

PENGARUH EKSTRAKSI AIR PANAS DAN N-HEKSANA TERHADAP KARAKTERISTIK BAHAN BAKU DAN SIFAT REKAT PAPAN PARTIKEL PELEPAH NIPAH

Mahdi Santoso, Yanciluk

Staf pengajar Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya
Alamat : Jl. Yos Sudarso Kompleks Kampus Tunjung Nyaho, Palangka Raya
corresponding author: mahdisantoso@gmail.com

(Dikirim 12-12-2019; Diterima 29-12-2019)

ABSTRACT

Nipa (*Nypa fruticans* Wurmb) is a non wood lignosellulosic materials that potential as raw material of composite board. One of disadvantage of the nipa fronds was contains are very high extractives and inorganic substances. The presence of high content of extractives in raw material of particle board potentially be an obstacle in the process of gluing the composite board. The existing of extractive substances on the surface of the composite board raw materials contribute to make the bonding process is not going well. On the other side, the utilization of natural binder for non wood composite is still limited. This research focused to investigated the effects of extractive substances for bonding performance of natural binder such as citric acid for nipa fronds particleboard. The particles screened passed through aperture sizes of 10 mesh and treated with three condition (non extraction, hot water extraction and n-hexana extraction) were used as materials in this research. Addition of natural binder of 10% based on air dried particles was done and pressing temperature was set at 180°C under a pressure of 3,6 MPa during 10 minutes. The physics and mechanics properties of particleboard was tested by standard JIS A 5908:2003. The results showed that the extractition treatments for raw material affects on the properties of the particleboards. Hot water extraction treatment was able to give the best results. The properties of particleboard was density 0.84 g.cm-3; moisture content 7.44%; thickness swelling 1,12%; water absorption 21,83%; surface roughness 7.57 µm; internal bonding 0.49 MPa; modulus of rupture 10.42 MPa and modulus of elasticity 3.65 GPa. All of the properties of nipa fronds particleboard meet most of the standards JIS A 5908:2003.

Keywords: Hot water extraction, n-hexane extraction, nipa frond particleboard, natural binder, citric acid.

ABSTRAK

Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb) adalah bahan lignoselulosa bukan kayu (*non wood lignosellulosic material*) yang berpotensi sebagai bahan baku papan komposit. Salah satu kelemahan pelepah nipah ialah memiliki kandungan zat ekstraktif yang tinggi. Tingginya kandungan zat ekstraktif tersebut berpotensi sebagai penghambat dalam proses perekatan papan komposit. Pada sisi lain, pemanfaatan bahan pengikat alami pada papan partikel dari bahan bukan kayu masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh zat ekstraktif tersebut terhadap kualitas papan partikel dari pelepah nipah yang direkat dengan bahan perekat alami asam sitrat. Partikel yang dipergunakan sebagai bahan baku papan partikel berukuran lolos 10 mesh, dan masing-masing diberi tiga perlakuan yaitu tanpa ekstraksi, ekstraksi air panas dan ekstraksi n-heksana. Papan partikel yang dibuat berukuran 25×25 cm, target kerapatan 0,8 g/cm³ dan target ketebalan 1 cm. Jumlah perekat yang dipergunakan ialah 10% dengan waktu kempa 10 menit, suhu kempa 180°C dan tekanan spesifik 3,6 MPa. Sifat fisika dan mekanika papan partikel diuji berdasarkan standar JIS A 5908:2003. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan ekstraksi terhadap partikel pelepah nipah berpengaruh terhadap sebagian besar karakteristik bahan baku dan papan partikel yang dihasilkan. Perlakuan ekstraksi air panas mampu menghasilkan papan partikel dengan sifat yang paling optimal, yaitu kerapatan 0,84 g/cm³; kadar air 6,02%; penyerapan air 21,83%; pengembangan tebal 1,12%; kekasaran permukaan 7,57 µm; keteguhan rekat internal 0,49 MPa; keteguhan patah 10,42 MPa dan keteguhan elastisitas 3,65 GPa. Seluruh sifat tersebut telah memenuhi standar JIS 5908:2003.

Kata kunci: Ekstraksi air panas, ekstraksi n-heksana, papan partikel pelepah nipah, perekat alami, asam sitrat.

PENDAHULUAN

Potensi Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) di Indonesia mencapai 5,6 miliar pohon (Subiandono *et al.*, 2010; Lutony, 1993 *cit.* Lempang, 2013). Jika berat jenis kering udara pelepah nipah rata-rata 0,21 (Roliadi, *et al.*, 2012), panjang pelepah rata-rata 3,5 meter (Subiandono *et al.*, 2010), diameter rata-rata 5 cm dan dalam satu pohon diambil dua pelepah setiap bulan, maka potensi partikel pelepah nipah kering udara mencapai $1,62 \times 10^{10}$ kg per bulan. Pelepah nipah cukup potensial jika dikembangkan sebagai bahan baku papan komposit. Hasil penelitian Kruse dan Frühwal (2001) menyatakan bahwa papan partikel dari pelepah nipah secara umum memiliki karakteristik yang memuaskan untuk keperluan mebel. Roliadi *et al.* (2012) dan Indrawan *et al.* (2013), juga menyatakan pelepah nipah mempunyai potensi yang lebih baik dibanding sabut kelapa sebagai bahan baku papan komposit. Santoso *et al.* (2016, 2017, 2019) melaporkan bahwa pelepah nipah dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku komposit dengan menggunakan perekat alami sukrosa, maltodekstrin dan asam sitrat dan memiliki karakteristik yang memenuhi sebagian besar standar JIS A 5908:2003.

