

## MODULUS ELASTISITAS DAN MODULUS PECAH PAPAN PARTIKEL SEKAM PADI

Ellyawan S. Arbintarso<sup>1</sup>, Hary Wibowo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin FTI – Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta

Masuk: 12 Desember 2007, revisi masuk: 28 April 2008, diterima: 10 Juli 08

### ABSTRACT

*Rice husk particle board was expected to replace the established one, because it has advantages such as more heat and fire resistance that can be used in household appliances, building material, heat absorber, and cold storage. As an alternative building material, rice husk particle board should pass the testing processes that suitable to industrial standard include physical and mechanical properties. Particle board was made of resin and rice husk at 1:2 and 1:3 composition mixture and compacted ratio at 2:1, 3:1, 4:1 and 5:1 respectively used moulding that have a measurement 20 x 10 cm<sup>2</sup>. The testing included internal bonding, modulus of elasticity (MOE), modulus of rupture (MOR) and density of particle board. The results have shown that composition mixture 1:2 has more strength than 1:3. The highest compacted ratio needed more compacted pressure, i.e. on compacted ratio 5:1 has needed pressure 10.795 kg/cm<sup>2</sup>. Internal bonding of composition mixture of 1:2 has higher than 1:3. The highest value of MOE and MOR have received in 1:2 composition mixture with 5:1 compacted pressure are 5,088.75 kg/cm<sup>2</sup> and 63.75 kg/cm<sup>2</sup> respectively. The MOE on composition mixture of 1:2 has higher than 1:3. A particle board density ranges from 0.355 g/cm<sup>3</sup> on 1:2 composition mixtures with 2:1 compacted pressure to 8.73 g/cm<sup>3</sup> with 5:1 compacted pressure. The best of rice husk particle board used 1:2 composition mixture and compacted pressure of 5:1 which result in highest of MOE and MOR values.*

**Keywords:** Rice Husk, Particle Board, MOE, MOR

### INTISARI

Papan partikel yang terbuat dari sekam padi diharapkan dapat menggantikan papan partikel lain dimana mempunyai keunggulan lebih tahan panas dan tahan api yang dapat digunakan dalam komponen perabotan rumah tangga, bangunan rumah, peredam panas dan tempat penyimpanan. Sebagai bahan bangunan alternatif, papan partikel sekam akan melewati proses pengujian yang dibakukan industri meliputi sifat fisis maupun mekanisnya. Pembentukan papan partikel dengan komposisi campuran resin dan sekam padi 1:2 dan 1:3 dengan rasio pemadatan 2:1, 3:1, 4:1 dan 5:1 pada cetakan berukuran 20 x 10cm<sup>2</sup>. Pengujian meliputi ikatan internal, modulus elastisitas (MOE), modulus pecah (MOR) dan berat jenis dari papan partikel. Rasio pemadatan yang lebih besar membutuhkan tekanan kompaksi yang lebih besar pula untuk rasio pemadatan 5:1 dibutuhkan tekanan kompaksi 10,795kg/cm<sup>2</sup>. Harga MOE tertinggi diperoleh pada perbandingan komposisi 1:2 dan pada perbandingan rasio pemadatan 5:1 yaitu sebesar 5088,75kg/cm<sup>2</sup>. Besarnya MOR tertinggi pada perbandingan komposisi 1 : 2 yaitu 63,75kg/cm<sup>2</sup> perbandingan rasio pemadatan 5:1. Papan partikel sekam padi yang paling baik menggunakan rasio pemadatan 5:1 dengan komposisi 1:2, yang menghasilkan nilai MOE dan MOR tertinggi.

