PROSIDING

Seminar Nasional

PERIKANAN & PENYULUHAN

2018

"Mewujudkan peran penyuluhan perikanan dalam pembangunan kelautan dan perikanan berkelanjutan"

Bogor, 20 September 2018

JILID 1

Diterbitkan oleh :

Masyarakat Ikhtologi Indonesia

Prosiding Seminar Nasional Perikanan & Penyuluhan Jilid 1

Sekolah Tinggi Perikanan Jurusan Penyuluhan Perikanan

PANITIA :

Ketua O. D. Soebhakti Hasan | **Wakil Ketua** Dinno Sudinno |
Sekretaris Alvi Nur Yudistira | **Bendahara** Lies E. Hadie |

REVIEWER ABSTRAK :

Lenny S. Syafei | Lies E. Hadie | Azam B. Zaidy | Endang Suhaedy | Charles P.H. Simanjuntak | Dinno Sudino |
Tatty Yuniarti | Ani Leilani | Abdul Hanan | O.D. Soebhakti Hasan | Wartono Hadie | Sobariah |

PENYUNTING :

Lenny S. Syafei | Lies E. Hadie | Azam B. Zaidy | Endang Suhaedy | Charles P.H. Simanjuntak | Dinno Sudino |
Tatty Yuniarti | Ani Leilani | Abdul Hanan | O.D. Soebhakti Hasan | Wartono Hadie | Sobariah | Alvi Nur Yudistira

ISBN : 978-602-60693-5-1 (no.jil.lengkap)
978-602-60693-6-8 (jil.1)

Penerbit

Masyarakat Ikhtiologi Indonesia

Redaksi:

Masyarakat Ikhtiologi Indonesia

Gedung Widyasatwaloka

Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46 Cibinong 16911

Laman : <http://ikhtiologi-indonesia.org/>

Surel : masyarakat.ikhtiologi@gmail.com

Telp. (021) 8765056

Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog dalam Terbitan (KDT) **Seminar Nasional Perikanan dan Penyuluhan (2018 : Bogor)**

Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Penyuluhan : Bogor, 20
September 2018 / reviewer, Lenny S. Syafei ... [et al.] ;
penyunting, Lies E. Hadie ... [et al.]. -- Bogor : Masyarakat
Ikhtiologi Indonesia, 2018.

3 jil ; 30 cm.

Tema : Mewujudkan peran penyuluhan perikanan dalam pembangunan
kelautan dan perikanan berkelanjutan

ISBN 978-602-60693-5-1 (no.jil.lengkap)

ISBN 978-602-60693-6-8 (jil.1)

1. Perikanan -- Kongres dan konvensi. I. Judul. II. Lenny S Syafei.

639.206

Cetakan Pertama, Desember 2018

© Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun
tanpa ijin tertulis dari penerbit

PEMANFAATAN RADIASI GELOMBANG MIKRO PADA *PRETREATMENT* MATERIAL LIGNOSELULOSA SEBAGAI BAHAN BAKU PAKAN IKAN

[Utilization of micro wave radiation in lignoselulosa pretreatment as raw material of fish feed]

Lusi Herawati Suryaningrum[✉], Reza Samsudin

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan
Jl. Sempur No. 1 16129 Telp (0251) 8313200 Faks (0251) 8327890

✉ lusihera@yahoo.co.id

ABSTRAK

Material lignoselulosa merupakan bahan organik yang terdapat dalam jumlah melimpah di alam. Bahan ini terbentuk dari polimer lignin, selulosa dan hemiselulosa yang saling berikatan sehingga memiliki struktur yang sangat kompleks dan menjadi kendala utama dalam mengolah material lignoselulosa menjadi bahan baku pakan ikan. Oleh karena itu diperlukan proses pendahuluan (*pretreatment*) untuk mengubah struktur dan komposisi kimianya, antara lain dengan memanfaatkan radiasi gelombang mikro. Radiasi gelombang mikro mampu menghasilkan panas dari rotasi molekul dalam bahan yang bersifat polar dan memiliki sifat dielektrik yang tinggi. Molekul-molekul tersebut bergerak, saling bertumbukan, bergesekan serta menghasilkan panas yang mengurai ikatan dalam kompleks lignoselulosa. Paparan gelombang mikro akan mendegradasi lignoselulosa menjadi unit-unit penyusunnya sehingga porositas serat akan meningkat. Tulisan ini mengkaji pemanfaatan gelombang mikro dalam proses pendahuluan pada material lignoselulosa sebagai bahan baku pakan ikan air tawar. Hasil kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan gelombang mikro dan kombinasinya dengan beberapa metode, terbukti mampu mendegradasi material lignoselulosa sehingga mengoptimalkan potensinya untuk digunakan sebagai bahan baku pakan ikan.

