PENGARUH FUMIGASI AMONIUM HIDROKSIDA TERHADAP EMISI FORMALDEHIDA KAYU LAPIS DAN PAPAN PARTIKEL

The Effect of Fumigation by Ammonium Hydroxide on Formaldehyde Emission of Plywood and Particleboard

Oleh/By:

Adi Santoso¹⁾ & Paribotro Sutigno²⁾

ABSTRACT

The formaldehyde emission of panel products such as plywood and particleboard bonded with urea formaldehyde (UF) may affect health, especially when they are used in a room with poor ventilation. To reduce formaldehyde emission, the products can be fumigated by a chemical agent. This paper described the effect of fumigation by ammonium hydroxide 25% on formaldehyde emission of UF bonded plywood and particleboard.

The effect of fumigation by ammonium hydroxide on formaldehyde emission of plywood and particleboard are highly significant. The longer the fumigation by ammonium hydroxide, the lower the formaldehyde emission of plywood and particleboard. Fumigation by ammonium hydroxide of 1 hour and 1.5 hours, the formaldehyde emission of plywood and particleboard can meet Japanese Standard on the mean value of 0.632 mg/l and 0.349 mg/l for plywood, and 4.594 mg/l and 2.225 mg/l for particleboard. Meanwhile, fumigation on particleboard of 1.5 hours and on plywood of all treatment 0.5 to 1.5 hours, the formaldehyde emission can conform with American Standard on the mean value of 0.261 mg/l for particleboard and 0.154 to 0.042 mg/l for plywood. On the basis of formaldehyde emission standards, it is recommended that the fumigation by ammonium hydroxide 25% may be used in plywood for 70 minutes and on particleboard for 80 minutes.

Keywords: Plywood, particleboard, formaldehyde emission, fumigation, ammonium hydroxide

ABSTRAK

Emisi formaldehida dari produk panel seperti kayu lapis dan papan partikel yang direkat dengan urea formaldehida (UF) dapat mengganggu kesehatan, terutama jika digunakan di dalam ruangan dengan ventilasi terbatas. Untuk mengurangi emisi formaldehida, produk tersebut dapat difumigasi dengan suatu bahan kimia. Dalam tulisan ini dikemukakan pengaruh dari penggunaan fumigasi dengan amonium hidroksida 25% terhadap emisi formaldehida kayu lapis dan papan partikel yang masing-masing direkat dengan UF.

¹⁾ Puslitbang Teknologi Hasil Hutan, e-mail: Adisant04@yahoo.com

²⁾ Asosiasi Panel Kayu Indonesia (APKINDO)

Pengaruh fumigasi dengan amonium hidroksida terhadap emisi formaldehida kayu lapis dan papan partikel masing-masing sangat nyata. Semakin lama fumigasi dengan amonium hidroksida, emisi formaldehida dari kayu lapis dan papan partikel semakin rendah. Pada fumigasi dengan amonium hidroksida selama 1 jam dan 1,5 jam, kayu lapis dan papan partikel memenuhi persyaratan emisi formaldehida Standar Jepang dengan nilai rata-rata 0,632 mg/l dan 0,349 mg/l untuk kayu lapis, serta 4,594 mg/l dan 2.225 mg/l untuk papan partikel. Sedangkan fumigasi pada papan partikel selama 1,5 jam, dan pada kayu lapis dengan semua perlakuan 0,5 – 1,5 jam, emisi formaldehidanya dapat memenuhi Standar Amerika dengan nilai rata-rata 0,261 mg/l untuk papan partikel dan 0,154 – 0,042 mg/l untuk kayu lapis. Untuk memenuhi ketentuan emisi formaldehida kedua Standar, disarankan agar melakukan fumigasi dengan amonium hidroksida 25% pada kayu lapis sekitar 70 menit, dan pada papan partikel sekurang-kurangnya 80 menit.