**Kata Kunci :** Papan Partikel, Sekam Padi, MOE, MOR

### PENDAHULUAN

Kabupaten Bantul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, merupakan salah satu sentra penghasil padi di propinsi ini, menurut Dinas Pertanian Propinsi DIY dengan produksi sekitar 146.000 ton gabah pada

musim tanam tahun 2005 menduduki peringkat ketiga setelah kabupaten Sleman dan Gunung Kidul (Kompas, 20 Maret 2006). Sekitar 81.000 ton akan menjadi limbah yaitu sekam, kebanyakan sekam hanya digunakan sebagai pengganti media tanam

atau bahan bakar untuk pembakaran bata atau gerabah.

Saat ini pemanfaatan sekam belum dimanfaatkan dan dikelola dengan baik. Sekam padi memiliki potensi yang cukup menjanjikan jika diolah dengan baik, penelitian ini mencoba mengangkat potensi apa saja yang dapat digali dari sekam padi untuk dibuat papan partikel. Alasan paling utama dari pemilihan sekam sebagai serat dalam pembuatan papan partikel ini adalah, sekam padi memenuhi syarat sebagai serat, yaitu bentuknya yang bulir dan kemampuan ikat terhadap resin yang cukup tinggi. Sehingga jika sekam padi dibuat papan partikel dengan resin sebagai pengikatnya akan dihasilkan sebuah partikel yang mempunyai kekuatan yang relatif lebih baik.

Sekam padi tidak mengandung bagian yang keras, dan yang sulit dikerjakan, sekam padi juga tidak mengalami penyusutan, tidak mengerucut, tidak terpelintir, bengkok, terbelah dan melengkung. Sekam padi adalah kuat, kaku, lurus, ringan dan dengan harga yang jauh lebih murah dari pada kayu gelondongan. Sekam padi dapat direkayasa untuk batang yang panjang, dengan kapasitas menahan beban yang lebih besar per satuan beratnya.

Para insinyur, dapat mendesain sebuah rangka struktur dengan lebih leluasa dan dengan ruang bebas yang lebih berguna. Para pekerja bangunan juga tidak direpotkan dengan barang buangan dan sampah, para tukang kayu pun akan sangat mudah ketika memotong dan memasang.

Papan sekam padi sudah banyak digunakan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, adapun kegunaannya sebagai berikut:

- a. Sebagai racun rayap
- b. Pembusuk
- c. Sebagai alat bantu untuk pemadaman
- d. Digunakan dalam peningkatan kekuatan beton.

Govindarao (1980) melakukan penelitian awal tentang papan partikel sekam padi dan menemukan bahwa Modulus Pecah (*Modulus of Rupture, MOR*) dari papan partikel tersebut sebesar 13,1 MPa atau 13,1 kg(f)/mm<sup>2</sup>. Pada tahun 1993, American National Standar Institute (for standars) memberikan batasan MOR sebesar 120% dari hasil yang ditentukan oleh Govindarao dan 180% untuk MOE (*Modulus of Elasticity* – Modulus Elastisitas) atau sebesar 15,72

Kg/mm<sup>2</sup> untuk MOR dan 23,58 Kg/mm<sup>2</sup> untuk MOE.

Sifat mekanis papan partikel ditentukan dengan beberapa variabel, menurut Sutigno (1994) pada umumnya harus memenuhi syarat berikut:

- Keteguhan (kuat) lentur umumnya diuji pada keadaan kering meliputi modulus patah dan modulus elastisitas. Pada Standar Indonesia Tahun 1983 hanya modulus patah saja, sedangkan pada Standar Indonesia Tahun 1996 meliputi modulus patah dan modulus elastisitas. Selain itu, pada standar ini ada pengujian modulus patah pada keadaan basah, yaitu untuk papan partikel tipe 150 dan 200. Bila papan partikelnya termasuk tipe I (eksterior), pengujian modulus patah dalam keadaan basah dilakukan setelah contoh uji direndam dalam air mendidih (2 jam) kemudian dalam air dingin (suhu kamar) selama 1 jam. Untuk papan partikel tipe II (interior) pengujian modulus patah dalam keadaan basah dilakukan setelah contoh uji direndam dalam air panas (70 °C) selama 2 jam kemudian dalam air dingin (suhu kamar) selama 1 jam.
- Keteguhan rekat internal (kuat tarik tegak lurus permukaan) umumnya diuji pada keadaan kering, seperti pada Standar Indonesia tahun 1996. Pada Standar Indonesia tahun 1983 pengujian tersebut dilakukan pada keadaan kering untuk papan partikel mutu I (eksterior) dan mutu II (interior). Pengujian pada keadaan basah, yaitu setelah direndam dalam air mendidih (2 jam) dilakukan hanya pada papan partikel mutu I saja.
- Keteguhan (kuat) pegang skrup diuji pada arah tegak lurus permukaan dan sejajar permukaan serta dilakukan pada keadaan kering saja. Menurut Standar Indonesia tahun 1996 pengujian tersebut dilakukan pada papan partikel yang tebalnya di atas 10 mm.