Kekurangan pelepah nipah sebagai bahan baku papan partikel ialah memiliki kandungan zat ekstraktif dan zat anorganik yang sangat tinggi. Menurut Indrawan *et al.* (2013), kandungan ekstraktif pelepah nipah untuk kelarutan dalam air panas mencapai 16,10%, sedangkan kandungan zat anorganiknya berkisar antara 11,8%-13,80% (Kruse dan Frühwal, 2001; Roliadi *et al.*, 2012). Keberadaan ekstraktif berpotensi menjadi kendala dalam proses perekatan papan komposit. Kandungan zat ekstraktif yang tinggi diketahui memiliki pengaruh yang negatif terhadap kualitas perekatan papan partikel menggunakan perekat sintesis (Sakuno dan Moredo, 1998; Vick, 1999; Kruse dan Frühwal, 2001; Kanazawa *et al.*, 1978 *cit.* Lukmandaru, 2009; Frihart dan Hunt, 2010). Kruse dan Frühwal (2001) memprediksi bahwa papan partikel pelepah nipah akan dapat ditingkatkan lagi kualitasnya jika bahan bakunya diekstraksi terlebih dahulu sebelum diproses sebagai papan partikel. Menurut Santoso *et al.* (2019), pengaruh zat ekstraktif terhadap sifat rekat papan partikel pelepah nipah bergantung pada jenis perekat alami yang dipergunakan, pada perekat berbasis polisakarida,

ditemukan bahwa perlakuan ekstraksi akan menurunkan sifat rekat, akan tetapi pada perekat berbasis asam karboksilat ditemukan perilaku yang sebaliknya.

Perekat kayu sintetik berbasis senyawa formaldehida telah digunakan dalam waktu yang sangat lama dan diketahui memiliki kinerja yang sangat baik dan secara ekonomi memuaskan. Kelemahan jenis perekat ini ialah telah terbukti bersifat karsinogenik pada manusia, dapat menyebabkan iritasi mata dan tenggorokan, gangguan pernapasan, dan memiliki sifat sebagai bahan *non-biodegradable* dan *non-renewable* (IARC, 2012). Kecenderungan perkembangan produk komposit dalam beberapa tahun terakhir ialah menggunakan perekat alami (*natural binder/ bio-based binders/ bio-binders, bio-based adhesives/ bio-adhesives*) sebagai bahan pengikat dan bahkan tanpa menggunakan bahan perekat sama sekali (*binderless composite*). Banyak studi telah dilakukan pada perekat alami untuk menghasilkan biokomposit yang lebih ramah lingkungan seperti asam sitrat (Umamura *et al.*, 2012), lignin (Nasir *et al.*, 2013), asam sitrat dengan sukrosa (Umamura *et al.*, 2013; Widyorini *et al.*, 2016), tannin dengan sukrosa (Zhao dan Umamura, 2014), glukosa, sukrosa dan pati (Lamaming *et al.*, 2013) dan maltodekstrin (Clare *et al.*, 2002; Santoso *et al.*, 2017). Perekat alami seperti asam sitrat merupakan jenis perekat alami yang prospektif karena terdapat secara berlimpah di alam, dapat diproduksi dengan mudah. Asam sitrat merupakan perekat alami yang dapat memberikan kekuatan yang baik pada bahan yang direkat (Umamura *et al.*, 2012, 2013; Widyorini *et al.*, 2012, 2016). Pembentukan ikatan silang (*crosslinking*) antara gugus karboksil asam sitrat dengan gugus hidroksil yang ada pada bahan lignoselulosa membentuk ikatan ester dipercaya sebagai mekanisme utama ikatan yang terjadi. Pembentukan ikatan silang tersebut terbukti mampu meningkatkan sifat fisika dan mekanika serta *water resistant* dari bahan-bahan tersebut.

Bahan baku merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam proses pembuatan papan partikel. Sebagian besar sifat akhir papan partikel yang dihasilkan merupakan bawaan dari sifat bahan baku. Karakteristik bahan baku yang signifikan mempengaruhi sifat papan partikel antara lain kerapatan bahan baku, komposisi kimia, ukuran

partikel, distribusi partikel, kadar air partikel sebelum pencampuran perekat dan kadar air mat (partikel yang telah dicampur dengan perekat). Perlakuan ekstraksi yang dilakukan terhadap bahan baku papan partikel akan berpengaruh terhadap karakteristik dasar partikel tersebut. Beberapa karakter yang mengalami perubahan tersebut antara lain ialah komponen kimia, kerapatan tumpukan, distribusi ukuran partikel, kadar air partikel dan kadar air mat. Perubahan yang terjadi terhadap karakteristik bahan baku sebagai akibat dari perlakuan ekstraksi tersebut diduga akan menyebabkan terjadinya perbedaan karakter papan partikel yang dihasilkan.

Penelitian menggunakan perekat alami seperti asam sitrat pada pelepah nipah dalam hubungannya dengan pengaruh kandungan zat ekstraktif yang ada pada pelepah nipah masih belum pernah dilakukan. Bagaimana pengaruh komponen zat ekstraktif terhadap proses perekatan papan partikel pelepah nipah berperekat alami asam sitrat belum diketahui secara pasti, sehingga penelitian terhadap hal tersebut dirasa penting untuk dilakukan agar kegagalan proses perekatan yang disebabkan oleh pengaruh zat ekstraktif tersebut dapat diminimalisir.

METODE PENELITIAN

Bahan baku yang digunakan ialah pelepah nipah yang diperoleh desa Jati Malang, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Pelepah nipah yang diambil berdiameter antara 5-8 cm dari kelas pelepah tua. Partikel pelepah nipah kemudian diekstraksi dengan air panas pada suhu 100°C selama 3 jam dan diekstraksi dengan n-heksana pada suhu kamar selama 48 jam. Semua partikel kemudian dikering udarakan sehingga kadar air mencapai $\pm 12\%$.

Perekat yang dipergunakan ialah asam sitrat anhidrat yang diproduksi oleh PT. Budi Starch & Sweetener, Indonesia. Asam sitrat tersebut kemudian dilarutkan dalam air suling dengan kelarutan 60% berbasis berat. Jumlah perekat yang dipergunakan ialah 10% berdasarkan berat kering udara partikel.

Larutan perekat tersebut kemudian dicampurkan dengan partikel dan dikeringkan pada suhu 80°C selama ± 20 jam.