Kata penting: bahan baku, gelombang mikro, lignoselulosa, pakan ikan

ABSTRACT

Lignocellulose material is an organic material which is present in abundant quantities in nature. This material is formed from the polymer of lignin, cellulose and hemicellulose which bind to each other so that it has a very complex structure and is a major obstacle in processing lignocellulosic material into raw material for fish feed. Therefore, a preliminary process (*pretreatment*) is needed to change the structure and chemical composition, among others by utilizing microwave radiation. Microwave radiation is able to produce heat from molecular rotation in polar material and has high dielectric properties. Microwave radiation is able to produce heat from molecular rotation in polar material and has high dielectric properties. These molecules move, collide with each other, rub against each other and produce heat which breaks the bonds in the lignocellulose complex. Microwave exposure will degrade lignocellulose into its constituent units so that the porosity of the fiber will increase. This paper examines the use of microwaves in the preliminary process of lignocellulosic material as raw material for freshwater fish feed. The results of the study show that the use of microwaves and their combinations with several methods has been proven to degrade lignocellulosic material so as to optimize its potential to be used as raw material for fish feed.

Keywords: fish feed, lignocellulose, microwaves, raw materials

Pendahuluan

Sebagian besar bahan baku pembuatan pakan ikan hingga saat ini masih tergantung pada impor. Upaya yang bias dilakukan untuk menurunkan impor bahan baku pakan yaitu dengan memanfaatkan bahan baku lokal. Bahan baku pakan lokal telah banyak diteliti peluang penggunaannya, termasuk juga rekayasa untuk meningkatkan nilai nutrisi yang terkandung di dalamnya (Afebrata *et al.* 2014). Namun ketersediaan bahan baku tersebut relatif terbatas, masih jauh dari kebutuhan untuk menutupi jumlah bahan baku impor. Oleh karena itu masih perlu dicari material lainnya yang potensial untuk dijadikan sebagai bahan baku pakan ikan. Salah satu material yang potensial dikembangkan adalah material lignoselulosa yang keberadaannya sangat melimpah.

Material lignoselulosa terdiri dari tiga polimer utama yaitu lignin, selulosa dan hemiselulosa (xilan). Material lignoselulosa bias berupa jerami, rumput-rumputan, limbah pertanian, limbah industri dan bahan berserat lainnya (Ganguly *et al.* 2013). Pada material lignoselulosa, senyawa yang dapat dimanfaatkan adalah hemiselulosa dan selulosa, sedangkan lignin dihilangkan (Aniriani & Aprillani 2017). Hemiselulosa dan selulosa sebagai polisakarida dapat digunakan sebagai substrat dalam produksi enzim maupun hidrolisis secara kimia untuk mendapatkan gula yang lebih sederhana.

Tahap awal yang dilakukan dalam rangka memanfaatkan material lignoselulosa sebagai bahan pakan ikan adalah delignifikasi yang bertujuan untuk mereduksi lignin yang terdapat di dalam material lignoselulosa. Delignifikasi akan membuka ikatan lignoselulosa dengan merusak struktur lignin sehingga selulosa menjadi lebih mudah diakses untuk diproses di tahapan selanjutnya. Teknologi perlakuan pendahuluan telah banyak dikembangkan, salah satunya adalah pemanfaatan gelombang mikro (Hu & Wen 2008, Liu *et al.* 2010). Penggunaan gelombang mikro akan menguraikan ikatan lignin, sedangkan hemiselulosa dan selulosa akan terlarut dalam air sehingga struktur selulosa akan lebih mudah diakses pada tahapan berikutnya (Perez *et al.* 2008). Teknik ini memiliki banyak keunggulan, diantaranya prosesnya cepat, selektif terhadap pemanasan, dan juga ramah lingkungan. Analisis kualitatif pengaruh radiasi gelombang mikro terhadap lignoselulosa dapat dilakukan melalui pengamatan mikro struktur menggunakan instrumentasi SEM (*Scanning Elektron Microscopy*), XRD (*X-Ray Diffraction*), dan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) (Lewicka *et al.* 2015, Sangian *et al.* 2015).

Tulisan ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan gelombang mikro dalam proses pendahuluan pada limbah lignoselulosa untuk digunakan sebagai bahan baku pakan ikan. Pemanfaatan limbah lignoselulosa sebagai bahan pakan memiliki dampak positif bukan hanya terhadap kegiatan budidaya ikan, namun juga lingkungan. Metode yang digunakan dalam tulisan ini adalah *literature review* dari berbagai penelitian yang telah dipublikasikan, didukung dengan data statistik yang relevan.