Kata kunci: Kayu lapis, papan partikel, emisi formaldehida, fumigasi, amonium hidroksida

I. PENDAHULUAN

Kayu lapis dan papan partikel merupakan produk kayu yang dibuat dengan menggunakan perekat. Pada umumnya jenis perekat yang digunakan pada pembuatan produk tersebut adalah urea formaldehida. Perekat ini mempunyai kelemahan, yakni adanya emisi formaldehida dari produk yang direkat, yang dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan bilamana digunakan dalam ruangan yang relatif tertutup.

Pada awal tahun 1980 mulai dipermasalahkan tentang batas emisi formaldehida, terutama di negara Eropa Barat dan Amerika Utara (Anonim, 1980). Beberapa kalangan di Amerika menyebutkan batas emisi formaldehida adalah 0,330 mg/l dengan metode desikator 2 jam. Sedangkan Jepang, menginginkan kadar emisi formaldehida pada papan partikel dan kayu lapis rata-rata antara 0,5 – 5 mg/l dengan metode desikator 24 jam (Anonim, 1994).

Mengingat banyaknya kayu lapis dan papan partikel Indonesia yang di ekspor, maka produsen dituntut untuk melakukan upaya dalam menanggulangi emisi gas formaldehida. Beberapa upaya yang telah dilakukan antara lain dengan membuat komposisi perekat tertentu dengan penambahan bahan kimia yang berfungsi sebagai bahan penangkap. Penelitian mengenai pengurangan emisi formaldehida pada kayu lapis dan papan partikel telah dilakukan dengan cara pemberian bahan penangkap pada perekat, berupa urea dan melamin (Sutigno dan Santoso, 1995 dan 1996). Cara lain yang belum dilakukan adalah fumigasi. Mengingat hal itu perlu diteliti cara fumigasi dengan amonium hidroksida untuk mengurangi konsentrasi emisi formaldehida dari kayu lapis dan papan partikel. Menurut Hill (1960) reaksi antara formaldehida dengan amoniak membentuk *heksametilentetramina* yang relatif stabil, dengan persamaan reaksi sebagai berikut :

Menurut Neusser dan Zentner (1968) *dalam* Jewell (1980) fumigasi amonia (amonium hidroksida) 25% pada rumah yang menggunakan papan partikel di Austria dan Norwegia selain dapat mengurangi emisi formaldehida, juga tidak merusak perabot dan tidak menimbulkan kontak listrik. Sedangkan hasil penelitian Sundin (1980) *dalam* Jewell (1980) menunjukkan bahwa amoniak (NH_3) mampu mengurangi emisi formaldehida dari ikatan urea formaldehida pada produk kayu sampai 2/3-nya.

Dalam tulisan ini dikemukakan pengaruh perlakuan lamanya fumigasi terhadap kayu lapis dan papan partikel. Prinsip penelitian adalah penangkapan emisi formaldehida dari kayu lapis dan papan partikel oleh amoniak membentuk *heksametilentetramina*, selanjutnya formaldehida yang masih teremisi konsentrasinya dapat diukur dengan metode spektroskopi ultra violet.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fumigasi amonium hidroksida terhadap emisi gas formaldehida pada kayu lapis dan papan partikel, dengan sasaran mendapatkan waktu minimum fumigasi untuk mengurangi emisi formaldehida dari kedua produk tersebut sehingga memenuhi persyaratan standar yang diinginkan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Kayu lapis (tebal 4 mm) yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pasar, sedangkan papan partikel (tebal 15 mm) diperoleh dari pabrik papan partikel Paparti di Sukabumi. Bahan kimia yang digunakan antara lain asam sulfat, asam kromotrofik, amonium asetat-asetil aseton, formaldehida 37%, amonium hidroksida 25%, asam asetat glasial, asam klorida, natrium sulfit, iod, timolftalin dan tiosulfat.

B. Metode

Pengambilan contoh kayu lapis dilakukan dengan pembelian yang ada di pasar, sedangkan papan partikel dilakukan dengan pembelian secara langsung dari pabrik papan partikel Paparti di Sukabumi. Lembar kayu lapis dan papan partikel yang berukuran 122 cm x 244 cm, diambil sebagai contoh secara acak dengan ukuran 40 cm x 40 cm masing-masing sebanyak 8 buah.

