

PENGARUH PERSENTASE FIRE RETARDANT TERHADAP BURNING PATH

Yulinar Adnan
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

ABSTRACT

The research about the influence of fire retardant borate acid (H_3BO_3) and borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) pro analysis and technical, upon burning path of cane pulp as insulating materials. Before conducting this research steel box as burning path equipment were made. The variation of fire retardant percentage were 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 % pro analysis, and 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 %, 40 %, 45 %, 50 %, 55 % technical. This research showed that, the best percentage of fire retardant was 25 % for pro analysis, and 50 % technical which has the lowest burning path was 0.5 cm.

Kata Kunci: Pengaruh, persentase, Fire retardant, burning path

ABSTRAK

Penelitian tentang pengaruh fire retardant asam borat (H_3BO_3) dan boraks ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) pro analisa dan teknis, terhadap burning path pada ampas tebu sebagai bahan insulasi bangunan telah dilakukan, yang diawali dengan konstruksi alat ukur burning path dari material kotak besi. Variasi persentase yang digunakan adalah 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 % pro analisa, dan 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 %, 40 %, 45 %, 50 %, 55 % teknis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa persentase fire retardant terbaik adalah 25 % pro analisa dan 50 % teknis, sebagaimana ditunjukkan oleh ukuran burning path terendah yaitu 0,5 cm.

PENDAHULUAN

Material organik dapat digunakan sebagai bahan insulasi, karena mudah didapat, mudah mengolahnya dan kuat terhadap tekanan. Serat yang berasal dari kayu/nabati dan bulu hewan merupakan bahan insulasi yang bagus. Dalam penggunaannya tanpa perlakuan khusus tidak dapat bertahan pada temperatur tinggi, jamur

dan tidak awet. Akan tetapi bila diberikan perlakuan khusus dan diolah dengan bahan lain, maka insulasi dari material organik juga dapat digunakan dalam berbagai keperluan pada temperatur yang cukup tinggi, misalnya bahan insulasi yang berasal dari nabati yang mengandung selulosa, (George & Yaneske, 1981).

TINJAUAN PUSTAKA

Ampas tebu adalah sisa batang tebu setelah penghancuran dan ekstraksi nira tebu, yang terdiri dari air, serat dan sejumlah kecil padatan terlarut. Ampas tebu adalah material berlignoselulosa yang mempunyai potensi yang cukup baik sebagai bahan baku pulp, kertas dan insulasi.

Secara anatomis ampas tebu terdiri dari fraksi serat dan empulur (pith). Menurut Hidayat, 1994, ampas tebu (*Cane Pulp*) yang lebih dikenal dengan bagas ini, tersusun dari kulit luar (bubar), empulur dan serat. Komposisi senyawa kimia yang terdapat dalam ampas tebu seperti tabel 1. berikut:

Tabel 1. Komposisi kimia penyusun bagas dalam % berat

Jenis	Abu	Lignin	Selulosa	pentosan	Lainnya
Empulur	2,29	20,20	34,80	28,40	14,31
Serat	0,70	20,80	42,40	27,29	8,81

Sumber (Casey, 1960; dalam Hidayat, 1994)

Dari tabel 1. di atas menunjukkan bahwa, selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n merupakan kandungan yang terbesar penyusun bagas. Selulosa merupakan struktur dasar sel-sel tanaman, oleh karena itu merupakan bahan alam yang paling penting yang dibuat oleh organisme hidup.

Selulosa terdapat pada semua tanaman dari pohon yang bertingkat tinggi hingga organisme primitif seperti rumput laut, flagelata dan bakteri. Selulosa juga terdapat dalam dunia hewan, yang identik dengan selulosa nabati. (Fengel & Wegener 1989 ;

Van Vlack, 1985 ; Clauser, 1975). Selulosa tidak tahan api dan tidak awet, oleh karena itu perlu diolah dengan zat lain sehingga tahan api dan awet. Tujuan utama pengolahan dengan zat kimia adalah untuk mendapatkan hasil insulasi dari serat selulosa yang tahan api, dan juga dimaksudkan supaya bahan tahan terhadap serangan jamur dan binatang kecil. Zat kimia yang ditambahkan ke material, harus diketahui benar sifat toksisitas, sifat korosif dan kemampuan untuk menyerap uap air.

