

AKTIVITAS ANTIBAKTERI ASAP CAIR YANG DIPRODUKSI DARI BERMACAM-MACAM LIMBAH PERTANIAN

Purnama Darmadji^{*)}

ABSTRACT

Liquid smokes were produced from several dry agricultural wastes by pyrolysis at 400°C followed by condensation. The condensates were subjected to investigation of antimicrobial activity against some spoilage and pathogenic bacterias normally occurring on meat.

The liquid smokes contained phenol and carbonyl ranging from 2.11 – 3.50% and 9.3 – 17.8%, respectively, and had pH values ranging from 2.8 – 3.1. The antimicrobial activities were high against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* and naturally occurring meat flora.

PENDAHULUAN

Proses pengasapan secara tradisional dengan menggunakan asap pembakaran secara langsung mempunyai beberapa kelemahan seperti kualitas yang kurang konsisten, terdepositnya ter pada bahan makanan sehingga membahayakan kesehatan, menyebabkan pencemaran lingkungan serta memungkinkan bahaya kebakaran. Kelemahan-kelemahan di atas dapat diatasi dengan pengembangan proses menggunakan asap cair, yaitu campuran larutan dari dispersi asap kayu dalam air, yang dibuat dengan mengkondensasikan asap hasil pembakaran kayu tersebut. Kayu sebagai komponen utama bahan bakar umumnya terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin sedangkan komponen lainnya tanin, resin dan terpenin. Selulosa merupakan bagian besar dari komponen kayu yang bergugus fungsional hidroksil dan menentukan sifat fisik dan kimia kayu. Selulosa selalu disertai polisakarida lain, biasanya disebut hemiselulosa yang memberikan kesatuan struktur pada kayu. Lignin merupakan makromolekul lain dalam kayu yang strukturnya sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida, karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenilpropana. Lignin terdapat dalam lamela tengah dan banyak dijumpai pada kayu keras (Maga, 1993). Pada proses pembakaran komponen-komponen kayu tersebut akan mengalami pirolisa menghasilkan asap dengan komposisi yang sangat kompleks. Menurut Girard (1992), selulosa selama pirolisa akan mengalami hidrolisa menghasilkan glukosa

dan reaksi lebih lanjut menghasilkan asam asetat, air dan sedikit fenol. Lignin dalam pirolisa menghasilkan senyawa fenol dan turunannya dan pirolisa pada suhu tinggi akan menghasilkan tar. Sedangkan hemiselulosa selama proses pirolisa akan menghasilkan furfural, furan bersama-sama dengan asam karboksilat.

Senyawa-senyawa hasil pirolisa tersebut di atas yaitu kelompok fenol, kelompok karbonil dan kelompok asam; ketiga-tiganya secara simultan mempunyai aktivitas antioksidan, antimikrobia dan mempunyai peranan dalam memberikan cita-rasa yang spesifik (Girard, 1992). Masing-masing jenis kayu mempunyai kandungan selulosa dan lignin serta senyawa lain yang berbeda-beda (Fengel dan Wegener, 1995) yang pada proses pirolisa akan menghasilkan asap cair dengan spesifisitas yang bervariasi pula.

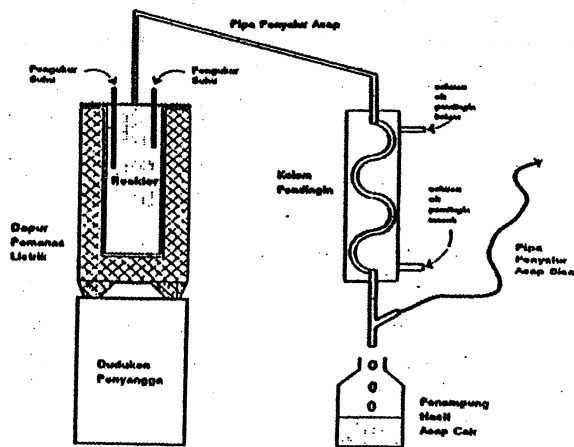
Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pembuatan asap cair dari bermacam-macam bahan dasar kayu dan mengevaluasi sifat-sifat antibakteri dari masing-masing asap cair tersebut terhadap bakteri pembusuk dan patogen yang umumnya ada dalam daging.

