Lignin Degradation of Sugar Cane Bagasse as an Effort to Use It as Fish Feed Ingredient

Degradasi Lignin pada Ampas Tebu dalam Upaya Pemanfaatannya sebagai Bahan Baku Pakan Ikan

Lusi Herawati Suryaningrum

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan (BRPBATPP)

Jalan Sempur No. 1, Bogor, Jawa Barat, Indonesia, Tlp. (0251) 8313200

lusihera@gmail.com

Abstract

Sugar cane bagasse is a by-product of the sugar industry which is the potential to be used as fish feed ingredient. However, high levels of lignin (20-35%) limit its potential utilization. Processing of bagasse as a fish feed ingredient requires a lignin degradation to reduce its levels. This study aims to degrade lignin in bagasse using a combination of techniques of microwave radiation and a strong alkaline solvent, NaOH. The treatments tested were NaOH solution with a concentration variant of 0.5 M; 1.0 M; 1.5 M and 2.0 M. Bagasse meal were added with NaOH solution 1/10 (w/v) then exposed to microwave radiation using 300 watts of power for 10 minutes. The parameters measured were lignin levels using the Chesson method and nutrient composition using the proximate method, before and after treatment. The results showed that 2.0 M NaOH was able to reduce lignin up to 6.85%, without having a negative effect on the nutrient content of bagasse. Thus, the treated bagasse is sufficient to be processed further to use as fish feed ingredient.

Keywords: *sugar cane bagasse, ingredient, micro wave, lignin, NaOH*

Abstrak

Ampas tebu merupakan produk samping industri gula yang potensial digunakan sebagai bahan baku pakan ikan. Akan tetapi tingginya kadar lignin (20-35%) membatasi potensi pemanfaatannya tersebut. Pengolahan ampas tebu sebagai bahan baku pakan membutuhkan tahap degradasi lignin untuk mereduksi kadarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendegradasi lignin pada ampas tebu menggunakan kombinasi radiasi gelombang mikro dan senyawa alkali NaOH. Perlakuan yang diujikan adalah larutan NaOH dengan varian konsentrasi 0,5 M; 1,0 M; 1,5 M dan 2,0 M. Tepung ampas tebu ditambahkan larutan NaOH sebanyak 1/10 (b/v) kemudian diberi paparan radiasi gelombang mikro menggunakan daya 300 watt selama 10 menit. Parameter yang diukur adalah kadar lignin menggunakan metode Chesson serta komposisi nutrisi menggunakan metode proksimat, sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa NaOH 2,0 M mampu mereduksi lignin hingga 6,85%, tanpa memberi pengaruh negatif terhadap kandungan nutrisi ampas tebu. Dengan demikian ampas tebu hasil perlakuan cukup memadai untuk diolah lebih lanjut dalam upaya pemanfaatannya sebagai bahan baku pakan ikan.

Kata kunci: *ampas tebu, bahan pakan, gelombang mikro, lignin, NaOH*

PENDAHULUAN

Pakan merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan budidaya ikan air tawar. Kontribusi pakan mencapai hingga 70% dari keseluruhan biaya budidaya. Hal tersebut membuat pelaku usaha budidaya dan pihak-pihak terkait lainnya berusaha mencari bahan baku alternatif sebagai upaya menekan tingginya biaya pakan. Hasil samping atau buangan dari usaha pertanian atau perkebunan atau pengolahan hasil pertanian atau perkebunan telah dikenal luas sebagai sumber bahan baku alternatif untuk pakan ikan. Ampas tebu merupakan salah satu kandidat yang cukup potensial.

Ampas tebu merupakan produk samping dari proses pengolahan tebu di pabrik gula. Ampas tebu yang dihasilkan dari proses produksi gula berkisar 35-40% dari total tebu yang digunakan sebagai bahan baku (Zultiniar *et al.*, 2011). Robyanto *et al.* (2013) menyebutkan bahwa kebutuhan rerata tebu di pabrik gula mencapai hingga 250.000 ton per tahun, dengan demikian ampas tebu terdapat dalam jumlah yang cukup melimpah. Karakter materialnya yang meruah,

