

## PENGARUH SUHU MICROWAVE ASISSTED EXTRACTION (MAE) DALAM PROSES DELIGNIFIKASI LIMBAH KULIT NANAS DENGAN PELARUT AQUADES UNTUK MEDIA OPTIMASI PRODUKSI BIOGAS

Safaah Nurfaizin\* dan Indah Hartati

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim  
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

\*Email: nurfaizin@unwahas.ac.id

### Abstrak

Negara Indonesia memiliki banyak biomass sebagai salah satu sumber energi. Satu diantaranya limbah kulit nanas memiliki kandungan selulosa cukup besar yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku energi terbarukan. Akan tetapi adanya lignin dalam kulit nanas menjadi penghambat dalam proses degradasi sel. Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai proses optimasi selulosa limbah kulit nanas dengan dengan metode delignifikasi MAE (microwave asissted extraction). Metode MAE memanfaatkan pancaran gelombang mikro terhadap bahan polar sehingga terjadi interaksi antar molekul atau rotasi dipol yang menghasilkan panas sehingga dapat membantu memecah struktur bahan yang kompleks menjadi struktur yang lebih sederhana. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan memvariasikan suhu operasi pada 70°C, 80°C dan 90°C didapatkan hasil bahwa kelarutan lignin meningkat seiring dengan kenaikan suhu operasi. Sampel kontrol yang digunakan sebagai pembanding memperoleh kelarutan lignin dan selulosa sebesar 2,68% dan 17,39% dari berat sampel. Sedangkan pada sampel yang dilakukan proses delignifikasi MAE mampu menaikkan kelarutan lignin dan selulosa mencapai 9,04% dan 29,42% dari berat sampel pada suhu operasi 90°C, waktu 20 menit dan rasio 1:20 (b/v) yang menjadi kondisi optimum operasi delignifikasi MAE dengan variabel suhu. Sedangkan pada suhu 70°C dan 80°C secara berurutan mampu melarutkan 28.1955 %, 28.1389 % selulosa dan 7.4248 %, 7.3909 lignin.

**Kata kunci:** Selulosa, Nanas, Delignifikasi, Biogas, Microwave

### 1. PENDAHULUAN

Upaya untuk menciptakan sumber energi alternatif terbarukan dan *renewable* telah banyak dilakukan (Cordova *et al.*, 2017). Sampai saat ini terdapat 57 negara yang telah mengeluarkan kebijakan mengenai pemanfaatan dan pengembangan sumber energi terbarukan mencapai 100% (REN21, 2018). Produksi sumber energi alternatif dari biomassa menjadi pusat pengembangan energi terbarukan hingga saat ini. Potensi yang sangat besar, menjadikan titik fokus pengembangan energi terbarukan untuk substitusi penggunaan energi *irrenewable*.

Energi alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan dengan teknologi tepat guna dan mudah aplikasinya sebagai pengganti bahan bakar *irenewable* adalah biogas (Yasmin and Grundmann, 2019). Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan dari proses degradasi bahan-bahan organik dan aktivitas bakteri metanogenik pada kondisi *anaerobic* (Dragicevic *et al.* 2015). Biogas merupakan satu dari banyak sumber energi terbarukan yang sedang gencarnya dipromosikan diseluruh dunia (Winqvist *et al.*, 2019).

