

PERANAN KOMPONEN EKSTRAKTIF KAYU DALAM MENGURANGI PEMANASAN GLOBAL

The Role of Wood Extractive Component to Decrease Global Warming

Sushardi

Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

ABSTRACT

Global warming is happened cause by prolonged drought, forest fires, floods and landslides. High carbon emissions from industries, burning of forests and peatlands exacerbate these conditions. Excessive gas emission has the potential to be a barrier to the reflection of infrared rays from the earth into the atmosphere and it has a warming effect, which is then called the greenhouse effect. Wood is one of the plants that have extractive components that can absorb carbon emissions most effectively. The study aims to determine the extractive components of sengon and johar wood that can capture formaldehyde emissions. The research design used a one-factor Complete Randomized Design, namely the type of sengon wood and johar wood with analyzed using the SPSS program. The parameters observed were specific gravity, extractive content and formaldehyde emission. The results showed that sengon and johar wood types had different specific gravity, extractive content and formaldehyde emission. The average density of sengon wood is 0,236, extractive which is soluble in cold water 3,653%, in hot water 4,158%, soluble alcohol bensen 3,660%, and formaldehyde emission 0,927 ppm. The average density of johar wood is 0.650, extractive which is soluble in cold water 5.020%, in hot water 8.740%, soluble alcohol bensen 10.310% and formaldehyde emission 0.473 ppm. Extractive components that play an important role in absorbing carbon emissions are extractive components that dissolve in cold water and hot water, where the extractive component contains polar organic compounds, such as sugar, dyes, tannin, gum, protein and starch.

Keywords: *Extractive, global warming, formaldehyde emissions*

PENDAHULUAN

Pemanasan global (global warming) merupakan pemanasan bumi yang bersifat menyeluruh dan telah menjadi salah satu penyebab anomali iklim dengan musim hujan dan kemarau yang lebih panjang dari biasanya (La-nina dan El-nino). Kondisi ini menyebabkan kekeringan berkepanjangan, kebakaran hutan, banjir dan tanah longsor.

Penelusuran lebih lanjut menunjukkan bahwa tingkat emisi karbon yang dihasilkan industri, pembakaran hutan dan lahan gambut semakin tinggi. Emisi gas yang berlebihan berpotensi sebagai penghalang pantulan sinar infra merah dari bumi ke atmosfer sehingga menimbulkan efek pemanasan, yang kemudian disebut efek rumah kaca (Anonim, 2007a ; 2007b dan 2008)

Salah satu ekosistem yang dapat mengurangi pemanasan global adalah tumbuh-tumbuhan. Hal ini disebabkan tumbuh-tumbuhan merupakan penyerap emisi karbon yang paling efektif. Tumbuh-tumbuhan yang didalamnya adalah kayu mempunyai komponen ekstraktif yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menyerap emisi karbon. Untuk mengetahui komponen ekstraktif yang berperan penting dalam menyerap emisi karbon perlu dilakukan penelitian tentang Peranan Komponen Ekstraktif Kayu Dalam Mengurangi Pemanasan Global (Global Warming).

Untuk meningkatkan penggunaan kayu Sengon dan Johar sesuai dengan sifat-sifatnya maka perlu diadakan penelitian tentang sifat dasar kayu tersebut, sehingga pemanfaatannya dapat optimal sesuai dengan sifatnya. Salah satu sifat dasar kayu yang sangat penting untuk diketahui adalah kadar ekstraktif kayu. Kadar ekstraktif kayu mempunyai korelasi yang positif, dimana terdapat komponen ekstraktif yang berperan penting terhadap emisi formaldehida yang dihasilkan dari produk perekatan. Komponen ekstraktif kayu mempunyai peranan penting dalam menyerap emisi karbon khususnya emisi formaldehida yang dihasilkan dari produk perekatan. Emisi formadehida adalah pengeluaran gas formadehida yang berasal dari formaldehida bebas. Emisi formaldehida sangat berpengaruh nyata terhadap kesehatan manusia. Usaha-usaha untuk mengurangi emisi formaldehida yang perlu dilakukan, antara lain penggunaan bahan baku kayu yang dapat mengurangi emisi formaldehida, salah satu diantaranya dengan mengetahui komponen ekstraktif bahan baku kayu pengeringan (Hillis, 1950 dalam Sudradjat, 1997).

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat Penelitian

Kayu yang digunakan adalah kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) umur 10 tahun diperoleh dari Desa Maguwoharjo Kabupaten Sleman dan kayu johar (*Cassia siamea* LAMK) umur 27 tahun diperoleh dari Desa Ngawen Kabupaten Sleman. Contoh uji berat jenis berukuran 1,9 x 2,5 x 5 cm dan ekstraktif kayu berupa serbuk gergaji yang diayak dengan saringan serbuk kayu berukuran +40 /-60 mesh (lolos saringan 40 mesh tertahan saringan 60 mesh). Alat-alat yang digunakan chain saw, Soxhlet, oven, kaliper, desikator, waterbath dan lain-lain.

B. Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan contoh uji untuk pengujian berat jenis dan ekstraktif kayu dari masing – masing bagian diambil dengan tebal 15 cm (disk). Pengujian berat jenis kayu dilakukan dengan cara contoh uji diukur dimensinya dalam keadaan kering udara (Vku), selanjutnya dikering tanurkan pada suhu 103±2oC, sehingga diperoleh berat kering tanur (Bkt). Berat jenis dihitung dengan rumus (Karnasudirdja, 1992) :

$$B_{jku} = \frac{Bkt / Vku}{R \text{ Air}}$$

Keterangan : B_{jku} = berat jenis kayu kering udara

B_{kt} = berat kering tanur (g)

V_{ku} = volume kering udara (cm³)

$$R_{\text{Air}} = \text{kerapatan air pada } 40^{\circ}\text{C} \text{ (1 g/cm}^3\text{)}$$

Kadar ekstraktif kayu yang diteliti meliputi kadar ekstraktif larut dalam air dingin, kadar ekstraktif larut dalam air panas dan kadar ekstraktif larut dalam alkohol bensen. Sebelum menentukan kadar ekstraktif kayu, terlebih dahulu menentukan kadar air serbuk kayu, dengan cara mengeringkan 2,0 g serbuk kayu sampai beratnya konstan pada suhu $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Kadar air dihitung dengan rumus (Anonim, 1998 dalam Sushardi, 2013a) :

$$K_a \text{ (\%)} = \frac{B_a - B_{kt}}{B_{kt}} \times 100$$

Keterangan : K_a = kadar air serbuk kayu (%)
 B_{kt} = berat kering tanur serbuk kayu (g)
 B_a = berat kering udara serbuk kayu (g)

Metode pengujian dan penilaian emisi formaldehida dilakukan menurut standar Amerika/IHPA (Anonim, 1981 dalam Sushardi, 2010).

C. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah percobaan faktorial dengan sepuluh ulangan yang diatur dalam Rancangan Acak Lengkap atau Completely Randomized Design (CRD), yang terdiri dari 1 faktor, yaitu jenis kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) dan kayu johar (*Cassia siamea* Lamk). Berdasarkan faktor tersebut dapat dibuat kombinasi perlakuan 2×10 ulangan = 20 sampel. Untuk mempercepat analisis, data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan program SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Berat Jenis

Hasil penelitian nilai rata-rata berat jenis, ekstraktif kayu dan emisi formaldehida kayu sengon dan kayu johar dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai rata-rata berat jenis kayu sengon berkisar antara 0,22 – 0,25 (Sushardi, 2003). Kayu sengon termasuk kayu ringan dengan berat jenis rata-rata 0,33 dan kelas kuat IV –V dan kelas awet IV –V (Oey Djoen Seng, 1990 ; Mandang dan Pandit, 1997). Kayu sengon telah digunakan oleh masyarakat secara luas, seperti ; papan perumahan dan konstruksi ringan (Pandit, 1988). Disamping sebagai bahan bangunan (papan, tiang, kaso dan lain-lain), kayu sengon juga digunakan pada industri seperti kayu lapis, papan partikel, papan serat, papan semen wol kayu, papan sambung, pulp dan kertas, kelom, barang kerajinan, dan lain-lain (Mandang dan Pandit, 1997 ; Gustam, 1998).

