



## Pirolisis Limbah Pangkal Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*)

Tunjung Wahyu Widayati, Danang Jaya\*, Anantyto Danujatmiko, dan Bagus Drajat Trimulyo

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta,  
Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condongcatur Yogyakarta 55283

\*E-mail: [danangjay@upnyk.ac.id](mailto:danangjay@upnyk.ac.id)

### Abstract

*Bamboo is one type of grass which is part of non-timber forest products. The chemical properties of bamboo contain cellulose, lignin, pentosan, ash, and silica. This study using waste of betung bamboo base. To make tar from betung bamboo it is necessary to go through a pyrolysis process. Pyrolysis is a process of thermal decomposition carried out in an inert condition. In this study using the fast pyrolysis method where the main product is tar while charcoal and non-condensable gas are byproduct. Tar start producing at low temperature and ended at temperature above 600°C because of secondary reaction mechanism that cause tar start to decompose to gas and charcoal. This study using 500°C to 900°C with, 1 hour and 3 hours temperature process condition. The optimum mass result of tar reached at 1 hour 600°C is 19.2420 gram while at 3 hours 600°C is 13.1972 gram. Based on this research, it can be concluded that lower temperature process produced more tar and higher temperature process decrease mass of tar produced, in this case the optimum temperature for betung bamboo pyrolysis reached at 600°C.*

**Keywords:** *betung bamboo, pyrolysis, tar, inert*

### Pendahuluan

Pada berbagai industri yang berkembang di Indonesia, sering muncul masalah yang berkaitan dengan pemurnian gas, seperti gas beracun, bau busuk, dan asap pada industri gas dan pengolahan LNG, bau pada industri obat dan makanan, warna dan rasa yang tidak enak pada industri minuman, serta adanya polutan pada industri pengolahan air. Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85 – 95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Selain dapat dipakai untuk mengatasi permasalahan industri, karbon aktif dapat juga digunakan sebagai penyimpanan gas (*gas adsorptive storage*).

Selama ini pengembangan pembuatan karbon aktif sudah dilakukan dengan menggunakan batubara (*bituminous coal*) dan material organik dengan kandungan karbon yang tinggi seperti tempurung kelapa, serat kayu, dan limbah agrikultur seperti bambu. Bambu merupakan salah satu jenis rumput-rumputan yang termasuk ke dalam famili Gramineae dan merupakan bagian dari komoditas hasil hutan bukan kayu. Bambu sangat potensial sebagai bahan substitusi kayu karena rumpunan bambu dapat terus berproduksi selama pemanenannya terkendali dan terencana. Dari kurang lebih 1000 spesies bambu dalam 80 negara, sekitar 200 spesies dari 20 negara ditemukan di Asia Tenggara, sedangkan di Indonesia ditemukan sekitar 60 jenis. Tanaman bambu Indonesia ditemukan di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian 300 mdpl. Pada umumnya ditemukan di tempat – tempat terbuka dan daerahnya bebas dari genangan air.

Beberapa komposisi kimia bambu meliputi kadar selulosa, lignin, pentosan, abu, dan silika. Kadar selulosa berkisar antara 42,4 – 53,6%, lignin 19,8 – 26,6%, pentosan 1,24 – 3,77%, abu 1,24 – 3,77%, dan silika 0,1 – 1,78% (Krisdianto et al, 2000). Dari komposisi lignoselulosa yang banyak mengandung karbon tersebut terlihat bahwa bambu memiliki kriteria sebagai bahan dasar dari karbon aktif. Kriteria lainnya yaitu bambu sudah cukup tua dengan umur 4 tahun, kandungan air rendah 15-20%, mudah merengkah sehingga bambu mudah terdekomposisi (Jiang Shenxue, 2004). Pada penelitian ini akan digunakan bambu betung dari Desa Brajan, Minggir, Sleman sebagai bahan baku pirolisis.





