

**PENGARUH KONSENTRASI ASAM SITRAT DAN SUHU PENGEMPAAN TERHADAP KUALITAS PAPAN PARTIKEL DARI PELEPAH NIPAH****RAGIL WIDYORINI<sup>1\*</sup>, TIBERTIUS AGUS PRAYITNO<sup>1</sup>  
ARI PUSPA YUDHA<sup>2</sup>, BHAKTIAR ADI SETIAWAN<sup>2</sup>, BUDI HARI WICAKSONO<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
\*E-mail: rwidyorini@gmail.com<sup>2</sup>Alumni Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta**ABSTRACT**

*Binderlessboard is one of the potential eco friendly products that can be developed in Indonesia. However, its boards usually have low in dimensional stability. Addition of the chemical agent, such as citric acid, that can improve the dimensional stability is needed. Citric acid has three hydroxyl groups that can be ester-linked with hydroxyl groups from wood. Researches on citric acid and its utilization are relatively limited. This research focused on the development of particleboard using citric acid as bonding agent. Nypa frond was used as raw material with two different sizes of particles, namely fine and coarse particles. Addition of citric acid of 10% air-dried particles was done for improving the dimensional stability. Pressing temperature was set at 180°C dan 200°C during 15 minutes. Physical and mechanical properties were done according to Japanese Industrial Standard JIS A 5908. Addition of citric acid could improve physical and mechanical properties of the boards. Coarse particles provided the particleboards with better mechanical properties compared to fine particle. Boards that made from coarse particle and 10% citric acid at pressing temperature of 180°C have optimum properties, i.e. thickness swelling 2.4%, water absorption 41%, internal bond strength 0.2 MPa, modulus of rupture 5.5 MPa, dan modulus of elastisity 1.6 GPa.*

**Keywords:** *citric acid, nypa frond, citric acid content, pressing temperature*

**INTISARI**

*Papan partikel tanpa perekat sintesis atau binderlessboard merupakan alternatif produk ramah lingkungan yang potensial dikembangkan di Indonesia. Kelemahan produk tersebut diantaranya adalah kestabilan dimensinya yang relatif rendah. Alternatif perbaikan produk bisa dilakukan dengan menambahkan bahan pengaktif komponen kimia. Asam sitrat memiliki tiga gugus karboksil dan diharapkan dapat membentuk ikatan ester dengan gugus hidroksil pada permukaan kayu. Penelitian menggunakan asam sitrat relatif baru dan belum banyak dikembangkan, oleh karena itu penelitian ini ditujukan untuk pengembangan produk biokomposit dengan menggunakan asam sitrat sebagai bahan pengikat. Bahan yang digunakan adalah pelepah nipah dengan ukuran partikel (halus dan kasar), konsentrasi asam sitrat (0% dan 10%), dan suhu pengempaan (180°C dan 200°C). Pengujian sifat fisika dan mekanika dilakukan berdasarkan Japanese Industrial Standard untuk papan partikel (JIS A 5908). Penambahan asam sitrat memperlihatkan kenaikan sifat fisika (penyerapan air) dan mekanika papan partikel. Perbedaan ukuran partikel mempengaruhi sifat mekanika papan partikel dimana ukuran partikel kasar memberikan nilai mekanika yang lebih baik dibandingkan dengan ukuran partikel halus. Kualitas papan partikel optimum diperoleh pada kondisi pengempaan 180°C, penambahan*

asam sitrat 10% dari partikel ukuran kasar dengan nilai pengembangan tebal 2,4%, penyerapan air 41%, kekuatan rekat internal 0,2 MPa, modulus patah 5,5 MPa, dan modulus elastisitas 1,6 GPa.

**Kata kunci:** asam sitrat, pelepah nipah, konsentrasi asam sitrat, suhu pengempa

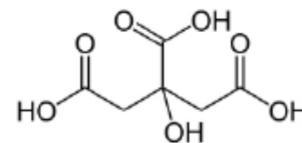
## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Papan partikel umumnya menggunakan perekat berbasis formaldehida dalam pembentukannya. Perekat tersebut memiliki kandungan emisi formaldehida cukup tinggi atau melebihi standar yang sudah ditetapkan, sehingga dapat mengganggu kesehatan dan lingkungan. Salah satu inovasi meminimalisir penggunaan perekat sintetis adalah membentuk papan dengan sedikit atau bahkan tanpa menggunakan perekat sintetis (*binderlessboard*). *Binderlessboard* sangat tergantung dari sifat kimia bahan bakunya karena ikatan perekatan (*self-bonding*) papantanpaperekatsintetik dihasilkan dari polimerisasi kembali hasil degradasi komponen-komponen kimia selama proses pengempaan panas (Widyorini *et al.*, 2005a). Namun, kekuatan fisika papan tersebut, dalam hal ini adalah pengembangan tebal, sering kali masih belum bisa memenuhi standar. Oleh karena itu, dikembangkan inovasi lain, misalnya dengan penambahan bahan kimia sebagai pengaktif komponen kimia pada permukaan, dengan tetap memperhatikan aspek kesehatan dan keamanan. Salah satu bahan pengaktif yang sudah dikembangkan adalah asam sitrat.