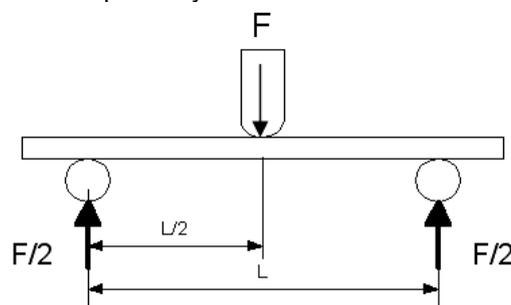
Namun walaupun demikian Sutigno (1994) membedakan macam papan partikel berdasarkan beberapa hal seperti cara pengempaan, kerapatan, kekuatan, macam perekat, susunan partikel dan pengolahan. Dan mutu papan partikel meliputi beberapa hal seperti cacat, ukuran, sifat fisis, sifat mekanis, dan sifat kimia. Ketentuan mengenai mutu papan partikel tidak selalu sama pada setiap standar dan dapat berubah sesuai

dengan perkembangan teknologi dan penggunaan papan partikel.

Sutigno (1994) memberikan konsep pengujian untuk sifat mekanis yaitu: keteguhan (kuat) lentur umumnya diuji pada keadaan kering meliputi modulus patah dan modulus elastisitas. Pada Standar Indonesia Tahun 1983 hanya modulus patah saja, sedangkan pada Standar Indonesia Tahun 1996 meliputi modulus patah dan modulus elastisitas. Selain itu, pada standar ini ada pengujian modulus patah pada keadaan basah, yaitu untuk papan partikel tipe 150 dan 200. Bila papan partikelnya termasuk tipe I (eksterior), pengujian modulus patah dalam keadaan basah dilakukan setelah contoh uji direndam dalam air mendidih (2 jam) kemudian dalam air dingin (suhu kamar) selama 1 jam. Untuk papan partikel tipe II (interior) pengujian modulus patah dalam keadaan basah dilakukan setelah contoh uji direndam dalam air panas (70 °C) selama 2 jam kemudian dalam air dingin (suhu kamar) selama 1 jam. Kemudian keteguhan rekat internal (kuat tarik tegak lurus permukaan) umumnya diuji pada keadaan kering, seperti pada Standar Indonesia tahun 1996. Pada Standar Indonesia tahun 1983 pengujian tersebut dilakukan pada keadaan kering untuk papan partikel mutu I (eksterior) dan mutu II (interior). Pengujian pada keadaan basah, yaitu setelah direndam dalam air mendidih (2 jam) dilakukan hanya pada papan partikel mutu I saja. Dan terakhir adalah keteguhan (kuat) pegang skrup diuji pada arah tegak lurus permukaan dan sejajar permukaan serta dilakukan pada keadaan kering saja. Menurut Standar Indonesia tahun 1996 pengujian tersebut dilakukan pada papan partikel yang tebalnya di atas 10 mm.