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Bahan

Bahan dasar untuk pembuatan asap cair adalah lima macam limbah hasil pertanian yaitu: kelobot jagung dari pertanian lokal, sabut kelapa sawit dari PTP IX Banten, kulit buah kakao dan kulit kopi dari PTP XVIII dan tempurung kelapa dari pasar lokal. Sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah bahan kimia untuk analisa proksimat kayu (selulosa, lignin, kadar abu, kadar air), proksimat asap cair (fenol, karbonil, keasaman) dan analisa sifat fungsional antibakteri. Untuk analisa antibakteri digunakan empat kultur bakteri yang umum sebagai bakteri pembusuk dan bakteri patogen pada daging yaitu *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Keempat kultur ini diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Alat utama yang digunakan untuk penelitian ini adalah alat produksi asap cair, seperti tampak pada Gambar 1.

^{*)}Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada



Gambar 1. Alat Produksi Asap Cair

Cara Penelitian

Penelitian ini dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama adalah tahap produksi asap cair dari masing-masing limbah hasil pertanian yang didahului dengan perlakuan pendahuluan terhadap bahan dasar serta analisa proksimat bahan dasar. Penelitian tahap kedua adalah tahap analisa asap cair yang meliputi analisa proksimat asap cair, analisa fungsional antibakteri dari masing-masing asap tersebut terhadap kultur bakteri yang umum pada daging, analisa antibakteri umum dari fenol dan asam asetat dan analisa pengaruh asap cair terhadap pertumbuhan bakteri pada daging.

Tungku pirolisa dilengkapi dengan pemanas listrik 1500 watt yang melingkari reaktor pirolisa yang berdiameter 20 cm dengan tinggi 40 cm yang dapat diisi bahan sebanyak 2 kg. Tutup reaktor dihubungkan dengan pipa penyalur ke tabung pendingin yang digunakan untuk mengkondensasi asap dan menghasilkan asap cair. Tungku ini dapat diatur suhu dan waktu pirolisa. Pada proses pirolisa ini suhu diatur 400°C selama 1 jam.

Bahan dasar sebelum digunakan diperlakukan sebagai berikut: tempurung kelapa dan kulit buah coklat sebelum dimasukkan ke reaktor dikeringkan dan dikecilkan ukurannya menjadi seperempat bagian, untuk kelobot jagung disayat-sayat selebar 2 cm, sabut kelapa sawit dan kulit buah kopi tanpa pengecilan ukuran. Setelah bahan dimasukkan reaktor, ditutup dan dimasukkan ke tungku

pirolisa, rangkaian kondensasinya dipasang dan tabung pendingin dialiri dengan air dingin. Pirolisa dilakukan pada suhu 400°C dan kondensasi diakhiri sampai tidak ada asap cair yang menetes dalam tabung penampung yaitu kurang lebih 1 jam.

Pengujian proksimat kayu dengan metoda AOAC (1990) dan Van Soest et al. (1991), proksimat asap cair yaitu kadar fenol dengan metoda Senter (1989), karbonil dengan metoda Lapin (1951), keasaman dengan pH meter dan titrasi.

Uji antibakteri asap cair dilakukan terhadap bakteri-bakteri pembusuk dan bakteri patogen yang umum pada daging yaitu *Pseudomonas fluorescense*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Masing-masing bakteri tersebut ditanam dalam media PCA dan di atas permukaan media didifusikan asap cair lewat kertas *diseritalics* berukuran 0,9 mm diameter yang dijenuhi dengan asap yang diencerkan 0x, 10x dan 100x dan pH asap cair diatur pada 4,0 dan 6,0, didiamkan selama 1 (satu) jam untuk memberi kesempatan asap cair terdifusi dalam media sebelum diinkubasi pada 30°C selama 24 jam. Besarnya aktivitas penghambatan diukur dari diameter zona jernih di sekitar kertas *disc* tersebut (Darmadji dan Izumimoto, 1994).

