press didalam suatu alat kempa panas melalui suatu proses dimana terjadi ikatan antar partikel dan perekat yang ditambahkan.

2.5.1 Produk Papan Partikel

Papan partikel adalah suatu jenis kayu pabrikan. Papan partikel terbuat dari campuran keping kayu *(wood chips)* yang dicampur dengan lem resin sintetis dan dipres atau ditekan menjadi lembaran lembaran keras dalam ketebalan tertentu. Selain keping kayu, produk papan partikel juga sering digunakan sebagai bahan baku dan menghasilkan papan yang disebut sebagai *flex board*. Papan partikel cenderung lebih ringan dan tidak sekuat papan berbahan dasar kepingan kayu. Adapun produk papan partikel dapat dilihat pada gambar :

Gambar 2.1. Produk Papan Partikel

Papan partikel cenderung lebih berat dari kebanyakan material kayu lainnya karena konten lemnya cenderung lebih banyak. Lebih jauh lagi, papan partikel cenderung stabil dan tidak mudah berubah bentuknya (menyusut, membelok, dan lain lain). Papan partikel juga dapat dipotong, dibentukdan dibor dengan mudah menggunakan peralatan standar. Papan partikel tidak dapat digunakan sebagai peralatan exterior karena ujung ujungnya mudah menyerap embun dan mudah lembab. Papan partikel lebih banyak digunakan untuk peti mati, laci, panel, partisi dan lain lain.

2.5.2. Faktor Yang Mempengaruhi Papan Partikel

Adapun faktor yang mempengaruhi papan partikel adalah sebagai berikut (sutigno,1994):

a) Berat Jenis Kayu

Perbandingan antara kerapatan atau berat jenis dan papan partikel dengan berat jenis kayu harus lebih dari satu, yaitu sekitar 1,3 agar mutu papan partikelnya baik. Pada keadaan tersebut proses pengempaan berjalan optimal sehingga kontak antar partikel baik.

b) Zat Ekstraktif Kayu

Kayu yang berminyak akan menghasilkan papan partikel yang kurang baik dibandingkan dengan papan partikel kayu yang tidak berminyak. Zat ekstraktif itu akan mengganggu proses perekat.

c) Jenis Kayu

Jenis kayu misalnya (meranti kuning) apabila dijadikan bahan papan partikel emisi formaldihedanya lebih tinggi dari jenis lain misalnya (meranti merah). Masih diperdebatkan apakah pengaruh warna atau pengaruh zat ekstraktif atau pengaruh keduanya.

d) Campuran Jenis Kayu

Keteguhan lentur papan partikel dari campuran jenis kayu ada diantara keteguhan lentur papan partikel dari jenis tunggalnya, oleh karena itu papan partikel struktural lebih baik dibuat dari satu jenis kayu daripada dari campuran jenis kayu.

e) Ukuran Partikel

Papan partikel yang dibuat dari tatal akan lebih baik dari pada yang dibuat dari serbuk karena ukuran tatal lebih besar daripada serbuk. karena itu papan partikel struktural dibuat dari partikel yang relatif panjang dan relatif lebar.

f) Kulit Kayu

Makin banyak kulit kayu dalam partikel kayu sifat papan partikelnya makin kurang baik karena kulit kayu akan mengganggu proses perekatan papan partikel. Banyaknya kulit kayu maksimum sekitar 10 %.

g) Perekat

Macam partikel yang dipakai mempengaruhi sifat papan partikel. Penggunaan perekat eksterior akan menghasilkan papan partikel eksterior sedangkan perekat interior akan menghasilkan papan partikel interior. Walaupun demikian masih terjadi penyimpangan, misalnya karena ada perbedaan dalam komposisi perekat dan terdapat banyak sifat papan partikel. Sebagai contoh, penggunaan perekat ure formaldehida yang kadar urea formaldehidanya tinggi akan mengahsilkan papan partikel yang keteguhan lentur dan keteguhan rekat internalnya lebih baik tetapi emisi formaldehidanya lebih jelek.

h) Pengolahan

Proses produksi papan partikel berlangsung secara otomatis. Walaupun demikian masih terjadi penyimpangan yang dapat mengurangi mutu papan partikel. Sebagai contoh, kadar air hamparan (campuran partikel dengan perekat) yang optimum adalah 10 – 14 %. Bila terlalu tinggi keteguhan lentur dan keteguhan rekat internal papan partikel akan menurun.

