

# Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis *Fixed Bed* terhadap Massa Kondensat Bungkil Kemiri Sunan

I Wayan Widana, I Nyoman Suprpta Winaya, I Gede Putu Agus Suryawan  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

*Kebutuhan energi setiap harinya melonjak tak terkendali bersamaan dengan berjalannya waktu dan teknologi, akibatnya cadangan bahan bakar fosil di perut bumi semakin menipis. Maka dari itu pemerintah mulai mengembangkan biodiesel kemiri sunan agar bisa memenuhi kebutuhan manusia akan energi. Namun pengolahan biodiesel kemiri sunan dengan cara press/tekan menghasilkan limbah berupa bungkil kemiri sunan yang mana dalam bungkil kemiri sunan ini masih memiliki kandungan minyak yang tidak dapat dikeluarkan melalui proses tekan/press. Salah satu cara untuk mengeluarkan minyak ini yaitu melalui pirolisis. Penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui massa kondensat yang dihasil dari pirolisis dengan variasi temperatur yang sudah ditentukan sehingga dapat memberikan efek pada massa kondensat yang dihasilkan dari proses pirolisis. Proses pirolisis dilakukan dengan slow pyrolysis serta variasi temperatur yang dipakai mulai dari temperatur 250°C, 350°C, 450°C, 550°C, dan 650°C. Bahan bakar yang dipakai dalam pirolisis ini menggunakan bungkil kemiri sunan sebesar 300 g serta ditambahkan juga pasir besi sebesar 300 g dengan fungsi sebagai pemercepat proses pemanasan di dalam reaktor. Hasil massa kondensat tertinggi terdapat pada temperatur 650°C sebesar 99.18 g dan yang terendah pada temperatur 250°C sebesar 5.36 g. Sehingga jika temperatur yang diberikan semakin tinggi maka massa kondensat yang dihasilkan akan semakin tinggi juga.*

*Kata kunci: Pirolisis, Kondensat, Kemiri Sunan, Temperatur*

## Abstract

*Energy needs increase uncontrollably every day along with the passage of time and technology, as a result, the reserves of fossil fuels in the bowels of the earth are running low. Therefore, the government has begun to develop kemiri sunan biodiesel so that it can meet human needs for energy. However, processing kemiri sunan biodiesel by pressing produces waste in the form of kemiri sunan cake, which in the kemiri sunan cake still contains oil that cannot be removed through the press process. One way to get this oil out is through pyrolysis. This research was conducted in order to determine the mass of condensate produced from pyrolysis with a predetermined temperature variation so that it can have an effect on the mass of condensate produced from the pyrolysis process. The pyrolysis process is carried out with slow pyrolysis and temperature variations ranging from 250 ° C, 350 ° C, 450 ° C, 550 ° C, and 650 ° C temperatures. The fuel used in this pyrolysis uses 300 g of candlenut cake and 300 g of iron sand is also added with the function of accelerating the heating process in the reactor. The highest condensate mass was found at a temperature of 650 ° C at 99.18 g and the lowest at a temperature of 250 ° C at 5.36 g. So that if the temperature given is higher, the mass of condensate produced will be even higher.*

*Keywords: Pyrolysis, Condensate, Kemiri Sunan, Temperature*

## 1. Pendahuluan

Di zaman yang sekarang ini kebutuhan energi setiap harinya melonjak tak terkendali bersamaan dengan berjalannya waktu dan teknologi, mengakibatkan cadangan bahan bakar fosil di perut bumi semakin menipis. Energi yang sering digunakan oleh manusia adalah minyak bumi yang merupakan bahan bakar fosil yang mana bahan bakar ini tidak terbarukan sehingga semakin lama bahan bakar ini semakin langka. Maka dari itu diperlukan suatu energi terbarukan yang ramah lingkungan dan memiliki ketersediaan yang melimpah. Solusi dari permasalahan tersebut ialah beralih dengan mengembangkan bahan bakar biodiesel. Keunggulan dari penggunaan biodiesel diantaranya yaitu dapat diperbaharui, penggunaan energi yang lebih efisien, dapat menggantikan penggunaan pada bahan bakar diesel serta dapat digunakan pada kebanyakan motor diesel tanpa diperlukannya modifikasi, dapat mengurangi emisi penyebab pemanasan global, dan mudah digunakan [1].