Dari hasil analisa kadar fenol dan asam asetat asap cair rata-rata adalah 2,2% dan 9,6%. Dengan fenol dan asam asetat standart diuji aktivitas antibakteri masing-masing dan keduanya secara bersama-sama.

Uji sifat penghambatan asap cair pada daging dilakukan dengan metode kuring yaitu mencelupkan daging tersebut dalam asap cair selama 30 detik, ditiriskan dan dimasukkan dalam kantong plastik kemudian disimpan pada suhu 4°C dan 30°C selama 16 jam. Aktivitas penghambatan dianalisa dengan menghitung jumlah koloni bakteri per gram sampel sebelum dan sesudah kuring 16 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kayu sebagai bahan dasar produksi asap cair mempunyai komponen penyusun yang bervariasi. Dari kelima bahan dasar tersebut kelobot mempunyai kandungan selulosa yang tinggi sedangkan yang lainnya hampir sama, sedangkan kandungan ligninnya bervariasi seperti terlihat pada Tabel 1. Hal ini sesuai yang dilaporkan Fengel dan Wegener (1995) bahwa kandungan lignin berbeda pada kayu lunak dan kayu keras sedangkan selulosa merupakan komponen yang hampir seragam jumlahnya pada semua kayu yaitu hampir mencapai setengahnya. Selama

pembakaran, komponen kayu seperti selulosa dan lignin akan mengalami pirolisa menghasilkan tiga kelompok senyawa yaitu senyawa mudah menguap yang dapat dikondensasikan, gas-gas yang tidak dapat dikondensasikan dan zat padat berupa arang (Maga, 1993).

Tabel 1. Proksimat Analisis Bahan dasar

No.	Bahan	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Selulosa (%)	Lignin (%)
1.	Kelobot	9,3	1,3	51,2	27,5
2.	Sabut Sawit	9,0	0,6	42,7	41,8
3.	Kulit Kakao	9,5	2,0	45,2	33,1
4.	Kulit Kopi	8,6	1,3	42,9	36,5
5.	Tempurung Kelapa	9,4	1,0	43,6	44,7

Senyawa mudah menguap tersebut apabila dikondensasikan akan menghasilkan produk berupa asap cair. Hasil analisa asap cair dari bermacam bahan dasar yaitu senyawa fenol, karbonil dan asam sangat bervariasi. Kadar fenol bervariasi dari 2,1% sampai 3,1%, kadar karbonil dari 9,3 sampai 17,4% dan keasamannya dari 9,2 sampai 9,8%, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Senyawa Fenol, Karbonil dan pH Asap Cair dari Beberapa Macam Bahan Dasar

No.	Bahan	Fenol (%)	Karbonil (%)	pH (%)	Keasaman (asam. asetat)
1.	Kelobot	3,05	17,41	3,0	9,6
2.	Sabut Sawit	3,06	10,20	3,1	9,3
3.	Kulit Kakao	2,20	11,32	2,9	9,8
4.	Kulit Kopi	2,11	12,62	3,1	9,4
5.	Tempurung Kelapa	3,13	9,30	3,2	9,2

Variasi kadar fenol dan karbonil ini tergantung jenis kayu sebagai bahan dasarnya. Bahan dasar dengan selulosa tinggi akan tinggi pula kadar karbonilnya sebab perlakuan pemanasan suhu tinggi pada selulosa akan menghasilkan karbonil. Kadar senyawa karbonil dalam asap cair relatif tinggi dibanding fenol, hal ini disebabkan sebagian senyawa fenol ada yang memiliki gugus karbonil sehingga ikut terhitung.

Fenol merupakan produk pirolisa dari senyawa lignin (Maga, 1993), pirolisa senyawa selulosa menghasilkan senyawa asam asetat dan homolognya, sedangkan senyawa

antara dari fenol dan asam asetat adalah senyawa karbonil. Senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa yang mempunyai sifat fungsional dalam pengolahan dan pengawetan daging karena peranannya sebagai antioksidan, antimikrobia dan pembentuk cita-rasa serta warna produk (Girard, 1992).