Dimensi papan partikel yang dibuat berukuran 25x25 cm dengan target ketebalan 1 cm dan target kerapatan 0,8 g/cm³. Pengempaan dilakukan pada suhu 180°C, selama 10 menit dengan tekanan spesifik 3,6 MPa. Papan partikel yang dihasilkan dikondisikan pada suhu kamar selama 7 hari, kemudian diuji dengan mengacu pada JIS A 5908-2003 meliputi kerapatan, kadar air, penyerapan air, pengembangan tebal, keteguhan rekat internal, keteguhan patah dan keteguhan elastisitas. Pengujian kekasaran permukaan menggunakan nilai rata-rata pada 8 titik acak di kedua permukaan contoh uji berukuran 20x5x1 cm. Analisis spektrum inframerah menggunakan metode piringan KBr dan direkam pada resolusi 16 cm⁻¹ dengan 10 scan pada serbuk lolos 100 mesh. Setiap pengujian kecuali analisis spektrum inframerah dilakukan dalam tiga ulangan dan kemudian di analisis dengan *one way anova* dan uji lanjut dengan *duncan multiple range test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna Bahan Baku

Perlakuan ekstraksi terhadap partikel pelepah nipah berpengaruh terhadap warna partikel. Warna partikel pelepah nipah yang diekstraksi dengan air panas cenderung lebih terang dibanding dua perlakuan lainnya (Gambar 1). Menurut Lukmandaru (2009), warna kayu tidak bisa dilepaskan dari zat ekstraktif yang ada padanya, semakin gelap warna kayu maka kadar ekstraktifnya akan semakin banyak. Selanjutnya dikatakan bahwa senyawa ekstraktif yang bertanggung jawab terhadap warna kayu berasal dari golongan fenolik yang sebagian larut ketika diekstraksi dengan air panas. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar zat ekstraktif yang ada pada partikel pelepah nipah larut selama proses ekstraksi air panas.

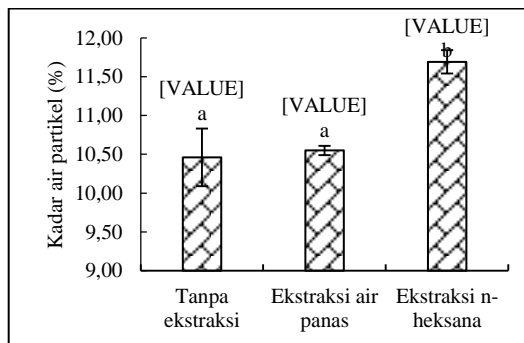


Gambar 1. Warna partikel pelepah nipah pada berbagai perlakuan

Kadar Air dan Kadar Air Mat Partikel

Perlakuan ekstraksi dengan menggunakan n-heksana berpengaruh signifikan terhadap kadar air kering udara bahan baku partikel pelepah nipah dapat dilihat pada Gambar 2. Terlarutnya komponen

ekstraktif yang bersifat hidrofobik selama proses ekstraksi dengan n-heksana diduga berperan besar terhadap fenomena ini.



Gambar 2. Pengaruh perlakuan ekstraksi terhadap kadar air kering udara partikel pelepah nipah (Error bars mempresentasikan standar deviasi. Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda pada taraf uji 95%).

Kadar air partikel merupakan salah satu faktor yang penting dalam pembuatan papan partikel. Kadar air partikel yang terlalu tinggi dapat menyebabkan papan partikel yang dibuat mengalami delaminasi (*blister*) ketika proses pengempaan panas berlangsung, mengganggu reaksi kimia antara bahan perekat dan bahan lignoselulosa, sehingga akan menurunkan sifat rekat dari bahan tersebut. Kadar air bahan baku yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan kerapatan akhir papan partikel menjadi lebih rendah dari target yang ditetapkan, karena berat partikel dalam proses

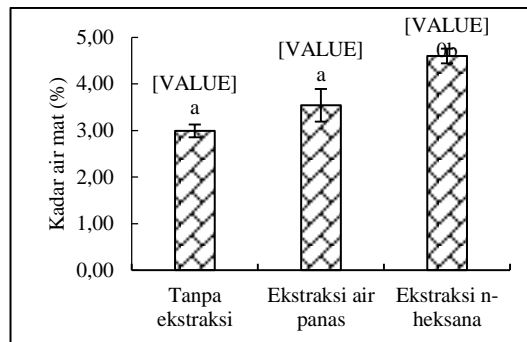
penghitungan kebutuhan bahan baku diambil alih oleh berat air yang ada didalam partikel yang kemudian menguap ketika panel dikempa panas.

Kadar Air Mat Papan Partikel

Perlakuan ekstraksi terhadap partikel ternyata berpengaruh terhadap kadar air mat partikel, dimana perlakuan ekstraksi dengan n-heksana menaikkan nilai kadar air mat dengan cukup signifikan (Gambar 3). Hal ini diduga disebabkan oleh terekstraknya beberapa komponen yang secara fisik berada pada

permukaan partikel yang dapat melindungi partikel dari pengaruh kelembaban. Menurut Sjostrom (1998); Sheshmani *et al.*, (2013); Fengel dan Wegener (1989), kandungan zat ekstraktif larut dalam heksana antara lain berupa lemak, lilin, minyak dan asam

resin. Larutnya komponen hidrofobik tersebut selama proses ekstraksi dengan n-heksana diduga menyebabkan sifat higroskopisitas partikel menjadi lebih tinggi dan menyebabkan nilai kadar mat menjadi meningkat.



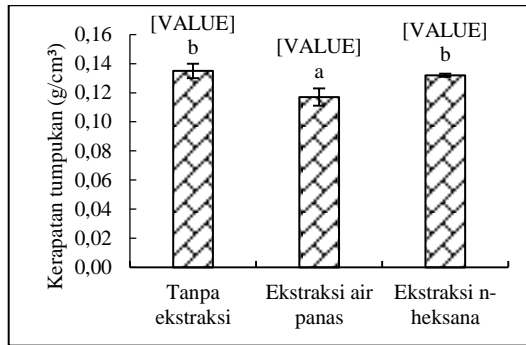
Gambar 3. Pengaruh perlakuan ekstraksi terhadap kadar air mat partikel pelepah nipah. (*Error bars* mempresentasikan standar deviasi. Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda pada taraf uji 95%).

Kadar air mat diketahui sangat mempengaruhi kualitas akhir papan partikel yang dihasilkan. Kusumah *et al.* (2016) melaporkan bahwa papan partikel dengan bahan pengikat asam sitrat 20% mengalami peningkatan keteguhan rekat internal mencapai dua kali lipat dengan menurunkan kadar air mat dari 16,88% menjadi 10,75%. Kadar air mat yang terlalu tinggi juga pada beberapa kasus dapat menyebabkan papan yang dikempa mengalami *blister* atau delaminasi. Tabarsa *et al.* (2011) melaporkan bahwa kadar air mat memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan papan partikel dimana semakin tinggi kadar air mat akan menghasilkan permukaan papan partikel yang halus.

