



Sifat Kimia dan Proksimat Kayu Tekan *Pinus merkusii*

Received 5th February 2021

Accepted 5th May 2021

Published 9th June 2021

Open Access

Adesna Fatrawana^a, Deni Setiawan^b, Erika Novriyanti^b, Deded Sarip Nawawi^b, Laswi Irmayanti^a, Nurhikmah^a^a Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun Ternate, Indonesia^b Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Indonesia* Corresponding E-mail: desnafatrawana@gmail.com

DOI: 10.35472/jsat.v5i1.414

Abstract: Basic properties of woods vary depending on species and in the same species influenced by genetic and environmental factors. Reaction wood formation during tree growth is followed by differences in properties of wood. This study aims to examine the differences chemical components content of compression wood and oposite of *Pinus merkusii* and their effect on the properties of wood as an energy material. Compression wood and oposite wood samples were taken from wood-disk and it was milled and screened to obtained 40-60 mesh wood meal. The chemical components content of compression wood and oposite wood were analyzed by referring to the TAPPI-1990 standard and the proximate analysis referred to the ASTM-1983 standard. The results showed that compression wood had lower content of cellulose and hemicellulose than oposite wood, while the lignin content of compression wood was higher than oposite wood. The solubility of wood in water from compression wood is lower, while the solubility in NaOH is 1% higher than that of oposite wood. Compression wood has a lower volatile content and higher fixed carbon than oposite wood so that the calorific value of compression wood is higher than that of oposite wood, and these characteristics of compression wood are influenced by high content of lignin and lower content of holocellulose compared to oposite wood.

Keywords: *compression wood, oposite wood, Pinus merkusii, chemical components, proximate analysis, calorific value*

Abstrak: Kayu memiliki sifat dasar bervariasi berdasarkan jenis, faktor genetik, dan lingkungan. Pembentukan kayu reaksi selama pertumbuhan pohon diikuti oleh perbedaan sifat dasar kayu. Penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan kadar komponen kimia kayu tekan dan oposit *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese dan pengaruhnya terhadap sifat kayu sebagai bahan energi. Sampel kayu tekan dan oposit diambil dari sortimen kayu berbentuk disk dibuat serbuk berukuran 40-60 mesh. Komponen kimia kayu tekan dan oposit diuji dengan merujuk pada standar TAPPI-1990 dan analisis proksimat merujuk pada standar ASTM-1983. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu tekan memiliki kadar selulosa dan hemiselulosa lebih rendah dibandingkan dengan kayu oposit, sedangkan kadar lignin kayu tekan lebih tinggi dibandingkan kayu oposit. Kelarutan zat ekstraktif kayu dalam air dari kayu tekan lebih rendah, sedangkan kelarutan zat ekstraktif dalam NaOH 1% lebih tinggi dibandingkan kayu oposit. Kayu tekan memiliki kadar zat terbang lebih rendah dan karbon terikat lebih tinggi dibandingkan dengan kayu oposit sehingga nilai kalor kayu tekan lebih tinggi dibandingkan kayu opositnya. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa karakteristik kayu tekan *Pinus merkusii* tersebut dipengaruhi oleh tingginya kadar lignin dan lebih rendahnya kadar holoselulosa dibandingkan dengan kayu oposit.

Kata Kunci : kayu tekan, kayu oposit, *Pinus merkusii*, komponen kimia, analisis proksimat, nilai kalor.

Pendahuluan

Latar Belakang

Sifat kimia kayu berpengaruh terhadap sifat kayu, pengolahan, dan penggunaan kayu. Perbedaan kadar komponen kimia dalam satu pohon dapat terjadi antar kayu normal dengan kayu reaksi. Kayu reaksi terbentuk selama pertumbuhan pohon sebagai respon terhadap pengaruh mekanis eksternal. Sifat kayu reaksi

berpengaruh terhadap penggunaan kayu antara lain pada penggunaan untuk konstruksi, panel kayu, energi, pulp dan kertas [1]. Kayu reaksi tekan (*Compression wood*) terbentuk pada jenis kayu *softwood* dan diketahui memiliki kadar lignin lebih tinggi, kadar selulosa dan hemiselulosa lebih rendah dibandingkan dengan kayu normal [2]. Posisi berbeda pada kayu reaksi memiliki kadar dan komposisi lignin berbeda, sehingga kemungkinan akan memiliki kualitas berbeda sebagai



bahan energi [3]. Pengukuran mutu biomassa untuk energi dapat dilakukan melalui uji proksimat biomassa sebagai bahan energi [4]. Kayu pinus adalah salah satu jenis kayu *softwood* yang banyak dikembangkan di hutan tanaman sehingga karakterisasi keragaman sifat dasar kayu pinus dapat menjadi dasar untuk pengembangan produk dan diversifikasi pemanfaatannya.

