

# Perubahan Kadar Komponen Kimia Bambu Andong akibat Perlakuan *Steam*

## (Change of Chemical Components Content in Andong Bamboo due to *Steam Treatment*)

Muhammad I Maulana<sup>1</sup>, Deded S Nawawi<sup>1</sup>, Nyoman J Wistara<sup>1</sup>, Rita K Sari<sup>1</sup>, Siti Nikmatin<sup>2</sup>, Sena Maulana<sup>1</sup>, Se-Hwi Park<sup>1</sup>, Fauzi Febrianto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

\*Penulis korespondensi: febrianto76@yahoo.com

### Abstract

Steam and rinsing treatment with water and 1% NaOH solution of andong bamboo strands have been known to improve physical and mechanical properties of its oriented strand board (OSB). The improvement of bamboo OSB properties might be caused by the change of chemical components content during steam and rinsing process. This study aims to measure the changes of chemical components content in andong bamboo (*Gigantochloa pseudoarundinacea*) due to steam treatment and rinsing with water or sodium hydroxide solution. Samples were taken from andong bamboo stem without bark and node part. The treatments of samples were steam at 126 °C for 1 hour, steam and rinsing with water, and, steam and rinsing with 1% NaOH, respectively. Air-dried samples were, then, subjected to mill in order to get 40-60 mesh particles size, which was used for chemical components analyses. The results showed that steam and rinsing with water or 1% NaOH solution treatment reduced hemicellulose and extractive contents (dissolved in cold water, hot water, ethanol-benzene and NaOH 1% solution), whereas alpha-cellulose and lignin were relatively stable. Steam and rinsing treatment generally increased the pH value of bamboo samples.

**Keywords:** andong bamboo, chemical content, extractive content, rinse, steam

### Abstrak

Perlakuan *steam* dan pembilasan dengan air destilata dan larutan NaOH 1% pada *strand* bambu andong diketahui telah meningkatkan sifat fisis dan mekanis papan *strand* berorientasi (OSB) bambu andong. Peningkatan sifat-sifat OSB bambu tersebut diduga disebabkan oleh perubahan kadar komponen kimia bambu selama proses *steam* dan pembilasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur perubahan kadar komponen kimia bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*) akibat perlakuan *steam* dan pembilasan air atau larutan natrium hidroksida. Sampel bambu andong diambil dari bagian batang tanpa kulit dan buku. Perlakuan *strand* bambu terdiri atas *steam* pada suhu 126 °C selama 1 jam, *steam* dan pembilasan air, serta *steam* dan pembilasan NaOH 1%. Semua sampel dikering udarkan dan dijadikan serbuk 40-60 mesh untuk penentuan kadar komponen kimia bambu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *steam* dan pembilasan dapat menurunkan kadar hemiselulosa dan zat ekstraktif larut air dingin, air panas, etanol-benzena dan NaOH 1%, sedangkan alpha-selulosa dan lignin relatif stabil. Perlakuan *steam* dan pembilasan baik dengan air destilata maupun larutan NaOH 1% secara umum meningkat nilai pH bambu.

**Kata kunci:** bambu andong, komponen kimia, pembilasan, *steam*, zat ekstraktif

## Pendahuluan

Bambu memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan pengganti kayu. Laju pertumbuhan bambu lebih cepat dibandingkan dengan kayu sehingga memiliki daur masak panen yang pendek dan dapat ditanam dengan mudah hampir di setiap jenis tanah. Bambu juga memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi. Widjaya (2012) melaporkan di Indonesia terdapat 160 jenis bambu yang terdiri atas 122 jenis asli Indonesia dan 38 jenis hasil introduksi. Pada tahun 2015, Indonesia memproduksi bambu hingga 9,7 juta batang (BPS 2016). Salah satu jenis bambu yang terdapat di Indonesia adalah bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*). Bambu andong umumnya dimanfaatkan sebagai alat rumah tangga, barang kerajinan, dan bahan bangunan.