Penelitian dilakukan dengan sekam padi sebagai serat komposit dan resin sebagai pengikatnya dan dibentuk menjadi papan partikel. Papan partikel dengan variasi campuran sekam dan resin dengan perbandingan berat 1:2 dan 1:3 kemudian dipadatkan dengan perbandingan pemadatan (*compression ratio*) 2:1, ( $\sigma = 0,056$  MPa), 3:1 ( $\sigma = 0,069$  MPa), 4:1 ( $\sigma = 0,073$  MPa), dan 5:1 ( $\sigma = 0,108$  MPa). Pemilihan perbandingan berat 1:2 dan 1:3 berdasarkan pengalaman Rusianto dan Teddy (2005) yang menggunakan perbandingan diatas 1:8 menunjukkan penurunan kekuatan. Sebagai bahan baku untuk konstruksi jenis sedang (*medium*) perlu dibuktikan kekuatan terhadap

tekanan melalui nilai modulus elastisitas dan modulus pecahnya.



Gambar 1. Skema pengujian bending (ASTM Standard C1161).

Untuk mendapatkan modulus elastisitas (*modulus of elasticity, MOE*) dan modulus pecah (*modulus of rupture, MOR*) digunakan pengujian lengkung statik (*static bending test*). Pada penelitian ini menggunakan *Three point bending test*. Sifat ini dijabarkan dari kemiringan (*slope*) dari porsi garis lurus dari kurva lengkungan beban ( $P_1/Y_1$ ). MOE dihitung dengan formula berikut :

$$MOE = \frac{(P_1 L^3)}{(4bd^3 Y_1)} \dots \dots \dots (1)$$

Modulus pecah (*Modulus of Rupture, MOR*) menjadi pengukuran yang umum dari kekuatan lengkung komposit papan. MOR adalah tegangan lengkung puncak dari suatu bahan dalam lendutan (*flekture*) atau lengkungan (*bending*), dan sering di gunakan untuk membandingkan satu bahan dengan yang lain.

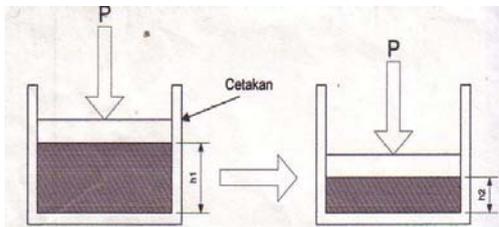
$$MOR = \frac{3PL}{2bd^2} \dots \dots \dots (2)$$

Pada pengujian MOR dan MOE papan partikel dari sekam padi dibentuk menjadi ukuran 10mm x 50mm x 200mm, kemudian dihitung luas permukaannya untuk mendapatkan  $A_0$  agar mendapatkan data sehingga dapat dihasilkan data pada mesin penguji. Skema pengujian MOE dan MOR dapat dilihat pada gambar 1.

Pembuatan Papan Partikel Sekam Padi

- a. Sekam padi di campur dengan resin yang tambahkan katalis (untuk mempercepat pengerasan). Perbandingan resin dan sekam padi dengan variasi perbandingan fraksi berat 1:2 dan 1:3. Sedang perbandingan resin dan katalis tetap (6:1). Pencampuran di lakukan hingga

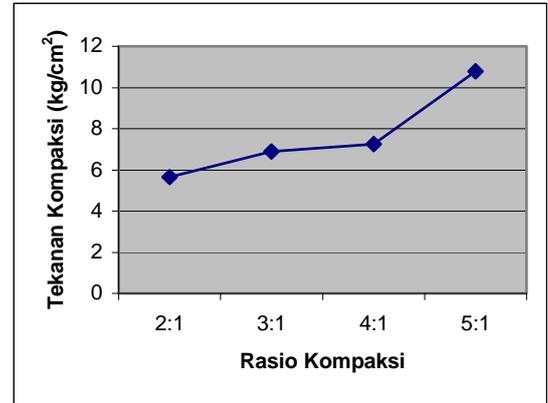
- homogen dengan pengadukan secara manual.
- Campuran yang telah homogen dilakukan pengepresan dengan menggunakan mesin pres, perbandingan rasio pematatan adalah 2:1, 3:1, 4:1, dan 5:1, skema rasio pematatan dapat dilihat pada gambar 2. Rasio pematatan adalah  $r = h_1:h_2$ .
  - Setelah pengepresan dibiarkan kurang lebih selama 1 hari agar papan partikel mengeras, setelah itu papan partikel dilepas dari cetakan.
  - Papan partikel siap di uji.