Penyiapan material lignoselulosa

Elwin *et al.* (2014) menyiapkan material lignoselulosa berupa eceng gondok dengan cara memotong-motong hingga ukuran 3 cm, selanjutnya diblender dan disaring. Zulkifliani *et al.* (2017) menyiapkan material lignoselulosa berupa limbah kulit ari kedelai dengan cara menjemur hingga kering, kemudian ditepungkan dan diayak hingga ukuran 2 mm, selanjutnya disimpan dalam wadah tertutup rapat.

Pemanfaatan gelombang mikro

Gelombang Mikro (*Micro Wave*) adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi sangat tinggi (*Super High Frequency*). Sistem transmisi gelombang mikro bekerja pada frekuensi UHF 300 MHz–30 GHz (umumnya 1–3 GHz). Jika gelombang mikro diserap oleh sebuah benda, maka akan muncul efek panas pada benda tersebut. Penggunaan gelombang mikro pada *pretreatment* material lignoselulosa adalah dengan melewati gelombang tersebut pada material lignoselulosa menggunakan *microwave oven*. Absorpsi gelombang mikro akan meningkatkan suhu dengan sangat cepat pada material, karena energi elektromagnetik diubah menjadi panas. Efek panas tersebut berasal dari medan listrik gelombang mikro yang memaksa dipol berputar dan ion berpindah mengikuti medan listrik yang cepat. Proses interaksi gelombang mikro dengan material lignoselulosa mengakibatkan hemiselulosa yang mengikat selulosa terlepas, dan lignin yang terdapat pada dinding sel mulai luruh. Hal ini sesuai dengan pendapat Hu *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa radiasi gelombang mikro menyebabkan efek ledakan fisik pada mikrofiber, sehingga terjadi disintegrasi struktur yang sulit terdegradasi seperti misalnya lignin. Gelombang mikro juga dapat memproduksi efek fisiko-kimia yang mempercepat kerusakan struktur kristal pada selulosa. Oleh karena itu lignoselulosa yang menggunakan *pretreatment* gelombang mikro, menghasilkan kandungan selulosa yang lebih tinggi.

Interaksi microwave dengan bahan pada saat *pretreatment*, menghasilkan efek termal yang akan digunakan untuk melakukan proses fisik, kimia atau biologi. Efek panas merupakan respon dari molekul polar dan ion untuk mengubah arah dari medan listrik yang dihasilkan oleh gelombang elektromagnetik pada frekuensi *microwave*. Molekul polar bergerak lurus di luar medan elektromagnetik, namun *oscillating* (gerakan bolak balik) medan listrik dari radiasi *microwave* menyebabkan molekul polar bervibrasi dengan cepat sebagai akibat lignin yang bergerak lurus dalam medan listrik. Vibrasi ini menyebabkan gesekan antar molekul polar serta medium di sekitarnya sehingga menyebabkan sistem menjadi panas (Hoekman *et al.* 2011). Gelombang mikro mampu memecah struktur lignin yang kompleks menjadi struktur-struktur penyusunnya yang lebih sederhana (*microwave-digestion*), sehingga kandungan lignin dapat diturunkan dengan baik.

Kombinasi gelombang mikro dengan senyawa kimia

Verma *et al.* (2011) melakukan *pretreatment* menggunakan kombinasi alkali NH_3 dan *microwave* dengan daya 700 Watt selama 30 menit, hasilnya selulosa meningkat sebanyak 29,2% dan lignin turun sebanyak 5,1%. Penelitian Lu dan Zhou (2011) menggunakan *microwave* dengan daya 800 Watt selama 19 menit dengan suhu 160°C , katalis FeCl_3 dan ukuran biomasa jerami padi sebesar 60 mesh, selulosa yang dihasilkan meningkat sebesar 41,6% dan lignin berkurang sebesar 2,3%. Hasil penelitian Dehani (2013) menggunakan kombinasi *microwave* dan NaOH berdaya 950 Watt, suhu 89°C dengan ukuran bubuk jerami sebesar 100 mesh, hasilnya selulosa meningkat sebesar 42,32% dan lignin turun sebesar 4,27%. Singh dan Beshnoi (2011) melaporkan bahwa kombinasi radiasi gelombang mikro dengan larutan NaOH menghasilkan penurunan lignin lebih besar jika dibandingkan dengan senyawa asam (H_2SO_4). Mengacu ke beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *pretreatment* menggunakan kombinasi *microwave* dan NaOH terbukti menurunkan lignin dan meningkatkan kadar selulosa paling tinggi dibandingkan metode lain. Hal ini disebabkan larutan lignoselulosa yang mengandung basa kuat seperti NaOH, dapat menciptakan konduksi ionic yang memicu timbulnya panas atau *superheating solven*. Penambahan NaOH pada proses *pretreatment* akan mereduksi kandungan lignin dalam jumlah yang cukup besar, karena reaksi pemutusan ikatan lignin menjadi lebih cepat. Senyawa NaOH mampu menurunkan derajat polimerisasi kristalinitas, meningkatkan luas permukaan internal, merusak struktur lignin, serta