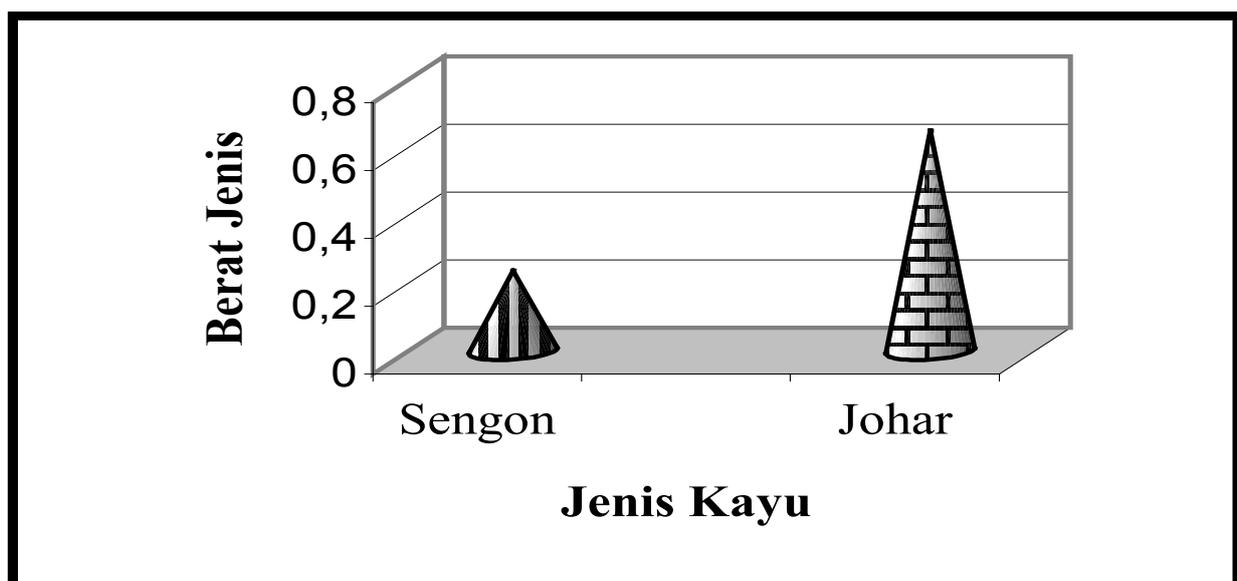
**Tabel 1. Nilai Berat Jenis, Kadar Ekstraktif dan Emisi Formaldehida
Kayu Sengon dan Johar**

| No | Parameter | Jenis Kayu | |
|-----|---------------------------------------|------------|----------|
| | | Sengon | Johar |
| 01. | Berat jenis | 0,236 a | 0,650 b |
| 02. | Kadar ekstraktif larut air dingin | 3,653 c | 5,020 d |
| 03. | Kadar ekstraktif larut air panas | 4,158 e | 8,740 f |
| 04. | Kadar ekstraktif larut alkohol bensen | 3,660 g | 10,310 h |
| 05. | Emisi formaldehida | 0,927 i | 0,473 j |

Keterangan : Angka diikuti huruf yang sama pada masing-masing faktor dan parameter menunjukkan tidak ada beda nyata

Nilai rata-rata berat jenis kayu johar berkisar antara 0,68 sampai 0,96. Kayu teras johar berwarna coklat tua, kayu gubal berwarna coklat muda, dengan tekstur kayu agak kasar, arah seratnya lurus dan berpadu (Martawijaya et al, 1989; Rochayah, 2000). Kayu yang masih muda warnanya putih dengan garis hitam, sedangkan yang lebih tua warnanya gelap indah (Heyne, 1987). Kayu johar termasuk

dalam kelas keawetan III, kelas kekuatan II - III dengan berat jenis 0,63 (0,52 – 0,73) (Oey Djoen Seng, 1990 ; Mandang dan Pandit, 1997). Kayu johar digunakan sebagai bahan perabot rumah tangga, mebel dan bahan bangunan lainnya (Mandang dan Pandit, 1997). Hubungan jenis kayu sengon dan johar dengan berat jenis kayu dapat dilihat pada Gambar 1.



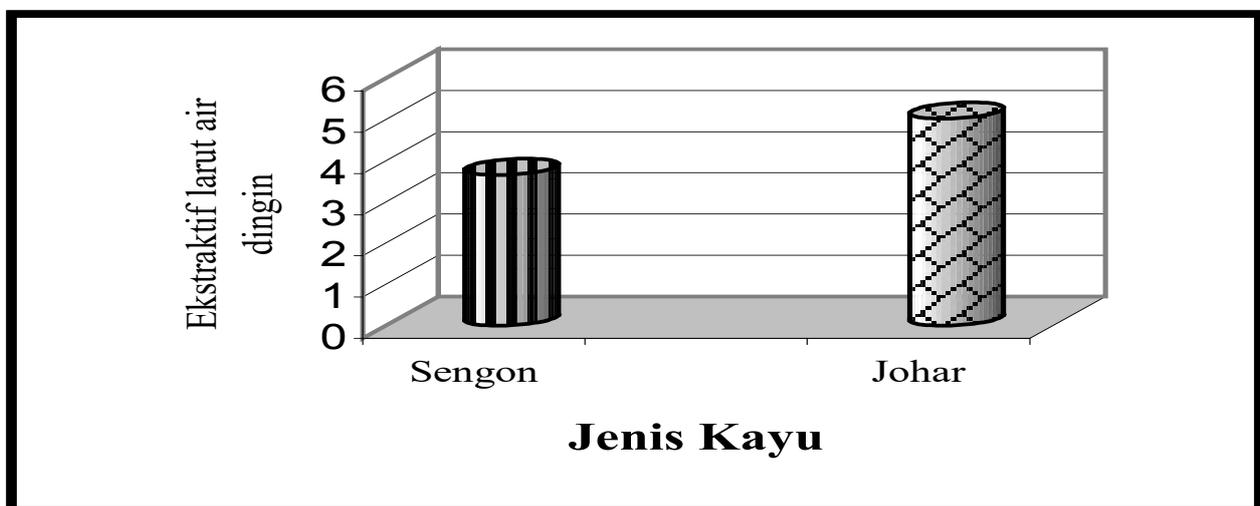
Gambar 1. Hubungan Jenis Kayu Sengon dan Johar terhadap Berat Jenis