Contoh yang diperoleh tersebut kemudian difumigasi dalam suatu ruangan yang berukuran 70 cm x 70 cm x 70 cm, di mana pada dasar ruangan terdapat cawan berisi amonium hidroksida 25%. Fumigasi dilakukan masing-masing berdasarkan waktu, yaitu: 0,5 jam, 1 jam, dan 1,5 jam. Setelah dilakukan penumpukan selama 24 jam dan pengukuran kadar air, setiap contoh produk tersebut dibuat contoh uji. Sebelum ditetapkan emisi formaldehidanya, masing-masing contoh uji dikondisikan dahulu selama 6 hari.

Penetapan emisi formaldehida dari masing-masing contoh produk dilakukan dengan dua macam standar, yaitu Standar Amerika (Anonim, 1983) dan Standar Jepang (Anonim, 1982). Menurut Standar Amerika, ukuran contoh uji adalah 13 x 7 cm dan banyaknya 8 buah. Sedangkan menurut Standar Jepang, ukuran contoh uji adalah 15 x 5 cm dan banyaknya 10 buah. Pembuatan contoh uji 1 cm dari tepi potongan contoh uji.

Menurut Standar Amerika, pada bagian tepi contoh uji diberi lapisan parafin, kemudian dimasukkan ke dalam desikator yang telah berisi akuades dan dibiarkan selama 2 jam. Menurut Standar Jepang, contoh uji tidak diberi lapisan parafin melainkan langsung dimasukkan ke dalam desikator berisi akuades dan dibiarkan selama 24 jam. Alat yang dipakai untuk menetapkan banyaknya emisi formaldehida adalah spektrofotometer UV-Visibel Varian DMS-100.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (Sudjana, 1991), dan uji beda menurut prosedur Tukey (Steel dan Torrie, 1989).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ikhtisar hasil penetapan emisi formaldehida dari kayu lapis dan papan partikel tercantum pada Tabel 1. Data ini merupakan rata-rata dari 5 ulangan.

Tabel 1. Emisi formaldehida (mg/l) dari kayu lapis dan papan partikel
Table 1. Formaldehyde emission (mg/l) of plywood and particleboard

Standar (Standard)	Kayu lapis (Plywood)				Papan partikel (Particleboard)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Amerika (American)	4,794	0,154*	0,067*	0,042*	4,816	0,523	0,345	0,261*
Jepang (Japanese)	27,716	1,377	0,632*	0,349*	27,882	9,789	4,594*	2,225*

Keterangan (Remarks) :

1 = Kontrol (Control); 2 = 0,5 jam (Hours); 3 = 1 jam (Hours); 4 = 1,5 jam (Hours)

* = Memenuhi syarat (Meet the requirement).

Persyaratan emisi formaldehida untuk kayu lapis maupun papan partikel menurut Standar Amerika adalah 0,33 mg/l. Pada Tabel 1 terlihat bahwa setelah difumigasi selama 0,5-1,5 jam emisi formaldehida kayu lapis memenuhi syarat. Sedangkan pada papan partikel, setelah difumigasi selama 1,5 jam menghasilkan emisi formaldehida yang memenuhi persyaratan.

Secara umum, bila dibandingkan dengan kontrol ternyata perlakuan fumigasi selama 0,5–1,5 jam pada kayu lapis membutuhkan sekitar 2,23–4,05 gram dan mampu menurunkan konsentrasi formaldehida sekitar 96,79–99,12%. Sedangkan pada papan partikel membutuhkan amonium hidroksida 25% rata-rata sebesar 2,02 – 4,56 gram dan mampu menurunkan konsentrasi formaldehida sekitar 89,13–94,58%. Dengan demikian, untuk waktu fumigasi yang sama, kayu lapis menyerap lebih banyak larutan amonium hidroksida 25% daripada papan partikel, hal ini diduga berhubungan erat dengan sifat higroskopisitas kedua produk tersebut, di mana kayu lapis pada umumnya memiliki higroskopisitas lebih besar daripada papan partikel, karena lebih dominan terdiri dari lembaran venir, sedangkan papan partikel kurang higroskopis karena pada umumnya mengandung parafin. Selain itu kerapatan kayu lapis pada umumnya lebih rendah daripada papan partikel, sehingga wajar bila daya serapnya lebih tinggi.