Biomassa kayu menjadi salah satu sumber energi alternatif karena bersifat terbarukan. Kualitas biomassa untuk energi ditentukan oleh kadar komponen kimianya yaitu selulosa, hemiselulosa, zat ekstraktif, dan abu. Kadar selulosa dan hemiselulosa selain berperan terhadap nilai kalor juga berpengaruh terhadap pembentukan zat menguap sebagai akibat tingginya fraksi oksigen, dan lignin serta ekstraktif berpengaruh positif terhadap nilai kalor [4].

Kayu tekan memiliki kadar lignin lebih tinggi dibandingkan dengan kayu normal sehingga dapat berkontribusi terhadap peningkatan nilai kalor biomassa kayu. [4] menyatakan bahwa biomassa dengan kadar lignin tinggi berpotensi baik untuk bahan energi karena kadar lignin tinggi berpengaruh terhadap peningkatan nilai kalor kayu. Penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan kadar komponen kimia kayu tekan dan oposit *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese dan pengaruhnya terhadap sifat kayu sebagai bahan energi.

Metode

Penyiapan Bahan

Penelitian dilakukan terhadap kayu tekan dan kayu oposit yang diambil dari bagian pangkal pohon Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) berdiameter ± 34 cm yang tumbuh miring di hutan tanaman Bogor Jawa Barat. Sampel kayu berbentuk disk dan bagian kayu tekan dan oposit diambil untuk dianalisis sifat kimia dan proksimatnya. Sampel uji dibuat serbuk dengan alat *Wiley mill* dan saringan bertingkat untuk memperoleh serbuk kayu berukuran 40-60 mesh. Kadar air sebut diuji sebagai faktor koreksi terhadap penentuan kadar komponen kimia berbasis berat kering tanur.

Pengujian Kadar Komponen Kimia

Pengujian kadar komponen holoselulosa dan selulosa merujuk pada prosedur Browning (1967). Pengujian kadar komponen lignin Klason mengacu pada [5], lignin terlarut asam (Dence 1990), zat ekstraktif terlarut dalam etanol-benzen 1:2 [5], zat ekstraktif terlarut dalam air

dingin dan air panas[5], dan zat ekstraktif terlarut dalam NaOH 1%[5].

Analisis Proksimat

Analisis proksimat terdiri atas pengujian kadar zat terbang diuji berdasarkan standar [6], kadar abu [7], kadar karbon terikat merupakan kandungan karbon dalam sampel selain fraksi zat terbang dan abu, dan nilai kalor kayu (kkal/kg).

Hasil dan Pembahasan

Kadar Komponen Kimia Kayu

Kayu tarik pinus memiliki kadar komponen kimia berbeda dibandingkan dengan kayu opositnya baik komponen kimia dinding sel maupun zat ekstraktif (Tabel 1). Kadar selulosa dan hemiselulosa kayu tekan lebih rendah, sedangkan kadar lignin lebih tinggi dibandingkan dengan kayu opositnya. Kayu reaksi tekan pada jenis kayu daun jarum umumnya memiliki kadar selulosa lebih rendah dibandingkan dengan kayu oposit dan kayu normal [8] dan selulosa kayu tekan memiliki fraksi kristalin lebih sedikit dibandingkan selulosa kayu normal [9].