menyebabkan ampas tebu membutuhkan lokasi penyimpanan yang cukup luas. Selama ini ampas tebu dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam jumlah terbatas, sisanya dibuang atau dibakar untuk mengurangi kuantitasnya di pabrik gula. Sejatinya ampas tebu merupakan limbah selulolitik yang banyak sekali potensi pemanfaatannya, antara lain sebagai bahan baku pakan (Karimi *et al.*, 2016). Akan tetapi rendahnya kadar protein 1,4–2,7% (Candrasari *et al.*, 2011) dan tingginya serat kasar 30-60% (Irmayanti & Nasution, 2012) membatasi pemanfaatannya. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan intervensi teknologi melalui serangkaian proses. Ampas tebu merupakan material lignoselulosa dengan komposisi lignin 10-25%, selulosa 40-50% dan hemiselulosa 20-30% (Anwar *et al.*, 2014). Keberadaan lignin dalam jumlah banyak akan mengganggu proses pengolahan, oleh karena itu dibutuhkan perlakuan untuk mendegradasi lignin sehingga jumlahnya tereduksi secara signifikan.

Pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku pakan ikan hingga saat ini belum banyak dilaporkan. Tahap degradasi lignin diharapkan mampu mengoptimalkan potensi pemanfaatan ampas tebu tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mendegradasi lignin pada ampas tebu menggunakan kombinasi metode radiasi gelombang mikro dan senyawa alkali NaOH, dalam upaya pemanfaatannya sebagai bahan baku pakan ikan.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu yang dihasilkan oleh PT PG Rajawali II, Cirebon, Jawa Barat. Bahan kimia yang digunakan antara lain akuades, kertas saring Whatman No. 41, HCl, aluminium foil, H₂SO₄, indikator pH, NaOH, selenium, asam borat, BCG, *petroleum benzene*, etanol.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, labu ukur, batang pengaduk, cawan abu, corong gelas, desikator, neraca digital, pipet volume, erlenmeyer, gelas piala, penangas listrik, *microwave oven*, *convensional oven*, tanur, *waterbath*, destruktur, destilator, titrator.

Ampas tebu dicuci dengan air bersih kemudian dicacah dan dikeringkan menggunakan sinar matahari selama 6 jam, dilanjutkan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 48 jam. Setelah kadar air mencapai sekitar 6-7%, ampas tebu ditepungkan menggunakan mesin penepung, diayak untuk homogenisasi partikel kemudian disimpan dalam wadah tertutup rapat untuk penggunaan berikutnya. Sampel diambil secukupnya untuk keperluan uji proksimat dan komponen lignoselulosa sebelum dilakukan perlakuan.

Perlakuan yang diujikan pada tepung ampas tebu adalah NaOH 0,5 M; NaOH 1,0 M; NaOH 1,5 dan NaOH 2,0 M, masing-masing dilakukan dengan 3 (tiga) kali ulangan. Komposisi tepung ampas tebu dan larutan NaOH yang ditambahkan adalah 1/10 (b/v). Tepung ampas tebu yang sudah ditambahkan larutan NaOH kemudian diaduk hingga homogen selanjutnya dimasukkan ke dalam *microwave oven* dan diberi paparan radiasi gelombang mikro dengan daya 300 watt selama 10 menit. Selanjutnya ampas tebu dinetralkan menggunakan akuades panas hingga pH-nya mencapai 7. Ampas tebu yang telah netral dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 24 jam hingga bobotnya konstan. Ampas tebu yang telah dikeringkan kemudian dianalisis komponen lignoselulosanya menggunakan metode Chesson (Datta, 1981) dan ditetapkan komposisi nutriennya menggunakan uji proksimat.

Data yang terkait dengan parameter ditabulasi dan diolah menggunakan perangkat lunak Ms. Excel, kemudian dipresentasikan sebagai nilai rerata $\pm$ standar deviasi ($n = 3$) dan dianalisis secara deskriptif. Data proksimat diolah menggunakan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Komponen lignoselulosa yang terdapat pada ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 1. Informasi tersebut digunakan untuk mengevaluasi efektivitas dari perlakuan yang dicobakan.

Tabel 1. Komposisi Lignoselulosa pada Ampas Tebu (Sebelum Perlakuan)

Komponen	%
Hemiselulosa	25,22±0,05
Selulosa	38,29±0,07
Lignin	19,25±0,03

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH berperan penting dalam mereduksi kandungan lignin dan mampu menurunkan lignin dalam jumlah yang signifikan. Kandungan lignin yang terdapat pada ampas tebu sebelum dan setelah perlakuan terdapat pada Gambar 1.

Gambar 1. Lignin pada Ampas Tebu Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Komposisi nutrisi ampas tebu sebelum dan sesudah perlakuan terdapat pada Gambar 2. Perlakuan yang dilakukan terbukti tidak memberi pengaruh negatif yang signifikan terhadap komposisi nutrisi ampas tebu.

