

---

**IDENTIFIKASI KOMPONEN SENYAWA VOLATIL DALAM CUKA BAMB  
(BAMBOO VINEGAR) YANG DIPRODUKSI MELALUI PROSES PIROLISIS DI PT.  
HANAN ALAM LESTARI (MITRA BINAAN CSR PT. BUKIT ASAM, Tbk)**

Oleh

Oktaf Rina<sup>1</sup>, Rizka Novi Sesanti<sup>2</sup>, Dedi Teguh<sup>3</sup>, Yeni Ria Wulandari<sup>4</sup>, Hamdani<sup>5</sup>, Aang Haryadi<sup>6</sup>

<sup>1,3,4</sup>Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

<sup>2</sup>Jurusan Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Negeri Lampung

<sup>5</sup>CSR PT. Bukit Asam, Tbk

<sup>6</sup>PT. Hanan Alam Lestari

Email : [oktafrina@polinela.ac.id](mailto:oktafrina@polinela.ac.id)

**Abstract**

This study aims to identify volatile chemical components in bamboo vinegar (vinegar bamboo) produced by pyrolysis by PT. Hanan Alam Lestari (Guided Partner of PT. Bukit Asam Tbk). The raw material used is bamboo processing waste in the form of bamboo powder and pieces by pyrolysis process at a temperature of 300-450oC. The chemical compounds were analyzed using the Gas chromatography-mass spectroscopy (GC-MS) method at the Laboratory of Research and Development of Forest Products, Bogor. Specifications of tools used to investigate gas or liquid component products using a capillary column (Aglient HP-5MS length 30 m, diameter 250 m, film thickness 0.25 m). By holding the oven temperature at 50°C for 5 minutes, increasing at 5°C/min to 300°C, holding there for 60 minutes and helium as carrier gas. The results of the analysis showed that there were 15 components of volatile compounds and several dominant compounds in bamboo vinegar, namely acetic acid 31.28%; phenol 2-methoxy-guaiocol (12.95%); carbamic acid (11.23%); 2-heptanamine (6.75%) and phenol 4-methoxy-p-cresol (5.56%). The compound components in bamboo vinegar are thought to have antioxidant, antimicrobial and specific color and flavor-forming properties. Several chemical components detected in bamboo vinegar are recommended for use in agriculture as biofungicides and inhibitor compounds.

**Keywords : Bamboo Vinegar, Organoleptic, Pyrolysis, GC-MS**

**PENDAHULUAN**

Cuka bambu atau asam pirolisis merupakan hasil kondensasi dari pirolisis batang bambu yang mengandung sejumlah besar senyawa yang terbentuk dari proses pirolisis konstituen kayu seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin dengan menggunakan temperatur tinggi dengan proses pembakaran dalam ruangan tertutup atau tanpa oksigen (Oramahia, 2013). Proses pirolisis ini menghasilkan gas, padatan dan asap cair. Cuka bambu diproduksi dengan cara pembakaran tidak sempurna yang melibatkan reaksi dekomposisi konstituen polimer menjadi senyawa organik dengan berat molekul rendah karena pengaruh panas yang meliputi reaksi

oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi. Selama pembakaran, komponen dari bambu antara lain selulosa, hemiselulosa dan lignin akan mengalami proses pirolisis dan menghasilkan bermacam senyawa antara lain fenol dan senyawa turunannya, karbonil (keton dan aldehid), asam, furan, alkohol, lakton, hidrokarbon polisiklis aromatis dan lain sebagainya. (Agung, 2019).

Saat ini cuka bambu banyak digunakan pada beberapa bidang industri, seperti industri pangan digunakan sebagai bahan pengawet alami seperti pada produk tahu, dalam bidang pertanian digunakan sebagai pestisida, bioinsektisida dan desinfektan (Putri, 2018). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi

keberhasilan pirolisis cuka bambu antara lain yaitu suhu, ukuran bambu, kecepatan perpindahan panas dan waktu tinggal gas hasil pirolisis. Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada pirolisis karena suhu akan mempengaruhi terjadinya proses perengkahan biomassa yang memerlukan energi panas (Purwanti, 2017). Dengan demikian, kualitas cuka bambu sangat dipengaruhi oleh proses pirolisis terutama suhu pembakaran atau suhu pirolisis. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik senyawa kimia dalam cuka bambu hasil pirolisis limbah bambu yang diproduksi dari pengrajin bambu binaan CSR PT. Bukit Asam Tbk.