Gambar 2. Perbandingan pematatan papan partikel sekam padi.

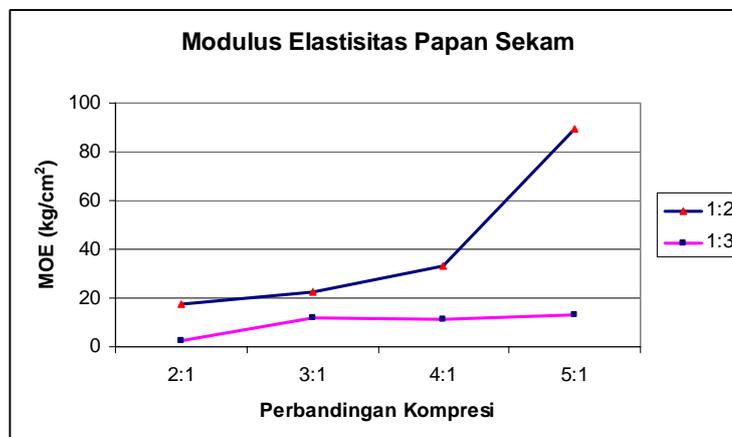
### PEMBAHASAN

Untuk mendapat rasio pematatan yang diinginkan yaitu ; 2:1, 3:1, 4:1 dan 5:1, dibutuhkan tekanan kompaksi yang berbeda. Dari hasil pengukuran sekam padi yang di pres dengan rasio pematatan tersebut didapat data tekanan kompaksi yang dibutuhkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Kebutuhan Tekanan Kompaksi untuk mendapatkan rasio pematatan tertentu

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa untuk mendapatkan rasio kepadatan yang lebih tinggi dibutuhkan tekanan kompaksi yang lebih besar. Fenomena tersebut mengindikasikan bahwa sekam padi dengan campuran resin memiliki kemampuan untuk dipadatkan lebih baik, hal ini dibuktikan dengan rasio pematatan hingga 5:1. Setiap material berpori jika dikompresi akan memiliki batas maksimal untuk dipadatkan, begitu pula halnya sekam padi kepadatan maksimal masih dapat dilakukan karena dari grafik tersebut kurva tekanan kompaksi masih menunjukkan tren naik. Kemampuan pematatan akan sangat tergantung dari kemampuan mesin pres karena pematatan yang tinggi akan membutuhkan tekanan yang besar pula.



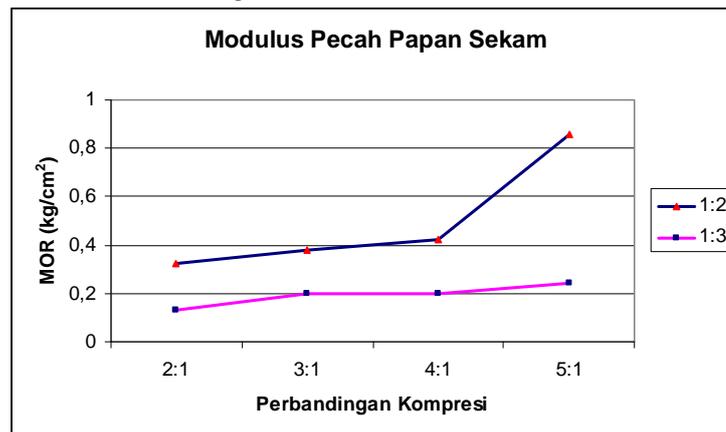
Gambar 4. Modulus elastisitas (MOE) papan sekam

Hasil pengujian modulus elastisitas papan partikel (Gambar 4) menunjukkan bahwa tingkat elastisitas papan partikel sekam padi bertambah tinggi ketika perbandingan komposisi sekam dan resin 1:2. Hal tersebut dikarenakan butiran sekam padi dapat merekat secara maksimal antara satu dengan yang lain sehingga dapat membentuk suatu komposit yang baik. Sedangkan untuk perbandingan komposisi 1:3 tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan.