Pemanfaatan bambu masa kini telah berkembang dalam bentuk yang telah diolah dengan teknologi sederhana hingga teknologi tinggi. Salah satu jenis produk pengolahan bambu yang sedang dikembangkan adalah oriented *strand* board (OSB) bambu. OSB adalah papan komposit struktural yang terbuat dari partikel kayu berbentuk *strand* memanjang, tipis, dan tidak lebar yang disusun paralel satu sama lain dengan pengorientasian *strand* kayu, dikempa serta dibentuk dengan tekanan panas (SBA 2005). Bambu memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku untuk OSB karena memiliki sifat fisis dan mekanis yang baik (Febrianto *et al.* 2012). OSB dari bambu betung dan andong memiliki sifat-sifat yang lebih superior dibandingkan OSB dari bambu lainnya (Febrianto *et al.* 2015). Akan tetapi, OSB bambu memiliki ketahanan terhadap serangan rayap yang rendah (Ibrahim & Febrianto 2013).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas OSB bambu dengan memberikan perlakuan pada *strand*. Perlakuan *steam* pada *strand* menghasilkan OSB bambu dengan sifat fisis dan mekanis lebih baik dibandingkan dengan kontrol (Adrin *et al.* 2013, Maulana *et al.* 2016). Keawetan OSB bambu juga meningkat dengan perlakuan *steam* pada *strand* (Febrianto *et al.* 2013). Rowell *et al.* (2002) melaporkan bahwa perlakuan *steam* pada kayu meningkatkan sifat mekanis dan stabilisasi dimensi papan serat. Perlakuan *steam* dapat mengubah gula bebas pada kayu menjadi furan intermediet dan selanjutnya menjadi furan resin yang mampu meningkatkan kekuatan dan stabilitas dimensi produk yang dihasilkan. Perlakuan *steam* juga menurunkan kelarutan bambu dalam air dan NaOH 1% (Maulana *et al.* 2017), akan tetapi menghasilkan nilai pengembangan tebal OSB bambu yang belum memuaskan. Febrianto *et al.* (2017) menunjukkan bahwa sifat fisis dan mekanis, termasuk stabilitas dimensi, pada OSB bambu betung dan andong dapat ditingkatkan dengan perlakuan pembilasan dengan air atau larutan NaOH 1% setelah proses *steam*. Hal itu diduga terjadi karena zat ekstraktif pada permukaan *strand* yang terkumpul setelah proses *steam* terbilas oleh air dan larutan NaOH 1% sehingga terjadi kontak antara *strand* dan perekat yang lebih baik.

Modifikasi dengan perlakuan *steam* dan pembilasan setelah *steam* pada *strand* terbukti meningkatkan sifat-sifat OSB bambu, namun informasi mengenai perubahan kadar komponen kimia bambu baik struktural maupun nonstruktural akibat perlakuan tersebut belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikaji perubahan

kadar komponen kimia bambu andong akibat perlakuan *steam* dan pembilasan setelah proses *steam*.

### Bahan dan Metode

Bambu andong dipotong untuk menghilangkan bagian buku, kulit luar dan kulit dalam. Bambu dibelah menjadi bentuk *strand*. Perlakuan yang diberikan pada *strand* masing-masing adalah perlakuan *steam*, perlakuan *steam* dan pembilasan air, perlakuan *steam* dan pembilasan larutan NaOH 1%. Perlakuan *steam* dilakukan dalam alat *autoclave* dengan suhu 126 °C selama 60 menit. *Strand* kemudian digiling dengan alat *willey mill* dan serbuk disaring untuk memperoleh partikel berukuran 40-60 mesh. Pembuatan serbuk untuk analisis kimia ini mengacu pada standar *Technical Assosiation of the Pulp and Paper Industry* (TAPPI) T 246 om-88 mengenai penyiapan sampel uji kayu untuk analisis kimia.

Kadar komponen kimia bambu ditentukan dengan mengikuti standar. Penentuan kadar holoselulosa dan Alpha-selulosa mengacu pada Browning (1967). Penentuan kadar lignin mengacu pada standar TAPPI 222 om 88 dengan modifikasi (Dence 1992). Penentuan kadar zat ekstraktif terlarut air dingin mengacu pada standar TAPPI T 207 om 88. Penentuan kadar zat ekstraktif terlarut dalam NaOH 1% mengacu pada standar TAPPI T 212 om 88. Penentuan kadar zat ekstraktif mengacu pada standar TAPPI T 204 om 88.