Beberapa penelitian sudah dikembangkan dengan menggunakan bahan pengaktif asam sitrat (Umemura *et al.*, 2011). Asam sitrat (2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid) merupakan asam organik lemah yang terdapat pada daun dan buah

tumbuhan genus *Citrus* (jeruk-jerukan), yang mengandung tiga gugus karboksil. Secara komersial, asam sitrat diproduksi melalui fermentasi dari bahan yang mengandung glukosa dan sukrosa. Rumus molekul dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rumus bangun asam sitrat

Umemura *et al.* (2011) menegaskan bahwa asam sitrat bertindak sebagai agen perekat melalui ikatan kimia, dan mempunyai potensi sebagai perekat kayu alami yang ramah lingkungan. Asam sitrat juga dapat berikatan dengan baik pada gugus hidroksil dari kayu (Umemura *et al.*, 2012). Semakin banyak jumlah asam sitrat yang ditambahkan, semakin kuat ketahanan terhadap air. Penambahan sampai 20% pada bambu memperlihatkan hasil yang optimal (Widyorini *et al.*, 2012). Pada penelitian ini, asam sitrat direncanakan untuk digunakan pada pembuatan papan partikel. Ukuran partikel yang terlalu lembut pada umumnya dipilih pada pembuatan papan partikel tanpa perekat agar ikatan antar partikel dapat berjalan dengan sempurna seperti pada penelitian Okuda dan Sato (2004), dimana ukuran partikel 53  $\mu\text{m}$  menghasilkan kualitas yang baik.

Bahan baku yang akan digunakan pada penelitian ini adalah pelepah nipah. Nipah (*Nypa fruticans*) adalah salah satu anggota famili *Areaceae* (palem) yang umumnya tumbuh di

daerah rawa yang ber-air payau atau daerah pasang surut di dekat pantai. Menurut Subiandono *et al.* (2011), pada areal yang ditumbuhi nipah jumlah pohon dapat mencapai 1.984 pohon/ha, dimana 1.067 pohon/ha di antaranya berbuah. Pemanfaatan nipah biasanya dari daunnya yang bisa dipakai sebagai atap maupun dinding rumah, dan juga dapat disadap niranya, yakni cairan manis yang diperoleh dari tandan bunga yang belum mekar. Tangkai daun dan pelepah nipah sebagian digunakan sebagai bahan kayu bakar, sedangkan sisanya belum termanfaatkan secara optimal. Kandungan kimia pelepah nipah terdiri dari selulosa 35,1%, hemiselulosa 26,4%, lignin 17,8%, pati 0,3%, dan abu 11,7% (Tamunaidudan Saka, 2011). Berdasarkan kandungan kimia tersebut, diduga pelepah nipah mempunyai potensi sebagai bahan baku papan partikel. Pelepah nipah terdiri dari dua bagian, dimana bagian luar mengandung serat yang lebih banyak dan bagian dalam mengandung serat yang lunak.

Pada proses pembuatan papan partikel tanpa perekat, ikatan yang terbentuk antar partikel disebut *self-bonding*. *Self-bonding* terjadi karena perubahan atau aktivasi dari komponen kimia penyusun produk selama proses pengempaan panas dan atau dengan injeksi uap panas (Widyorini *et al.*, 2005a). Reaksi kimia yang terjadi dapat berupa: degradasi dari sebagian selulosa dan hemiselulosa yang menghasilkan gula sederhana dan dekomposisi lainnya; degradasi thermal matriks dinding sel; ikatan silang antara polimer karbohidrat dan lignin; dan peningkatan dari kristalisasi selulosa (Widyorini *et al.*, 2005a). Karbohidrat dan monomer gula pada bahan berlignoselulosa tidak hanya berfungsi sebagai agen pengikat saja, tetapi juga sangat berperan terhadap kekuatan dan stabilitas papan yang dihasilkan (Shen, 1991). Selain itu,