Kayu berdasarkan berat jenisnya dibedakan menjadi tiga yaitu kayu dengan berat ringan, bila berat jenisnya kurang dari 0,36, kayu dengan berat jenis sedang memiliki berat jenis 0,36 – 0,56, kayu dengan berat jenis tinggi lebih dari 0,56. Berat jenis dapat memberikan petunjuk akan kekuatan kayu. Berdasarkan berat jenisnya kayu sengon termasuk kedalam berat jenis ringan, sedangkan johar termasuk kayu dengan berat jenis tinggi. Berat jenis merupakan faktor yang penting dalam penentuan kualitas kayu. Pada umumnya kayu dengan berat jenis yang tinggi akan mempunyai kekuatan yang tinggi dan sebaliknya (Dinwoodie, 1981). Kayu yang mempunyai berat jenis tinggi memiliki kekuatan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kayu yang mempunyai berat jenis yang lebih rendah. Makin tinggi berat jenis kayu makin tebal dinding selnya, sehingga memerlukan tekanan yang relatif lebih besar untuk memecahkannya (Sutigno, 1995). Berat

jenis berhubungan erat dengan kekuatan rekat atau keteguhan rekat kayu. Hal ini berarti bahwa dengan kenaikan berat jenis kayu yang direkat kekuatan rekat kayu diharapkan lebih tinggi pula (Brown et al, 1952; Freeman,1959; Bodig,1962).

B. Ekstraktif Larut Dalam Air Dingin

Nilai rata-rata ekstraktif larut dalam air dingin kayu sengon 3,653 % dan kayu johar 5,020 %. Menurut Martawijaya et al (1989) kadar ekstraktif kayu sengon yang larut dalam air dingin antara 3,37 - 4,40%, sedangkan kisaran kadar ekstraktif larut air dingin kayu johar 5,31 – 6,58 %. Menurut Tsoumis (1991) kadar ekstraktif larut dalam air dingin untuk kelompok kayu keras antara 0,20 - 8,9 %. Hubungan jenis kayu sengon dan johar dengan ekstraktif larut dalam air dingin kayu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Jenis Kayu Sengon dan Johar terhadap Ekstraktif Larut dalam Air Dingin

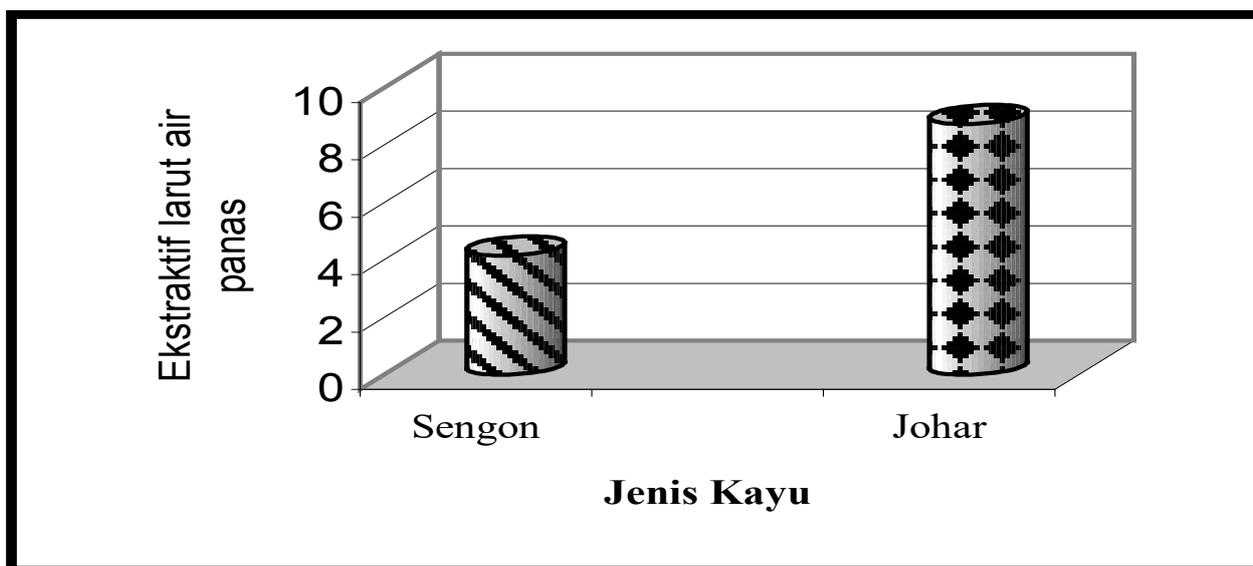
Brown et al (1952) mengemukakan bahwa ekstraktif adalah zat dalam kayu yang dapat dihilangkan dengan pelarutan netral, seperti; alkohol, air panas dan dingin, bensen, ether atau dengan penguapan. Zat-zat yang ada di