menguraikan ikatan antara lignin dan karbohidrat. Penggunaan NaOH sebagai delignifikator akan merusak struktur lignin pada bagian kristalin dan amorf.

Partikel NaOH masuk ke dalam material dan memecah struktur lignin sehingga lignin larut dan kadarnya berkurang (Elwin *et al.* 2014). Senyawa NaOH juga mampu mengekstraksi hemiselulosa dengan cara memecah struktur amorf pada hemiselulosa. Keberadaan NaOH akan mengurai ikatan lignin pada suhu kurang dari 180°C, sehingga selain merusak struktur lignin sekaligus juga mengekstraksi selulosa dan hemiselulosa pada material lignoselulosa. Reaksi pemutusan ikatan lignoselulosa menggunakan senyawa NaOH dapat dilihat pada Gambar 1. Penurunan persentase lignin didalam larutan material lignoselulosa juga dipengaruhi oleh pH. Lignin akan terlarut pada pH yang tinggi karena gugus hidroksil fenolat lignin berada dalam keadaan terionisasi membentuk garamnya dan bersifat polar. Perlakuan tersebut akan memecah lignin menjadi partikel yang lebih kecil (Ariani & Idawati 2011).

Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida karena lignin terdiri dari sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenil propana yang bersifat sebagai perekat serat dalam kayu. Semakin tinggi kandungan lignin maka diperlukan konsentrasi NaOH yang lebih tinggi lagi untuk menghancurkan ikatan lignin dalam lignoselulosa.

Radiasi gelombang mikro menghasilkan panas yang berpengaruh terhadap material lignoselulosa. Penelitian Elwin *et al.* (2013) mendapatkan hasil bahwa semakin lama waktu paparan gelombang mikro, akan meningkatkan suhu permukaan material perlakuan, sehingga NaOH semakin larut dan mudah masuk ke dalam material perlakuan. Semakin lama waktu paparan akan menyebabkan kandungan lignin dan hemiselulosa cenderung turun. Semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan, lignin dan hemiselulosa yang dipecah lebih banyak, sehingga kandungan selulosa yang dihasilkan lebih tinggi. Kombinasi radiasi gelombang mikro selama 30 menit dan konsentrasi NaOH 2M memberikan hasil terbaik. Kandungan selulosa meningkat dari 56,00% menjadi 68,27%, kandungan lignin menurun dari 12,01% menjadi 11,50% dan kandungan hemiselulosa menurun dari 24,77% menjadi 6,58%.

Gambar 1. Reaksi pemutusan ikatan lignoselulosa (Fengel & Wegeneer 1995)

Analisis kualitatif pengaruh gelombang mikro

Mikrostruktur material lignoselulosa yang telah diberi *pretreatment* dapat diamati menggunakan instrumentasi SEM, XRD dan FTIR. Permukaan sel sebelum diberi perlakuan terlihat kompak dan kuat (solid), setelah diberi perlakuan maka permukaan sel terlihat rusak. Hal ini karena gelombang *microwave* memicu timbulnya rotasi dipole sehingga merusak struktur material. Selain itu juga pengaruh dari pelarut NaOH yang berinteraksi dengan bagian lignoselulosa yang bersifat fenolik, yang menyebabkan ikatan lignoselulosa terurai.

Proses *pretreatment* pada material lignoselulosa akan menghasilkan selulosa. Tahapan selanjutnya adalah hidrolisis selulosa baik menggunakan senyawa kimia maupun enzimatis. Proses *pretreatment* meningkatkan porositas serat sehingga kinerja enzim pada proses hidrolisis berjalan lebih optimal walaupun dengan konsentrasi yang rendah. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan enzim dalam menghidrolisis bahan lignoselulosa diantaranya adalah kandungan lignin dan hemiselulosa serta tingkat kekristalan selulosa. Hasil yang diperoleh dari tahapan hidrolisis adalah material lignoselulosa yang sudah siap digunakan sebagai bahan baku pakan ikan. Oleh karena itu perlakuan pendahuluan diperlukan untuk menghilangkan lignin, menurunkan tingkat kekristalan selulosa serta meningkatkan porositas material.