hasil penelitian oleh Widyorini *et al.* (2005b) mengindikasikan bahwa beberapa bagian dari asam sinamik pada ikatan ester, terutama pada bahan baku non kayu, mengalami degradasi selama proses pengempaan. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak hanya komponen primer bahan baku saja yang mempengaruhi kekuatan *self bonding*.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas papan partikel tanpa perekat sintetik pada dasarnya sama dengan ketika menggunakan perekat yaitu ukuran dan geometri partikel, kerapatan dan kadar air bahan baku, proses pengempaan yang meliputi metode, suhu, tekanan dan waktu pengempaan. Metode pengempaan untuk pembuatan papan partikel pada dasarnya dapat dibagi menjadi 2 yaitu pengempaan panas (Okuda dan Sato, 2004; Widyorini *et al.*, 2011) dan pengempaan dengan disertai uap bertekanan (Xu *et al.*, 2003; Widyorini *et al.*, 2005a). Metode pengempaan dengan disertai uap bertekanan menghasilkan kualitas papan partikel yang lebih baik, yang disebabkan oleh perpindahan panas dari permukaan ke inti selama proses pengempaan dapat berjalan dengan lebih cepat (Xu *et al.*, 2003). Dari analisis kimia, terlihat bahwa perubahan komponen kimia yang terjadi selama proses pengempaan dengan metode panas tidak signifikan untuk memperoleh ikatan *self bonding* yang kuat (Widyorini *et al.*, 2005a).

Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai potensi pelepah nipah sebagai bahan baku papan partikel tanpa perekat dan mengetahui karakteristik papan partikel yang terbuat dari bagian dalam pelepah nipah pada berbagai variasi ukuran partikel, konsentrasi asam sitrat dan suhu pengempaan. Pada penelitian ini menggunakan pelepah nipah bagian dalam,

dengan dua ukuran yaitu halus dan kasar. Suhu yang akan diaplikasikan adalah suhu 180 °C dan 200 °C baik untuk papan partikel tanpa perekat (0%) maupun dengan asam sitrat 10% berdasarkan berat kering partikel. Suhu pengempaan didasarkan pada suhu yang optimum untuk pengempaan papan partikel tanpa perekat sintetik, yaitu berkisar 180 – 200 °C pada sistem kempa panas (Okuda dan Sato, 2004; Widyorini *et al.*, 2011).

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan penelitian**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pelepah nipah yang diperoleh dari daerah Kebumen. Pemisahan dilakukan dengan cara penyayatan sekitar 0,5 cm dari bagian kulit terluar untuk memisahkan antara bagian dalam pelepah dengan bagian kulit pelepah. Bahan pengaktif atau perekat yang digunakan adalah asam sitrat.

**Prosedur pelaksanaan**

Pelaksanaan penelitian dimulai dari:

- a. Persiapan partikel pelepah nipah  
Kegiatan ini meliputi pemisahan pelepah nipah bagian luar, pembuatan partikel dari

pelepah nipah bagian dalam dan pengeringan partikel sampai kondisi kering udara. Pertamanya pelepah dipotong-potong menjadi ukuran ± 5 cm, kemudian digerindra menjadi partikel. Ukuran partikel yang digunakan dalam penelitian ini ada dua macam, dengan komposisi seperti pada Tabel 1. Partikel kemudian dikeringanginkan selama ± 10 hari, sampai mencapai kondisi kering udara.

- b. Pembuatan papan partikel dari pelepah nipah  
Partikel yang sudah kering udara kemudian dibuat mat/cetakan. Pencampuran asam sitrat 10% didasarkan pada berat kering udara partikel. Pembuatan papan partikel berukuran 25 x 25 cm, target ketebalan 0,7 cm, dengan target kerapatan 0,9 g/cm<sup>3</sup>.

Faktor yang diteliti pada penelitian ini adalah:

1. Jenis bahan baku: pelepah nipah bagian dalam ukuran halus dan kasar
  2. Variasi konsentrasi asam sitrat: 0% (*binderlessboard*), 10% dan 20% berdasarkan berat kering udara partikel.
  3. Variasi suhu pengempaan : 180°C dan 200°C selama 15 menit.
- c. Pengujian papan partikel  
Setelah proses pengempaan, papan partikel dikondisikan sampai mencapai kondisi kering

Tabel 1. Komposisi ukuran partikel pelepah nipah bagian dalam

Ukuran partikel	Komposisi partikel (%)	
	Pelepah nipah bagian dalam halus	Pelepah nipah bagian dalam kasar
Tertahan 10 mesh	0,20	20,31
Lolos 10 mesh tertahan 40 mesh	10,74	45,08
Lolos 40 mesh tertahan 60 mesh	28,06	14,26
Lolos 60 mesh tertahan 100 mesh	25,75	8,27
Lolos 100 mesh	35,25	12,08

udara kemudian diuji baik sifat fisika (kerapatan, pengembangan tebal dan penyerapan air setelah perendaman 24 jam pada air kondisi ruangan), maupun sifat mekanika (kekuatan rekat internal, modulus patah, dan modulus elastisitas) sesuai dengan prosedur pengujian Japanese Industrial Standard JIS A 5908 particleboard (*Japan Standard Association, 2003*). Contoh uji untuk pengujian kerapatan dan kadar air berukuran 10 x 10 cm, pengembangan tebal dan penyerapan air berukuran 5 x 5 cm, modulus patah dan modulus elastisitas menggunakan sampel berukuran 20 x 5 cm, serta kekuatan rekat internal berukuran 5 x 5 cm.