Zat kimia yang umum ditambahkan untuk mengolah selulosa, adalah asam borat, boraks, aluminium sulfat, ammonium sulfat, mono dan diamonium pospat, sodium/natrium karbonat, kalsium karbonat, dan alumina terhidrasi. Dari semua zat tersebut, zat kimia yang dipercaya dapat membuat selulosa tahan terhadap api, tahan terhadap serangan jamur, bersifat non korosif dan mampu menyerap uap air adalah asam borat. (George & Yaneske, 1981 & Suprpto, 1996). Sifat kemampuan tahan api optimum diperoleh bila material yang mengandung selulosa diberi perlakuan dengan campuran asam borat dan boraks dengan perbandingan 1:1, (George & Yaneske, 1981 & Suprpto 1996)

Fire retardant, Densitas, Burning path.

Secara bebas dipahami *fire retardant* adalah zat yang sukar terbakar, sehingga kecepatan terbakar bahan tersebut diperlambat. Suprpto, (1996) menuliskan, “ Penerapan *Fire retardant* atau bahan penghambat api terhadap suatu bahan akan membuat bahan tersebut menjadi lebih sukar tersulut (*Ignited*), dan bila tersulut bahan

akan terbakar lebih perlahan dibandingkan dengan bahan yang tidak diberi perlakuan”.

Bahan penghambat api adalah senyawa kimia yang diberikan kepada suatu bahan melalui perlakuan tertentu sehingga bahan tersebut meningkat daya tahannya terhadap kebakaran. Penambahan suatu zat tertentu ke dalam bahan, maka kepadatan bahan atau densitas meningkat, sehingga permukaan yang akan bereaksi dengan oksigen menjadi berkurang, yang akan memperlambat timbulnya pembakaran. Beberapa ahli tehniisi menyebutkan, bahwa bahan penghambat api adalah senyawa kimia yang berfungsi :

- Mengurangi kecepatan pembakaran api diatas permukaan bahan
- Meningkatkan ketahanan bahan terhadap rambatan api
- Sering memiliki kemampuan meningkatkan keawetan bahan terhadap unsur perusak lainnya, seperti jamur dan rayap.

Densitas/kerapatan suatu bahan menunjukkan perbandingan massa per volume zat tersebut. Perubahan densitas mempengaruhi *burning path*. *Burning path* didefinisikan sebagai lintasan atau jarak dari

titik permulaan bahan disulut dengan sumber api, dan terjadi pembakaran sampai saat api padam dan tidak beresap.

Kerapatan berkaitan erat dengan pori. Jika suatu material yang dibuat berbentuk balok kubus, maka dapat menghitung tiga macam densitas dari material tersebut. Ketiga macam densitas itu adalah densitas atau kerapatan ruah (D_{bulk}) bulk density, densitas apparent (D_{app}) dan densitas teoritis (D_{teori}), (James, 1998 ; Katto & Masuoka, 1986)

Ampas tebu termasuk salah satu material yang berpori. Bahan berpori umumnya ditentukan oleh struktur mikro yang disebut dengan porositas. Pori dapat terbentuk oleh terperangkapnya molekul air atau udara diantara badan bahan yang mulai mengeras pada proses pengeringan dan pemanasan, sehingga uap air akan menguap dan akan meninggalkan rongga kosong yang disebut pori. Dikenal ada dua jenis pori, yaitu pori terbuka (*open pore*) yang kontak dengan udara luar, dan pori tertutup (*close pore*) yang terperangkap dalam bahan.

Kerapatan ruah diperoleh dari perbandingan massa sampel terhadap volume yang dapat dirumuskan dengan:

$$D_{\text{bulk}} = \frac{m}{v} \quad (1)$$

dengan: m = massa dan v = volume

METODOLOGI PENELITIAN

I. Alat-alat dan bahan yang digunakan

1. Burning box.
2. Seperangkat alat penghalus
3. Bahan baku dan Fire retardant atau aditif zat pengisi
4. Alat ukur panjang dan penyulut api
5. Ayakan bertingkat dan Timbangan

II. Cara kerja.

1. Pembuatan material

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu kering dengan pengurangan air 69 % yang berasal dari PTP Nusantara VII Unit Usaha Cinta Manis dengan ukuran 355 μm . Zat aditif pengisi yang dipakai dalam penelitian ini adalah zat kimia yang dapat menghambat api (*fire retardant*). Fire retardant itu adalah Asam borat H_3BO_3 . dan Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) $10\text{ H}_2\text{O}$ pro analisa dan teknis.