Penentuan pH dilakukan menggunakan filtrat pada pengujian kelarutan dalam air panas. Filtrat pada pengujian kelarutan dalam air panas dimasukkan kedalam *beaker glass*. Filtrat kemudian diuji

dengan pH meter untuk menentukan nilai pH.

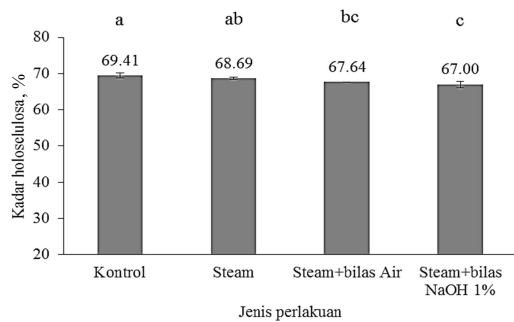
Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan metode Rancangan acak lengkap (RAL) sederhana faktor tunggal, yaitu jenis perlakuan dengan empat taraf (kontrol, *steam*, *steam*+bilas air, dan *steam*+bilas NaOH 1%). Pengaruh diuji pada taraf nyata 5%. Jika hasil analisis tersebut menunjukkan hasil yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut Duncan untuk melihat pengaruh yang berbeda nyata antar jenis perlakuan.

### Hasil dan Pembahasan

#### Kadar holoselulosa

Kadar holoselulosa pada bambu andong dengan berbagai perlakuan berkisar 67,00-69,41% (Gambar 1). Perlakuan *steam*, dan *steam* dengan pembilasan mampu menghilangkan sebagian holoselulosa bambu andong. Perlakuan pembilasan air dan NaOH efektif menghilangkan substansi yang terdegradasi selama proses *steam*. Kelarutan holoselulosa tertinggi dihasilkan dari perlakuan *steam* dan pembilasan NaOH 1%.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan *steam* dan pembilasan setelah *steam* berpengaruh nyata terhadap kadar holoselulosa bambu andong. Penurunan kadar holoselulosa pada bambu andong setelah perlakuan *steam* diduga karena hemiselulosa terdegradasi selama proses *steam*. Hemiselulosa kurang tahan terhadap degradasi termal karena memiliki bobot molekul rendah dan struktur bercabang (Fengel & Wegener 1984). Proses pembilasan dengan NaOH 1% setelah *steam* juga menyebabkan terlarutnya sebagian hemiselulosa (Sjostrom 1995).

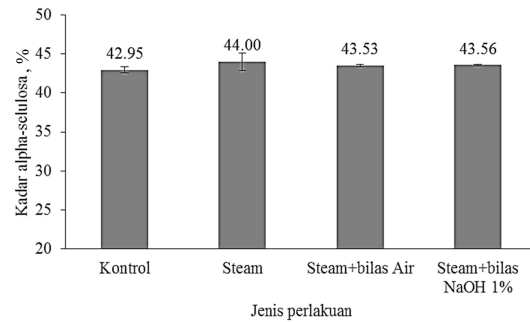


Gambar 1 Kadar holoselulosa bambu andong dengan berbagai perlakuan.

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan, kadar holoselulosa bambu andong kontrol berbeda nyata dengan kadar holoselulosa bambu andong *steam* dilanjutkan pembilasan dengan air atau NaOH 1%. Kadar holoselulosa bambu andong *steam* berbeda nyata dengan kadar holoselulosa bambu andong *steam* dilanjutkan pembilasan dengan NaOH 1%. Kadar holoselulosa bambu andong *steam* dilanjutkan pembilasan dengan air tidak berbeda nyata dengan kadar holoselulosa bambu andong *steam* dilanjutkan bilas NaOH 1%.

### Kadar alpha-selulosa

Kadar alpha-selulosa bambu andong dengan berbagai perlakuan berkisar 42,95-44,00% (Gambar 2). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan *steam* dan pembilasan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar alpha-selulosa bambu andong. Hal ini menunjukkan bahwa kadar alpha-selulosa relatif konstan. Perlakuan panas tidak mempengaruhi selulosa yang disebabkan sifat kristalinitas selulosa (Esteves & Pereira 2009). Selulosa memiliki struktur kristalin teratur yang memberikan stabilitas tinggi (Fengel & Wegener 1984). Selulosa tidak larut dalam NaOH encer (Huffman *et al.* 1971).