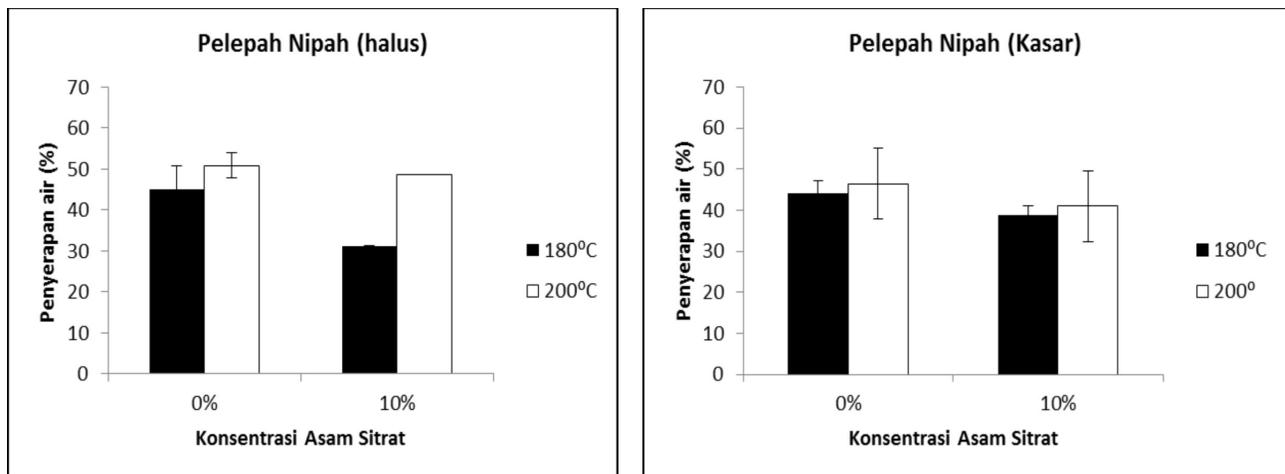
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Papan partikel dari pelepah nipah bagian dalam dapat dibuat tanpa mengalami delaminasi untuk papan partikel 0% dan 10% asam sitrat. Penambahan 20% asam sitrat tidak berhasil dilakukan, karena papan partikel yang dihasilkan mengalami delaminasi. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh tingginya tekanan internal dalam mat yang lebih besar daripada kekuatan ikatan

yang terjadi pada papan dengan penambahan asam sitrat 20%. Oleh karena itu pada penelitian ini yang akan dibahas adalah sifat fisika dan mekanika papan partikel untuk 0% dan 10% asam sitrat. Kerapatan papan partikel dengan menggunakan nipah bagian dalam halus berkisar antara 0,58 – 0,62 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan untuk papan partikel dari nipah bagian dalam kasar berkisar antara 0,65 – 0,8 g/cm<sup>3</sup>. Kerapatan papan partikel yang dihasilkan tersebut masih jauh dibawah target kerapatan yang diinginkan, yaitu 0,9 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh ukuran partikel yang terlalu halus yang relatif banyak. Ketika mat partikel dikempa dengan kecepatan penutupan yang sama, banyak partikel halus yang bergerak kearah samping, sehingga dimensi luas papan partikel menjadi lebih luas.

**Sifat fisika**

Gambar 2 memperlihatkan nilai penyerapan air pada berbagai suhu, ukuran dan konsentrasi. Papan partikel tanpa perekat dari pelepah nipah mempunyai nilai penyerapan air rata-rata antara 31 - 53 % untuk ukuran halus dan 36 - 53% untuk ukuran kasar. Nilai rata-rata untuk penyerapan air papan partikel yang dikempa pada suhu 180°C sebesar