Gambar 2. Nutrien Ampas Tebu Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Pembahasan

Komposisi lignoselulosa pada ampas tebu sebelum perlakuan yang digunakan dalam penelitian terdapat pada Tabel 1. Jorgensen *et al.* (2007) menyebutkan bahwa komposisi lignoselulosa pada ampas tebu bervariasi tergantung pada varietas, umur serta kondisi habitat tempat tumbuhnya.

Tujuan dari tahap degradasi lignin pada ampas tebu adalah mereduksi kandungan lignin. Lignin merupakan kendala utama dalam proses pemanfaatan ampas tebu sebagai pakan ikan karena strukturnya yang keras dan kaku. Hal tersebut mengakibatkan tahapan selanjutnya yaitu hidrolisis menjadi tidak optimal (Shafiei *et al.* 2015). Proses degradasi lignin pada bahan lignoselulosa dilakukan untuk membuka struktur yang kaku dan keras sehingga memudahkan akses enzim pada tahapan hidrolisis (Dashtban *et al.* 2010). Struktur ikatan kimia yang terdapat pada material lignoselulosa seperti ampas tebu terdapat pada Gambar 3.

Sumber: Zhou *et al.* (2010)

Gambar 3. Ikatan Kimia yang Terdapat pada Material Lignoselulosa

Penurunan kadar lignin tertinggi terdapat pada ampas tebu yang diberi perlakuan NaOH dengan konsentrasi 2,0 M, di mana lignin turun hingga 6,85%. Senyawa alkali kuat seperti NaOH mampu menghidrolisis ikatan hidrogen, ester dan eter yang mengikat hemiselulosa, selulosa dan lignin secara serentak. Semakin tinggi konsentrasi NaOH, semakin banyak ikatan yang rusak. Senyawa NaOH menghidrolisis komponen lignoselulosa melalui reaksi saponifikasi gugus ester intermolekul pada ikatan silang antara xilan, hemiselulosa dan komponen lain seperti misalnya

lignin dan selulosa (Sun & Cheng, 2002). Akibatnya ikatan lignoselulosa baik ikatan komponen non-selulosa maupun internal selulosa menjadi longgar. Proses tersebut secara efektif mengurangi kristalinitas, memecah kompleks lignin dan karbohidrat (L-C-C) serta melarutkan lignin. Lignin yang terdegradasi selama perlakuan kemudian larut pada saat proses pencucian dan pembilasan. Proses larutnya lignin disebabkan terjadinya transfer ion hidrogen dari gugus hidroksil pada lignin ke ion hidroksil bebas untuk membentuk senyawa air (H_2O). Lignin yang lepas selanjutnya membentuk ikatan lignin-alkali yang larut dalam air. Senyawa NaOH selain memutus ikatan selulosa-hemiselulosa-lignin, juga memiliki kemampuan memutuskan ikatan hidrogen dan ikatan kovalen yang terdapat pada masing-masing komponen. Reaksi yang terjadi antara ikatan ester dengan pelarut NaOH terdapat pada Gambar 4.

Sumber: Modenbach & Nokes (2014)

Gambar 4. Mekanisme Hidrolisis Alkali pada Ikatan Ester

Proses degradasi lignin pada ampas tebu di penelitian ini dilakukan menggunakan kombinasi radiasi gelombang mikro dan senyawa NaOH. Radiasi gelombang mikro merupakan upaya rekayasa secara fisika menggunakan panas. Panas yang diterima akan mengakibatkan permukaan material terbuka sehingga daya penetrasi katalis seperti misalnya NaOH menjadi lebih cepat karena pori-porinya menjadi lebih besar (Daramola & Osanyinlusi, 2006). Absorpsi gelombang mikro pada material meningkatkan suhu dengan sangat cepat pada reaktan, pelarut, dan produk. Pada ampas tebu yang ditambahkan alkali kuat seperti NaOH, energi disebarkan melalui konduksi ionik yang menyebabkan pemanasan atau *super heating solvent*. Hal ini dikarenakan medan listrik memaksa dipol berputar dan ion berpindah dengan cepat, akibatnya energi elektromagnetik diubah menjadi panas dalam waktu sangat singkat. Ini membuat ikatan hemiselulosa dan selulosa terlepas dan lignin luruh. Gelombang mikro mampu mendegradasi struktur lignin yang kompleks menjadi struktur-struktur penyusunnya yang lebih sederhana (*microwave-digestion*). Hu *et al.* (2008) melaporkan bahwa radiasi gelombang mikro menyebabkan efek ledakan listrik yang menimbulkan disintegrasi struktur pada bahan yang sulit terdegradasi seperti misalnya lignin. Gelombang mikro juga dapat memproduksi efek fisiko-kimia yang mempercepat proses kerusakan struktur kristal. Teknologi radiasi gelombang mikro memiliki banyak keunggulan, di antaranya adalah prosesnya relatif cepat, selektif dan juga ramah lingkungan.