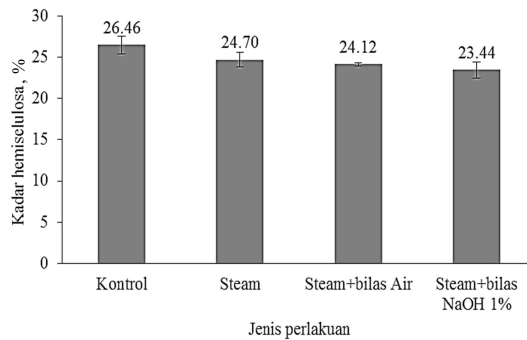


Gambar 2 Kadar alpha-selulosa bambu andong dengan berbagai perlakuan.

### Kadar hemiselulosa

Kadar hemiselulosa bambu andong dengan berbagai perlakuan berkisar 23,44-26,46% (Gambar 3). Kelarutan hemiselulosa tertinggi dihasilkan oleh bambu andong dengan perlakuan *steam* dan pembilasan NaOH 1%. Kelarutan tersebut menyebabkan kadar hemiselulosa bambu andong dengan perlakuan *steam* dan pembilasan NaOH 1% memiliki nilai terendah.

Penurunan kadar hemiselulosa disebabkan oleh larutnya sebagian hemiselulosa pada setiap perlakuan. Selama proses *steam*, hemiselulosa terdegradasi dan larut dalam uap air *steam*. Pembilasan bambu andong dengan NaOH 1% juga dapat melarutkan sebagian hemiselulosa. Larutan NaOH dapat melarutkan hemiselulosa dan lignin pada berbagai tingkat (Huffman *et al.* 1971). Meskipun demikian, hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan *steam* dan pembilasan tidak berpengaruh nyata pada kadar hemiselulosa bambu andong.



Gambar 3 Kadar hemiselulosa bambu andong dengan berbagai perlakuan.

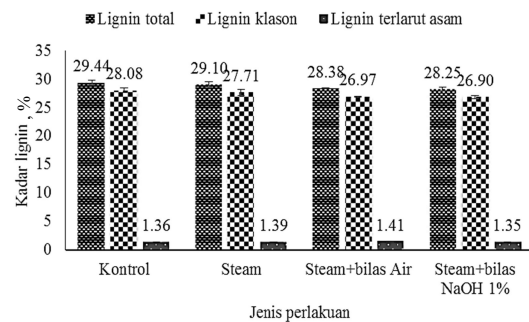
### Kadar lignin

Kadar lignin total, lignin klason dan lignin terlarut asam bambu andong dengan berbagai perlakuan masing-masing berkisar 28,25-29,44; 26,90-28,08; dan 1,35-1,41% (Gambar 4). Kadar lignin total dan lignin klason cenderung berkurang setelah perlakuan sedangkan kadar lignin terlarut asam relatif sama. Berkurangnya lignin klason diduga karena sebagian fraksi lignin berbobot molekul rendah terdegradasi selama perlakuan *steam* dan pembilasan.

Hasil analisis keragaman menunjukan bahwa tidak ada pengaruh yang nyata dari setiap perlakuan terhadap kadar lignin bambu andong. Hal ini menunjukkan kelarutan lignin selama perlakuan relatif kecil. Kelarutan lignin yang kecil disebabkan sifat lignin sebagai komponen penyusun dinding sel yang stabil terhadap pengaruh termal. Proses dekomposisi lignin mencakup rentang suhu yang tinggi, yaitu antara 200-600 °C (Xiao *et al.* 2001).

### Kadar zat ekstraktif terlarut air

Komponen yang terlarut dalam air terdiri atas tanin, gum, karbohidrat, zat warna, dan pati. Kadar zat ekstraktif terlarut dalam air dingin dan air panas masing-masing berkisar 4,79-8,11 dan 5,03-7,47% (Gambar 5).