Gambar 2. Nilai penyerapan air papan partikel

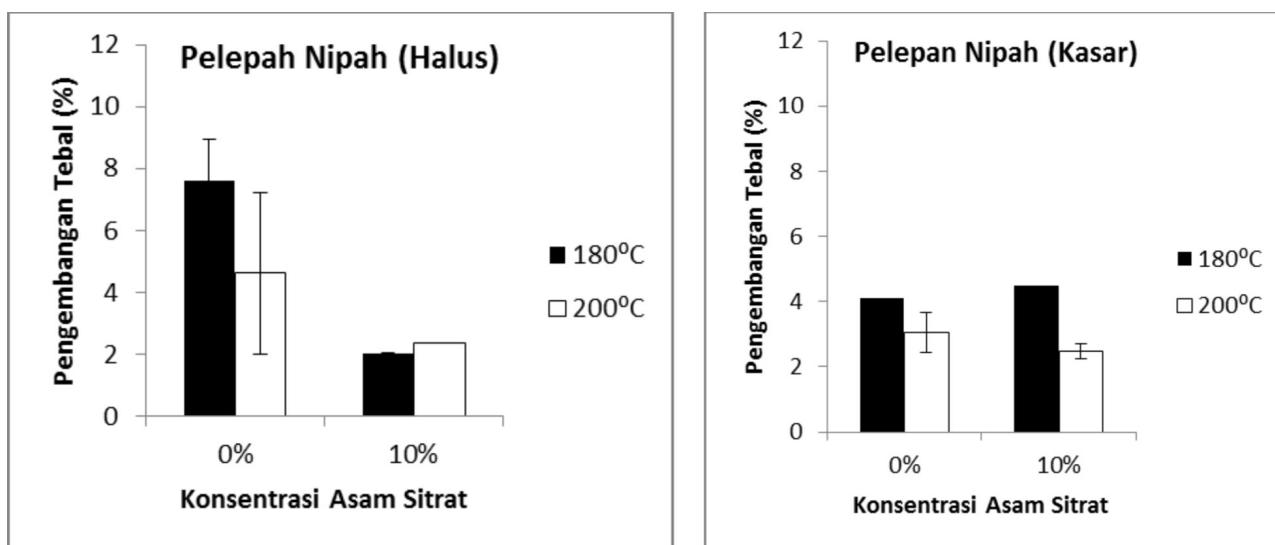
38% dan naik menjadi 51% (200°C) untuk ukuran halus, sedangkan untuk ukuran kasar naik dari 41% (180°C) ke 44% (200°C). Penambahan asam sitrat memberikan pengaruh yang positif terhadap nilai penyerapan air, dimana setelah diberi 10% asam sitrat nilai penyerapan air menurun menjadi 40% untuk kedua jenis ukuran partikel dibandingkan nilai penyerapan rata-rata papan partikel tanpa perekat (0%) untuk ukuran partikel halus 48% dan ukuran kasar 45%.

Papan partikel dari pelepah nipah bagian dalam yang dibuat semuanya mempunyai nilai pengembangan tebal yang memenuhi standar JIS A 5908, yaitu dibawah 12% (Gambar 3). Hal ini sangat baik karena proses pengempaan papan partikel tanpa perekat sintetis dengan menggunakan sistem kempa panas saja biasanya memberikan nilai pengembangan tebal yang relatif tinggi (Widyorini *et al.*, 2005a). Nilai rata-rata pengembangan tebal papan partikel yang dibuat dengan ukuran partikel halus dan dikempa pada suhu 180°C dan 200°C adalah 3,8% dan 3,2%. Papan partikel dengan partikel kasar menghasilkan nilai sebesar 2,5% untuk suhu pengempaan 180°C

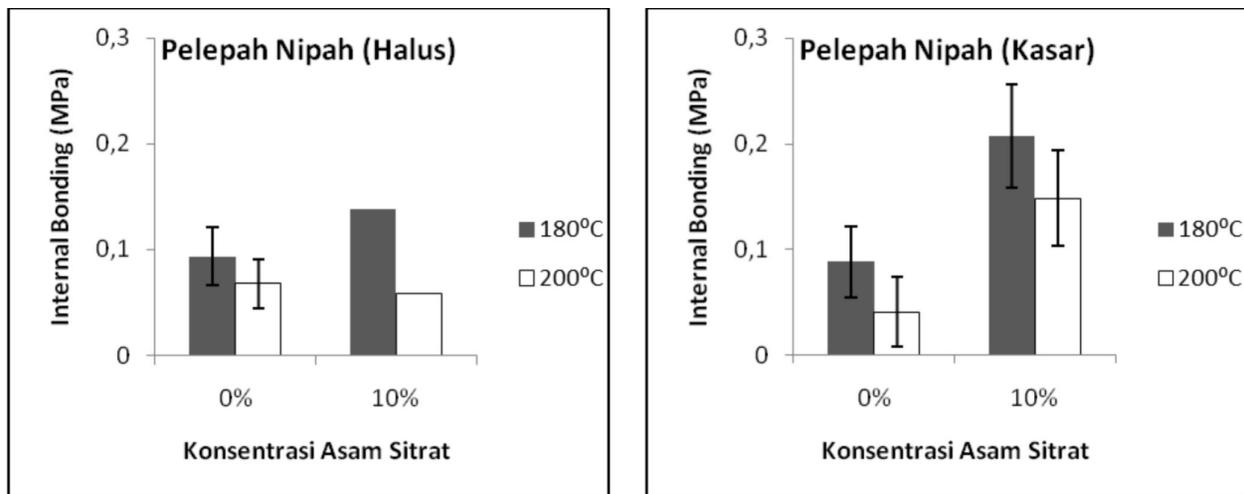
dan 2,8% untuk suhu pengempaan 200°C. Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa peningkatan suhu tidak berpengaruh nyata pada nilai pengembangan tebal pada pembuatan papan partikel dari pelepah nipah bagian dalam. Kecenderungan yang sama juga terjadi pada pengaruh penambahan asam sitrat, dimana setelah diberikan asam sitrat 10% tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai pengembangan tebal papan partikel yang dibuat, terutama untuk ukuran kasar. Hal ini kemungkinan disebabkan karena nilai pengembangan tebal yang dihasilkan papan partikel tanpa perekat sudah cukup rendah dengan kisaran antara 2 – 3,8%.