dalamnya termasuk minyak-minyak, resin, pektin, lilin, lemak, tannin, gula, pati, zat warna dan asam-asam organik yang jumlahnya 3 – 8 % (Soenardi, 1997).

C. Ekstraktif Larut Dalam Air Panas

Nilai rata-rata ekstraktif larut dalam air panas kayu sengon 4,158 % dan kayu johan 8,740 %. Kadar ekstraktif kayu sengon yang larut dalam air panas antara 3,96 - 7,49 %, sedangkan kayu johan 8,49 – 10,66 % (Martawijaya et al, 1989). Rowell (1984) mengelompokkan ekstraktif kayu berdasarkan kelarutannya dalam pelarut,

yaitu; ekstraktif dengan ether dan alkohol bensen banyak melarutkan bahan polar (berupa bahan organik) dan non polar (lemak, resin, minyak dan sterol); ekstraktif dengan air panas terutama melarutkan garam organik, polisakarida dan starch. Hubungan jenis kayu sengon dan johan dengan ekstraktif larut dalam air panas kayu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Jenis Kayu Sengon dan Johan terhadap Ekstraktif Larut dalam Air Panas

Menurut Tsoumis (1991) kadar ekstraktif larut dalam air panas kelompok kayu keras antara 0,3 – 11,0 %. Zat ekstraktif yang larut dalam air adalah gula, zat warna, tannin, gum dan pati sedangkan yang larut dalam pelarut organik adalah resin, lemak lilin dan tannin (Wise, 1994). Sejumlah ekstraktif dapat tinggal di dalam air yang terdapat di dalam rongga sel kayu teras, dimana kayu teras terdapat pada kayu bagian dekat hati sehingga kadar ekstraktifnya lebih tinggi dibandingkan dekat kulit (Haygreen dan Bowyer, 1996).

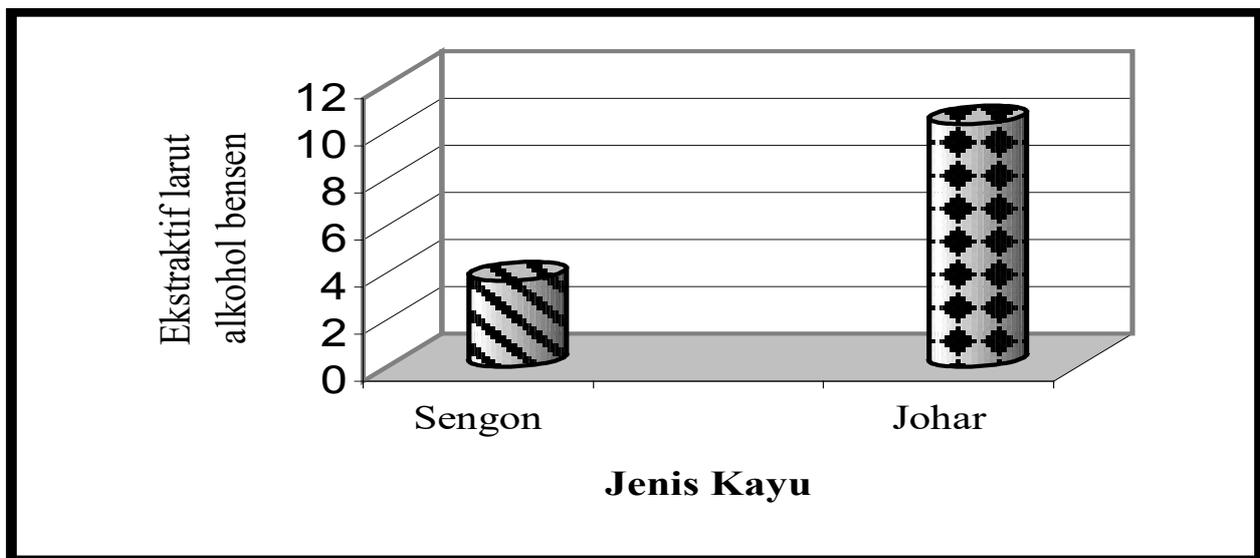
D. Ekstraktif Larut Dalam Alkohol Bensen

Nilai rata-rata ekstraktif larut dalam alkohol bensen kayu sengon 3,660 %, sedangkan pada kayu johan 10,310 %. Kadar ekstraktif kayu sengon yang larut dalam larutan alkohol bensen antara 3,33 - 5,86 %, sedangkan kayu johan antara 5,55 – 10,81% (Martawijaya et al, 1989; Rochayah, 2000). Menurut Tsoumis (1991) kadar ekstraktif larut dalam larutan alkohol bensen kelompok kayu keras antara 0,1 – 7,7 %.

Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa sejumlah ekstraktif dapat tinggal di dalam air yang terdapat di dalam rongga sel kayu teras. Zat ekstraktif tidak termasuk bagian

dari struktur dinding sel tetapi terdapat dalam rongga sel (Dumanauw, 1990). Dari sekian jenis penyusun ekstraktif kayu, asam lemak (fatty acid), asam lemak (resin acid) ini sangat berpengaruh terhadap sifat perekatan. Kayu yang mengandung bahan-bahan karbohidrat, resin atau bahan-bahan yang berlemak dalam jumlah tinggi mengakibatkan permukaan kayu hidrophobic. Pada keadaan demikian

menyebabkan penetrasi bahan perekat terganggu dan perekatan menjadi tidak maksimal. Ekstraktif kayu terdapat dalam jumlah kecil didalam kayu tetapi mampu menentukan keberhasilan perekatan (Prayitno, 1996). Hubungan jenis kayu sengon dan johar dengan ekstraktif larut dalam larut alkohol bensen dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan Jenis Kayu Sengon dan Johar terhadap Ekstraktif Larut dalam Alkohol Bensen

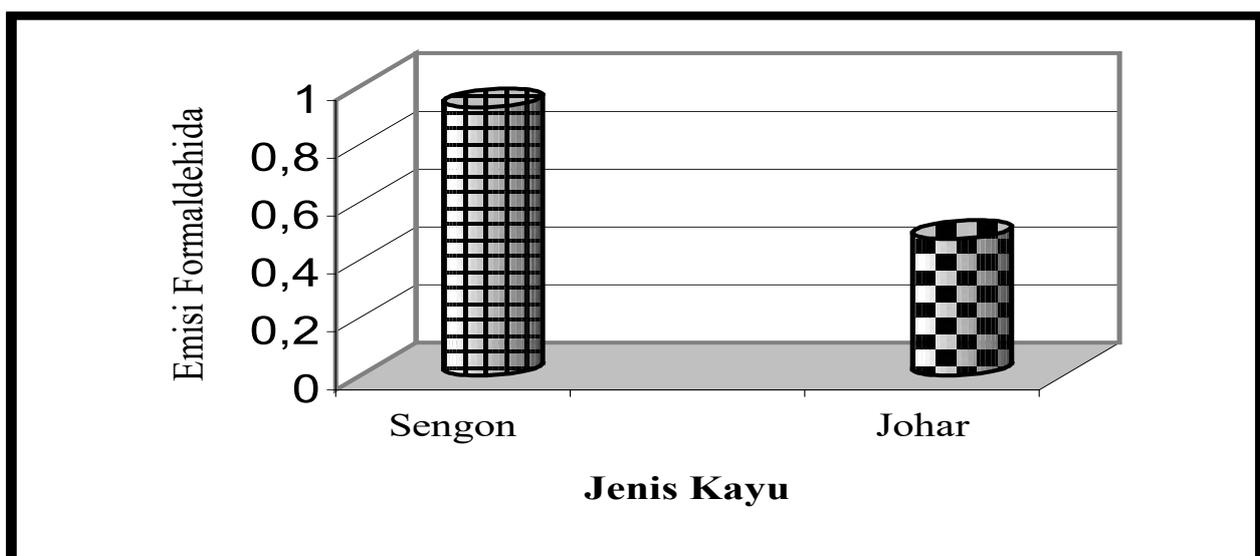
Zat Ekstraktif kayu dapat mengurangi keteguhan rekat karena antara lain menghalangi perekat untuk bereaksi dengan komponen dalam dinding sel dari kayu seperti selulosa (Sutigno, 1988). Ekstraktif kayu dapat merupakan penghambat serius bagi ikatan perekat bila terdapat dalam jumlah yang besar. Namun demikian kandungan ekstraktif yang rendahpun dapat menghambat perekatan kayu apabila ekstraktif kayu terkonsentrasi pada permukaan kayu. Ekstraktif kayu sangat mengganggu proses perekatan sehingga bila ekstraktif dikurangi dapat meningkatkan keteguhan rekat kayu yang bersangkutan (Collet, 1972 ; Chen, 1970 dalam Prayitno, 1996). Peranan ekstraktif dari