Limbah pengolahan bambu dari UKM binaan PT. Bukit Asam, berupa : serbuk dan batang bambu. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah bambu yang berasal dari pengrajin bambu binaan CSR PT. Bukit Asam Tbk. Pelaksanaan penelitian yang dilakukan meliputi proses persiapan bahan, proses pirolisis, serta analisa hasil pirolisis dengan GC-MS. Limbah bambu sebagai bahan utama, setelah dibersihkan dari pengotornya lalu selanjutnya dipotong-potong dan dikeringkan, kemudian dianalisa kadar airnya. Limbah bambu dengan kadar air tertentu dimasukan ke dalam reaktor pirolisis dan dipanaskan dengan suhu 320°C-450°C, kemudian ditutup rapat dan dihubungkan dengan pipa besi dan selang pendingin (kondensor). Kondensasi dari uap dan gas akan menghasilkan cairan yang disebut sebagai cuka bambu. Cuka bambu didiamkan dahulu selama 2 x 24 jam agar fraksi padat seperti partikel tar mengendap (Oktaviani, 2020). Kemudian sampel cuka bambu hasil pirolisis limbah bambu dianalisis jenis dan kandungan senyawa kimia dengan menggunakan instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS).

## METODE PENELITIAN

### a. Persiapan sampel

Bahan baku yang digunakan dalam

penelitian ini berupa limbah bambu yang berasal dari pengrajin bambu binaan CSR PT. Bukit Asam Tbk. Pelaksanaan penelitian yang dilakukan meliputi proses persiapan bahan, proses pirolisis, serta analisa hasil pirolisis dengan GC-MS. Limbah bambu sebagai bahan utama, setelah dibersihkan dari pengotornya lalu selanjutnya dipotong-potong dan dikeringkan, kemudian dianalisa kadar airnya. Limbah bambu dengan kadar air tertentu dimasukan ke dalam reaktor pirolisis dan dipanaskan dengan suhu 320°C-450°C, kemudian ditutup rapat dan dihubungkan dengan pipa besi dan selang pendingin (kondensor). Kondensasi dari uap dan gas akan menghasilkan cairan yang disebut sebagai cuka bambu. Cuka bambu didiamkan dahulu selama 2 x 24 jam agar fraksi padat seperti partikel tar mengendap (Oktaviani, 2020). Kemudian sampel cuka bambu hasil pirolisis limbah bambu dianalisis jenis dan kandungan senyawa kimia dengan menggunakan instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) di Laboratorium Puslitbang Hasil Hutan, Bogor.

### b. Analisis komponen senyawa dengan GC/MS

Kandungan senyawa kimia dilakukan dengan metode *Gas chromatography-mass spectroscopy* (GC-MS) di Laboratorium Puslitbang Hasil Hutan, Bogor. Spesifikasi alat yang digunakan untuk menyelidiki produk komponen gas atau cairan menggunakan kolom kapiler (Aglient HP-5MS panjang 30 m, diameter 250 µm, ketebalan film 0,25 µm). Dengan penahan suhu oven pada 50 °C selama 5 menit, ditingkatkan pada 5 °C/menit hingga 300 °C, tahan di sana selama 60 menit dan helium sebagai gas pembawa. Proses pirolisis dapat menghasilkan berbagai macam senyawa derivatif komponen hidrokarbon yang akan berwujud padatan, cairan maupun gas.

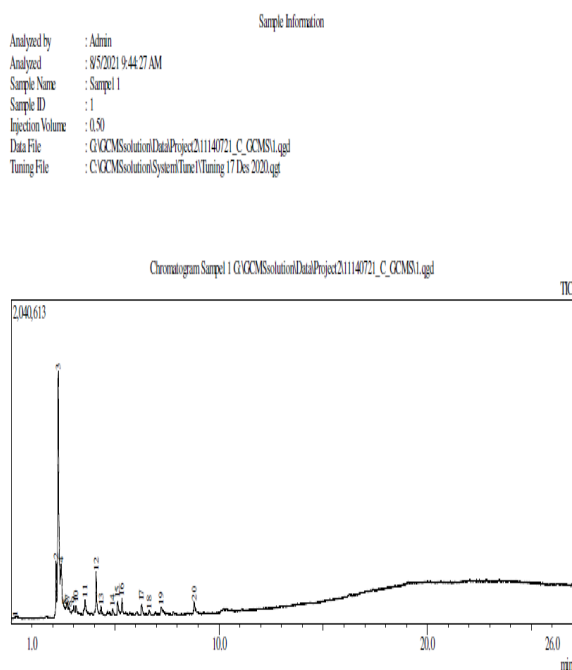
**Tabel 1. Derivatif senyawa volatile hasil pirolisis**