Persyaratan emisi formaldehida untuk kayu lapis menurut Standar Jepang adalah sekitar 0,5 – 10 mg/l (standar tahun 1982) dan antara 0,5-5,0 mg/l (standar tahun 2000), sedangkan kadar emisi formaldehida papan partikel rata-rata antara 0,5- 5 mg/L. Pada Tabel 1 terlihat bahwa kayu lapis dan papan partikel yang difumigasi selama 1 dan 1,5 jam emisi formaldehidanya memenuhi syarat. Seperti halnya Standar Amerika, pada Standar Jepang pun secara umum bila dibandingkan dengan kontrolnya, perlakuan fumigasi selama 0,5–1,5 jam memperlihatkan pola serupa, pada kayu lapis membutuhkan amonium hidroksida 25% rata-rata sebesar 1,96–4,06 gram dan mampu menurunkan konsentrasi formaldehida sekitar 95,03 – 98,74%, sedangkan pada papan partikel membutuhkan sekitar 1,97–4,40 gram dan mampu menurunkan konsentrasi formaldehida sekitar 64,89 – 92,02%.

Untuk mengetahui pengaruh lamanya fumigasi terhadap emisi formaldehida pada kayu lapis maupun papan partikel, dilakukan sidik ragam (Tabel 2) yang hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan fumigasi yang diterapkan dalam penelitian ini berpengaruh sangat nyata. Oleh karena itu, maka dilanjutkan dengan uji beda (Tabel 3).

Tabel 2. Ikhtisar sidik ragam emisi formaldehida

Table 2. Summarized of analysis of variance of formaldehyde emission

Sumber keragaman (Source of variance)	F _{hitung} (<i>F_{calculated}</i>)		Catatan (Notes)
	Kayu lapis (Plywood)	Papan partikel (Particleboard)	
Waktu (Times)	1). 17.809,88	1). 46.508,96	Sangat nyata (Highly significant)
	2). 18.571,01	2). 670,43	Sangat nyata (Highly significant)

Keterangan (Remarks) :

- 1) Standar Amerika (American Standard)
- 2) Standar Jepang (Japanese Standard)

Tabel 3. Uji beda emisi formaldehida

Table 3. Test of significant difference of formaldehyde emission

Produk (Products)	Standar (Standard)	Waktu fumigasi (<i>Fumigation time</i>), jam/hours			
		0	0,5	1,0	1,5
Kayu lapis (Plywood)	Amerika (American)	4,7926	0,1536	0,0666	0,0418
	Jepang (Japanese)	27,7160	1,3766	0,6324	0,3494
Papan partikel (Particleboard)	Amerika (American)	4,8158	0,5232	0,3450	0,2610
	Jepang (Japanese)	27,8820	9,7898	4,5940	1,8494

Keterangan (Remarks) :

$D_{0,05}$ untuk kayu lapis (*for plywood*) = 0,0016 (Amerika/American) & 0,0489 (Jepang/Japanese);

$D_{0,05}$ untuk papan partikel (*for particleboard*) = 0,0005 (Amerika/American) & 1,0223 (Jepang/Japanese)

Hasil uji beda menunjukkan bahwa semakin lama waktu fumigasi dengan amonium hidroksida 25%, maka emisi formaldehida pada kayu lapis maupun papan partikel semakin menurun. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu di mana pemakaian amonium hidroksida pada panel kayu dapat menurunkan emisi formaldehida (Neusser dan Zentner, 1968; Sundin, 1980 dalam Jewell, 1980).

Berdasarkan perhitungan sidik regresi, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa hubungan antara emisi formaldehida dengan waktu fumigasi dapat dinyatakan dengan persamaan garis regresi linear (Gambar 1 dan Gambar 2).