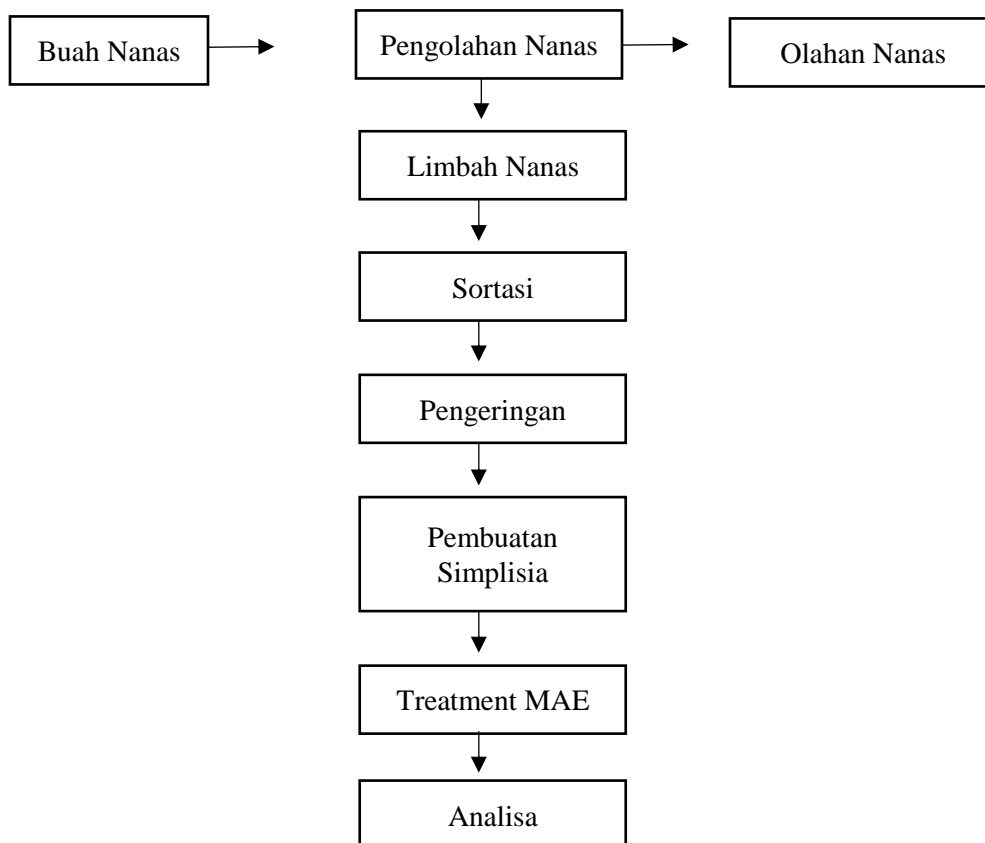
Melihat kondisi tersebut, telah mendorong banyak penelitian untuk menemukan biomassa yang berpotensi sebagai bahan baku energi alternatif *renewable* dan ramah lingkungan. Salah satu biomass yang berpotensi sebagai bahan optimasi produksi biogas adalah limbah nanas. Beberapa produk komersial pengolahan nanas seperti buah kaleng, konsentrat jus, selai, buah kristal, dan camilan kering. Namun, pengolahan dan produksi komersial nanas menghasilkan sekitar 20-40% (b / b) limbah dalam bentuk kulit dan inti (Sanguanchaipaiwong and Leksawasdi, 2018). Menurut Wijana *et al.* (1991) kulit nanas mengandung 81,72% air, 20,87% serat kasar, 17,53% karbohidrat, 4,41% protein, 0,02% lemak, 0,48% abu, 1,66% serat basah, dan 13,65% gula reduksi. Nanas (*Ananas comosus*) mengandung air dan serat yang tinggi seperti, *hemiselulosa* 67 %, *selulosa* 38-48 %, *alpa selulosa* 31 %, *lignin* 17 %, serta *pentosa* 26 %. Daun nanas (*Ananas comosus*) memiliki kandungan kalsium oksalat, *pectic substances*,

dan enzim *bromelin* (Roda *et al.*, 2014; Nuraini, 2014). Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh variabel suhu MAE terhadap pengurangan kandungan lignin sehingga meningkatkan kandungan selulosa limbah kulit nanas sebagai bahan optimasi produksi biogas.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisa Teknik Kimia Unwahas. Alur penelitian dapat dilihat pada diagram berikut:



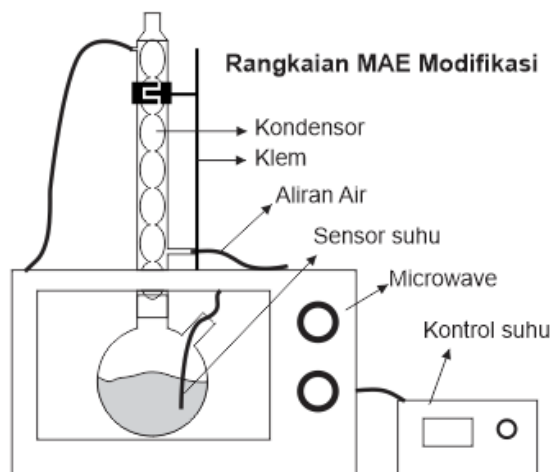
**Gambar 1. Diagram alir penelitian limbah kulit nanas**