No.	Derivatif senyawa kimia (Chemical component)
1.	Acetic acid (CAS) Ethylic acid
2.	Acetic acid, hydrazide (CAS)
3.	Carbamic acid, monoammonium salt (CAS) ammonium carbamat
4.	Butanoic acid, 2 propenyl ester (CAS) allyl N Butanoat
<b>Total senyawa asam :</b>	
5.	Phenol, 4 methoxy (CAS)
6.	Cyclopentanol 2,4,4 Trimethyl
7.	3 Methoxy pyrocatechol
8.	1,4 Benzenediol (CAS) Hydroquinone
9.	Phenol 2,6, dimethoxy(CAS) 2,6 Dimethoxyphenol
10.	4 Methoxy 3 (methoxymethyl) phenol
11.	Butyl alcohol 2
<b>Total senyawa phenol :</b>	
12.	Pyridine (CAS) Azine
13.	2 (3H) Furanone, dihydro(CAS) butyrolactone
14.	3 Acetylpyrole
15.	2 Cyclopentene 1,2 hydroxy 3 methyl (CAS) Corylon
16.	2 H Pyran 2, tetrahydro (CAS) 5 Valerolactone
17.	4 H Pyran 4, 3 hydroxy 2 methyl (CAS) maltol
18.	3 Hexene (CAS) trans 3 Hexene
19.	2,3 Octamedione (CAS) 2,3 octandion
20.	2 Butane 1-ol, propanoate (CAS) 2 buten 1 ol Propanoate (CAS) 1 propionyl
21.	Ethanone, 1 (4 hydroxy 3 methoxyphenil) (CAS) acetovanilone
22.	Benzene, 1,2,3 trimethoxy 5 methyl (CAS) toluene, 3,4,5-Trimethoxy
23.	1,6 anhydro-beta-D- glucopyranosa
24.	Ethanone
25.	Benzaldehyde
26.	Ethanone ,1- 4 hydroxy 3,5 dimethoxyphenil CAS Acetosyringone

Komponen senyawa lebih banyak bersifat asam yang menyebabkan pH distilat bersifat asam dengan pH sekitar 3-4. Adapun senyawa-senyawa yang ada dalam produk distilasi hasil pirolisis dapat dilihat pada Tabel 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis komponen senyawa dalam cuka bambu dapat dilihat pada Gambar 2.


**Gambar 1. Kromatogram pengujian cuka bambu**

Proses pirolisis dapat mengkonversi biomassa menjadi produk yang merupakan sumber energi maupun sebagai bahan baku untuk memproduksi bahan kimia. Komposisi biomassa, terutama rasio hidrogen-karbon (H/C), memiliki pengaruh penting terhadap hasil pirolisis. Konstituen individu mengalami pirolisis secara berbeda dan memberikan hasil yang berbeda. Misalnya, selulosa dan hemiselulosa adalah sumber utama volatil dalam biomassa ligno-selulosa. Dari jumlah tersebut, selulosa adalah sumber utama uap yang dapat terkondensasi. Sebaliknya, hemiselulosa menghasilkan lebih banyak gas yang tidak dapat terkondensasi dan lebih sedikit tar daripada yang dilepaskan oleh selulosa (Wulandari, 2020).