Table 1 Kadar komponen kimia kayu tekan dan kayu oposit pinus

Komponen kimia	Sampel Kayu		Perbedaan
	Kayu oposit	Kayu tekan	
Holoselulosa (%)	70.22	57.88	12.34(-)
Selulosa (%)	55.40	50.65	4.75(-)
Hemiselulosa (%)	14.80	7.23	7.59(-)
Lignin Klason (%)	26.05	36.24	10.19(+)
Lignin Terlarut Asam (%)	0.15	0.14	0.01(≈)
Kelarutan Kayu :			
Etanol Benzene 1:2 (%)	9.07	8.95	0.12(-)
Air Dingin (%)	12.77	10.13	2.64(-)
Air Panas (%)	13.90	11.17	2.73(-)
NaOH 1% (%)	18.40	20.08	1.68(+)

Keterangan : (-) menurun, (+) bertambah, (≈) relatif sama dari kayu oposit ke kayu tekan

Hasil penelitian menunjukkan pula bahwa kadar hemiselulosa kayu tekan lebih rendah dibandingkan dengan kayu oposit sehingga secara total kadar holoselulosa kayu tekan juga lebih rendah dibandingkan dengan kayu oposit (Tabel 1). Hemiselulosa kayu daun jarum terutama disusun oleh galaktoglukomanan [10], dan berdasarkan strukturnya, hemiselulosa kayu tekan berkecenderungan memiliki kadar galaktosa lebih banyak, sedangkan kadar glukosa, manosa, dan arabinosa lebih rendah dibandingkan dengan kayu normal [8], [11].

Kadar lignin kayu tekan lebih tinggi dibandingkan dengan kayu oposit (Tabel 1). Tingginya kadar lignin merupakan salah satu sifat umum yang ditemukan dalam kayu tekan. Kadar lignin tinggi dalam kayu tidak disukai sebagai bahan baku pulp [12] tetapi kadar lignin tinggi berkontribusi positif terhadap peningkatan nilai kalor kayu [4]. Polimer lignin kayu tekan dicirikan oleh tingginya kadar unit p-hidroksifenil [3], [8] sehingga polimer lignin kayu tekan cenderung lebih rapat (*condensed*). Oleh sebab itu, kadar lignin tinggi dan sifat *condensed* dari polimer lignin menyebabkan kayu tekan lebih sulit didelignifikasi dalam proses pulping dibandingkan dengan lignin kayu normal [11], [12]. Kadar lignin terlarut asam kayu pinus sangat rendah berkisar 0,14-0,15%. Lignin kayu *softwood* merupakan lignin guaiasil yang disusul oleh unit guiasial dan p-hidroksifenil, sedangkan kadar lignin terlarut asam yang berkorelasi dengan unit siringil lignin yang absen dalam lignin kayu daun jarum [3].

Kadar zat ekstraktif kayu tekan berkecenderungan lebih rendah dibandingkan dengan kayu opositnya, kecuali kelarutan kayu dalam NaOH1% (Tabel1). Kadar zat ekstraktif bersifat non polar relatif hampir sama antara kayu tekan dan oposit. Kadar zat ekstraktif terlarut dalam air kayu tekan lebih rendah dibandingkan dengan kayu opositnya. Substansi zat ekstraktif kayu terlarut air panas antara lain tannin, gum, karbohidrat, zat warna dan pati, sedangkan zat ekstraktif terlarut air dingin hampir sama dengan air panas kecuali pati. [5]. Kelarutan kayu tekan dalam NaOH 1% lebih tinggi dibandingkan dengan kayu opositnya. Substansi ekstraktif terlarut NaOH 1% terutama dari polisakarida berbobot molekul rendah [5] sehingga diduga berhubungan dengan sifat amorf dari selulosa dan hemiselulosa. Selulosa pada kayu tekan memiliki fraksi kristalin lebih sedikit dibandingkan selulosa kayu normal [9].

Sifat Proksimat Kayu

Sampel kayu tekan dan oposit pinus dilakukan analisis proksimat untuk mengevaluasi pengaruh perbedaan kadar komponen kimia kayu terhadap sifat bahan sebagai bahan baku energi biomassa. Analisis proksimat merupakan metode pendekatan yang digunakan untuk menilai biomassa sebagai bahan energi. Analisis proksimat dievaluasi dengan kadar air, zat terbang, karbon terikat, abu, dan analisis pengaruhnya terhadap nilai kalor (Tabel 2).

Kadar air kesetimbangan kayu dan kadar abu tekan dan oposit hampir sama sehingga pengaruhnya terhadap perbedaan sifat proksimat homogen. Kadar air dan kadar abu dapat berpengaruh terhadap nilai kalor bersih pembakaran biomassa. Kadar zat terbang berpengaruh negatif negatif sedangkan kadar karbon terikat berpengaruh positif terhadap nilai kalor biomassa (Tabel 2). Sifat proksimat biomassa dipengaruhi oleh kadar komponen kimia biomassa. Selulosa dan hemiselulosa berpengaruh terhadap zat terbang, sedangkan lignin mengandung karbon tinggi dan oksigen rendah berpengaruh positif terhadap kadar karbon terikat dan nilai kalor [4].

