

# PENGARUH EFEK PARAMETER PIROLISIS TERHADAP YIELD ASAP CAIR DAN ARANG PADA PROSES PIROLISIS CANGKANG KEMIRI DENGAN REAKTOR PIPA API

**Fauzan**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh Lhokseumawe  
Jalan Cot Tengku Nie, Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara  
[faoezan@gmail.com](mailto:faoezan@gmail.com)

## ABSTRAK

Cangkang kemiri di beberapa daerah pertanian di Indonesia secara umum belum dimanfaatkan dan terbuang begitu saja sebagai limbah. Penelitian ini menjelaskan tentang proses pirolisis biomassa cangkang kemiri menjadi produk cair dan arang. Proses pirolisis lambat di dalam reaktor menggunakan pipa api agar panas yang diterima biomassa dapat lebih seragam. Temperatur dan laju pemanasan divariasikan masing-masing 250, 300, 400, 500 dan 600 °C dan laju pemanasan 15, 30, 50 °C/menit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur dan laju temperatur dalam reaktor terhadap produk asap cair dari cangkang buah kemiri. Yield asap cair tertinggi diperoleh 45.02% pada temperatur 500 °C dengan laju temperatur 50 °C/menit dan yield arang 39,86% pada temperatur 250°C dengan laju pemanasan 15°C/menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada korelasi yang signifikan antara temperatur pirolisis terhadap yield produk pirolisis.

**Kata kunci:** Pirolisis, Pipa api, cangkang kemiri

## ABSTRACT

*The shells of candlenut in some agricultural areas in Indonesia are generally untapped and thrown away as waste. This study describes the pyrolysis process of biomass into liquid product of hazelnut shells and charcoal. The process of slow pyrolysis in a reactor utilized fire pipe in order to heat received by biomass can be more uniform. Temperature and heating rate varied 250, 300, 400, 500 and 600 °C and a heating rate of 15, 30, 50 °C / min respectively. The purpose of this study was to determine the effect of temperature and the rate of temperature in the reactor of the liquid product of hazelnut shells. The highest yield of liquid smoke obtained 45.02% at a temperature of 500 °C at a rate of temperature is 50 °C / min and the charcoal yield 39.86% at a temperature of 250°C with a heating rate of 15°C / min. The results of this study indicate that there was a significant correlation between temperature pyrolysis to yield pyrolysis products.*

**Keywords :** Pyrolysis, Fire pipe, candlenut shells

## PENDAHULUAN

Selama beberapa tahun terakhir ini, ketertarikan manusia terhadap sumber energi terbarukan sangat meningkat. Hal ini dipicu oleh masalah lingkungan berupa pemanasan global, polusi udara dan meningkatnya kebutuhan energi di seluruh dunia. Diantara sumber energi terbarukan, biomassa merupakan yang paling baik dan banyak dimanfaatkan (Demirbas dkk, 2010). Sumber biomassa dapat berupa tanaman kayu, tanaman herba, tanaman air dan pupuk alami

(McKendry, 2002). Energi dari biomassa dapat diperoleh dengan beberapa cara seperti produksi tanaman, pembakaran limbah padat, gas TPA dan produksi *bio-oil*.

Mengubah biomassa menjadi energi secara umum dapat dilakukan dengan proses bio-kimia dan thermo-kimia. Proses thermo-kimia dapat dibagi kedalam gasifikasi, pirolisis, karbonisasi dan pencairan langsung (*direct liquefaction*). Diantara proses thermo-kimia, pirolisis lebih banyak dipakai karena kondisinya dapat dioptimalkan untuk

menghasilkan minyak, arang dan gas (Demiral, 2006). Pirolisis didefinisikan sebagai dekomposisi thermal pada biomassa dengan tidak melibatkan oksigen selama proses pemanasan berlangsung hingga menghasilkan padatan (*bio-char*) cair (*bio-oil*) dan produk gas.