Selama pembakaran, komponen dari bambu antara lain selulosa, hemiselulosa dan lignin akan mengalami proses pirolisis menghasilkan bermacam senyawa antara lain fenol dan senyawa turunannya, karbonil (keton dan aldehyd), asam, furan, alkohol, lakton, hidrokarbon polisiklis aromatis dan lain sebagainya. (Agung, 2019). Komponen yang terpenting dalam menyumbang reaksi pirolisis bambu ada tiga senyawa yaitu fenol, asam dan karbonil. Proses yang terjadi selama pirolisis sesuai dengan peningkatan suhu adalah penghilangan air dari bambu pada suhu 120-150°C, pirolisis hemiselulosa pada suhu 200 - 250°C, pirolisis selulosa pada suhu 280 - 320°C dan pirolisis lignin pada suhu 400°C. Pirolisis pada suhu 400°C akan menghasilkan senyawa yang mempunyai kualitas organoleptik yang tinggi dan pada suhu lebih tinggi lagi akan terjadi reaksi kondensasi pembentukan senyawa baru dan oksidasi produk kondensasi diikuti kenaikan linier senyawa tar dan hidrokarbon polisiklis aromatis (Triastuti, 2016)

Hemiselulosa adalah penyusun lain dari dinding sel tumbuhan. Selulosa adalah Kristal dengan struktur kuat yang tahan terhadap hidrolisis, sedangkan hemiselulosa memiliki struktur *amorf* acak dengan sedikit kekuatan. Ini adalah sekelompok karbohidrat dengan struktur rantai bercabang dan tingkat

polimerisasi yang lebih rendah (~100-200), dan dapat diwakili oleh rumus umum ( $C_5H_8O_4$ )<sub>n</sub> (Chen, 2014).

Proses pirolisis melibatkan pemecahan molekul kompleks yang besar menjadi beberapa molekul yang lebih kecil. Produknya diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama yaitu padat (kebanyakan arang atau karbon), cairan (ter, hidrokarbon lebih berat, dan air) dan gas ( $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_6H_6$ , dan seterusnya). Jumlah relatif dari produk-produk ini bergantung pada beberapa faktor termasuk laju pemanasan dan suhu akhir yang dicapai oleh biomassa.

Cuka bambu memiliki sifat yang berfungsi sebagai antioksidan, antimikroba dan pembentuk warna serta cita rasa yang spesifik. Sifat-sifat fungsional tersebut erat kaitannya dengan komponen-komponen yang terdapat di dalam cuka bambu tersebut. Cuka bambu memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena adanya senyawa asam, derivat fenol, dan karbonil (Akbar, 2016). Menurut Mahanim (2011) kandungan senyawa pada batang bambu memiliki kandungan holoselulose (63,04%), alpha-selulose (46,14%) dan lignin (16,12%). Terkait komposisi kimia bambu secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan komposisinya maka limbah batang bambu sangat potensial digunakan sebagai bahan baku pembuatan cuka bambu. Cuka bambu yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan dasar desinfektan, pengawet makanan, pembasmi hama dan penyakit tanaman, pupuk cair organik, penyubur tanaman dan sebagai inhibitor mikroorganisme.

Variasi kandungan komponen kimia cuka bambu dipengaruhi oleh jenis bahan dan karakteristik kandungan kimia bahan yang digunakan (Wibowo, 2012). Menurut Yatagai (2002) asam asetat dari cuka bambu berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman dan pencegah penyakit tanaman. Metanol berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman. Selain asam asetat terdapat juga fenol dimana dalam kehidupan sehari-hari fenol dan

turunannya dapat digunakan untuk bahan desinfektan dan inhibitor (Komarayati, 2015). Selanjutnya pada Tabel 2 ditampilkan hasil analisa GC-MS yang dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis senyawa kimia secara lengkap yang terkandung di dalam cuka bambu. Hasil analisa GC-MS cuka bambu dari limbah bambu yang berasal dari pengrajin bambu binaan CSR PT.Bukit Asam Tbk seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Komponen senyawa volatil dalam cuka bambu dianalisis dengan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*). Ada beberapa komponen senyawa yang dominan dalam cuka bambu yaitu asam asetat 31,28%; phenol 2-methoxy-guaiacol (12,95%); asam karbamat (11,23%); 2-heptanamin (6,75%) dan phenol 4-methoxy-p-cresol (5,56%).