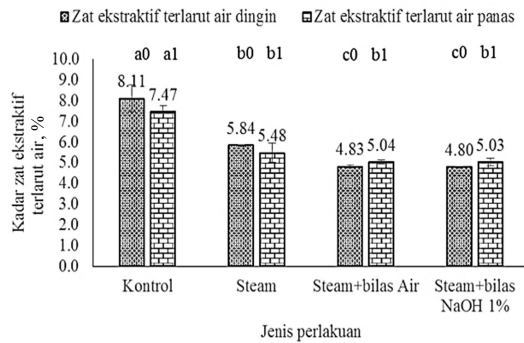


Gambar 4 Kadar lignin bambu andong dengan berbagai perlakuan.

Kadar zat ekstraktif terlarut air tertinggi terdapat pada bambu andong kontrol dan paling rendah terdapat pada bambu andong *steam* dilanjutkan pembilasan dengan NaOH 1%.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan *steam* dan pembilasan berpengaruh nyata terhadap kadar zat ekstraktif terlarut air dingin dan air panas. Kadar zat ekstraktif terlarut air dingin dan panas menurun akibat perlakuan *steam*. Hal ini menunjukkan adanya zat ekstraktif yang keluar selama proses *steam*. Perlakuan panas menurunkan kadar mono dan disakarida pada bambu *D. asper* dan *D. barbatus* (Bremer *et al.* 2013).

Perlakuan pembilasan setelah *steam* juga menurunkan kadar zat ekstraktif terlarut air. Perlakuan pembilasan setelah *steam* diduga menghilangkan zat ekstraktif yang keluar dan tersisa dipermukaan bamboo selama proses *steam*. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan kadar zat ekstraktif terlarut air dingin dan air panas bambu andong kontrol berbeda nyata dengan bambu andong dengan perlakuan. Kadar zat ekstraktif terlarut air dingin bambu andong *steam* berbeda nyata dengan bambu andong perlakuan *steam* dilanjutkan pembilasan dengan air maupun NaOH 1%, sedangkan kadar zat ekstraktif terlarut air panas antar perlakuan tidak berbeda nyata.

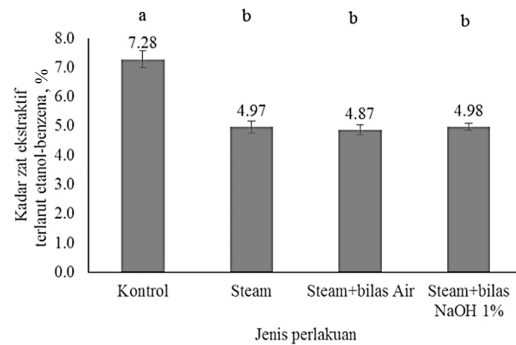


Gambar 5 Kadar zat ekstraktif terlarut air bambu andong dengan berbagai perlakuan. 0= uji lanjut Duncan kadar zat ekstraktif terlarut air dingin; 1= uji lanjut Duncan kadar zat ekstraktif terlarut air panas.

#### Kadar zat ekstraktif terlarut etanol-benzena

Komponen yang terlarut dalam pelarut etanol-benzena adalah lilin, lemak, minyak dan sedikit gum. Kadar zat ekstraktif terlarut etanol-benzena bambu andong dengan berbagai perlakuan berkisar 4,87-7,28% (Gambar 6). Kadar zat ekstraktif terlarut etanol benzena tertinggi terdapat pada bambu andong kontrol dan paling rendah terdapat pada bambu andong *steam* dilanjutkan pembilasan dengan air.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan pada bambu andong berpengaruh nyata terhadap kadar zat ekstraktif terlarut etanol-benzena. Penurunan kadar zat ekstraktif terjadi pada bambu andong dengan perlakuan *steam*. Hal ini menunjukkan adanya zat ekstraktif terlarut etanol benzena yang keluar dari bambu selama proses *steam*. Bremer *et al.* (2013) melaporkan bahwa zat ekstraktif pada bambu *D. asper* dan *D. barbatus* yang diberi perlakuan panas mengandung kadar monoterpen dan komponen karbonil dari minyak atsiri yang lebih rendah.