Minyak dari pirolisis memiliki nilai kalor moderat, mudah dipindahkan, dapat langsung dibakar pada pembangkit listrik thermal, dapat diinjeksikan kedalam aliran pemurnian bensin konvensional, dibakar dalam turbin gas atau ditingkatkan kualitasnya sebagai bahan bakar alat transportasi (Horne, 1994). Selanjutnya cairan pirolisis dapat digunakan sebagai bahan baku bagi beberapa produk di industri kimia. Produk padat pirolisis berupa arang dapat dijadikan bahan baku dalam pembuatan karbon aktif. Arang memiliki potensi sebagai bahan bakar padat (Horne, 1994).

Temperatur moderat yang akan menghasilkan produk cair ada pada kisaran 353 – 453 °C dimana kira-kira 40-75% cairan diperoleh (Demirbas, 2007). Sisanya berupa arang sebesar 10-20% dan 10-30% adalah gas yang tidak terkondensasi (Demirbas, 2007). Ketika temperatur pirolisis mencapai 500 °C atau lebih, terjadi reaksi kimia lanjut yang menyebabkan produk cair semakin berkurang (Bridgwater, 1999).

## METODE

Cangkang kemiri diperoleh dari perkebunan kemiri di sekitar Lhokseumawe yang sudah dicuci dan dikeringkan dengan cara dijemur di terik matahari. Dalam pengujian ini cangkang kemiri dipilih dengan ukuran rata-rata 0,5 cm. Properti cangkang kemiri diperlihatkan pada tabel 1.

Percobaan pirolisis lambat ini dilakukan dalam reaktor yang terbuat dari baja tahan karat (*stainless steel*) dengan tinggi reaktor 50 cm dan diameter dalam 40 cm. Skema sistem pirolisis dapat dilihat pada gambar 1. Dalam setiap percobaan, sebanyak 5 kg bahan baku dimasukkan dalam reaktor dan ditutup rapat agar tidak ada udara yang masuk selama proses pemanasan berlangsung. Termometer air raksa dipasang pada bagian yang terhubung kedalam reaktor untuk mengukur temperatur ruangnya. Asap yang keluar akan melalui pipa dan melewati perangkat tar. Selanjutnya asap memasuki

pipa kondensor yang direndam dalam bak berisi air dan es dengan temperatur 10°C.

Percobaan ini dilakukan dengan memvariasikan parameter temperatur dan laju pemanasan (*heat rate*). Reaktor dipanaskan dengan menggunakan bahan bakar gas LPG dengan variasi temperatur 250, 300, 400, 500 dan 600°C. Dalam perangkat tar, sebagian asap akan terjebak sehingga meninggalkan tar. Asap dengan berat jenis yang lebih ringan akan melewatinya untuk kemudian memasuki kondensor pipa spiral yang direndam dalam air es. Asap terkondensasi dan selanjutnya masuk kedalam penampungan cairan. Sebagian asap yang tidak terkondensasi akan terlepas ke udara. Produk cair yang mengandung air (*asam pyrolignic*) dan minyak (*minyak pirolitik*) ditampung dalam botol. Produk arang, asap cair dan gas yang diperoleh selama reaksi pirolisis ditentukan atas dasar berat menurut Persamaan 1, 2 dan 3 sebagai berikut:

$$Y_A = \frac{M_A}{M_C} \times 100\% \quad 1$$

$$Y_B = \frac{M_B}{M_C} \times 100\% \quad 2$$

$$Y_C = 100\% - Y_A - Y_B \quad 3$$

Dimana:

$Y_A$  = Yield Arang (%)

$Y_B$  = Yield Asap cair (%)