Gambar 1. Grafik hubungan antara waktu fumigasi dengan emisi formaldehida (Standar Jepang)

Figure 1. Graph of relationship between fumigation time and formaldehyde emission (Japanese Standard)

Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu fumigasi dengan emisi formaldehida (Standar Amerika)

Figure 2. Graph of relationship between fumigation time and formaldehyde emission (American Standard)

Berdasarkan hasil percobaan (Tabel 1), waktu untuk fumigasi dengan amonium hidroksida 25% pada kayu lapis dan papan partikel agar emisi formaldehidanya memenuhi persyaratan Standar Amerika berturut-turut adalah 0,5 jam dan 1,5 jam, sedangkan untuk memenuhi persyaratan emisi formaldehida Standar Jepang, waktu fumigasi minimum pada kayu lapis adalah 1 jam dan pada papan partikel 1,5 jam. Tetapi bila dengan interpolasi pada persamaan regresi di atas (Gambar 1 dan Gambar 2), maka untuk mendapatkan emisi formaldehida kayu lapis yang memenuhi persyaratan Standar Amerika waktu minimum fumigasinya adalah sekitar 65 menit, sedangkan untuk papan partikel sekitar 70 menit. Di pihak lain untuk memenuhi persyaratan Standar Jepang, waktu fumigasi minimum pada kayu lapis adalah sekitar 70 menit, dan untuk papan partikel sekitar 83 menit.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Fumigasi dengan amonium hidroksida 25% mampu menurunkan emisi formaldehida pada kayu lapis dan papan partikel. Pengaruh lamanya fumigasi terhadap emisi formaldehida pada kayu lapis maupun papan partikel masing-masing sangat nyata. Semakin lama waktu fumigasi dengan amonium hidroksida, emisi formaldehida dari kayu lapis dan papan partikel semakin rendah. Hubungan antara emisi formaldehida dengan waktu fumigasi dapat dinyatakan dengan persamaan garis regresi linear.

Berdasarkan hasil penelitian, waktu minimum untuk fumigasi dengan amonium hidroksida 25% pada kayu lapis dan papan partikel agar emisi formaldehidanya memenuhi persyaratan standar Amerika berturut-turut adalah 0,5 jam dan 1,5 jam, sedangkan untuk memenuhi persyaratan emisi formaldehida Standar Jepang, waktu fumigasi minimum pada kayu lapis adalah 1jam dan pada papan partikel 1,5 jam.

Untuk memenuhi ketentuan emisi formaldehida kedua Standar, disarankan agar melakukan fumigasi dengan amonium hidroksida 25% pada kayu lapis sekitar 70 menit, dan pada papan partikel sekurang-kurangnya 80 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1980. Fixation: Another approach to the free formaldehyde problem. *World Wood* 21 (13): 17.
- _____, 1982. The test method for evaporated amount of formaldehyde in Japanese Agricultural Standard for ordinary plywood, plywood for special use, and flooring plywood. Japanese Standard Association. Tokyo.
- _____, 1983. Small scale test method for determining formaldehyde from wood product, two hours desicator test. National Particleboard Association. Maryland.
- _____, 1994. Japanese Industrial Standard. JIS A 5908-1994. Particle Boards Japanese Standard Association. Tokyo.
- Hill, Mc Graw. 1960. Formaldehyde in encyclopedia of science and technology. Vol. 5: 472-473.
- Jewell, R. A. 1980. Reduction of formaldehyde levels in mobile home. *Wood Adhesive Research, Application and Needs*. Madison: 121-125.

- Sudjana. 1991. Disain dan analisis eksperimen. Tarsito, Bandung.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1989. Prinsip dan prosedur statistik. Gramedia. Jakarta
- Sutigno, P. dan A. Santoso. 1995. Pengaruh penambahan urea dan melamin pada perekat urea formaldehida terhadap emisi formaldehida dan keteguhan rekat tripleks meranti. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 13 (4): 144-152. Pusat Litbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- _____, 1996. Pengaruh penambahan urea dan melamin pada perekat urea formaldehida terhadap emisi formaldehida dan sifat fisis-mekanis papan partikel. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 14 (5): 178-191. Pusat Litbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.