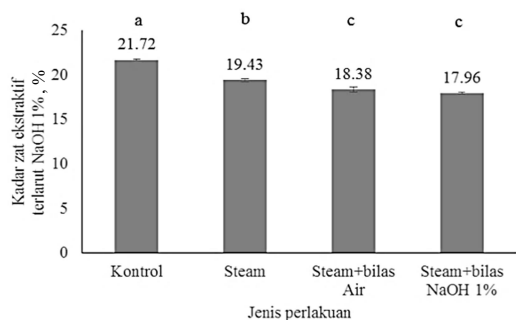


Gambar 6 Kadar zat ekstraktif terlarut etanol-benzena bambu andong dengan berbagai perlakuan. Huruf berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Beberapa zat ekstraktif terutama hidrokarbon volatil keluar dari kayu dibawah suhu 100 °C (Fengel & Wegener 1984). Lemak, lilin dan resin juga dapat terdekomposisi pada suhu yang lebih tinggi (Nuopponen *et al.* 2003). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar zat ekstraktif terlarut etanol-benzena pada bambu andong kontrol berbeda nyata dengan bambu andong dengan perlakuan. Kadar zat ekstraktif terlarut etanol-benzena bambu andong antar perlakuan tidak berbeda nyata.

#### Kadar zat ekstraktif terlarut NaOH 1%

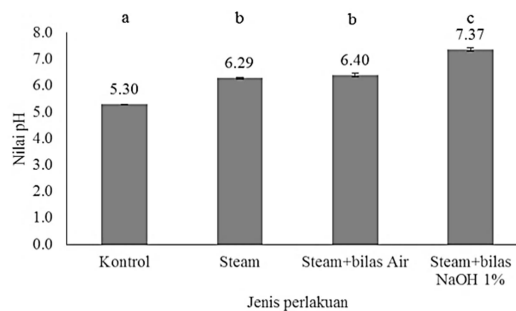
Pelarut NaOH 1% melarutkan zat ekstraktif, sebagian lignin, dan hemiselulosa berbobot molekul rendah. Kelarutan dalam NaOH 1% pada bambu andong berkisar 21,72-17,96% (Gambar 7). Kelarutan dalam NaOH 1% tertinggi terdapat pada bambu andong kontrol dan paling rendah terdapat pada bambu andong *steam* dilanjutkan dengan pembilasan NaOH 1%.



Gambar 7 Kadar zat ekstraktif terlarut NaOH 1% bambu andong dengan berbagai perlakuan. Huruf berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Hasil analisis keragaman menunjukkan perlakuan pada bambu andong berpengaruh nyata terhadap kelarutan dalam NaOH 1%. Gambar 7 menunjukkan adanya penurunan kelarutan dalam NaOH 1% pada bambu andong dengan perlakuan *steam* dan perlakuan *steam* dengan pembilasan. Penurunan diduga terjadi karena hemiselulosa dan zat ekstraktif terdegradasi selama proses *steam*.

Hemiselulosa merupakan komponen dinding sel yang pertama terpengaruh oleh perlakuan panas meskipun pada suhu rendah (Esteves & Pereira 2009). Hemiselulosa dan ekstraktif kemudian larut dalam larutan pembilas. Larutan NaOH 1% dapat melarutkan ekstraktif, sebagian hemiselulosa dan lignin berbobot molekul rendah (Sjostrom 1995). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar zat ekstraktif terlarut NaOH 1% bambu andong kontrol berbeda nyata dengan bambu andong yang diberi perlakuan. Bambu andong *steam* memiliki kadar zat ekstraktif terlarut NaOH 1% yang berbeda nyata dengan bambu andong *steam* dilanjutkan bilas air maupun NaOH 1%, sedangkan perlakuan bambu andong *steam* dilanjutkan bilas dengan air dengan bambu andong *steam* dilanjutkan bilas dengan NaOH 1% tidak berbeda nyata.



Gambar 8 Nilai pH bambu andong dengan berbagai perlakuan. Huruf berbeda menunjukkan nilai yang berbeda nyata.

Penurunan kadar zat ekstraktif terlarut air, etanol-benzena ataupun NaOH 1%, menjawab dugaan pada penelitian sebelumnya bahwa peningkatan sifat-sifat OSB bambu dengan modifikasi *steam* disebabkan oleh larutnya zat ekstraktif selama proses *steam* dan pembilasan. Zat ekstraktif dapat menghalangi penetrasi perekat pada partikel (*strand*) sehingga menghasilkan produk papan partikel (termasuk OSB) dengan kekuatan mekanis yang rendah (Maloney 1976). Febrianto *et al.* (2017) menunjukkan bahwa perlakuan *steam* dan pembilasan meningkatkan stabilitas dimensi dan sifat mekanis OSB bambu andong. Hal tersebut terjadi akibat adanya ikatan rekat yang lebih baik setelah zat ekstraktif yang dapat menghalangi proses perekatan keluar selama proses *steam* dan larut dalam pembilasan.