2.5.3. Mutu Papan Partikel

Menurut sutigno (1994), mutu papan partikel meliputi :

- Cacat
- Ukuran
- Sifat fisis
- Sifat mekanis
- Sifat kimia

Dalam standar papan partikel dikeluarkan oleh beberapa negara masih mungkin terjadi perbedaan dalam hal kriteria, cara pengujian dan persyaratannya. Adapun standar yang dipakai pada penelitian ini meliputi standar SNI 03-2105-2006 untuk pengujian mekaniknya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

2.5.4. Urea Formaldehida

Urea formaldehida ialah perekat termosetting hasil reaksi kondensasi dan polimerisasi antara urea dan formaldehida (dikenal juga sebagai *urea-metanal*) adalah suatu resin atau plastik termosetting yang terbuat dari urea dan formaldehida yang dipanaskan dalam suasana basa. Perekat urea formaldiheda banyak dipakai dengan alasan rendahnya harga perekat, cepatnya pengerasan dan pembentukan garis retak *(glue line)* yang tak bewarna menyebabkan perekat ini menguntungkan dalam industry kayu lapis dan papan partikel. Penggunaan kayu lapis terbatas dengan produk kayu lapis hias, papan partikel pada bagian papan atau lantai serat untuk mebel atau aplikasi interior. Kerugian perekat urea formaldehida adalah tidak tahan cuaca, rendahnya keawetan ini karena ada gugus amida yang terhidrolis, karena itu perekat ura formaldehida lebih sesuai untuk perekat mebel dan perangkat lain didalam ruangan. Kelemahan urea formaldehida yaitu mudah terhidrolis sehingga terjadi kerusakan ikatan hydrogen oleh kelembapan atau basa serta asam kuat kususnya pada suhu sedang dan suhu tinggi. Pada suhu dingin laju kerusakan struktur sangat lambat tetapi pada suhu diatas 40ºC kerusakan dipercepat sedangkan diatas 60ºC kerusakan sangat cepat.

III. METODE PENELITIAN

Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah partikel tongkol jagung yang berasal dari penggilingan tongkol jagung kemudian disaring dengan ayakan pasir berukuran 7us mesh dan serat kelapa yang dipotong dengan gunting dengan ukuran maksimal 2cm karna yang diperlukan adalah serat pendek. Kemudian kedua bahan tersebut dicampur dengan matrik urea formaldehida dengan variasi prosentasi berat perekat 12%, 14% dan 16% yang sudah di kombinasikan dengan katalis yang berguna untuk memodifikasi matrik tersebut agar mempercepat pengerasan dan juga emulsi parafin sebagai campuran zat anti kedap air kemudian bahan bahan tersebut di masukan dalam sebuah wadah dan diratakan menggunakan tangan hingga tercampur merata untuk selanjutnya dimasukan pada cetakan dengan ukuran 30 x 30 x 1cm, setelah

rata dicetakan kemudian cetakan di angkat lalu di letakan pada mesin kempa panas dan papan partikel siap dikempa.

3.1. Pengujian Mekanik

- Uji *MOR (Modulus OF Rupture)*

Uji *MOR* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Oleh karena itu uji *MOR* banyak dipakai dalam bidang menguji sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu material tersebut (SNI 03-2105-2006).

- Uji*MOE(Modulus Of Elasticity)*

Pengujian *MOE* dilakukan untuk mengetahui kekuatan lentur komposit hasil produksi. Pengujian mengikuti standar SNI 03-2150-2006 dengan mesin yaitu *universal testing machine* taiwan.

- Uji Tarik *(IB)*

Pengujian tarik bertujuan tarik untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus, elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing machine* Taiwan, dengan mengacu (SNI 03-2150-2006). Hal hal yang mempengaruhi kekuatan tarik komposit antara lain :

- Temperatur
  Apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun.
- Kelembaban
  Pengaruh kelembaban ini akan mengakibatkan bertambahnya absorvasi air, akibatnya akan menaikan regangan patah, sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya menurun.
- Laju Tengangan
  Apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan–tegangan menjadi landai, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan kalau laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat.