**Sifat mekanika**

Nilai kekuatan rekat internal (IB), modulus elastisitas (MoE), dan modulus patah (MoR) papan partikel yang dibuat dari bagian nipah bagian dalam dapat dilihat pada Gambar 4, 5, dan 6. Gambar 4 menunjukkan nilai kekuatan rekat internal pada variasi suhu, konsentrasi asam sitrat, dan ukuran partikel yang berbeda. Nilai kekuatan rekat internal untuk papan partikel tanpa perekat dari kedua



Gambar 3. Nilai pengembangan tebal papan partikel



Gambar 4. Kekuatan rekat internal papan partikel

jenis ukuran partikel menunjukkan nilai dibawah 0,1 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa pelepah nipah bagian dalam masih belum optimal untuk dijadikan bahan baku papan partikel tanpa perekat. Pada umumnya, ukuran partikel halus digunakan pada pembuatan papan partikel tanpa perekat karena menghasilkan ikatan yang lebih mampat diantara partikel, seperti pada penelitian Okuda dan Sato (2004) . Hasil penelitian Okuda dan Sato (2004) memperlihatkan bahwa papan partikel tanpa perekat yang dibuat dari kenaf inti dalam bentuk tepung (53  $\mu\text{m}$ ) mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan papan yang dibuat dari partikel berukuran *chip*. Akan tetapi pada penelitian ini, ukuran partikel halus dan kasar tidak memberikan perbedaan pengaruh yang nyata pada kekuatan rekat internal papan. Tidak terlihatnya pengaruh ukuran partikel ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan komposisi ukuran partikel yang tidak berbeda terlalu jauh, seperti terlihat pada Tabel 1.

Peningkatan suhu memperlihatkan adanya penurunan nilai kekuatan rekat internal, yang kemungkinan disebabkan oleh terlalu tingginya suhu yang dipakai untuk bahan pelepah nipah

ini. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu pengempaan yang optimal untuk papan partikel pelepah nipah adalah 180°C. Karakteristik bahan baku sangat mempengaruhi sifat papan partikel yang dihasilkan. Pada penelitian dengan menggunakan kenaf inti dengan sistem pengempaan yang berbeda, suhu *steam* optimal yang diinjeksikan sebesar 1MPa atau 183°C (Xu *et al.*, 2003), sedangkan suhu pengempaan panas papan partikel tanpa perekat dari bambu yang optimal adalah 200°C (Widyorini *et al.*, 2011).

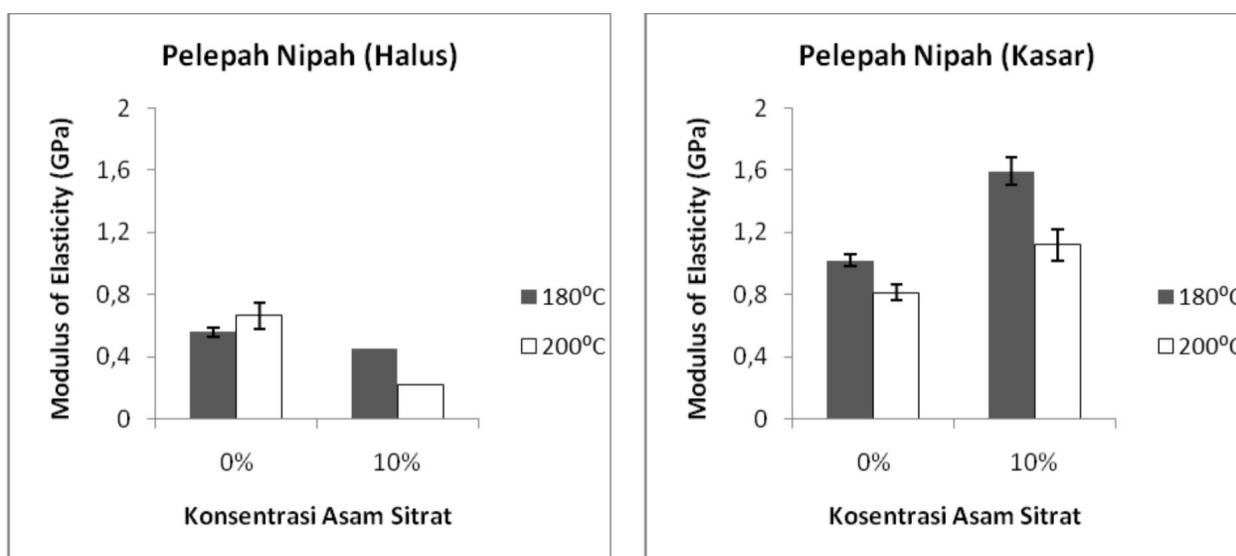
Penambahan asam sitrat 10% memberikan pengaruh yang nyata terhadap penambahan nilai kekuatan rekat internal, kecuali untuk partikel berukuran halus yang dikempa pada suhu 200°C. Kenaikan nilai sebesar 50% dapat dilihat pada nilai kekuatan rekat internal papan partikel dengan penambahan asam sitrat 10% untuk bahan baku partikel berukuran halus yang dikempa pada suhu 180°C. Papan partikel dengan menggunakan bahan baku partikel berukuran kasar menunjukkan hasil yang lebih nyata, dimana penambahan asam sitrat dapat meningkatkan nilai kekuatan rekat internal sebesar 50% untuk suhu pengempaan