Simpulan

Radiasi gelombang mikro mampu mereduksi lignin pada material lignoselulosa, menghasilkan selulosa yang pada tahapan selanjutnya dihidrolisis oleh asam atau enzim menjadi gula sederhana: yang pada giliran berikutnya dapat digunakan sebagai bahan baku pakan ikan.

Daftar pustaka

- Afebrata DR, Santoso L, Suparmono. 2014. Substitusi tepung onggok singkong sebagai bahan baku pakan pada budidaya ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 2(2): 233-240.
- Aniriani GW, Apriliani NF. 2017. Perbandingan yield neraca massa hasil pretreatment tiga jenis limbah lignoselulosa dalam memproduksi polisakarida menggunakan teknik kimiawi. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17 (2): 135-142.
- Ariani L, Idiawati N. 2011. Penentuan lignin dan kadar glukosa dalam hidrolisis organosolv dan hidrolisis asam. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 5 (2): 140-150.
- Dehani, Rahmawati F. 2013. Pemanfaatan radiasi gelombang mikro untuk memaksimalkan proses pretreatment degradasi lignin jerami padi (pada produksi bioetanol). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1 (1): 21- 33.
- Elwin E, Lutfi M, Hendrawan Y. 2014. Analisis pengaruh waktu pretreatment dan konsentrasi NaOH terhadap kandungan selulosa, lignin, dan hemiselulosa eceng gondok pada proses pretreatment pembuatan bioetanol. *Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2 (2): 104-110.
- Fengel D, Wegeneer. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Terjemahan oleh Sastrohamidjojo, H. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ganguly A, Das S, Bhattacharya A, Dey A, Chatterjee PK. 2013. Enzymatic hydrolysis of water hyacinth biomass for the production of ethanol: Optimization of driving parameters. *Indian Journal of Experimental Biology*, 51: 556-566.
- Hoekman SK, Broch A, Robbins C. 2011. Hydrothermal carbonization (HTC) of lignocellulosic biomass. *Energy and Fuels*, 25(4): 1802-1810.
- Hu G, Heitmann JA, Rojas OJ. 2008. Feedstock pretreatment strategies for producing ethanol from Wood, Bark, and forest residues. *Bioresouces*, 3: 270-294.
- Hu Z, Wen Z. 2008. Enhancing enzymatic digestibility of switchgrass by microwave-assisted alkali pretreatment. *Biochemistry Engineering Journal*, 38: 369-378.
- Lewicka K, Siemion P, Kurcok P. 2015. Chemical modifications of starch: microwave effect. *International Journal of Polymer Science*, 1(2): 1-10.
- Liu J, Takada R, Karita S, Watanabe T, Honda Y, Watanabe T. 2010. Microwave-assisted pretreatment of recalcitrant softwood in aqueous glycerol. *Bioresources Technology*, 101: 9355-9360.
- Lu J, Zhou P. 2011. Optimization of microwave-assisted FeCl₃ pretreatment conditions of rice straw and utilization of *Trichoderma viride* and *Bacillus pumilus* for production of reducing sugars. *Bioresources Technology*, 102: 6966-6971.
- Perez, Balesteros I, Balesteros M, Saez F, Negro MJ, Manzanares P. 2008. Optimizing liquid hot water pretreatment condition to enhance sugar recovery from wheat straw for fuel-ethanol production. *Fuel*, 88: 3640-3647.

- Sangian HF, Kristian J, Rahma S, Agnesty SY, Gunawan S, Widjaja A. 2015. Comparative study of the preparation of reducing sugars hydrolyzed from high-lignin lignocellulose pretreated with ionic liquid, alkaline solution and their combination. *Journal of Engineering Technology Sciences*, 47(2): 137-148.
- Singh A, Beshnoi NR. 2012. Enzymatic hydrolysis optimization of microwave alkali pretreated wheat straw and ethanol production by yeast. *Bioresources Technology*, 108: 94-101.
- Verma A, Kumar S, Jain P. 2011. Key pretreatment technologies on cellulosic ethanol production. *Journal of Scientific Research*: 57-63.
- Zulkifliani Z, Handayani S, Adisyahputra A, Sakarani D. 2017. Seleksi senyawa penghidrolisis untuk menghasilkan gula reduksi dari limbah kulit ari kedelai sebagai bahan fermentasi bioetanol. *Bioma*, 13(1): 1-8.