Ampas tebu dimasukkan ke dalam wadah piringan, dan dibakar dalam “burning

box". Jarak atau panjang lintasan yang terbakar sampai apinya padam dan tidak berasap lagi, disebut lintasan "burning path. Ampas tebu terbakar semuanya, kecuali di 3 sisi sudut piringan. Panjang lintasan *burning path* tanpa campuran ini dijadikan sebagai kontrol dalam pembuatan material tahan api.

Densitas bahan dibuat bervariasi dengan cara menambah aditif asam borat dan boraks (*fire retardant*). Maksudnya meningkatkan densitas ampas tebu ditambahkan aditif asam borat dan boraks dengan perbandingan 95 % ampas tebu : (2,5 % asam borat + 2,5 % boraks) berdasarkan beratnya. Setelah dicampur homogen, lalu dimasukkan ke dalam wadah piringan dan dibakar dalam *burning box*. Setelah itu ditunggu sampai apinya padam dan tidak berasap lagi, lalu diukur *burning path*nya. Hal ini dilakukan triplo pengukuran untuk satu perbandingan, sehingga kombinasi tepat diperoleh.

2. Pengukuran *burning path*.

Pengukuran *burning path* dilakukan dengan cara trial error pembakaran ampas tebu. Data yang diperoleh seperti pada Tabel 2. dan Tabel 3.

Tabel 2. Perlakuan parameter untuk menentukan *burning path* dan waktu pembakaran, untuk *fire retardant* Pro analisa

No	Ampas tebu % (g)	Fire Retardant (%) (g)
1	100	0
2	95	5
3	90	10
4	85	15
5	80	20
6	75	25
7	70	30

Kondisi bahan yang tahan api diperoleh pada penambahan 25 % *fire retardant* Pro analisa, dan 50 % teknis

Tabel 3. Perlakuan parameter untuk menentukan *burning path* dan waktu pembakaran, untuk *fire retardant* teknis

No	Ampas tebu % (g)	Fire Retardant (%) (g)
1	100	0
2	95	5
3	90	10
4	85	15
5	80	20
6	75	25
7	70	30
8	65	35
9	60	40
10	55	45
11	50	50
12	45	55

Formula kombinasi 25 % *fire retardant* pro analisa dan 50 % teknis, yang dijadikan bahan insulasi yang dianggap tahan api. Hasil pengamatan disajikan dalam Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.4 dan untuk melihat pengaruh persentase *fire retardant* dan waktu pembakaran terhadap *burning path*, akan dibahas dari persentase *fire retardant* dan waktu pembakaran berdasarkan gambar yang diperoleh.

terhadap *burning path*. Pada setiap penambahan *fire retardant* dengan kenaikan 5 % diukur *burning path*nya.

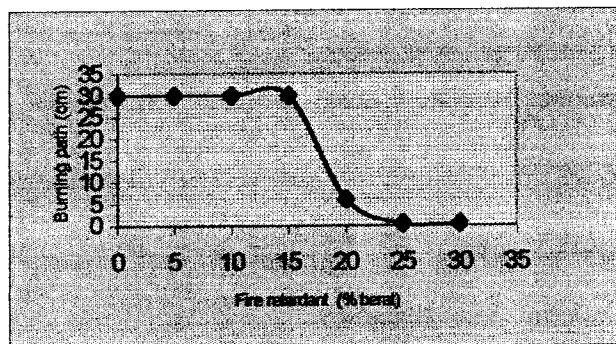
1.1. Aditif *fire retardant* $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dan H_3BO_3 Pro analisa

Kondisi bahan insulator atau insulasi yang sebaiknya tahan api diperoleh pada penambahan 25 % *fire retardant*. Hasil pengamatan disajikan dalam gambar. 4.1. dan 4. 2.