Kerapatan Tumpukan (*Bulk Density*)

Kerapatan tumpukan dalam penelitian ini bervariasi tergantung pada perlakuan yang dikenakan kepada

bahan baku tersebut. Pada bahan baku yang tidak diekstraksi, kerapatan tumpukan berada pada nilai 0,135 g/cm³ hampir sama dengan bahan baku yang diekstraksi dengan n-heksana yaitu 0,132 g/cm³ (Gambar 4). Perlakuan ekstraksi air panas menurunkan nilai kerapatan tumpukan dengan sangat signifikan menjadi 0,117 g/cm³. Penurunan ini diduga disebabkan oleh terlarutnya sebagian besar komponen kimia partikel pelepah nipah selama proses ekstraksi air panas yang mencapai 36% (berdasarkan hasil analisis kandungan ekstraktif air panas) termasuk di dalamnya zat anorganik yang secara langsung akan menurunkan berat partikel pelepah nipah per satuan volume. Bahan baku dengan kerapatan tumpukan yang rendah akan menghasilkan papan partikel dengan kontak antara partikel dengan perekat yang lebih baik (Rofii *et al.*, 2011).



Gambar 4. Pengaruh perlakuan ekstraksi terhadap kerapatan tumpukan partikel pelepah nipah. (Error bars mempresentasikan standar deviasi. Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda pada taraf uji 95%).

Distribusi Ukuran Partikel Pelepah Nipah

Hasil analisis terhadap distribusi ukuran partikel pelepah nipah pada Tabel 1 menunjukkan bahwa partikel pelepah nipah didominasi oleh partikel berukuran 10 - 40 mesh. Distribusi ukuran partikel sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan proses

konversi ukuran menjadi partikel yaitu menyangkut alat yang dipergunakan. Secara umum, partikel berukuran lebih dari 10 mesh sangat ideal dipergunakan sebagai bahan baku papan partikel, karena total area kontak pada partikel berukuran halus (> 10 mesh) lebih besar dari partikel berukuran kasar (< 10 mesh).

Tabel 1. Distribusi ukuran partikel pelepah nipah pada berbagai perlakuan ekstraksi

No.	Perlakuan terhadap bahan baku	Distribusi ukuran partikel (%)			
		10 – 40 mesh	40 – 60 mesh	60 – 100 mesh	> 100 mesh
1.	Tanpa ekstraksi	86,26 (0,91)c	7,15 (0,69)a	4,58 (0,45)a	2,01 (0,01)a
2.	Ekstraksi air panas	80,31 (0,80)a	12,48 (0,31)b	3,96 (0,03)a	3,24 (1,05)a
3.	Ekstraksi n-heksana	81,95 (0,67)b	12,28 (0,24)b	3,78 (0,51)a	2,46 (0,98)a

Angka didalam tanda kurung mempresentasikan standar deviasi

Angka rata-rata dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda pada taraf uji 95%.

Perlakuan ekstraksi terhadap partikel pelepah nipah berpengaruh terhadap distribusi ukuran partikel pelepah nipah. Perlakuan ekstraksi air panas mengubah persentase distribusi ukuran 10-40 mesh dari 86,26% menjadi 80,31% dan 81,95% berturut-turut pada ekstraksi air panas dan n-heksana. Perubahan persentase distribusi ukuran juga terjadi pada partikel ukuran 40-60 mesh dari 7,15% pada

partikel tanpa perlakuan menjadi 12,48% dan 12,28% berturut-turut pada ekstraksi air panas dan n-heksana. Perlakuan ekstraksi diduga berperan memecah/memotong partikel pelepah nipah berukuran besar (> 60 mesh) menjadi ukuran yang lebih kecil (< 60 mesh). Adanya kontak langsung antara partikel dan air mendidih selama proses ekstraksi menyebabkan hal tersebut terjadi (Widyorini dan Puspitasari, 2011).

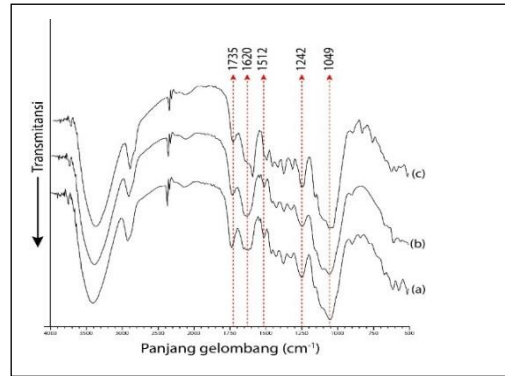
Spektrum Infra Merah (FTIR) Partikel Pelepah Nipah

Hasil analisis spektrum infra merah (Gambar 5) pada bahan baku menunjukkan bahwa perlakuan ekstraksi pada partikel pelepah nipah memberikan perubahan pada komposisi kimia bahan baku. Pada

daerah serapan 1735 cm⁻¹ terjadi penurunan puncak gelombang dari bahan yang tidak diekstraksi dengan bahan yang diekstraksi air panas. Penurunan ini di

duga karena terlarutnya sebagian dari asam organik

lemah yang ada pada partikel pelepeh nipah.