Penelitian diawali dengan pengadaan limbah kulit nanas sebagai subjek utama dalam penelitian. Kulit nanas yang digunakan berasal dari para pedagang nanas di wilayah kota Semarang berjenis Nanas Madu. Kulit nanas yang telah terkumpul disortasi untuk memisahkan dari bagian yang dianggap sebagai pengotor hingga didapatkan murni kulit nanas. Kemudian dilakukan pengeringan dengan sinar matahari langsung dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan dryer hingga kadar air sekitar 10%. Setelah itu, bahan yang telah kering dilakukan pengilingan dengan ukuran 80 mesh yang dimaksudkan sebagai simplisia. Proses selanjutnya, simplisia dicek kadar airnya sebelum dilakukan refluk untuk uji kandungan lignin dan selulosa dengan menggunakan metode Chesson-Data.

## 2.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Microwave oven dengan daya maksimal 800 W, thermo meter, seperangkat alat refluks, penyumbat karet, selang, penjepit, pH meter, erlenmeyer, gelas ukur, Furnace, FTIR.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kilit nanas, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Aquades.



**Gambar 2. Rangkaian alat MAE (microwave assisted extraction) yang telah dilengkapi sensor panas dan thermo control**

## 2.3. Analisa Kandungan Lignoselulosa berdasarkan Metod Chesson-Data

- Sampel kering 1 gram (berat a) ditambahkan 150 H<sub>2</sub>O direfluk pada suhu 100°C dengan water bath selama 1 jam.
- Hasilnya disaring, residu dicuci dengan air panas sampai netral. Residu kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 105oC sampai beratnya konstan selanjutnya ditimbang.
- Residu (b) ditambah 150 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5M, kemudian direfluk 1 jam pada suhu 100oC, hasilnya disaring dan dicuci sampai netral dilanjutkan pengeringan dengan oven sampai konstan.
- Residu kering ditambahkan 10 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam, ditambahkan 150 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M dan direfluk pada suhu 100oC dengan water bath selama 2 jam.
- Residu disaring dan dicuci dengan H<sub>2</sub>O sampai netral. Residu kemudian dipanaskan dengan oven dengan suhu 105oC sampai beratnya konstant dan ditimbang (berat d).
- Selanjutnya residu diabukan dan ditimbang (berat e)
- Perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Hot water soluble (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

$$\text{Hemiselulosa (\%)} = \frac{b-c}{a} \times 100\%$$

$$\text{Selulosa (\%)} = \frac{c-d}{a} \times 100\%$$

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{d-e}{a} \times 100\%$$

$$\text{Abu (\%)} = \frac{e}{a} \times 100\%$$

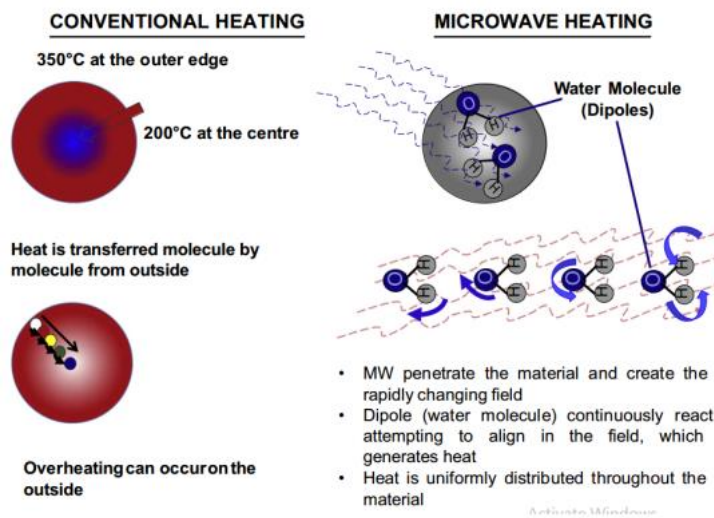
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengaruh *Treatment* MAE

Limbah kulit nanas merupakan baha yang mengandung lignoselulosa. Lignoselulosa merupakan bahan yang susah terdegradasi dan memiliki kestabilan tinggi, sehingga susah dihidrolisis secara enzimatik ataupun dengan bantuan bakteri. Perkembangan teknologo microwave telah memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut.