### Nilai pH

Hasil analisis keragaman menunjukkan perlakuan pada bambu andong berpengaruh nyata pada nilai pH bambu andong. Nilai pH bambu andong dengan berbagai perlakuan berkisar 5,30-7,37 (Gambar 8). Nilai pH pada bambu andong meningkat berurutan dari bambu dengan perlakuan *steam*, *steam* dan

pembilasan air, dan *steam* dan pembilasan NaOH 1%.

Peningkatan pH diduga terjadi akibat berkurangnya zat ekstraktif bersifat asam seperti lemak dan lilin. Lemak didefinisikan sebagai ester asam lemak dengan gliserol sedangkan lilin adalah ester asam lemak dengan alkohol yang lebih tinggi (Fengel & Wegener 1984). Perlakuan pembilasan dengan NaOH 1% yang bersifat basa juga diduga berperan dalam meningkatkan nilai pH bambu andong. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai pH pada bambu andong kontrol berbeda nyata dengan bambu andong dengan perlakuan. Sementara itu, bambu andong *steam* dilanjutkan pembilasan dengan NaOH 1% memiliki nilai pH yang berbeda nyata dengan bambu andong perlakuan lainnya.

Peningkatan nilai pH memiliki pengaruh positif terhadap proses perekatan OSB bambu andong. Peningkatan nilai pH sampai pH 8 memberikan tingkat polimerisasi dan waktu pengerasan yang lebih cepat pada perekat phenol-formaldehida (Pizzi *et al.* 2003). Proses perekatan yang lebih baik ini berkontribusi terhadap sifat fisis dan mekanis OSB bambu yang lebih baik pula. Modifikasi *steam* dan pembilasan yang dapat meningkatkan pH *strand* menghasilkan OSB bambu dengan sifat fisis dan mekanis yang lebih baik (Febrianto *et al.* 2017).

### Kesimpulan

Perlakuan *steam* pada bambu andong menyebabkan kadar holoselulosa dan hemiselulosa menurun, sedangkan kadar alpha-selulosa dan lignin relatif konstan. Kadar zat ekstraktif terlarut dalam air, etanol-benzena dan NaOH 1% menurun akibat perlakuan *steam*. Perlakuan

pembilasan dengan air atau NaOH 1% efektif melarutkan zat ekstraktif dan komponen kimia berbobot molekul rendah di permukaan bambu setelah proses *steam*. Perlakuan *steam* dan pembilasan dengan air atau NaOH 1% meningkatkan nilai pH bambu andong seiring berkurangnya zat ekstraktif yang bersifat asam.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi (DIKTI), Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah membiayai melalui Program PMDSU 2017.

### Daftar Pustaka

- Adrin, Febrianto F, Sadiyo S. 2013. Properties of oriented strand board prepared from steam treated bamboo strands under various adhesive combinations. *J Trop Wood Sci Technol.* 11(2):109-119.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. *Statistik Produksi Kehutanan*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Bremer M, Fischer S, Nguyen TC, Wagenführ A, Phuong LX, Dai VH. 2013. Effects of thermal modification on the properties of two Vietnamese bamboo species. Part II: effects on chemical composition. *Biores Technol.* 8(1):981-993.
- Browning BL. 1967. *Methods of Wood Chemistry*. New York: Interscience Publishers
- Dence CW. 1992. The Determination of Lignin. Di dalam: Lin SY, Dence CW, editors. *Methodes in Lignin Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag. hlm 33-61.