Gambar 1. Bambu Betung

Pirolisis adalah suatu proses pemanasan suatu padatan dengan mengkondisikan lingkungan tanpa kehadiran oksigen untuk membuat produk gas (umumnya  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ , Benzene, dll), produk cair (tar, air, dan hidrokarbon rantai panjang), dan padatan (arang). Menurut MDPI, 2018 proses pirolisis lebih lanjut, dapat terjadi reaksi sekunder dari produk-produk pirolisis khususnya tar dan arang. Mekanisme reaksi sekunder terdiri dari perengkahan, penataan ulang. Pada peristiwa perengkahan, molekul yang mempunyai rantai pendek terbentuk dari pecahnya molekul dari zat-zat yang sifatnya mudah menguap (volatil) misalnya tar. Sebaliknya, pada proses ini juga terjadi penataan ulang molekul-molekul volatil menjadi molekul yang mempunyai rantai panjang yang nantinya bersifat tidak volatil. Pada dasarnya, mekanisme sekunder akan menyebabkan reaksi sekunder dimana dihasilkan arang sekunder dari perengkahan dan penataan ulang.

Apabila suhu pirolisis ditingkatkan maka hasilnya akan terjadi dekomposisi tar menjadi gas dan arang dikarenakan adanya reaksi sekunder atau mekanisme sekunder dari pirolisis. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pirolisis adalah suhu, waktu pirolisis, laju pemanasan, tekanan, jenis bahan baku, ukuran partikel. (Feng & Luo, 2017) Penelitian ini menggunakan kondisi suhu pirolisis 500 °C, 600 °C, 700 °C, 800 °C dan 900 °C dan waktu pirolisis 1 dan 3 jam.

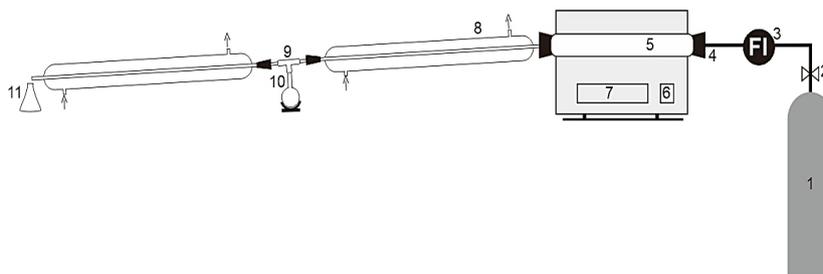
## Metode Penelitian

### Bahan Penelitian

Limbah bambu betung bagian pangkal dan gas  $\text{N}_2$

### Alat Penelitian

<sup>1</sup>Tabung  $\text{N}_2$ , <sup>2</sup>regulator valve, <sup>3</sup>rotameter, <sup>4</sup>karet penyumbat, <sup>5</sup>tabung furnace, <sup>6</sup>saklar, <sup>7</sup>panel informasi furnace, <sup>8</sup>kondensor, <sup>9</sup>adaptor, <sup>10</sup>labu, <sup>11</sup>erlenmeyer, *mesh Screener*, cawan porselen, uantachrome Nova, dan *analytical balance*.