kelompok asam lemak dan asam-asam resin sangat penting di dalam perekatan kayulapis karena dapat menghambat penetrasi perekat ke dalam kayu (Prayitno, 1996). Adanya ekstraktif di dalam kayu dapat menghambat tahap-tahap pembuatan kayulapis (Hillis, 1950 dalam Sudradjat, 1997). Pada kayu yang masih basah ekstraktif polar dan non polar (lemak dan asam resin) dapat berpindah dan berkumpul pada permukaan kayu selama proses pengeringan (Evan and Halvorson, 1962 dalam Sutigno, 1995). Kayu yang mengandung ekstraktif terlalu banyak tidak baik digunakan sebagai bahan baku papan partikel karena dapat menghambat proses perekatan.

E. Emisi Formaldehida

Nilai rata-rata emisi formaldehida kayu sengon 0,927 ppm, sedangkan kayu johan 0,473 ppm. Kayu sengon menghasilkan emisi formaldehida yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu johan (Gambar 5). Sebagaimana diketahui kayu sengon mempunyai berat jenis yang lebih rendah ($B_j = 0,236$), dibandingkan kayu johan ($B_j = 0,650$). Semakin rendah berat jenis kayu, emisi formaldehida yang dihasilkan tinggi, hal ini disebabkan berat jenis yang rendah proporsi pembuluh (pori-pori) semakin tinggi. Semakin tinggi proporsi pembuluh menyebabkan proses pengeluaran emisi formaldehida semakin tinggi.

Emisi formaldehida yang dihasilkan kayu johan lebih rendah, hal ini diduga kayu johan mengandung senyawa organik polar yang dapat mengikat formaldehida bebas. Hal ini dibuktikan dengan tingginya kadar ekstraktif yang larut dalam air dingin pada kayu johan sebesar 5,020 % dan larut dalam air panas sebesar 8,740 %, sedangkan kadar ekstraktif kayu sengon yang larut dalam air dingin sebesar 3,653 % dan larut dalam air panas sebesar 4,158 %. Zat ekstraktif yang dapat larut dalam air adalah senyawa organik polar seperti gula (glukosa), zat warna, tannin, gum, protein dan pati. Kayu yang mengandung senyawa organik polar, akan dapat mengikat formaldehida bebas, sehingga emisi yang dihasilkan jenis kayu tersebut rendah.



Gambar 5. Hubungan Jenis Kayu Sengon dan Johar terhadap Emisi Formaldehida

Hasil penelitian Sushardi (2005 dan 2006) menunjukkan warna kayu sengon lebih terang dibandingkan warna kayu johan. Warna kayu yang terang berarti kayu tersebut mengandung ekstraktif pewarna kayu rendah, sebaliknya warna kayu gelap disebabkan kadar ekstraktif yang tinggi. Warna kayu terang diduga berhubungan dengan tersediannya jenis bahan

atau ekstraktif yang mendukung tingginya emisi. Warna kayu yang terang apabila digunakan untuk industri perekatan akan menghasilkan emisi yang tinggi. Kayu warna terang mungkin tidak mendukung pengerasan yang sempurna pada perekat sehingga meningkatkan emisi produk yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata ekstraktif kayu sengon yang larut dalam air dingin 3,653 %, dalam air panas 4,158 % dan larut alkohol bensen 3,660 %. Nilai rata-rata ekstraktif kayu johar yang larut dalam air dingin antara 5,020 %, dalam air panas 8,740 % dan larut alkohol bensen 10,310 %. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa emisi formaldehida kayu sengon sebesar 0,927 ppm lebih tinggi dibandingkan dengan kayu johar sebesar 0,473 ppm. Dengan demikian ekstraktif kayu dan warna kayu secara bersama-sama dapat menghambat besarnya emisi formaldehida produk perekatan.

Salah satu sifat yang tidak diinginkan dari produk perekatan kayu yang menggunakan urea formaldehida adalah terjadinya emisi formaldehida. Emisi formaldehida adalah pengeluaran gas formaldehida ataupun formaldehida yang sudah terikat pada urea dalam bentuk resin urea formaldehida (Charles, 1989). Emisi formaldehida sangat berpengaruh nyata terhadap kesehatan manusia, yaitu peradangan selaput lendir mata, hidung, tenggorokan dan menurunkan daya penciuman serta mengganggu sirkulasi oksigen dalam pernapasan. Penelusuran lebih lanjut menunjukkan bahwa tingkat emisi karbon yang dihasilkan industri, pembakaran hutan dan lahan gambut semakin tinggi. Emisi gas yang berlebihan berpotensi sebagai penghalang pantulan sinar infra merah dari bumi ke atmosfer dan hal itu menimbulkan efek pemanasan, yang kemudian disebut efek rumah kaca. Dampak lebih lanjut dari efek rumah kaca adalah terjadinya pemanasan bumi yang bersifat menyeluruh dan dikenal dengan istilah pemanasan global (global warming).