200°C dan 100% untuk suhu pengempaan 180°C. Hal ini menunjukkan bahwa asam sitrat dapat berfungsi sebagai agen pengikat, seperti yang sudah ditunjukkan oleh Umemura *et al.* (2011 dan 2012) pada produk cetakan dari kayu dan kulit akasia. Menurut Umemura *et al.* (2011), hasil analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR) memperlihatkan bahwa terbentuk ikatan ester yang terjadi dari gugus karboksil pada asam sitrat dan gugus hidroksil pada kayu. Ikatan ester tersebut yang menyebabkan terjadinya peningkatan kekuatan rekat internal pada papan.

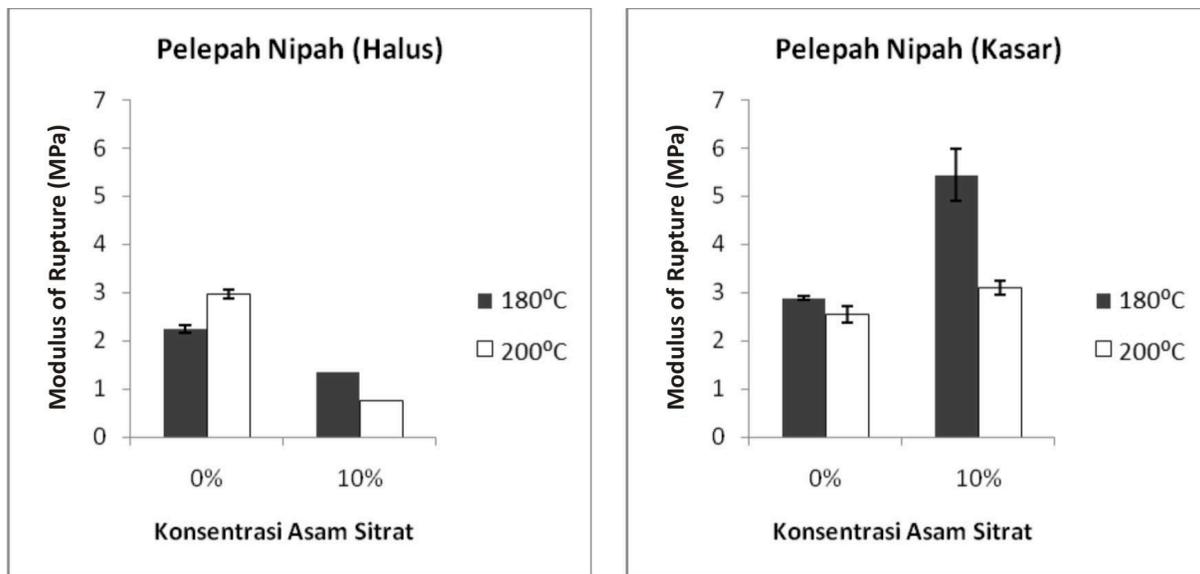
Gambar 5 menunjukkan nilai modulus elastisitas papan partikel dari pelepah nipah. Papan partikel yang dibuat dari pelepah nipah ukuran halus mempunyai nilai yang rendah dibandingkan dengan partikel dengan ukuran kasar. Hal menarik disini adalah penambahan asam sitrat 10% pada partikel pelepah nipah dengan ukuran halus ternyata tidak memberikan pengaruh positif, bahkan terjadi penurunan nilai modulus elastisitas pada suhu pengempaan 200°C dari 0,7 GPa menjadi 0,2 GPa

setelah ditambah asam sitrat. Hal yang berbeda terjadi pada penambahan asam sitrat untuk partikel pelepah nipah ukuran kasar, dimana nilai modulus elastisitas 1 GPa pada suhu pengempaan 180°C menjadi 1,6 GPa setelah diberikan asam sitrat sebanyak 10%. Seperti halnya pada kekuatan rekat internal, penelitian ini menunjukkan kualitas dari papan partikel dengan ukuran partikel kasar lebih baik dibandingkan dengan papan partikel yang dibuat dari partikel dengan ukuran halus. Menurut Motted (1967) dalam Nemli (2003), partikel dengan ukuran kecil akan menurunkan keteguhan lengkung statis papan partikel. Nilai modulus elastisitas masih jauh dibawah standar JIS A 5908 papan partikel, yaitu sebesar 2 GPa.