Hasil pengujian sifat fungsional asap cair sebagai antibakteri terhadap bakteri pembusuk dan patogen yang umum terdapat pada daging dapat dilihat pada Tabel 3.

Keasaman mempunyai peranan yang besar dalam penghambatan mikrobial seperti terlihat penghambatan asap cair pada pH 4,0. Asap cair mampu menghambat pertumbuhan semua bakteri yang diuji, bahkan pengenceran asap cair sampai 10 kalinya masih mampu menunjukkan penghambatan tetapi pengenceran sampai 100 kalinya tidak menunjukkan adanya penghambatan. Ketahanan bakteri terhadap perlakuan asap sangat berbeda-beda, ada yang sangat peka, biasanya bakteri patogen dan pembusuk dan ada yang sangat tahan terhadap asap yaitu jenis micrococci dan bakteri asam laktat (Girard, 1992). Pada pH tinggi yaitu 6,0 penghambatan asap cair terhadap pertumbuhan bakteri berkurang tapi masih menunjukkan aktivitas antibakterinya. Hal ini menunjukkan bahwa penghambatan bakteri tidak hanya karena peranan keasamannya saja tetapi ada senyawa lain yang berfungsi sebagai antibakteri diantaranya senyawa fenol dan karbonil. Selain senyawa ini masih ada senyawa lain yang diperkirakan ikut berperan dalam penghambatan pertumbuhan bakteri yaitu urotropin sebagai derivatif dari piridin dan senyawa asam pirolignin (Girard, 1992). Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa asap cair tempurung kelapa mempunyai aktivitas anti bakteri yang tinggi di samping kulit kopi, kelobot dan sabut sawit, sedangkan kulit kakao sangat lemah.

Tabel 3. Aktivitas Antibakteri Asap Cair pada pH 4,0 dan 6,0 terhadap Bakteri Pembusuk dan Patogen yang Umum pada Daging

Macam Asap	Pengenceran Asap	Bakteri							
		<i>Bacillus subtilis</i>		<i>Pseudomonas fluorescens</i>		<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Escherichia coli</i>	
pH:		4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0
Aktivitas Penghambatan (dalam cm diameter penghambatan)*									
1. Kelobot	0 x	2,9	1,2	3,3	1,8	3,5	2,0	3,3	1,1
	10 x	1,2	0,9	1,4	0,9	2,0	0,9	1,5	0,9
	100 x	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
2. Sabut Sawit	0 x	2,3	1,1	2,8	1,1	3,3	1,3	3,0	1,0
	10 x	1,2	0,9	1,1	0,9	1,2	0,9	1,1	0,9
	100 x	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
3. Kulit Kakao	0 x	1,2	1,0	1,3	0,9	1,4	1,0	1,4	0,9
	10 x	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	100 x	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
4. Kulit Kopi	0 x	3,0	1,0	3,4	1,2	3,8	1,0	2,6	1,0
	10 x	1,0	0,9	1,1	0,9	1,1	0,9	1,0	0,9
	100 x	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
5. Tempurung Kelapa	0 x	3,0	1,9	3,7	1,4	4,0	1,5	3,1	1,5
	10 x	1,4	0,9	1,3	1,0	1,5	0,9	1,2	0,9
	100 x	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

* Diameter zona jernih di sekitar kertas disc; diameter kertas disc 0,9 cm

Untuk menguji aktivitas antibakteri senyawa fenol dan asam asetat, maka dibandingkan dengan senyawa asam asetat dan fenol murni dengan konsentrasi yang paling rendah yaitu 2,2% untuk fenol dan 9,6% untuk asam asetat. Hasil pengujian terlihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Aktivitas Antibakteri dari Komponen Asap Cair

Jenis Bakteri	Aktivitas Antibakteri (cm)*		
	Asam asetat 9,6%	Asam Fenol 2,2%	Asam asetat
<i>Bacillus subtilis</i>	2,9	1,8	3,4
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3,0	1,6	3,5
<i>Staphylococcus aureus</i>	3,3	1,1	3,3
<i>Escherichia coli</i>	3,2	1,5	3,6

*) Diameter zona jernih di sekitar kertas *disc*; diameter kertas *disc* 0,9 cm

Hasil pengujian dapat mendukung data pada Tabel 3, bahwa asam asetat mempunyai peranan yang penting dalam proses penghambatan dibandingkan dengan fenol, dan keduanya secara bersama-sama menunjukkan aktivitas penghambatan bakteri yang lebih besar dari masing-masing.