Gambar 2. Rangkaian alat pirolisis

## Prosedur Penelitian

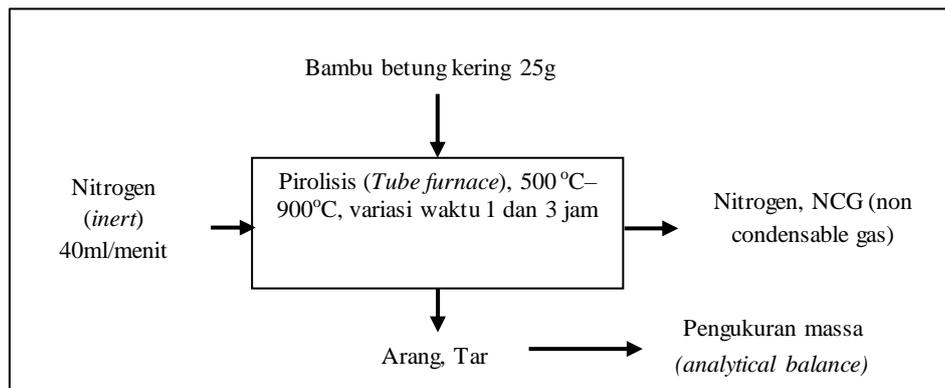
### Persiapan Bahan Baku

Bambu dipotong dibagian pangkal lalu dibersihkan untuk menghilangkan kotoran dengan pisau parang dan sikat. Bambu yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah bambu sisa pemotongan dengan gergaji mesin yang telah diayak dengan ukuran -30 mesh. Selanjutnya bambu betung dikeringkan dengan *muffle furnace* pada suhu 100 °C dengan interval waktu 60 menit hingga konstan dengan tujuan untuk menghilangkan kadar airnya.

### Pembuatan Arang

Sebanyak 150 gram bambu betung yang sudah diayak dengan ukuran -30 mesh, setelah itu dimasukkan kedalam *furnace* secara bertahap dengan kapasitas furnace 25 gram per siklus, kemudian melakukan proses pirolisis didalam

furnace dengan suhu 500–900 °C selama 1 dan 3 jam. Pirolisis dilakukan dengan mengalirkan gas N<sub>2</sub> sebesar 40 ml/menit selama 2 menit sebelum pirolisis dimulai, ini ditujukan untuk menghilangkan kandungan O<sub>2</sub> di dalam tabung *furnace*.



**Gambar 3.** Diagram alir proses pirolisis bambu betung

## Hasil dan Pembahasan

**Tabel 1.** Data hasil pengeringan sampel bambu betung

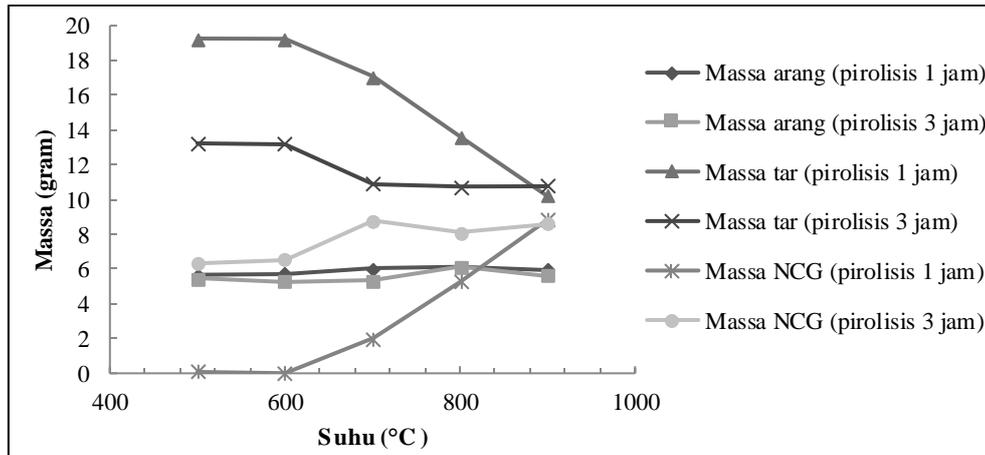
Sampel	Pemanasan 100 C		Kadar air (%m)		Air teruapkan (gram)
	Awal (gram)	Akhir (gram)	<i>i</i>	Rerata	
1	10	8,2083	17,917		1,7917
2	10	8,1835	18,165	18,01667	1,8165
3	10	8,2032	17,968		1,7968