Salah satu tanaman yang dapat diolah menjadi biodiesel adalah kemiri sunan. Keunggulan dari tanaman ini telah dimasukkan kedalam Kebijakan Energi Nasional (KEN) tahun 2014 yang mana merumuskan satu kebijakan untuk mengembangkan penelitian sampai dengan memproduksi bioenergi kemiri sunan [2]. Pada tahapan pengupasan buah kemiri sunan akan menghasilkan limbah yang berupa kulit buah, limbah ini dapat diproses menjadi pupuk. Sedangkan limbah bungkil atau ampas kemiri sunan setelah proses pengepressan, pada saat ini baru dimanfaatkan menjadi biobriket sebagai bahan bakar. [3]. Padahal pada bungkil kemiri sunan ini masih mengandung minyak namun sulit dikeluarkan dengan cara mekanis (press/tekan). Salah satu teknologi yang dapat mengekstraksi minyak dari bungkil kemiri sunan ialah dengan pirolisis yang nantinya akan menghasilkan produk minyak kondensat yang bisa menjadi produk tambahan untuk *bio-oil* hasil press/tekan dan dapat diproses lebih lanjut menjadi biodiesel.

Pirolisis merupakan proses dekomposisi termokimia biomassa menjadi beberapa produk dengan proses yang berlangsung tanpa atau sedikit oksigen. Selama pirolisis, ikatan molekul hidrokarbon yang besar dan kompleks akan terurai menjadi molekul yang kecil dalam bentuk gas yang dapat dikondensasikan (*bio-oil*), gas yang tidak dapat terkondensasikan (*syngas*), dan arang (*char*) [4].

Dalam proses pirolisis, massa kondensat yang dihasilkan dipengaruhi oleh temperatur yang digunakan pada saat proses pirolisis berlangsung. Maka dari itu penelitian mengenai pengaruh variasi temperatur pirolisis terhadap massa kondensat bungkil kemiri sunan perlu dilakukan, agar dapat mengetahui massa kondensat yang dihasilkan dari setiap temperaturnya.

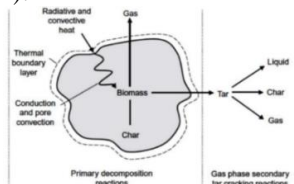
## 2. Dasar Teori

Kemiri sunan merupakan jenis tanaman kemiri yang beracun. Tanaman ini banyak tersebar di berbagai wilayah Indonesia. Buah kemiri sunan dominan terdiri atas 3 butir biji di dalamnya. Kemiri sunan terdiri dari kulit, cangkang, dan kernel, seperti pada gambar 1 dibawah. Komposisi pada kulit 62-68%, cangkang 11-16%, dan kernel/biji 16-27%. Pada kernel/biji ini terdapat rendemen minyak kasar sebesar 45-50%.



**Gambar 1. (a) Buah, (b) Kulit, (c) cangkang, (d) kernel kemiri sunan**

Sedangkan pirolisis merupakan suatu proses dekomposisi bahan bakar secara kimia dengan proses pemanasan yang tanpa atau sedikit oksigen. Pada proses pirolisis akan menghasilkan tiga jenis produk yaitu gas yang dapat dikondensasikan (*bio-oil*), gas yang tidak dapat terkondensasikan (*syngas*), dan arang (*char*).



**Gambar 2. Proses pirolisis yang terjadi pada partikel biomassa**

Ada beberapa jenis reaktor yang dapat digunakan pada pirolisis, yaitu reaktor pirolisis *fluidized bed*, reaktor pirolisis *entrained bed*, dan reaktor pirolisis *fixed bed*. Pada reaktor pirolisis *fixed bed*, panas yang dihasilkan didapat dari sumber eksternal dan membiarkan pemanasan terjadi di dalam reaktor tanpa atau sedikit oksigen. Produk gas akan mengalir keluar dikarenakan adanya ekspansi volume sedangkan arang sisa pembakaran akan tetap berada di dalam reaktor. Sedangkan kata *fixed bed* ini mengacu pada penggunaan katalis yang dengan keadaan diam di dalam reaktor. Dalam proses

pirolisis ini katalis berfungsi untuk mempercepat proses pirolisis. Dengan cara menyimpan panas dari *heater* dan akan melanjutkan panasnya ke bahan bakar dengan lebih stabil dan merata.

Pada penelitian ini katalis yang digunakan adalah pasir besi karena mudah didapatkan, mudah didaur ulang, dan harga terjangkau.



**Gambar 3. Pasir besi**

## 3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini bahan dan alat yang digunakan sebagai berikut.

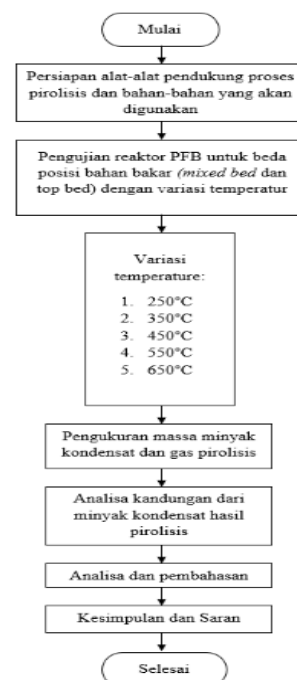
### 3.1 Bahan

Biomassa yang digunakan adalah bungkil kemiri sunan dengan rata-rata ukuran 1 mm dan dengan berat massa 300 g. Serta pasir besi seberat 300 g dengan ukuran 0.5 mm.

### 3.2 Alat

1. Reaktor pirolisis *fixed bed* (sebagai tempat terjadinya proses pirolisis)
2. *Thermocouple* (sebagai pemantau temperatur pada saat proses pirolisis)
3. kondensor (sebagai pendingin gas hasil pirolisis)
4. Pompa air (untuk mensirkulasikan air di dalam reaktor)
5. *Data logger* (sebagai pencatat data temperatur)
6. Timbangan (untuk menimbang massa kondensat).

### 3.3 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 4. Diagram alir penelitian**

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Data Hasil Penelitian

Data hasil penelitian ini didapatkan setelah melaksanakan penelitian pengamatan sesuai dengan metodologi yang tertera dan disajikan pada tabel 1 dibawah yang meliputi massa input bahan bakar, durasi operasional, dan massa kondensat. Operasional alat dimulai pada temperatur 0-250°C, 0-350°C, 0-450°C, 0-550°C, dan 0-650°C.

**Tabel 1. Hasil penelitian pirolisis *fixed bed* pada bungkil kemiri sunan**

Variasi Temperatur (°C)	Massa Input Bahan Bakar (g)	Durasi Operasional (s)	Massa Kondensat (g)
Variasi I (250)	300	3570 (0-250°C)	5.36
Variasi II (350)	300	4260 (0-350°C)	63.82
Variasi III (450)	300	4830 (0-450°C)	92.32
Variasi IV (550)	300	5070 (0-550°C)	96.88
Variasi V (650)	300	5340 (0-650°C)	99.18

Dari tabel hasil penelitian pirolisis di atas, massa kondensat tertinggi terdapat pada temperatur 650°C yaitu sebesar 99.18 g dan massa kondensat terendah terdapat pada temperatur 250°C yaitu sebesar 5.36 g. Jadi dapat disimpulkan bahwa, jika temperatur yang diberikan semakin tinggi maka massa kondensat yang dihasilkan akan semakin tinggi juga.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh variasi temperatur pirolisis *fixed bed* terhadap massa kondensat bungkil kemiri sunan. Dapat disimpulkan massa kondensat tertinggi terdapat pada temperatur 650°C yaitu sebesar 99.18 g dan massa kondensat terendah terdapat pada temperatur 250°C yaitu sebesar 5.36 g. sehingga semakin tinggi temperatur yang digunakan dalam proses pirolisis maka semakin tinggi juga massa kondensat yang dihasilkan.

## Daftar Pustaka

- [1] Tyson K. S., Bozell J., Wallace R., Petersen E., Moens L., 2004, *Biomass Oil Analysis : Research Needs and Recommendations*, National Renewable Energy Laboratory, U.S.
- [2] Purnomo H., 2014, *Laporan Dewan Energi Nasional*, Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional, Jakarta
- [3] Hendra D., Pangersa Gusti R.E., Komarayati S., 2014, *Pemanfaatan Limbah Tempurung Kemiri Sunan (Aleuriteus trisperma) Sebagai Bahan Baku pada Pembuatan Arang Aktif*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 32, No. 4, pp. 271–282.

- [4] Basu P., 2013, *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction, Practical Design and Theory*, 32 Jamestown Road, London NW1 7BY, UK, 525 B Street, Suite 1800, San Diego, CA 9210-4495, USA, Published by Elsevier Inc.



**I Wayan Widana**, menyelesaikan studi Program Sarjana di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana pada tahun 2021. Ia menyelesaikan studi dengan topik Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis *Fixed Bed* Terhadap Massa Kondensat Bungkil Kemiri Sunan.

Topik penelitian yang diminati yaitu berkaitan dengan *renewable energy* dan *energy conversion*.