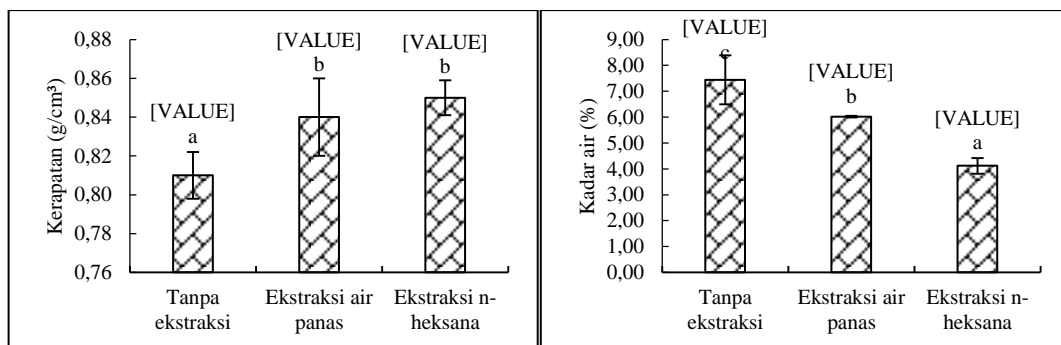
Gambar 5. Spektrum infra merah bahan baku partikel pelepeh: (a) bahan baku tanpa ekstraksi; (b) bahan baku ekstraksi air panas dan (c) bahan baku ekstraksi n-heksana

Menurut Phaiboonsilpa *et al.* (2011), pelepeh nipah mengandung sekitar 0,6% asam organik dalam bentuk asam laktik (CH₃CH(OH)COOH), asam formik (HCOOH) dan asam glikolik (HOCH₂COOH). Asam organik tersebut kemungkinan besar ikut terlarut di dalam air panas ketika proses ekstraksi air panas dilakukan. Serapan pada pada gelombang 1620 cm⁻¹, 1512 cm⁻¹, 1242 cm⁻¹ dan 1049 cm⁻¹ juga mengalami perubahan selama proses ekstraksi dilakukan. Perubahan ini diperkirakan akan berpengaruh terhadap kualitas papan partikel yang dihasilkan dari bahan baku yang mengalami perlakuan yang berbeda tersebut.

Karakteristik Papan Partikel

Kerapatan papan partikel bervariasi antara 0,81 g/cm³–0,85 g/cm³, tergantung kepada jenis ekstraksi yang dilakukan (Gambar 6). Nilai kerapatan papan partikel ini masih berada pada kisaran kerapatan target papan partikel yang dituju yaitu 0,8 g/cm³, dan semua papan partikel memenuhi standar JIS A 5908:2003 (0,4–0,9 g/cm³) untuk kategori papan

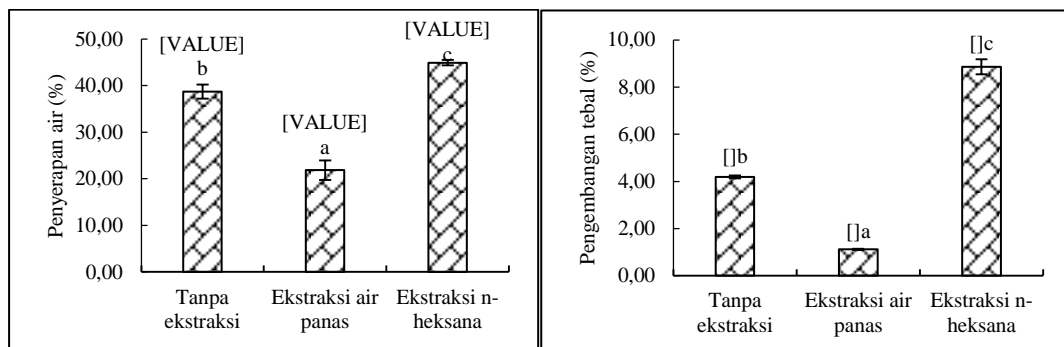
partikel kerapatan sedang. Perlakuan ekstraksi terhadap bahan baku cenderung menghasilkan papan partikel dengan kerapatan yang lebih tinggi. Sebagaimana telah diketahui bahwa perlakuan ekstraksi akan menyebabkan partikel menjadi lebih bersih dari bahan-bahan yang dapat mengganggu proses perekatan terutama komponen yang bersifat hidrofobik seperti material lemak, lilin, minyak dan asam resin. Perlakuan ekstraksi akan menghilangkan halangan tersebut, sehingga membentuk ikatan yang lebih baik dan menghasilkan papan partikel yang lebih kompak dan ikatan antara partikel yang lebih kuat. Hasil berbeda dilaporkan Suhasman *et al.* (2010), dimana memperpanjang waktu perebusan partikel bambu andong (yang dioksidasi dengan hidrogen peroksida 20% dan ferro sulfat 5%) dari 30 menit menjadi 60 menit juga tidak memberikan pengaruh terhadap kerapatan papan partikel tanpa perekat yang dihasilkan. Penggunaan asam sitrat sebagai bahan perekat dalam penelitian ini diduga berperan terhadap perbedaan hasil tersebut.



Gambar 6. Pengaruh perlakuan ekstraksi terhadap kerapatan dan kadar air papan partikel pelepah nipah. (*Error bars* mempresentasikan standar deviasi. Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda pada taraf uji 95%).

Nilai kadar air papan partikel berkisar antara 4,12–7,44% Nilai tersebut masih berada dalam kisaran standar JIS A 5908:2003 yang mensyaratkan kadar air antara 5-13% (Gambar 6). Kadar air papan partikel paling rendah ditemukan pada perlakuan ekstraksi n-heksana dan yang paling tinggi pada perlakuan tanpa ekstraksi. Perlakuan ekstraksi dapat melarutkan komponen yang bersifat hidrofilik seperti pati dan gula sehingga sifat higroskopis papan partikel yang dihasilkan menurun. Iswanto *et al.* (2007) melaporkan hasil yang serupa, dimana partikel ampas

tebu dengan perlakuan perebusan 2 jam akan menurunkan kadar air papan partikel berpelekat urea formaldehida+parafin (waktu kempa 10 menit dan suhu kempa 120°C) dari 15,71% menjadi 9,58%. Ekstraksi dengan pelarut non polar n-heksana mampu menghasilkan papan partikel dengan nilai kadar air yang paling kecil. Larutnya senyawa hidrofobik yang dapat menghalangi asam sitrat (bahan perekat berpelarut air) untuk berpenetrasi ke dalam struktur partikel selama proses perekatan diduga berperan terhadap fenomena ini.



Gambar 7. Pengaruh perlakuan ekstraksi terhadap penyerapan air dan pengembangan tebal papan partikel pelepah nipah. (*Error bars* mempresentasikan standar deviasi. Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda pada taraf uji 95%).

Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai penyerapan air papan partikel berkisar antara 21,83–44,92% yang berarti semua memenuhi standar FAO:1966 yang mensyaratkan penyerapan air maksimum 75%, sedangkan nilai pengembangan tebal berkisar antara 1,12–8,86% yang berarti memenuhi standar JIS A 5908:2003 yang mensyaratkan pengembangan tebal maksimum 12%. Perlakuan ekstraksi air panas menghasilkan papan partikel dengan nilai penyerapan air dan pengembangan tebal paling rendah. Terlarutnya senyawa-senyawa yang ada pada dinding sel yang sebagian besar bersifat hidrofilik selama proses ekstraksi menyebabkan papan partikel menjadi lebih hidrofobik dan bersifat tahan terhadap gangguan kelembaban.

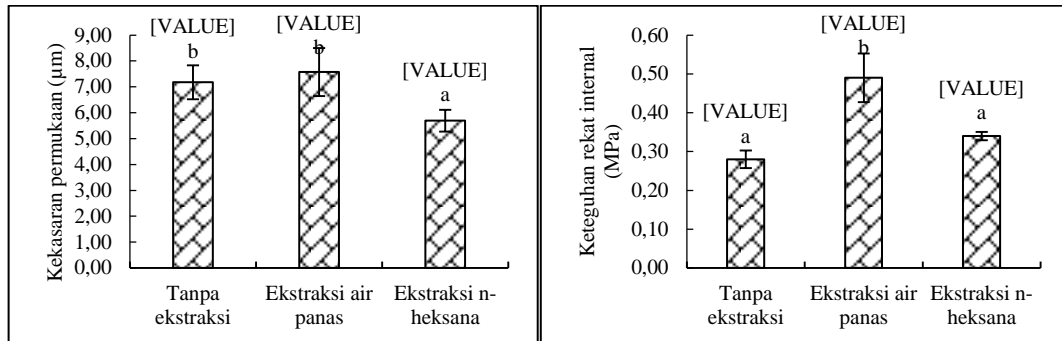
Perlakuan ekstraksi n-heksana ternyata menghasilkan papan partikel dengan nilai penyerapan air dan pengembangan tebal paling tinggi. Larutnya senyawa yang bersifat hidrofobik selama proses

ekstraksi menyebabkan papan partikel menjadi bersifat hidrofilik. Nzokou dan Kamdem (2004), menyatakan bahwa secara umum kayu yang diekstraksi memiliki sifat menyerap air dan mengalami perubahan dimensi yang lebih besar dari kayu yang tidak ekstrak, hal ini disebabkan oleh adanya kelembaban yang dapat mengisi tempat yang sebelumnya diisi oleh zat ekstraktif.

Nilai kekasaran permukaan pada penelitian ini berkisar antara 5,69–7,57 μm (Gambar 8), jika dibandingkan dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata papan partikel komersial di Jepang yang berkisar antara 3,67–5,46 μm (Hiziroglu dan Suzuki, 2007), maka sebagian besar hasil penelitian ini belum memenuhi kriteria tersebut. Perlakuan ekstraksi n-heksana berdampak pada permukaan papan partikel yang dihasilkan menjadi lebih halus. Ekstraksi n-heksana menyebabkan terjadinya peningkatan kadar air mat partikel, yaitu dari 2,99% dan 3,54% pada

partikel tanpa ekstraksi dan ekstraksi air panas meningkat menjadi 4,6%. Tabarsa *et al.* (2011) menyatakan bahwa kadar air mat yang lebih tinggi akan menghasilkan permukaan papan partikel yang lebih kompak karena pada saat proses pengempaan

panas, kelembaban akan bergerak ke bagian permukaan dan menyebabkan densifikasi permukaan papan menjadi tinggi. Faktor inilah yang menyebabkan papan partikel dengan perlakuan ekstraksi n-heksana memiliki permukaan yang lebih halus.

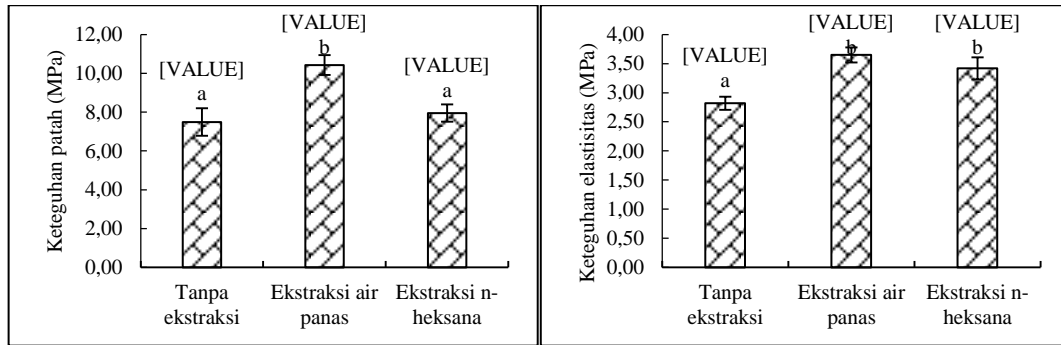


Gambar 8. Pengaruh perlakuan ekstraksi terhadap kekasaran permukaan dan keteguhan rekat internal papan partikel pelepah nipah. (*Error bars* mempresentasikan standar deviasi. Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda pada taraf uji 95%).

Nilai keteguhan rekat internal berkisar antara 0,28–0,49 MPa (Gambar 8), yang berarti memenuhi standar JIS A 5908:2003. Perlakuan ekstraksi dengan air panas dan n-heksana memberikan pengaruh positif terhadap keteguhan rekat internal papan partikel. Bersihnya partikel dari zat yang dapat mengganggu ikatan (baik dari komponen hidrofilik maupun hidrofobik) diduga berperan terhadap hal tersebut. Ekstraksi air panas terhadap partikel pelepah nipah akan menghilangkan komponen ekstraktif hidrofilik dan zat anorganik menyebabkan gugus karboksil asam sitrat dapat membentuk ikatan silang secara langsung dengan gugus hidroksil yang ada pada selulosa dan atau hemiselulosa partikel pelepah nipah jika di kempa pada suhu sekitar 180°C. Pembentukan ikatan secara langsung ini secara nyata akan meningkatkan keteguhan rekat internal papan partikel. Sedangkan ekstraksi n-heksana akan melarutkan sebagian besar senyawa yang bersifat hidrofobik yang dapat menghalangi bahan perekat berpelarut air seperti asam sitrat untuk berpenetrasi ke dalam partikel, sehingga bahan perekat mampu

masuk ke dalam struktur bahan baku dan membentuk ikatan yang lebih solid.