Kecenderungan yang terjadi pada nilai modulus elastisitas pada penelitian ini juga terlihat pada nilai modulus patah (Gambar 6), dimana nilai modulus patah untuk papan partikel yang terbuat dari ukuran partikel kasar lebih bagus dibandingkan papan yang terbuat dari ukuran halus. Nilai tertinggi yang bisa diperoleh dari papan partikel dengan ukuran halus



Gambar 5. Modulus elastisitas papan partikel



Gambar 6. Modulus patah papan partikel

diperoleh pada papan partikel tanpa perekat yang dikempa pada suhu 200°C dengan nilai 3 MPa. Papan partikel yang terbuat dari partikel dengan ukuran kasar mempunyai nilai tertinggi modulus patah sebesar 5,5 MPa yang diperoleh pada partikel setelah diberi 10% asam sitrat dan dikempa pada suhu 180°C.

### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel dapat dibuat dari pelelah nipah. Sifat fisika dan mekanika papan partikel dari pelelah nipah yang memenuhi standar JIS A 5908 adalah pengembangan tebal dan sebagian nilai kekuatan rekat internal. Penambahan asam sitrat menyebabkan peningkatan sifat fisika dan mekanika papan partikel. Perbedaan ukuran partikel mempengaruhi sifat mekanika papan partikel dimana ukuran partikel kasar memberikan nilai mekanika yang lebih baik dibandingkan dengan ukuran partikel halus. Kualitas papan partikel yang optimal pada penelitian ini diperoleh pada kon-

disi pengempaan 180°C, penambahan asam sitrat 10% dari bahan baku partikel dengan ukuran kasar, dimana nilai pengembangan tebal 2,4%, penyerapan air 41%, kekuatan rekat internal 0,2 MPa, modulus patah 5,5 MPa dan modulus elastisitas 1,6 GPa.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Penelitian DPP Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Tahun Anggaran 2012 dan Hibah Kolaborasi Dosen Mahasiswa Universitas Gadjah Mada Tahun Anggaran 2012.

### DAFTAR PUSTAKA

- Japanese Standard Association. 2003. Japanese Industrial Standard for Particle Board A 5908.
- Nemli G. 2003. Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard manufacturing from Alder (*Alnus glutinosa* subsp. Barbata). *Turk J Agric. For* 27: 99-104.
- Okuda N & Sato M. 2004. Manufacture and Mechanical Properties of Binderless Boards from Kenaf Core. *J Wood Sci* 50: 53-61.
- Shen KC. 1991. Method of Making Composite

- Products from Lignocellulosic Materials. *United States Patent* 5017319.
- Subiandono E, Heriyanto NM, & Karlina E. 2011. Nipah (*Nypa fruticans* (Thunb.) Wurmb.) sebagai Sumber Pangan dari Hutan Mangrove. *Buletin Plasma Nutfah* 17(1): 52-60.
- Tamunaidu P & Saka S. 2011. Chemical characterization of various parts of nipa palm (*Nypa fruticans*). *Industrial Crops and Products* 34: 1423– 1428.
- Umemura K, Ueda T, Munawar SS, & Kawai S. 2011. Application of Citric Acid as Natural Adhesive for Wood. *Journal of Applied Polymer Science*. DOI 10.1002/app.34708.
- Umemura K, Ueda T, & Kawai S. 2012. Characterization of Wood-Based Molding Bonded with Citric Acid. *J Wood Sci* 58: 38–45.
- Widyorini R, Xu J, & Watanabe T. 2005a. Chemical Changes in Steam-Pressed Kenaf Core Binderless Particleboard. *J Wood Sci* 51: 26–32.
- Widyorini R, Higashihara T, Xu J, & Watanabe T. 2005b. Self-Bonding Characteristics of Binderless Kenaf Core Composites. *J Wood Sci* 39: 651–662.
- Widyorini R, Yudha AP, & Prayitno TA. 2011. Some of Properties of Binderless Particleboard Manufactured from Bamboo. *Wood Research Journal* Vol.2 (2): Hlm. 89-93.
- Widyorini R, Yudha AP, Ngadianto A, Umemura K & Kawai S. 2012. Development of Bio-based Composite Made From Bamboo And Oil Palm Frond. *Proceedings of Pacific Rim Biocomposite*. November 2012. Shizuoka, Japan.
- Xu J, Han G, & Kawai S. 2003. Development of Binderless Particleboard from Kenaf Core Using Steam-Injection Pressing. *J Wood Sci* 49: 327-332.