3.2. Jenis Jenis Pola Patahan

- Patah Getas (rapuh)

Umumnya permukaan patahan relatif lebih rata, Mekanisme perpatahan ini terjadi diantara ikatan serat dan resin akibat gaya yang dikenakan sepanjang bidang tertentu. Adapun cirri-cirinya adalah sebagai berikut:

-Biasanya terjadi pada temperatur rendah

-Memerlukan energi patahan yang relatif kecil

- *Fibre Pull Out*

Mekanisme perpatahan jenis ini terjadi akibat ikatan antar muka pada perekat dengan serat kurang maksimal sehingga mengakibatkan serat tercabut ketika komposit diberi beban. Ciri-ciri perpatahan ini biasanya pada ujung patahan terlihat ada pemutusan serat bahkan kondisi serat tercabut dari matriknya.

- Patah Tunggal *(Briting Failure)*

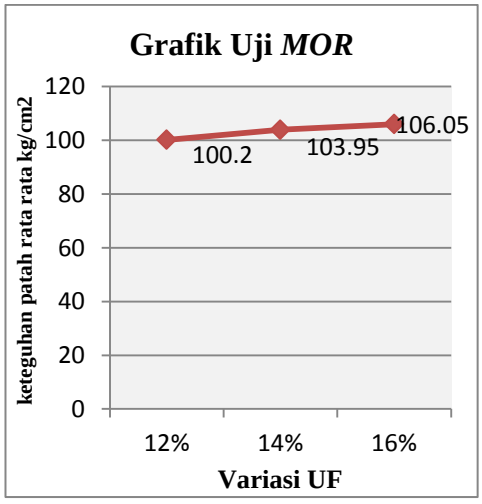
Patahan tunggal biasanya terjadi karena sangat baik ikatan matrik dan serat, dimana matrik mampu menahan gaya geser dan mendukung beban

yang diterimanya dan meneruskan beban keserat yang lain, akibatnya jumlah putus semakin banyak dan mengakibatkan komposit mengalami patah tunggal yang disebut *briting failure.*

IV. PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas dan menganalisa sifat mekanik material komposit tongkol jagung dan serat kelapa yang dikombinasikan dengan matrik urea formaldehida. Dengan metode homogen serta serat acak papan komposit dibuat dengan perbandingan tongkol jagung 50% : 50% serat kelapa, serta variasi prosentasi berat perekat adalah 12%, 14% dan 16% dari berat kering papan partikel, dengan ketebalan 1 cm dan dimensi 30 cm x 30 cm x 1 cm.

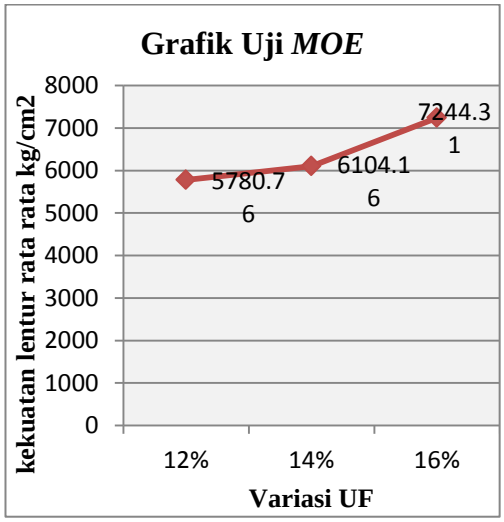
4.1. pengaruh perlakuan posentasi matrik terhadap nilai MOR bisa terlihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.2. Grafik Pengaruh Prosentasi Berat Perekat Terhadap Keteguhan Patah