Dalam pengujiannya pada daging, daging yang direndam selama 30 detik dalam larutan asap cair, ditiriskan dimasukkan dalam kantong plastik dan disimpan pada suhu 30°C dan 4°C selama 16 jam menunjukkan bahwa jumlah koloni bakteri menurun dibandingkan kontrol daging yang tidak diperlakukan dengan asap cair (Tabel 5).

Berturut-turut asap cair dari tempurung kelapa, kulit kopi, kelobot, sabut sawit dan kulit kakao mempunyai aktivitas penghambatan yang tinggi terhadap pertumbuhan bakteri daging. Semakin encer larutan semakin rendah aktivitas antibakterinya dan pada asap cair tanpa pengenceran atau pengenceran 0x, menunjukkan kemampuannya untuk membunuh bakteri pada daging.

Tabel 5. Aktivitas Antibakteri Asap Cair yang Diencerkan 0x, 10x dan 100x terhadap Pertumbuhan Bakteri pada Daging Sebelum dan Sesudah Kuring pada Temperatur 30°C dan 4°C selama 16 jam

Macam Asap Cair	Jumlah Bakteri (log CFU/gram)					
	30°C			4°C		
	0x	10x	100x	0x	10x	100x
Kontrol Daging segar	4,8			4,8		
Kontrol setelah 16 jam	11,2			7,1		
1. Kelobot	1,1	4,9	8,9	0,9	2,3	5,9
2. Sabut Sawit	2,3	6,7	10,0	1,8	3,7	6,2
3. Kulit Kakao	4,2	7,7	10,3	4,1	5,9	6,8
4. Kulit Kopi	0,0	3,7	5,9	0,0	2,1	4,2
5. Tempurung Kelapa	0,0	2,4	5,8	0,0	1,3	3,5

Dapat disimpulkan bahwa asap cair dari bermacam macam bahan dasar mempunyai aktivitas antibakteri yang bervariasi. Keasaman dan fenol mempunyai peranan dalam proses penghambatan bakteri, namun masih perlu penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi senyawa yang ada dalam asap cair dan masing-masing sifat fungsionalnya dalam pengolahan dan pengawetan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 18 th edition, Benyamin Franklin Washington D.C.
- Darmadji, P and M. Izumimoto, 1994. Antibacterial Effect of Spices on Fermented Meat. Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University, 83(1) 9 – 15.
- Fengel, D. and G. Wegener, 1995. Kayu: Kimia, Ultrastruktur Reaksi-reaksi. Hardono Sastrohamidjojo (Penterjemah), Gadjah Mada University Press.
- Girard, J.P., 1992. Smoking, In: Technology of Meat and Meat Products; J.P. Girard and I. Morton (ed) Ellis Horwood Limited, New York.
- Hawley, A.H., 1986. The Technology of Natural Liquid Smoking, Minisymposium: Smoked Foods. IFST South Eastern Branch p. 82 – 84.
- Lappin, A. and G. Clark, 1951. Colorimetric Methods for Determination of Traces of Carbonyl Compounds, Analytical Chem, 23: 541 – 542.
- Maga, J.A., 1993. Smoke in Food Processing. Boca Raton. CRC Press, Florida.
- Senterr, S.D., J.A. Robertson and F.I. Meredith, 1989. Phenolic Compounds of The Mesocarp of Cresthauen Peaches During Storage and Ripening. J. Food Sci. 54: 1259 – 1268.
- Van Soest, P.J., J.B., Robertson and B.A. Lewis, 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber and Non starch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition, J. of Dairy Sci., 74: 3583 – 3597.