Nilai keteguhan patah (MOR) berkisar antara 7,49–10,42 MPa (Gambar 9) yang berarti hanya papan partikel dengan perlakuan ekstraksi air panas yang memenuhi standar JIS 5908:2003 (≥ 8 MPa). Terjadi peningkatan yang signifikan pada nilai keteguhan patah papan partikel dengan perlakuan ekstraksi air panas. Sifat partikel yang menjadi lebih bersih dengan perlakuan ekstraksi air panas akan menyebabkan ikatan silang langsung antara asam sitrat dengan selulosa dan atau hemiselulosa seperti yang dijelaskan sebelumnya pada sifat keteguhan rekat internal diduga juga terjadi disini. Hasil yang berbeda dilaporkan oleh Lamaming *et al.* (2013) dimana proses ekstraksi dengan air panas pada suhu $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ selama 6 jam berpengaruh negatif terhadap sifat rekat papan partikel pelepah kelapa sawit yang direkat dengan glukosa, sukrosa dan pati. Perbedaan karakteristik bahan perekat yang dipergunakan diduga berperan dalam hal tersebut.



Gambar 9. Pengaruh perlakuan ekstraksi terhadap keteguhan patah dan keteguhan elastisitas papan partikel pelepah nipah. (*Error bars* mempresentasikan standar deviasi. Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda pada taraf uji 95%).

Nilai keteguhan elastisitas (MOE) berkisar antara 2,82–3,65 GPa (Gambar 9) yang berarti telah memenuhi standar JIS 5908:2003 (≥ 2 GPa). Perlakuan ekstraksi air panas dan n-heksana mampu meningkatkan keteguhan elastisitas dari 2,82 GPa menjadi 3,65 GPa dan 3,42 GPa. Ekstraksi air panas terhadap partikel pelepah nipah akan menghilangkan komponen ekstraktif bersifat hidrofilik dan zat anorganik yang ada pada bahan baku. Perlakuan

KESIMPULAN

Perlakuan ekstraksi terhadap partikel pelepah nipah dengan menggunakan pelarut polar berupa ekstraksi air panas dan pelarut non polar berupa ekstraksi n-heksana berpengaruh terhadap sifat rekat papan partikel pelepah nipah yang diikat dengan bahan pengikat alami asam sitrat. Perlakuan ekstraksi dengan air panas diketahui berpengaruh sangat signifikan terhadap sifat rekat papan partikel pelepah nipah, sedangkan perlakuan ekstraksi n-heksana memiliki derajat pengaruh yang lebih kecil. Hasil analisis spektrum inframerah terhadap partikel pelepah nipah menunjukkan terjadi perubahan intensitas serapan pada gugus gelombang gelombang

ekstraksi n-heksana melarutkan sebagian besar merupakan senyawa hidrofobik yang dapat menghalangi bahan pengikat untuk berpenetrasi ke dalam partikel bahan baku. Kondisi ini diduga menyebabkan gugus karboksil asam sitrat dapat membentuk ikatan silang secara langsung dengan gugus hidroksil yang ada pada selulosa dan atau hemiselulosa. Pembentukan ikatan secara langsung ini akan meningkatkan sifat rekat papan partikel. 1735 cm^{-1} , 1620 cm^{-1} , 1512 cm^{-1} , 1242 cm^{-1} dan 1049 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya pengaruh perlakuan ekstraksi dan diperkirakan juga akan berpengaruh terhadap proses pembentukan ikatan antara partikel pelepah nipah dan bahan pengikat asam sitrat selama proses pengempaan papan partikel. Ekstraksi air panas terhadap partikel pelepah nipah mampu menghasilkan papan partikel yang memenuhi semua kriteria yang dipersyaratkan oleh standar JIS A5908:2003 antara lain kerapatan $0,84\text{ g/cm}^3$, kadar air 6,02%; penyerapan air 21,83%; pengembangan tebal 1,12%; keteguhan rekat internal 0,49 MPa; keteguhan patah 10,42 MPa, keteguhan elastisitas 3,65 GPa dan kekasaran permukaan $7,57\text{ }\mu\text{m}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Fengel, D. dan Wegener, G., 1989, *Kayu Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- Frihart, C. R. dan Hunt, C. G., 2010, Adhesive with Wood Materials Bond Formation and Performance, dalam *Wood Handbook—Wood As An Engineering Material—Centennial Edition*, Forest Products Laboratory, United States
- Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, Chapter 10.
- Hiziroglu, S. dan Suzuki, S., 2007, "Evaluation of Surface Roughness of Commercially Manufactured Particleboard and Medium Density Fiberboard in Japan", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 184, hal. 436–440.
- Indrawan, D. A., Roliadi, H., Tampubolon, R. M. dan Pari, G., 2013, "Penyempurnaan Sifat Papan