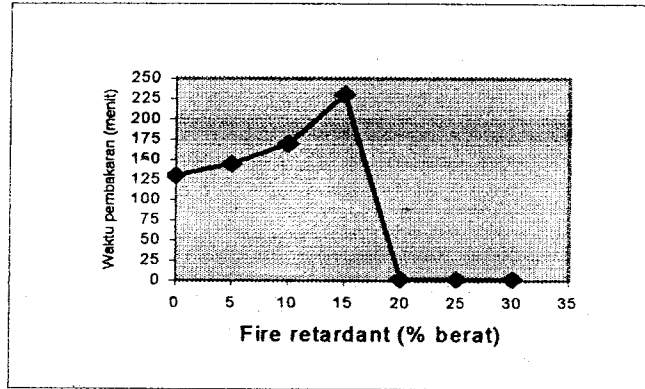
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengukuran *Burning path*

Pengukuran *burning path* dengan mengkombinasikan asam borat dan boraks dalam jumlah yang sama, memperlihatkan pengaruh zat pengisi atau *fire retardant*



Gambar 4.1. *Fire retardant* ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ dan H_3BO_3) pro analisa Vs *burning path*

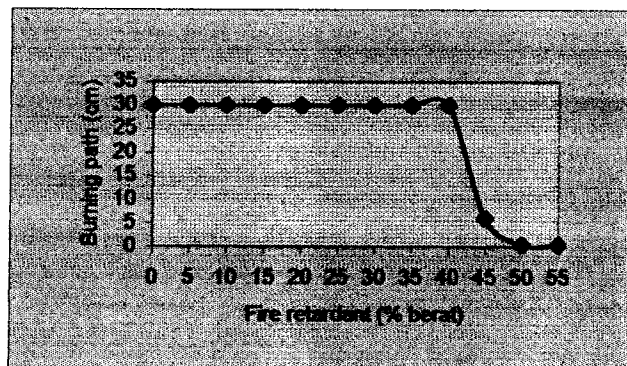


Gambar 4.2. *Fire retardant* ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ dan H_3BO_3) pro analisa Vs waktu pembakaran

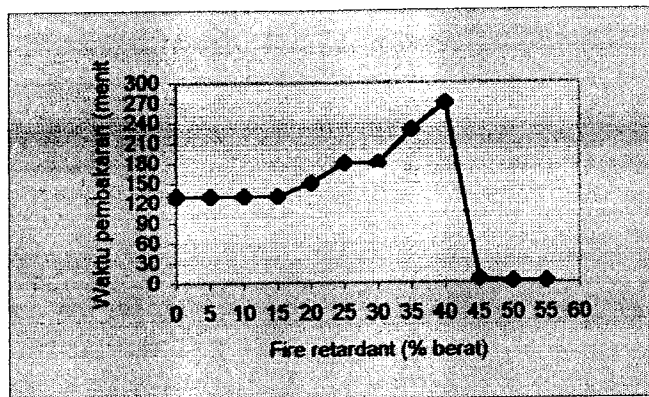
1.2. Aditif *fire retardant* ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ dan H_3BO_3) teknis

Kondisi bahan insulasi yang tahan api diperoleh pada penambahan 50 % *fire*

retardant. Hasil pengamatan disajikan dalam gambar. 4. 3. dan 4. 4.



Gambar 4.3. *Fire retardant* ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ dan H_3BO_3) teknis Vs burning path



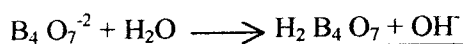
Gambar 4.4. Fire retardant ($\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7$ dan $\text{H}_3 \text{BO}_3$) teknis Vs waktu pembakaran

1.3. Fire retardant

Gambar 4.1. dan 4.3, memperlihatkan pengaruh fire retardant terhadap burning path. Waktu kontak antara fire retardant dengan ampas tebu berlangsung minimal selama 24 jam. $\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7$ adalah zat higroskopis, yang akan membantu mengikat molekul air di udara, sehingga membuat ampas tebu menjadi lebih berat dan memadat. Pada kondisi ini pori-pori ampas tebu berkurang, bahkan mungkin tertutup, sehingga tidak ada tempat oksigen, dan menyebabkan proses pembakaran sukar terjadi, dan burning path menjadi lebih pendek.