Pengaruh rasio pematatan yang bertambah besar meningkatkan kekakuan atau elastisitas terhadap beban lengkung, hal ini disebabkan kepadatan semakin meningkat, dan jumlah rongga berkurang sehingga kekuatan menjadi naik. Pada pengujian (MOE) dengan perbandingan komposisi 1:3 didapat nilai (MOE) lebih kecil bila dibandingkan de-

ngan perbandingan komposisi 1:2. Hal tersebut dikarenakan kurangnya resin sebagai pengikat dan pengadukan yang tidak maksimal sehingga menyebabkan papan partikel sekam padi dengan perbandingan komposisi 1:3 mengalami penurunan modulus elastisitas bila dibandingkan dengan papan partikel sekam padi dengan perbandingan komposisi 1:2.

Dari gambar 5, diperoleh grafik hasil pengujian MOR dimana tingkat modulus pecah papan partikel sekam padi bertambah tinggi ketika perbandingan komposisi sekam dan resin 1:2 senada dengan MOEnya. Hal tersebut dikarenakan butiran sekam padi dapat merekat secara maksimal antara satu dengan yang lain sehingga dapat membentuk suatu komposit yang baik.



Gambar 5. Grafik hasil pengujian modulus pecah (MOR)

Pada pengujian (MOR) dengan perbandingan komposisi 1:3 didapat peningkatan (MOR) tetapi nilai (MOR) lebih kecil bila dibandingkan dengan perbandingan komposisi 1:2. Hal tersebut dikarenakan kurangnya resin sebagai pengikat dan pengadukan yang tidak maksimal sehingga menyebabkan papan partikel sekam padi dengan perbandingan komposisi 1:3 mengalami penurunan modulus pecah bila dibandingkan dengan papan partikel sekam padi dengan perbandingan komposisi 1:2.

#### KESIMPULAN

Papan partikel sekam padi yang paling baik menggunakan rasio pematatan 5:1 dengan komposisi 1:2, yang menghasilkan nilai MOE dan MOR tertinggi.

Harga MOE tertinggi dalam percobaan ini diperoleh pada perbandingan kom-

posisi 1:2 dan pada perbandingan rasio pematatan 5:1 yaitu sebesar 5088,75kg/cm<sup>2</sup>.

Besarnya MOR tertinggi pada papan partikel pada perbandingan komposisi 1 : 2 yaitu 63,75kg/cm<sup>2</sup> perbandingan rasio pematatan 5:1. Nilai Pengaruh komposisi 1:2 terhadap MOE lebih tinggi dibandingkan pada komposisi 1:3.

#### DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, 1991, *Flexural Strength of Advanced Ceramics at Ambient Temperature*, ASTM Standard C1161, American Society for Testing Materials, Philadelphia.
- \_\_\_\_\_, 1980, *The Encyclopedia of wood pp 68-75*, Sterling Publishing Co.
- Govindarao, V. M. H., 1980, Utilization of Rice Husk – A Preliminary Analysis, *Journal Sci. Ind. Res.* 39 (9), 495.

Rusianto, T., Teddy, 2005, Pengaruh Perbandingan Kompresi Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Sekam Padi, *Jurnal Teknologi Academia Ista*, V10 Februari 2005, 135.

Sutigno, P., 1994. Teknologi Papan Partikel Datar, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Dephut, Bogor.