- Serat Kerapatan Sedang dari Pelelah Nipah dan Campurannya dengan Sabut Kelapa”, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 31, No. 2, hal. 120–140.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). 2012. *Chemical Agents and Related Occupations Volume 100 F: A Review of Human Carcinogens*, WHO, France.
- Iswanto, A. P., Coto, Z. dan Effendi, K., 2007, “Pengaruh Perendaman Partikel Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*)”, *Jurnal Perennial*, Vol. 4, No. 1, hal. 6–9.
- Japanese Standard Industrial, 2003, *JIS A 5308-2003: Particleboard*, Japanese Standard Association.
- Kruse, K., Frühwald, A., 2001. Properties Of Nipa And Coconut Fibers And Production And Properties Of Particle And MDF-Boards Made From Nipa And Coconut. Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Nr 04, Hamburg.
- Kusumah, S. S., Umemura, K., Yoshioka, K., Miyafuji, H. dan Kanayama, K., 2016, “Utilization of Sweet Sorghum Bagasse and Citric Acid Formanufacturing of Particleboard I: Effects of Pre-drying Treatment and Citric Acid Content on the Board Properties”, *Industrial Crops and Products*, Vol. 84, hal. 34–42.
- Lamaming, J., Sulaiman, O., Sugimoto, T., Hashim, R., Said, N. dan Sato, M., 2013, “Influence of Chemical Components of Oil Palm on Properties of Binderless Particleboard”, *BioResources*, Vol. 8, No. 3, hal. 3358–3371.
- Lembang, M.. 2013. Produksi Nata Fruticans dari Nira Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 31 No. 2, Juni 2013: 110-119.
- Lukmandaru, G., 2009, “Sifat Kimia dan Warna Kayu Teras Jati pada Tiga Umur Berbeda”, *J. Tropical Wood Science and Technology*, Vol. 7, No. 1, hal. 1–7.
- Nzokou, P. dan Kamdem, D. P., 2004, “The Influence of Wood Extractives on Sorption and Wettability Properties of Northern Red Oak (*Quercus rubra*), Black Cherry (*Prunus serotina*) and Red Pine (*Pinus resinosa*)”, *Wood and Fiber Science*, Vol. 36, No. 4, hal. 483–492.
- Nasir, M., Gupta, A., Beg, M. D. H., Chua, G. K., and Kumar, A. (2013). Fabrication of Medium Density Fibreboard from Enzym Treated Rubber Wood (*Hevea Brasiliensis*) Fibre and Modified Organosolv Lignin. *Int. J. Adhes.* 44, 99-104.
- Phaiboonsilpa, N., Tamunaidu, P. dan Saka, S., 2011, “Two–Step Hydrolysis of Nipa (*Nypa fruticans*) Frond as Treated by Semi–Flow Hot–Compressed Water”, *Holzforschung*, Vol. 65, hal. 659–666.
- Roliadi, H. Indrawan, D. A. Pari, G. dan Tampubolon, R. M.. 2012. Potensi Teknis Pemanfaatan Pelelah Nipah dan Campurannya dengan Sabut Kelapa Untuk Pembuatan Papan Serat Berkerapatan Sedang. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 30 No. 3, September 2012: 183-198.
- Rofii, M., N., Prayitno, T.A., Widyorini, R., 2011. *Effect of Layer Structure and Particle Characteristic on Properties of Particleboard Made From Different Wood Species*. Tesis Program Pascasarjana Fakultas Kehutanan Universitas Gadjarda Mada. Yogyakarta.
- Sakuno, T. dan Moredo, C., 1998, “Bonding Properties of Some Tropical Woods After Solvent Extraction”, *Proceeding of the Second International Wood Science Seminar*, Serpong, Indonesia, hal. 183–189.
- Santoso, M., Widyorini, R., Prayitno, T.A., dan Sulisty, J. 2016. Kualitas Papan Partikel dari Pelelah Nipah dengan Perekat Asam Sitrat dan Sukrosa. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, Volume 10 No. 2, September 2016: 129-136.
- Santoso, M., Widyorini, R., Prayitno, T. A. dan Sulisty, J., 2017, “Bonding Performance of Maltodextrin and Citric Acid for Particleboard Made From Nipa Fronds”, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, Volume 45, Nomor 4, Halaman 432–443.
- Santoso, M., Widyorini, R., Prayitno, T. A. dan Sulisty, J., 2019, “The Effects of Extractives Substances for Bonding Performance of Three Natural Binder on Nipa Fronds Particleboard” in *The UGM Annual Scientific Conference Life Sciences 2016*, KnE Life Sciences, pages 227–238.
- Sheshmani, S., 2013, “Effects of Extractives on Some Properties of Bagasse/ High Density Polypropylene Composite”, *Carbohydrate Polymers*, Vol. 94, hal. 416–419.

- Sjöström, E., 1998, *Kimia Kayu: Dasar-Dasar dan Penggunaan*, Edisi 2, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Subiandono, E. Heriyanto, N.M. Karlina, E.. 2010. Kajian Potensi (*Nypa fruticans* Thumb.) Sebagai Pangan Dan Energi Dari Rutan Mangrove. Buletin Plasma Nutfah Vol.17 No.1 Th.2011. Bogor.
- Suhasman, M., Massijaya, Y., Hadi, Y. S., dan Santoso, A., 2010, "Karakteristik Papan Partikel dari Bambu Tanpa Menggunakan Perekat", Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan, Vol. 3, No. 1, hal. 38–43.
- Tabarsa, T., Ashori, A., Gholamzadeh, M., 2011, "Evaluation of Surface Roughness and Mechanical Properties of Particleboard Panels Made from Bagasse", Composites: Part B, Vol. 42, hal. 1330–1335.
- Umemura, K., Ueda, T., Munawar, S.S., dan Kawai, S., 2012b, "Application of Citric Acid as Natural Adhesive for Wood". Journal of Applied Polymer Science, Vol. 123, No. 4, hal. 1991–1996.
- Umemura, K., Sugihara, O. dan Kawai, S., 2013, "Investigation of a New Natural Adhesive Composed of Citric Acid and Sucrose for Particleboard", J. Wood Sci., Vol. 59, No. 3, hal. 203–208.
- Widyorini, R. dan Puspitasari, F. E., 2011, *Pengaruh Perlakuan Ekstraksi dan Waktu Kempa Terhadap Sifat Papan Partikel Tanpa Perekat Dari Limbah Serbuk Gergajian Kayu Mahoni*. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XIV, Jogjakarta, Indonesia
- Widyorini, R., Prayitno, T.A., Yudha, A.P., Setiawan, B. A. dan Wicaksono, B.H., 2012, "Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat dan Suhu Pengempaan Terhadap Kualitas Papan Partikel dari Pelepah Nipah", Jurnal Ilmu Kehutanan, Vol. 6, No. 1, hal. 61–70.
- Widyorini, R., Nugraha, P. A., Rahman, M. Z. A. dan Prayitno, T. A., 2016, "Bonding Ability of A New Adhesive Composed of Citric Acid-Sucrose for Particleboard", BioResources, Vol. 11, No. 2, hal. 4526–4535.
- Vick, C. B., 1999, Adhesive Bonding of Wood Materials, dalam *Wood Handbook—Wood As An Engineering Material*. Forest Products Laboratory, USDA Forest Service Madison, Wisconsin.
- Zhao, Z. dan Umemura, K., 2014, "Investigation of A New Natural Particleboard Adhesive Composed of Tannin and Sucrose", J. Wood Sci., Vol. 60, No. 4, hal. 269–277.