- Esteves B, Pereira H. 2008. Wood modification by heat treatment: A review. *BioResource*. 4(1): 370-404.
- Febrianto F, Jang JH, Lee SH, Santosa IA, Hidayat W, Kwon JH, Kim NH. 2015. Effect of bamboo species and resin content on properties of oriented strand board prepared from steam-treated bamboo strands. *BioResource*. 10(2): 2642-2655.
- Febrianto F, Purnamasari I, Arinana, Gumilang A, Kim NH, 2013. Steaming effect on natural durability of bamboo oriented strand board against termites and powder post beetle. *JITKT*. 11(2): 161-169.
- Febrianto F, Sahroni, Hidayat W, Bakar ES, Kwon GJ, Kwon JH, Kim NH. 2012. Properties of oriented strand board made from betung bamboo (*Dendrocalamus asper* (Schultes.f) Backer ex Heyne). *Wood Sci Technol*. 46:53-62.
- Febrianto F, Sumardi I, Hidayat W, Maulana S. 2017. *Papan Untai Bambu Berarah: Material Unggul untuk Komponen Bahan Bangunan Struktur*. Bogor: IPB Press.
- Fengel D, Wegener G. 1984. *Wood: Chemistry Ultrastructure Reactions*. Berlin-New York: Walter de Gruyter.
- Huffman JG, Kitts WD, Krishnamurti, CR. 1971. Effects of alkali treatment and gamma irradiation on the chemical composition and in vitro rumen digestibility of certain species of wood. *Can J Anim Sci*. 51(2):457-464.
- Ibrahim MA, Febrianto F. 2013. Properties of oriented strand board (OSB) made from mixing bamboo. *ARPN J. Sci. and Technol*.3(9): 937-962.
- Maloney TM. 1993. *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. San Francisco: Miller Freeman Inc.
- Maulana S, Busyra I, Fatrawana A, Hidayat W, Sari RK, Sumardi I, Wistara INJ, Lee SH, Kim NH, Febrianto F. 2017. Effects of Steam Treatment on Physical and Mechanical Properties of Bamboo Oriented Strand Board. *J.Korean Wood Sci. Technol*. 45(6), 872-882.
- Maulana S, Purusatama BD, Wistara NJ, Sumardi I, Febrianto F. 2016. Pengaruh perlakuan steam pada strand dan shelling ratio terhadap sifat fisis dan mekanis oriented strand board bambu. *JITKT*. 14(2):136-143.
- Nuopponen M, Vuorinen T, Jämsä S, Viitaniemi P. 2003. The effect of heat treatment on the behaviour of extractives in softwood studied by FTIR spectroscopic methods. *Wood Sci Technol*. 37:109-115.
- Pizzi A, Mittal KL. 2003. *Handbook of Adhesive Technology, Revised and Expanded*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Rowell R, Lange S, McSweeney J, Davis M. 2002. Modification of wood fiber using steam. *Proceeding of 6th Rim Bio-Based Composites Symposium & Workshop on the Chemical Modification of Cellulosics*; 2002 October; Oregon, USA. Oregon: Oregon State University. hlm 606-615.
- [SBA] Structural Board Association. 2005. *Oriented Strand Board in Wood Frame Construction*. Ottawa: Structural Board Association. Hlm 6.
- Sjostrom E. 1995. *Kimia Kayu, Dasar-dasar Penggunaan*. Edisi 2, Sastroharnidjojo, penerjemah;

- Prawirohatmodjo, editors.  
Yogyakarta: Gajah Mada University  
Pr. Terjemahan dari: *Wood Chemistry*.
- [TAPPI] Technical Association of the  
Pulp and Paper Industry. 1991. *TAPPI  
Test Methods. Vol.1*. Atlanta: TAPPI  
Pr.
- Widjaya EA. 2012. The Utilization of  
bamboo: At present and for the future.  
*Proceedings of International Seminar  
Strategies and Challenges on Bamboo  
and Potential Non Timber Forest  
Products (NTFP) Management and  
Utilization*; 2011 November 23-24;  
Bogor, Indonesia. Bogor: Center for  
Forest Productivity Improvement  
Research and Development. hlm 79-  
85.
- Xiao B, Sun X, Sun R. 2001. Chemical,  
structural, and thermal  
characterizations of alkali-soluble  
lignins and hemicelluloses, and  
cellulose from maize stems, rye straw,  
and rice straw. *Polym Degradation  
Stab.* 74(2):307-319.
- Riwayat naskah:  
Naskah masuk (*received*): 27 Agustus 2017  
Diterima (*accepted*): 11 November 2017