Hasil dari grafik meyatakan 12% berat perekat dengan nilai 100,2 kg/cm² dapat terlihat setiap prosentasi perekat bertambah 2% tegangannya juga bertambah tinggi menjadi 103,95 kg/cm², setelah bertambah 2% perekat pada 16% tegangannya bertambah menjadi 106,05 kg/cm², hasil keteguhan patah pada 16% perekat ini menjadi nilai yang tertinggi diantara 12% dan 14% prosentasi berat perekat. Hasil analisa keseluruhan jelas mempunyai pengaruh nyata terhadap nilai keteguhan patah pada penelitian ini. Bertambahnya prosentasi yang dipakai maka akan semakin besar ikatan partikel yang disebabkan oleh perekat, hal ini memicu perekat dalam kemampuannya mengikat serat satu kelainnya dan meningkatkan kekakuan komposit secara struktural, akibatnya sampel uji akan lebih kuat menopang beban yang diberikan terhadapnya hingga beban tertinggi sampai titik patah. Mengacu pada standar SNI 03-2105-2006 tentang jenis keteguhan patah, semua kategori nilai *MOR* yang ada diatas tersebut memenuhi standar dengan nilai minimum 82 kg/cm².

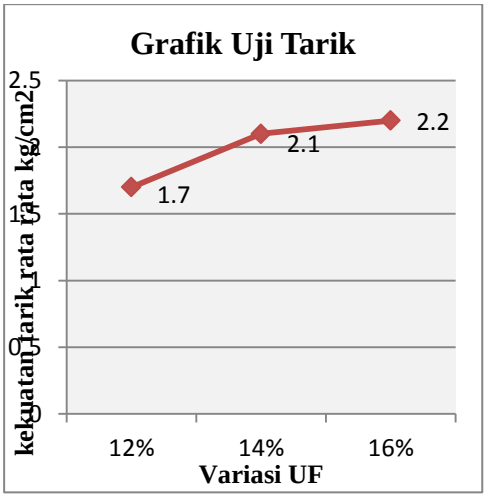
4.2. pengaruh perlakuan posentasi matrik terhadap nilai MOE bisa terlihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.3. Grafik Pengaruh Prosentasi Berat Perekat Terhadap Kekuatan Lentur

Grafik menunjukan, hasil dari 12% berat perekat dengan nilai 5780,76 kg/cm² setelah prosentasi perekat bertambah 2%, bertambah pula nilai kuat lenturnya menjadi 6104,16 kg/cm², begitu pula setelah bertambah 2% perekat pada 16% bertambah pula tegangannya menjadi 7244,31 kg/cm² dan hasil dari 16% ini menjadi nilai yang tertinggi diantara 12% dan 14% prosentasi berat perekat. Secara nyata nilai diatas mengalami pengaruh peningkatan nilai kekuatan lentur dengan bertambahnya perekat, efektifitas perekat yang baik disebabkan oleh semakin luas daerah kontak antar partikel, dengan bertambahnya prosentasi perekat berarti mengurangi jumlah partikel yang digunakan sehingga mengurangi luas dan volum partikel yang dapat ditutupi perekat. tetapi semua nilai tersebut masih dibawah standar SNI 03-2105-2006 dengan nilai minimum modulus elastisitas ialah 20.400 kg/cm². Diduga hasil kekuatan lentur yang masih jauh dibawah standar diakibatkan karena matrik tidak terdistribusi secara merata keseluruhan hal ini disebabkan pada saat pencampuran pembuatan komposit pencampuran kurang merata antara serat dan perekat maka dari itu sampel uji bersifat getas.

4.3. pengaruh perlakuan posentasi matrik terhadap nilai kekuatan lentur bisa terlihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.5. Grafik pengaruh prosentasi berat perekat terhadap kekuatan tarik

Hasil kekuatan tarik maksimum pada grafik diatas terdapat pada 16% prosentasi perekat Pengaruh yang dihasilkan ialah 12% berat perekat dengan nilai 1,7 kg/cm² setelah prosentasi perekat bertambah 2% ternyata nilai kekuatan tariknya bertambah menjadi 2,1 kg/cm², begitu pula setelah bertambah 2% perekat pada 16% kekuatan tariknya menjadi 2,2 kg/cm² hasil ini menjadi kekuatan tarik maksimum pada pengujian ini.

Terlihat pengaruh yang dihasilkan setelah perekatnya bertambah nilai kekuatan tariknya juga semakin meningkat. Prosentasi perekat mempunyai peranan penting dalam mengikat serat semakin banyak penambahan perekat akan semakin meningkatkan kekuatan papan partikel secara struktural dengan demikian akan menjadikan papan partikel tersebut lebih solid sehingga kekuatan rekat internal semakin kuat. Dengan nilai yang dihasilkan diatas maka semua nilai memenuhi standar SNI 03-2105-2006 dengan minimum 1,5 kg/cm² yang diisyaratkan.