Tabel 2 Sifat proksimat kayu tekan *Pinus merkusii*

Komponen kimia	Sampel Kayu		Perbedaan
	Kayu oposit	Kayu tekan	
Kadar air (%)	11.41	11.61	0.20(+)
Zat terbang (%)	82.24	77.69	4.55(-)
Karbon terikat (%)	17.62	22.18	4.56(+)
Abu (%)	0.14	0.13	0.01(≈)
Nilai Kalor (%)	4166	4953	787(+)

Keterangan : (-) menurun, (+) bertambah, (≈) relatif sama dari kayu oposit ke kayu tekan

Kadar zat terbang kayu tekan lebih rendah dibandingkan dengan kayu opositnya. Zat terbang merupakan produk degradasi termal komponen kimia kayu. Selulosa dan hemiselulosa adalah karbohidrat bersifat polihidroksi yang mengandung oksigen tinggi sehingga menyebabkan tingginya kadar zat terbang saat pembakaran. Kadar zat terbang tinggi umumnya bersosiasi dengan rendahnya kadar karbon terikat dan berpengaruh terhadap rendahnya nilai kalor [4], [13]. Kayu tekan memiliki kadar selulosa dan hemiselulosa lebih rendah dibandingkan kayu opositnya (Tabel 1) Lignin bersifat fenolik berkadar oksigen rendah [12] sehingga berpengaruh kecil terhadap zat terbang [4]. Karena kadar lignin memiliki kadar oksigen yang lebih rendah dibandingkan dengan hemiselulosa maka hemiselulosa yang akan terbakar terlebih dahulu. Kadar zat terbang biomassa kayu umumnya sekitar 84% dan kadar air biomassa dibawah 12% baik untuk bahan energi [14].

Kadar karbon terikat merupakan fraksi karbon dalam biomassa selain kadar abu, air, dan zat terbang. Karbon terikat berkorelasi positif dengan nilai kalor. Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh kadar lignin. Kayu tekan memiliki kadar lignin lebih tinggi dibandingkan dengan kayu opositnya, dan konsisten dengan perbedaan kadar

karbon terikat (Tabel 1 dan 2). Lignin merupakan fenolik yang kayak akan karbon dengan oksigen rendah sehingga kontribusinya besar terhadap kadar karbon terikat dan nilai kalor biomassa [4]. Secara umum kadar karbon terikat biomassa sekitar 16% sehingga kayu pinus sangat baik untuk bahan energi biomassa karena memiliki kadar karbon terikat diatas 17% bahkan diatas 22% untuk kayu tekan. kadar karbon terikat dalam biomassa untuk bahan energi minimal 16% [14].

Kadar abu berpengaruh negatif terhadap nilai kalor karena mineral tidak menghasilkan panas saat proses pembakaran dan menyebabkan proporsi bobot bahan organik dalam biomassa berkurang sehingga untuk bobot total yang sama maka nilai kalor pembakaran menjadi lebih rendah. Bahan mineral dalam kayu umumnya terdiri atas kalsium, kalium, magnesium, dan ditambah silika terutama untuk jenis kayu tropis [12].

Nilai kalor kayu tekan lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor kayu oposit masing-masing 4166 kkal/kg dan 4953 kkal/kg. Penelitian [14] menunjukkan nilai kalor kayu berkisar 4396 kkal/kg. Tingginya nilai kalor kayu tekan dipengaruhi oleh tingginya kadar karbon terikat dan rendahnya kadar zat terbang yang berkaitan dengan tingginya kadar lignin dan rendahnya kadar holoselulosa (Tabel 1 dan 2).

Nilai kalor merupakan hasil interaksi dari komponen kimia penyusun biomassa. Nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air, zat ekstraktif, komponen dinding sel kayu, dan jenis kayu [4]. Nilai kalor berkorelasi positif dengan kadar lignin dan zat ekstraktif [15], sedangkan holoselulosa berpengaruh relatif kecil terhadap nilai kalor karena adanya komponen hemiselulosa yang bersifat amorf dengan kadar oksigen tinggi. Lignin dan ekstraktif memiliki nilai kalor sekitar 6480 kkal/kg dan 6408 kkal/kg, dan lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor holoselulosa 4152 kkal/kg [16].