**Tabel 2.** Data distribusi massa produk hasil pirolisis

Suhu (°C)	Waktu (jam)	Sampel	Massa (gram)		
			Arang	Tar	NCG
500	1	25	5,6680	19,2420	0,0900
600	1	25	5,7523	19,2430	0,0047
700	1	25	5,9961	17,0300	1,9739
800	1	25	6,1247	13,5840	5,2913
900	1	25	5,9788	10,1880	8,8332
500	3	25	5,4480	13,2300	6,3220
600	3	25	5,2500	13,1972	6,5528
700	3	25	5,3399	10,8750	8,7851
800	3	25	6,1380	10,7450	8,1170
900	3	25	5,6060	10,7992	8,5948

Pirolisis bambu betung dengan berbagai suhu dan waktu menghasilkan volume bambu yang berbeda-beda. Tar didapatkan dari zat volatil yang ada di bambu betung yang teruapkan dikarenakan titik didihnya yang rendah, sehingga tar dapat dilewatkan kondensor dengan tujuan untuk diubah fasanya menjadi cair. Pirolisis bambu betung pada suhu rendah lebih banyak menghasilkan tar daripada pirolisis dengan suhu yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan terjadinya reaksi sekunder dari tar berat yang terjadi di dalam *furnace*.

Tar berat terdekomposisi lagi menjadi arang seiring bertambahnya suhu. Zanzi R., 2001 dengan judul *Pyrolysis of Biomass* yang menyebutkan bahwa tar yang dipanaskan lebih lanjut akan berubah menjadi karbon sehingga dapat menghindari terbentuknya abu apabila tidak dipanaskan lebih lanjut.



**Gambar 4.** Grafik distribusi massa produk hasil pirolisis (arang, tar dan non condensable gas)

Hasil tar yang paling banyak terjadi pada pirolisis suhu 500°C dan 600°C dengan volume tar 17 mL. Densitas rerata dari tar bambu didapatkan sebesar 1,1324 gram/mL. Nilai ini mendekati densitas dari tar hasil pirolisis dari Vinod, B., R. di bukunya yang berjudul *Pavement Materials and Construction* yang bernilai dari 1,16 gram/mL sampai dengan 1,28 gram/mL untuk semua jenis tar.

#### Daftar Pustaka

- Luo S, Feng Y. The Production of Fuel Oil and Combustible Gas by Catalytic Pyrolysis of Waste Tire Using Waste Heat of Blast-Furnace Slag. *Energy Convers. Manag.* 2017; 136, 27-35.
- Nikolas H, Kurt S, Hans-Peter S. activated carbon, biochar and charcoal: linkages and synergies across pyrogenic carbon's ABCs, *MDPI Journal.* 2018.
- Shenxue J. Taining manual of bamboo charcoal for producers and consumers. Nanjing: Nanjing Forestry University; 2004.
- Vinod BR. *Pavement materials and construction*, BMS Institute of Technology and Management. 2010.
- Zanzi R. *Pyrolysis of biomass: rapid pyrolysis at high temperature slow pyrolysis for active carbon preparation.* KTH Royal Institute of Technology. 2001.



## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Aditya Kurniawan (UPN "Veteran" Yogyakarta)**  
**Notulen : Yuli Ristianingsih (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Aditya Kurniawan (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Target utama dari penelitian ini apakah char, arang atau cairan hasil kondensasi?  
Jawaban : Target utama dari penelitian ini adalah karbon (arang)
2. Penanya : Aditya Kurniawan (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Apakah arang hasil pirolisis sudah berupa arang aktif atau karbon biasa yang perlu diaktivasi lebih lanjut?  
Jawaban : Hasil karbon dari proses pirolisi ini sudah berupa arang aktif karena proses aktivasinya menggunakan "proses termal" untuk membuka pori-pori dari partikel karbon.
3. Penanya : Aditya Kurniawan (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Bagaimana menjaga agar O<sub>2</sub> tidak masuk selama proses pirolisis berlangsung?  
Jawaban : Menggunakan penutup yang dibuat serapat mungkin dari bahan kavet yang tahan panas. Namun yang tidak bisa dihindari adalah O<sub>2</sub> yang berasal dari kandungan kadar air bahan baku.