4.4.Pola perpatahan Hasil Pengujian Sampel

Gambar 4.6. Pola patahan komposit setelah uji

Setelah menganalisa pola perpatahan tersebut diatas, pada ujung patahan terlihat ada pemutusan serat bahkan kondisi serat tercabut dari matriknya pola patahan ini termasuk jenis *fibre pull out*. Mekanisme perpatahan ini terjadi pada semua patahan yang dihasilkan pada pengujian keteguhan patah (*MOR)* dan kekuatan lentur (*MOE).* Mekanisme perpatahan jenis ini terjadi akibat ikatan antar muka pada perekat dengan serat kurang maksimal sehingga mengakibatkan serat tercabut ketika komposit diberi beban.

Gambar 4.7. Pola perpatahan sampel setelah diuji tarik

Setelah di analisa ternyata pola patahan diatas termasuk jenis fibre pull out, terlihat ada serat yang tercabut. Peningkatan yang terjadi seiring dengan bertambahnya prosentasi perekat yang ada dalam komposit. Makin besar prosentasi perekat maka kekuatan komposit juga semakin besar, tetapi dibatasi oleh kemampuan perekat untuk mengikat seluruh pertikel jagung dan serat kelapa tersebut menjadi satu kesatuan. Jika perekat sudah tidak mampu mengikat maka kekuatan tarik yang dihasilkan oleh komposit juga menurun.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Ada beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini berdasarkan analisa dan pembahasan, diantaranya Secara umum peningkatan yang terjadi seiring bertambahnya prosentasi perekat yang ada dalam komposit, ialah semakin banyak prosentasi perekat urea formaldehida yang digunakan maka nilai mekaniknya juga semakin tinggi

seperti pada penelitian yang sudah dilakukan.

5.2. Saran

1) Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat diperbanyak variasi perekatnya untuk mendapatkan kesimpulan yang lebih baik
2) Dapat memvariasikan bahan campuran terbaru untuk dijadikan papan partikel yang berkualitas tinggi baik secara fisik dan mekanik
3) Semua bahan dan perekat harus tercampur secara merata saat mencampur bahan dan perekat.

Daftar Pustaka

- Daeng Maulana, Dirhamsyah, Dina Setyawati. 2015. Karakteristik Papan Partikel Dari Batang Pandan Mengkuang *(pandanus antocarpus griff)* Berdasarkan Ukuran Partikel Dan Konsentrasi Urea Formaldehida
- Edi Purnomo. 2013. Karakteristik Komposit Model Lamina Berpenguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dan Serat E-Gelas Dengan Matrik Polyester.
- Erniwati, Hadi ys, Massijaya my, Nugroho. 2008. Pengaruh Suhu dan Waktu Kempa Terhadap Kualitas Papan Komposit Berlapis Anyaman Bambu.
- *FAO.*1996. *Fiber Board And Particle Board*. *Food And Agriculture Organization Of The United Nation. Rome*
- Hesty Rodhes Sinulingga. 2009. Pengaruh Kadar Perekat Urea Formaldehida Pada Pembuatan Papan Partikel Serat Pendek Enceng Gondok
- Haygreen, J.G., dan J.L. Bowyer. 1993. Hasil Hutan Dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar ,Di terjemahkan Sutjipto Hadikusumo Universitas Gajah mada. Yogyakarta
- Jovi Kurniawan. 2013. Analisa Sifat Mekanik Material Komposit Berpenguat Serat Sabut Kelapa Model Lamina Dengan Metode Random.
- Juardi Lubis. 2009. Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Baku Pembuatan Papan Partikel.
- Jonathan Oroh Ir. Frans. P. Sappu MT, Romels Lumintang, ST, MT. 2013. Analisa Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa.
- Made Astika, Putu Lokantara, Made Gatot Karonhika. 2013. Sifat Mekanis Komposit Polyester Dengan Penguat Serat Sabut Kelapa.