**Tabel 2. Komponen Kimia Cuka Bambu**

Waktu retensi (menit)	Nama Senyawa	Konsentrasi (%)
3,689	2-Heptamine (CAS) Heptin	6,75
7,511	Acetin acid (CAS) Ethylic acid	31,28
11,920	Adenosine (CAS) 9- .beta.-d- Ribofuranosyladenine	2,18
12,442	2(3H)-Furanone, dihydro- (CAS) Butyrolactone	2,84
12,863	Zink(II) Bis(N,N- Dipentylidithiocarbamate)	2,82
13,164	Hafnium Tetratropolonate	1,71
13,418	Carbamic acid, phenyl ester (CAS) Phenyl carbamate	11,23
14,051	Phenol, 2-methoxy- (CAS) Guaiacol	12,95
14,563	Phenol, 4-methyl- (CAS) p-Cresol	5,56
14,967	Butanal, 3-hydroxy- (CAS) 3-hydroxybutanal	5,33
15,212	(9S, 13r, 14S)-7,8- Didehydro-4- (benzyloxy)-17- [(benzyloxy)carbonyl]- 3,7-dimethyl	3,60
15,423	6-[(4- methylphenyl)imino]-1- (4-methoxybenzy)-5-[2-	5,63

	(4-methoxybenzyl)-5-fom	
16,015	2,5-Dimethoxytoluene	2,30
16,968	Phenol, 2,6-dimethoxy-(CAS) 2,6-Dimethoxyphenol	4,12
17,742	Aflatoxicol H1	1,69

## PENUTUP

### Kesimpulan

Hasil penelitian menyimpulkan ada beberapa karakteristik senyawa dalam cuka bambu yang diuji dengan GC-MS dapat diambil kesimpulan yaitu cuka bambu yang dihasilkan dengan metode pirolisis limbah bambu menunjukkan bahwa komposisi kimia cuka bambu adalah asam asetat 31,28%; phenol 2-methoxy-guaiacol (12,95%); asam karbamat (11,23%); 2-heptanamin (6,75%) dan phenol 4-methoxy-p-cresol (5,56%).

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada CSR PT. Bukit Asam Tbk yang telah mendanai riset ini melalui kerjasama bidang riset dan pengembangan ilmu dengan Politeknik Negeri Lampung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, I. G. N., Diatmika, Y. A., Kencana, P. K. D., Arda, G. 2019. Karakteristik Asap Cair Batang Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata* BUSE-KURZ) yang Dipirolisis pada Suhu yang Berbeda. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian) Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana*. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/beta>, Vol. 7, No 2, September 2019.
- [2] Bridgwater, A.V., 2012. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass and Bioenergy*, 38, 68-94. doi: 10.1016/j.biombioe.2011.01.048.
- [3] Chen, H., 2014. Chemical Composition and Structure of Natural Lignocellulose. In *Biotechnology of Lignocellulose: Theory and Practice*, Springer Netherlands: Dordrecht. doi: 10.1007/978-94-007-6898-7\_2, pp. 25-71.
- [4] Idris, R., Chong, W. W. F., Ali, A., Idris, S., Hasan, M. F., Ani, F. N., and Chong, C. T., 2021. Phenol-rich bio-oil derivation via microwave-induced fast pyrolysis of oil palm empty fruit bunch with activated carbon. *Environmental Technology & Innovation* 21, 101291.
- [5] Mahanim, S. M. A., Asma, I. W., Rafidah, J., Puad, E., dan Shaharuddin, H., 2011. Production of Activated Carbon From Industrial Bamboo Waste. *Journal of Tropical Forest Science*, 417-424.
- [6] Mohan Dinesh, Charles U. Pittman, Jr., and Philip H. Steele, 2006. Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review. *Energy & Fuels* vol. 20, 848-889. Department of Chemistry, Mississippi State University.
- [7] Oktaviani, E. 2020. Perbandingan Karakteristik Asap Cair dari Pirolisis Pelepah Kelapa Sawit Melalui Proses Adsorpsi-Distilasi dan Distilasi-Adsorpsi. Skripsi : Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [8] Oramahia, H. A., Diba, F. 2013. Maximizing The Production of Liquid Smoke from Bark of Durio by Studying Its Potential Compound. *Procedia Environmental Science* 17, hal. 60-69.
- [9] Purwanti, A., Sumarni, Alvian, A. 2017. Pirolisis Limbah Pangkal Bambu Menjadi Karbon Aktif dan Asap Cair Menggunakan Zat Aktivator Asam Phosfat. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, ISSN : 1979-8415, Vol. 9, No. 2.
- [10] Putri, E. R., Kasim, A., Emriadi, Asben, A. 2018. Karakterisasi Kinerja Alat Pembuat Asap Cair Dari Biomassa Pertanian. *Agrica Ekstensia*, Vol. 12 No. 1 Juni 2018: 45-50.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN