

## ABSTRACT

*Indonesian government is committed to fulfil the national energy demand along with the increase of population. Development of new and renewable energy (EBT) is often considered as a strategic policy. One of the sources of EBT in Indonesia is biomass based on agricultural waste and plants that shows a promising potential, such as marine sengon (*Paraserianthes falcataria*).*

*Pyrolysis is a one of thermal conversion processes to convert biomass to energy. Microwave-assisted pyrolysis process is a growing technique in biomass pyrolysis and it is widely developed today. This process aims to increase bio-oil yield and reduce residue during the pyrolysis process. One of the challenges faced in this process is the low heating of biomass which will also affect the quality of bio-oil produced. One way to improve the heat transfer in the use of microwaves is by adding absorber material to increase the absorption ability of biomass to microwaves.*

*The addition of catalyst in the pyrolysis process was to increase liquid product yield and bio-oil quality. In this study,  $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$  catalyst was synthesized through wet impregnation method with variations of 8%, 11%, and 12.5% nickel loading. Furthermore, the catalyst was mixed with marine sengon (*Paraserianthes falcataria*) sawdust and coconut charcoal as absorber. The microwave was set at a maximum temperature of  $500^\circ\text{C}$  with an operating time of 60 minutes.*

*The pyrolysis results showed that the addition of nickel loading was able to increase the production of liquid fraction. GC-MS results showed a wide variety of compounds in the bio-oil produced, but in general it can be concluded that the catalyst with 11% nickel loading showed the best performance based on the content of phenols and alcohols, acids and esters, aldehydes and ketones. Kinetics study using TGA with Coats-Redfern method on first-order chemical reaction model can be used to model the pyrolysis process of marine sengon sawdust. The modeling results show that the addition of catalyst can reduce the activation energy. Further, the increase of heating rate showed an increase of the activation energy.*

**Keywords:** *Pyrolysis; microwave;  $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$  catalyst, bio-oil.*

## INTISARI

Seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk Indonesia, maka usaha pemenuhan kebutuhan energi nasional menjadi prioritas Pemerintah. Salah satu upayanya adalah dengan pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT). Salah satu sumber EBT di Indonesia adalah biomassa berbasis limbah pertanian maupun tanaman yang memiliki potensi yang menjanjikan, seperti sengon laut (*Paraserianthes falcataria*).

Salah satu proses konversi biomassa yang dapat diterapkan untuk mengkonversi biomassa menjadi energi adalah proses pirolisis. Proses pirolisis berbantuan gelombang mikro merupakan salah satu alternatif proses pirolisis biomassa yang banyak berkembang saat ini. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan *yield bio-oil* dan mengurangi residu selama proses pirolisis. Salah satu tantangan yang dihadapi pada proses ini adalah rendahnya pemanasan biomassa yang juga akan mempengaruhi kualitas *bio-oil* yang dihasilkan. Salah satu cara untuk meningkatkan transfer panas pada penggunaan gelombang mikro adalah dengan menambahkan material absorber untuk meningkatkan kemampuan absorpsi biomassa terhadap gelombang mikro.

Penambahan katalis pada proses pirolisis merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan *yield* produk cair dan kualitas *bio-oil*. Pada penelitian ini, katalis Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> disintesis melalui metode *wet impregnation* dengan variasi 8%, 11%, dan 12,5% *nickel loading*. Selanjutnya, katalis dicampur dengan serbuk gergaji sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) dan arang kelapa sebagai absorber. *Microwave* diatur pada suhu maksimum 500 °C dengan waktu operasi 60 menit.

Hasil pirolisis menunjukkan bahwa penambahan *nickel loading* mampu meningkatkan produksi fraksi cair. Hasil GC-MS menunjukkan variasi senyawa yang beragam pada *bio-oil* yang dihasilkan, namun secara umum dapat disimpulkan bahwa katalis dengan *nickel loading* 11% menunjukkan kinerja yang paling baik berdasarkan kandungan fenol dan alkohol, asam dan ester, aldehida serta keton. Studi kinetika menggunakan TGA dengan metode Coats-Redfern pada model *chemical reaction* orde 1 dapat digunakan untuk memodelkan proses pirolisis serbuk gergaji kayu sengon laut. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa penambahan katalis mampu menurunkan energi aktivasi. Sementara itu, kenaikan *heating rate* menunjukkan pengaruh yang dapat meningkatkan energi aktivasi.

**Kata kunci:** pirolisis; gelombang mikro (*microwave*); katalis Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; *bio-oil*.