Dilihat dari waktu pembakaran, gambar 4.2 dan 4.4, semakin banyak fire retardant yang ditambahkan, proses pembakaran makin lama, karena diperlambat oleh fire retardant yang ditambahkan, yang menutup pori-pori ampas tebu. Oksigen yang diperlukan dalam pembakaran memerlukan waktu untuk memasuki pori ampas tebu, sehingga pembakaran dapat berlangsung perlu waktu yang lama.

Pengaruh dari fire retardant terhadap burning path, bisa juga diasumsikan melalui reaksi hidrolisis yang dapat terjadi antara ion $\text{B}_4 \text{O}_7^{2-}$ dengan molekul air melalui reaksi berikut:



Adanya hidrolisa ini dapat menyebabkan reaksi yang sangat kompleks pada selulosa ampas tebu, dimana kemungkinan terjadinya ikatan yang lebih kompleks sesama selulosa, seperti ikatan silang dan ikatan hidrogen, yang membuat molekul selulosa semakin besar. Makin besar suatu struktur molekul semakin besar energi yang diperlukan agar pembakaran terjadi, sehingga bahan semakin sukar terbakar.

Prediksi lain yang terjadi pada selulosa ampas tebu adalah terhidrolisanya zat tersebut oleh basa dan air menjadi partikel-partikel kecil. Partikel-partikel kecil cenderung mengatur diri dengan teratur, sehingga akan memperkecil jumlah pori yang tersedia untuk ditempati oksigen. Dengan semakin kurangnya oksigen dalam ampas tebu, akan semakin sukar untuk terbakar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian dapat mengambil beberapa kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

Waktu kontak antara *fire retardant* dengan ampas tebu adalah 24

jam, untuk persentase yang sama, untuk mendapatkan *burning path* yang pendek.

Persentase *fire retardant* yang paling baik ditambahkan ke dalam ampas tebu adalah 25 % pro analisa, dan 50 % teknis.

Pada penambahan *fire retardant* 25 % pro analisa lebih baik dari pada 50 % teknis

Saran

Sebaiknya diuji kemampuan bahan organik lainnya untuk dijadikan material insulasi bangunan.

Disarankan kepada peneliti berikutnya untuk melakukan proses basah dalam mengolah bahan

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C 518, 1988 “ *Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Derived Properties by Means of Heat Flow Meter Apparatus,*” Annual book of ASTM Standards vol. 04. 06, pages 151-163. American Society for Testing and material, Philadelphia, PA

Clauser Henry R, 1975 “ *Industrial and Engineering Materials*” Mc Graw Hill

- Kogakusha, LTD International Student edition
- Fengel D & Wegener, 1989 “ *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reaction* “ University of Munich Berlin
- George & Yaneske, 1981, dalam “ *Energy Conservation and Thermal Insulation*” Jhon Wiley and Sons Ltd New York
- Gimesy OAT, 1985 “*Thermal Insulation in Residential Building*” TS Lohanata
- Hidayat A, 1994 “ *Biopulping, Kajian Pembuatan dari Bahan Bagas dengan Pungi Phanercha'ate Cryosporion*” IPB Bogor
- James., 1998 “*A Consist Dictionary at Chemistry*” New edition OUP University Press UK
- Katto Y & Masuoka T, 1967 “ *Criterion for the Onset of Convective Flow in a Fluid in a Porous Medium*” Int. J. Heat Mass Transfer 10 297
- Ribando R & K.E. Torance, 1976 “*Natural Convection in Porous Medium: Effect of confinement Variable Permeability, and thermal boundary Condition*” Journal of Heat Transfer, 76 42-48
- Said M, 1990 “ *The Effect of Internal Convection on The thermal Resistance of Porous Insulation* “ Tennessee Technological University US
- Suprpto, 1996 “*Pemakaian Bahan Penghambat Api (Fire retardant) sebagai Proteksi Fasif terhadap*
- Bahaya Kebakaran*” JP Pemukiman vol XII No. 3-4/5-6 LIPI Indonesia
- Van Vlack LH, 1985 “ *Elements of Material Science and Engineering*” 5th Edition, Addison Wesley US