Zat ekstraktif terlarut etanol/benzena hampir sama sekitar 9%, tetapi zat ekstraktif terlarut air pada kayu tekan kayu tekan lebih rendah dibandingkan dengan kayu oposit. Substansi ekstraktif terlarut air antara lain gula sederhana, pati, gum yang dapat berpengaruh terhadap tingginya zat terbang sehingga menurunkan nilai kalor.

Kesimpulan

Kayu tekan *Pinus merkusii* memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu opositnya. Hal ini disebabkan karena kayu tekan memiliki kadar lignin dan

karbon terikat yang lebih tinggi serta kadar zat terbang dan holoselulosa yang lebih rendah dari kayu opositnya.

Conflicts of interest

There are no conflicts to declare.

References

- [1] A. Tarmian and M. Azadfallah, "Variation of cell features and chemical composition in spruce consisting of opposite, normal, and compression wood," *BioResources*, vol. 4, no. 1, pp. 194–204, 2009, doi: 10.15376/biores.4.1.194-204.
- [2] H. Önerud and G. Gellerstedt, "Inhomogeneities in the chemical structure of hardwood lignins," *Holzforschung*, vol. 57, no. 3, pp. 255–265, 2003, doi: 10.1515/HF.2003.039.
- [3] D. S. Nawawi, T. Akiyama, W. Syafii, and Y. Matsumoto, "Characteristic of β -O-4 structures in different reaction wood lignins of *Eusideroxylon zwageri* T. et B. and four other woody species," *Holzforschung*, vol. 71, no. 1, pp. 11–20, 2017, doi: 10.1515/hf-2016-0100.
- [4] P. Basu, *Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory*. New York: Elsevier, 2010.
- [5] Technical Association of The Pulp and Paper Industry, *TAPPI Test Methods*. Atlanta: TAPPI Press, 1996.
- [6] American Society for Testing Material, *ASTM E-872. Test Method for Volatile Matter in the Analysis of Particulate Wood Fuels*. West Conshoken (US): ASTM International, 1998.
- [7] American Society for Testing Material, *ASTM D-1102. Test Method for Ash in Wood*. West Conshoken (US): ASTM International, 1998.
- [8] T. E. Timell, *Compression Wood in Gymnosperms*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1986.
- [9] Y. Wang, J. Gril, B. Clair, K. Minato, and J. Sugiyama, "Wood properties and chemical composition of the eccentric growth branch of *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*," *Trees - Struct. Funct.*, vol. 24, no. 3, pp. 541–549, 2010, doi: 10.1007/s00468-010-0425-x.
- [10] E. Sjostrom, *Wood Chemistry: Fundamental and Application*, 2nd ed. San Diego (US): Academic Press, 1993.
- [11] T. F. Yeh, J. L. Braun, B. Goldfarb, H. M. Chang, and J. F. Kadla, "Morphological and chemical variations between juvenile wood, mature wood, and compression wood of loblolly pine (*Pinus taeda* L.)," *Holzforschung*, vol. 60, no. 1, pp. 1–8, 2006, doi: 10.1515/HF.2006.001.
- [12] D. Fengel and G. Wegener, *Wood: Chemistry Ultrastructure and Reactions*. Berlin (DE): Walter de Gruyter & Co, 1984.
- [13] Y. Yuniarti, "Briket Arang Dari Serbuk Gergajian Kayu Meranti Dan Arang Kayu Galam," *J. Ris. Ind. Has. Hutan*, vol. 3, no. 2, p. 38, 2011, doi: 10.24111/jrihh.v3i2.1194.

- [14] R. Stahl, E. Henrich, H. Gehrman, S. Vodegel, and M. Koch, *Definition of Standard Biomass*. Karlsruhe (DE): Forschungszentrum Karlsruhe, 2004.
- [15] A. Demirbaş, "Relationships between lignin contents and fixed carbon contents of biomass samples," *Energy Convers. Manag.*, vol. 44, no. 9, pp. 1481–1486, 2003, doi: 10.1016/S0196-8904(02)00168-1.
- [16] H. Yang, R. Yan, H. Chen, D. H. Lee, and C. Zheng, "Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis," *Fuel*, vol. 86, no. 12–13, pp. 1781–1788, 2007, doi: 10.1016/j.fuel.2006.12.013.