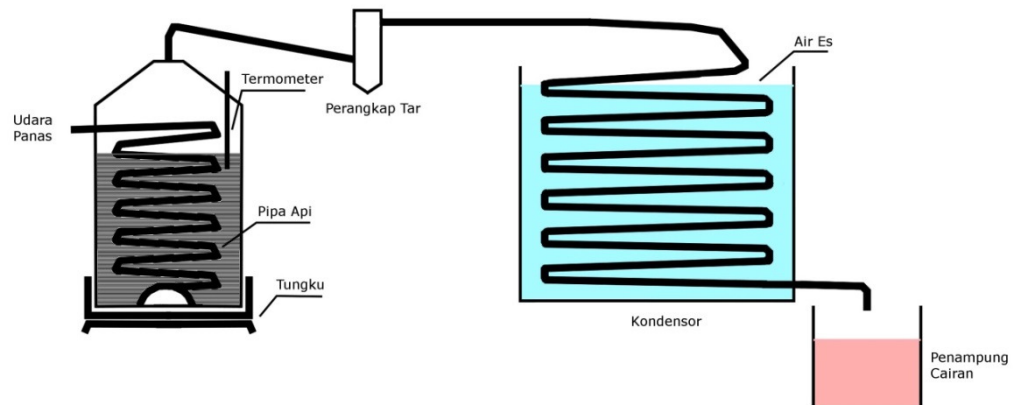
$Y_C$  = Yield Gas (%)

$M_A$  = Berat Arang (gr)

$M_B$  = Berat Asap cair (gr)

Tabel 1. Data properti cangkang kemiri (Morton, 1987)

| Kelembaban | Minyak | Karbohidrat | Abu    | Serat |
|------------|--------|-------------|--------|-------|
| 5-10%      | 7-10%  | 10-20%      | 55-65% | 1-2%  |



Gambar 1. Skema proses pirolisis

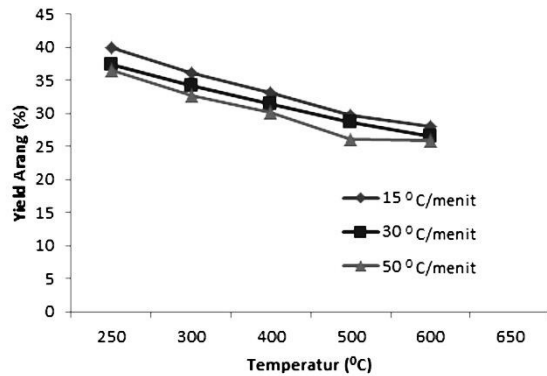
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil proses pirolisis berupa arang padat, cairan dan gas diperoleh dengan memvariasi temperatur dan laju pemanasan seperti pada table 2. Pengaruh kenaikan temperature dan laju pemanasan dapat dilihat pada gambar 2 sesuai dengan data dari table 2 pada temperature mulai dari 250 hingga 600 °C dengan laju pemanasan 15, 30, 50 °C/menit.

Ketika temperatur ditingkatkan dari 250 ke 500°C, yield cairan meningkat dari 38,22% ke 41,98% pada laju pemanasan 15 °C/min, dari 39,12% ke 43,55% pada laju pemanasan 30 °C/min dan dari 41,22% ke 45,02% pada laju pemanasan 50 °C/min. Jadi, yield asap cair optimum diperoleh pada 500 °C dengan laju pemanasan 50 °C/min.

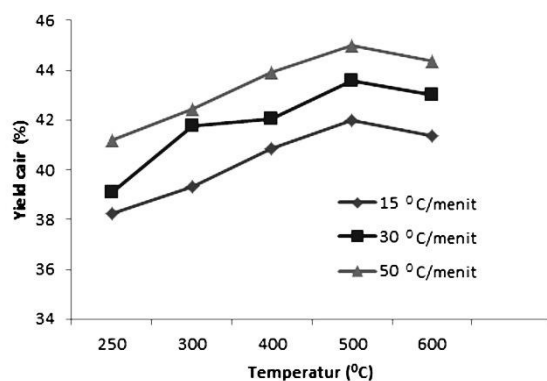
Tabel2. Yield dengan variasi temperatur dan laju pemanasan.

| Laju Temperatur (°C/menit) | Temperatur (°C) | Padat (%) | Cair (%) | Gas (%) |
|----------------------------|-----------------|-----------|----------|---------|
| 15                         | 250             | 39,86     | 38,22    | 21,92   |
|                            | 300             | 36,14     | 39,35    | 24,51   |
|                            | 400             | 33,21     | 40,88    | 25,91   |
|                            | 500             | 29,79     | 41,98    | 28,23   |
|                            | 600             | 28,11     | 41,34    | 30,55   |
| 30                         | 250             | 37,42     | 39,12    | 23,46   |
|                            | 300             | 34,3      | 41,75    | 23,95   |
|                            | 400             | 31,44     | 42,02    | 26,54   |
|                            | 500             | 28,58     | 43,55    | 27,87   |
|                            | 600             | 26,51     | 43,01    | 30,48   |
| 50                         | 250             | 36,53     | 41,22    | 22,25   |
|                            | 300             | 32,68     | 42,44    | 24,88   |
|                            | 400             | 30,17     | 43,91    | 25,92   |
|                            | 500             | 26,15     | 45,02    | 28,83   |
|                            | 600             | 25,83     | 44,36    | 29,81   |

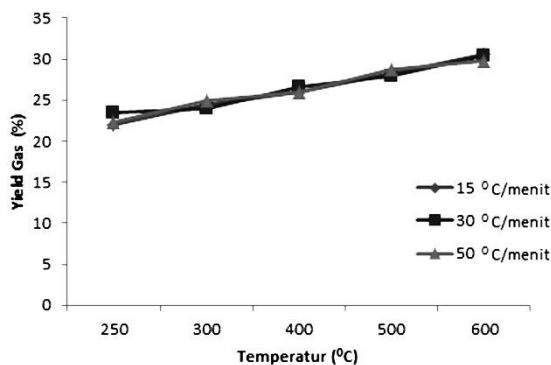


a.

ield arang



b. Yield Cair



b.

ield gas

Gambar 2. Efek Laju Temperatur terhadap produk Pirolisis

### SIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, pirolisis cangkang kemiri dilakukan untuk mendapatkan produk padatan (arang) dan cairan (asap cair) dengan mengkondisikan laju panas pada temperatur 250 hingga 600 °C. Kondisi optimum untuk produk asap cair diperoleh pada laju temperatur 50 °C/menit dan temperatur 500

°C. Prosentase total rata-rata asap cair adalah 41,88%. Produk arang yang didapat semakin berkurang sebanding dengan peningkatan laju temperatur. Prosentase total rata-rata arang yang terbentuk adalah 31,78% atau 76% lebih kecil dari produk cair. Produk gas semakin meningkat dengan jumlah yang hampir sama untuk ketiga kondisi laju temperatur. Gas yang terbentuk dengan total rata-rata 26,34% masih dapat diperkecil dengan membuat sistem kondensor yang lebih baik untuk mendapatkan temperatur pendinginan yang lebih rendah sehingga kondensasi gas bisa meningkat.

### DAFTAR PUSTAKA

- AH Demirbas, AS Demirbas, A Demirbas. 2010. Liquid fuels from agricultural residues via conventional pyrolysis. *Energy Sources*: 26(9):821e7
- A.V Bridgwater. 1999. Principles and practice of biomass fast pyrolysis process for liquids. *J. Anal. Appl Pyrolysis* 51, pp 3-22
- F. Julia Morton, Miami FL. 1987. *Fruits of Warm Climates*, Chapter-Date. PP 5-11
- I Demiral, S Sensöz. 2006. Fixed-bed pyrolysis of hazelnut (*Corylus avellana* L.) bagasse: influence of pyrolysis parameters on product yields. *Energy Sources A*: 28(12):1149e58.
- M.F Demirbas, M Balat. 2007 Biomass Pyrolysis for liquid fuels and chemicals: A review. *J. Sjt and Ind. Res.* 66, pp 797-804
- P McKendry. 2002. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresour Technol*: 83:37e46
- P.A. Horne, P.T Williams. 1994. Premium Quality Fuels and Chemical from The Fluidized Bed Pyrolysis of Biomass with Zeolite Catalyst Upgrading. *Renewable Energy* 5(2): 810-812