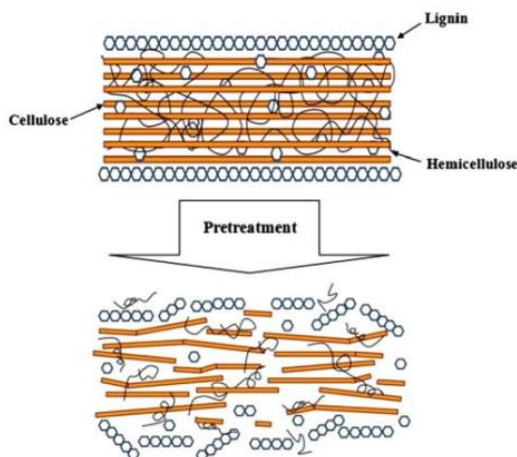
Xiong *et al* (2000) menyampaikan bahwa sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa *pretreatment microwave* dapat merubah struktur selulosa, mendegradasi lignin dan hemiselulosa dalam lignoselulosa. Golembang mikro yang dipancarkan menimbulkan tumbukan langsung dengan bahan polar atau pelarut yang mengakibatkan konduksi atau rotasi dipol. Pada saat yang berbeda dimedan elektromagnet yang berosilasi dengan frekuensi tertentu, molekul polar cenderung berusaha mengikuti medan tersebut dan bergabung didalamnya. Namun adanya gaya intermolekular menyebabkan molekul polar tidak dapat mengikuti medan. Hal ini yang menyebabkan terjadinya pergerakan partikel secara acak dan menghasilkan panas. Panas yang ditimbulkan dari peningkatan aktifitas antar molekul akan membantu memecah struktur bahan yang kompleks menjadi struktur senyawa penyusunnya yang lebih sederhana.

Perbedaan pemanasan *microwave* dan pemanasan konvensional dapat dilihat pada Gambar 3:



**Gambar 3. Perbedaan Pemanasan Konvensional dan Pemanasan menggunakan *Microwave* (Tyagi and Lo, 2013)**

Melihat konsep tersebut maka panas yang dipancarkan microwave akan membantu meningkatkan proses degradasi lignoselulosa yang terdapat pada kulit nanas, sehingga dapat mempercepat dan meningkatkan hidrolisis selulosa. Secara garis besar skema proses degradasi sel lignoselulosa dapat dilihat pada gambar 4 yang menggambarkan proses degradasi dinding sel lignin sehingga selulosa yang ada pada kulit nanas dapat dihidrolisa lebih banyak dan lebih cepat.



Gambar 4. Skema Pretreatment Degradasi Lignoselulosa (Mood *et.al.*, 2013)

### 3.2. Hasil analisa Lignin dan Selulosa dengan metode Chesson-Data

Tabel 1. Hasil analisa metode Chesson-Data pada sampel MAE

Komposisi	Persentase (%)			
	Kontrol	Suhu 70°C	Suhu 80°C	Suhu 90°C
Hemiselulosa	35.1889	43.1391	48.4417	51.9881
Selulosa	17.3956	28.1955	28.1389	29.4235
Lignin	2.6839	7.4248	7.3909	9.0457

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa sampel limbah kulit nanas yang diberi *pretreatment microwave* mengalami kenaikan jumlah komposisi senyawa yang terlarut. Kandungan lignin yang terlarut pada sampel kontrol tanpa perlakuan *microwave* hanya sebesar 2,68%. Setelah dilakukan *pretreatment microwave* kelarutan lignin meningkat seiring dengan kenaikan variabel suhu. Persentase kelarutan lignin tertinggi didapatkan pada suhu 90°C dengan total kelarutan sebesar 9,05% lignin dari limbah kulit nanas.

Kenaikan presentase kelarutan ligni juga menunjukkan efek positif pada kelarutan selulosa yang terdapat pada limbah kulit nanas. Tabel 1 menunjukkan kenaikan kelarutan selulosa sebesar 12,03% dari sampel limbah kulit nanas tanpa *pretreatment microwave* yang hanya sebesar 17,39% selulosa terlarut. Hal senada juga terjadi pada kelarutan selulosa yang menunjukkan seiring kenaikan suhu *microwave* juga meningkatkan hasil dari persentase kelarutan selulosa yang terdapat pada limbah kulit nanas.

Kristianti, dkk. (2019) melaporkan bahwa seiring dengan penambahan waktu kontan antara *microwave* akan meningkatkan suhu yang terjadi pada proses ekstraksi rambut jagung. Hal senada juga disampaikan oleh Graziani et al., (2010) yang menyatakan bahwa waktu 18 menit merupakan waktu optimum untuk memperoleh total fenol terbaik pada *Crocus sativus*.

### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang telah didapat dapat diperoleh kesimpulan : *Pretreatment MAE* pada limbah kulit nanas menunjukkan hasil yang positif dimana hasil pelarutan selulosa dan lignin memiliki persentase lebih besar dibandingkan tanpa *pretreatment MAE*. Kondisi optimum dari variabel suhu didapat hasil terbaik pada suhu 90°C dengan kelarutan selulosa sebesar 29,42%, sedangkan kelarutan lignin yang diperoleh sebesar 9,05% yang dapat disimpulkan bahwa *pretreatment MAE* dapat meningkatkan kelarutan pada komposisi selilosa dan lignin.

Saran yang perlu dilakukan adalah analisa lanjutan dengan menggunakan alat Analisa yang lebih spesifik dan lebih akurat dalam menentukan hasil treatment MAE serta aplikasi dalam produksi biogas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cordova O., Santis J., Ruiz-Fillipi G., Chamy R., Zuniga M., Feroso F.. 2017. Microalgae digestive pretreatment for increasing biogas production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82 October 2017
- D. Henner, REN21, Ren21, 2017. [https://abdn.pure.elsevier.com/en/en/researchoutput/ren21\(5d1212f6-d863-45f7-8979-5f68a61e380e\).html](https://abdn.pure.elsevier.com/en/en/researchoutput/ren21(5d1212f6-d863-45f7-8979-5f68a61e380e).html).
- E. Winquist, P. Rikonen, J. Pyysiäinen, V. Varho, Is biogas an energy or a sustainability product? - Business opportunities in the Finnish biogas branch, *J. Clean. Prod.* 233 (2019) 1344–1354. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.181>.
- Facler Karin, Stevanic S.J, Ters Thomas., (2010), “Localisation and characterisation of incipient brown-rot decay within spruce wood cell walls using FT-IR imaging miscropy”, *Enzyme and Microbial Technology*, Vol 47, hal 257-267.
- Graziani, G., M. Galo, R. Ferracane, A. Ritieni dan V. Fogliano. 2010. Microwave assisted extraction of phenolic compounds from four different spices. *Molecules Journal* 15:6365-6374
- Kristanti, Y., Widarta, I.W.R., Permana, I.D. 2019. Effect of Extraction Time and Ethanol Concentration with Microwave Assisted Extraction (MAE) of Antioxidant Activity Corn Silk Extract (*Zea mays*.L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* ISSN : 2527-8010 (ejournal) Vol. 8, No.1, 94-103, Maret 2019
- L.M. Roda A., Faveri D.M., Dordoni R., Vinegar production from pineapple wastes - preliminary saccharification trials, *Chem. Engg. Trans.* 37 (2014) 607-612.
- Mood S.H., Amir H.G., Meisam T., Gholamreza S.J., Gholam H.n., Mehdi G., Mehdi A. 2003. Lignocellulose biomass to bioethanol, a co,pprehensive review with a focus on pretreatment. *Renewable and Sustainable Energy Review* 27: 77-93.
- N. Yasmin, P. Grundmann, Adoption and diffusion of renewable energy – The case of biogas as alternative fuel for cooking in Pakistan, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 101 (2019) 255–264. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.011>.
- Prasad R., Jong-Whan R. (2014). Isolation and characterization of cellulose nanocrystals from garlic skin. *Material*, Vol 129, hal 20-23.
- Tyagi V.K., Lo S.L. 2013. Microwave irradiation: A sustainable way of sludge treatment and resource recovery. *Renewable and sustainable energy reviews* 18: 288-305.
- V. Dragičević, M. Miletić, B. Pavković, Investigation on possibilities for biogas production from organic waste on the Croatian island of KRK, *Teh. Vjesn.* 22 (2015) 755–762. <https://doi.org/10.17559/TV-20150301094031>.
- V. Sanguanchaipaiwong, N. Leksawasdi, Butanol production by *Clostridium beijerinckii* from pineapple waste juice, *Energy Procedia.* 153 (2018) 231–236. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.10.006>.
- Wijana, S., Kumalaningsih, A. Setyowati, U. Efendi dan N. Hidayat, 1991, Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi, ARMP (Deptan), Universitas Brawijaya, Malang.
- Xiong J., Ye J., Liang W.Z., Fan P.M. 2000. Influence of microwave on the ultrastructure of cellulose. *Journal of south China University Technology* 28: 84-89.