Salah satu ekosistem yang dapat mengurangi pemanasan global adalah tumbuh-tumbuhan. Hal ini disebabkan tumbuh-tumbuhan merupakan penyerap emisi karbon

yang paling efektif. Tumbuh-tumbuhan yang didalamnya adalah kayu mempunyai komponen ekstraktif yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menyerap emisi karbon. Dari hasil penelitian di atas dapat diketahui bahwa komponen ekstraktif yang berperan penting dalam menyerap emisi karbon adalah komponen ekstraktif yang dapat larut dalam air baik air panas maupun air dingin. Komponen ekstraktif tersebut mengandung senyawa organik polar seperti gula (glukosa), zat warna, tannin, gum, protein dan pati. Komponen ekstraktif yang mengandung senyawa organik polar, akan dapat mengikat formaldehida bebas. Dengan demikian Komponen Ekstraktif Kayu khususnya ekstraktif larut air dingin dan air panas berperan penting Dalam Mengurangi Pemanasan Global.

KESIMPULAN

1. Jenis kayu sengon dan johar mempunyai berat jenis, kadar ekstraktif dan emisi formaldehida yang berbeda. Nilai rata-rata berat jenis kayu sengon 0,236, ekstraktif yang larut dalam air dingin 3,653 %, dalam air panas 4,158 %, larut alkohol bensen 3,660 %, dan emisi formaldehida 0,927 ppm. Nilai rata-rata berat jenis kayu johar 0,650, ekstraktif yang larut dalam air dingin 5,020 %, dalam air panas 8,740 %, larut alkohol bensen 10,310 % dan emisi formaldehida 0,473 ppm.
2. Komponen ekstraktif yang berperan penting dalam menyerap emisi karbon adalah komponen ekstraktif yang dapat larut dalam air dingin dan air panas, dimana komponen ekstraktif tersebut mengandung

senyawa organik polar, seperti gula (glukosa), zat warna, tannin, gum, protein dan pati.

3. Komponen Ekstraktif Kayu khususnya ekstraktif larut air dingin dan air panas berperan penting Dalam Mengurangi Pemanasan Global (Global Warming).

DAFTAR PUSTAKA

- Charles, B. 1989. Emisi Formaldehida papan Partikel. Majalah Teknolog. Jurusan Teknologi Hasil Hutan IPB. Bogor.
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer, 1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu (Terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mandang, Yance I. dan Pandit, I. Ketut Nuridja, 1997. Seri Manual : Pedoman Identifikasi Jenis Kayu Di Lapangan. Yayasan Prosea. Bogor.
- Oey Djoen Seng, 1990. Berat Jenis dari Jenis-jenis Kayu Indonesia dan Pengenalan Beratnya Kayu untuk Keperluan Praktek. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Panshin, A.J. and Carl de Zeeuw. 1980. Textbook of Wood Technology. Fourth Edition. Mc.Graw-Hill Book Co. New York.
- Rochayah, Siti D.M. 2000. Variasi Struktur Anatomi, Sifat Kimia dan Fisika Mekanika Kayu Johar (Cassia siamea Lamk). Tesis. Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta
- (tidak diterbitkan).
- Rowell. 1984. The Chimestry of Solid Wood. Advances in Chemestry Series. Wasington D. C.
- Soenardi. 1997. Kimia Kayu. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- _____. 2000. Sifat Fisika Kayu. Bahan Kuliah S2 Program Studi Ilmu Kehutanan. Jurusan Ilmu-ilmu Pertanian. Program Pasca Sarjana.UGM, Yogyakarta.
- Sushardi, 2001. Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Pembuatan Papan Tiruan. Proseding Seminar Nasional “Pemanfaatan Sumberdaya Lokal untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan “ Universitas Wangsa Manggala, Yogyakarta. ISBN: 979-96792-0-6.
- Sushardi dan Restu Kristiyanti. 2017. Perlakuan Permukaan Kayu lapis Untuk Meningkatkan Ketahanan Air dan Menurunkan Emisi Formaldehida. Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Tahun 2017 26 Oktober 2017. Universitas PGRI Semarang.
- Sutigno, Paribotro. 1995. Perkembangan Bidang Teknologi Kayu Lapis Serta Penerapannya di Indonesia. Publikasi Khusus Vol. II. No. 2 (1995): 12-21. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Tsomis, 1991. Science and Technology of Wood ; Structur, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold, New York.