Komposisi nutrisi ampas tebu sebelum dan sesudah perlakuan terdapat pada Gambar 2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tahapan preparasi tidak mempengaruhi nutrisi ampas tebu secara signifikan, artinya radiasi gelombang mikro dan larutan NaOH tidak memberikan pengaruh negatif terhadap nutrisi ampas tebu. Ampas tebu yang telah melalui tahap degradasi lignin ini kemudian digunakan pada tahap selanjutnya, yaitu hidrolisis enzimatis untuk meningkatkan kualitasnya dalam rangkaian upaya pemanfaatannya sebagai bahan baku pakan ikan. Hal ini sejalan dengan Xiao *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa konversi bahan lignoselulosa menjadi produk yang memiliki manfaat lebih, membutuhkan proses multistap.

PENUTUP

Kombinasi metode radiasi gelombang mikro dengan larutan NaOH 2,0 M mampu mendegradasi lignin dan mereduksi hingga 6,85%, tanpa memberi pengaruh negatif terhadap kandungan nutrisi ampas tebu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Z., Gulfranz, M., & Irshad, M. (2014). Agro-industrial lignocellulosic biomass a key to unlock the future bio-energy: a brief review. *Journal of Radiation Research & Applied Sciences*, 1(7), 163-173.
- Barlianti, V., Dahnum, D., Hendarsyah, H., & Abimanyu, H. (2015). Effect of alkaline pretreatment on properties of lignocellulosic oil palm waste. *Procedia Chemistry*, 2(16): 195-201.
- Candrasari, D. P., Budhi, S. P. S., & Hartadi, H. (2011). Perlakuan kalsium hidroksida dan urea untuk meningkatkan kualitas bagas tebu. *Buletin Peternakan*, 35(3): 49-60.
- Daramola, B., & Osanyinlusi, S. A. (2006). Investigation on modification of cassava starch using active components of ginger roots (*Zingiber officinale* Roscoe). *African Journal Biotechnology*, 5(10): 917-920.
- Dashtban, M., Schraft, H., Syed, T. A., & Qin, W. (2010). Fungal biodegradation and enzymatic modification of lignin. *International Journal Biochemistry Molecular Biology*, 1(1): 36-50.
- Datta, A., Betterman, A., & Kirk, T. K. (1981). Identification of specific *manganese peroxidase* among lignolytic enzyme secreted by *Phanerochaete chrysosporium* during wood decay. *Applied Environment Microbiology*, (57): 1453-1460.
- Hu, G., Heitmann, J. A., & Rojas, O. J. (2008). Feedstock pretreatment strategies for producing ethanol from wood, bark, and forest residues. *Bioresources* (3): 270-294.
- Irmayanti & Nasution, A. (2012). Pengaruh fermentasi bagas tebu amoniiasi dengan effective microorganisms 4 (Em-4) terhadap serat kasar, pH dan NH₃. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 12(2): 29-32.
- Jorgensen, H., Kristensen, J. B., & Felby, C. (2007). Enzymatic conversion of lignocellulose into fermentable sugars: challenges and opportunities biofuels. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, (1): 119-134.
- Karimi, K., & Taherzadeh, M. J. (2016). A critical review on analysis in pretreatment of lignocelluloses: degree of polymerization, adsorption/desorption, and accessibility. *Bioresource Technology*, (203): 348-356.
- Lewicka, K., Siemion, P., & Kurcok, P. (2015). Chemical modifications of starch: microwave effect. *International Journal of Polymer Science*: 1-10.
- Lin, R., Li, H., Long, H., Su, J., & Huang, W. (2014). Synthesis of rosin acid starch catalyzed by lipase. *BioMed Research International*: 1-8.
- Modenbach, A. A., & Nokes, S. E. (2014). Effects of sodium hydroxide pretreatment on structural components of biomass. *Biosystems and Agricultural Engineering Faculty Publications*, 57(4): 1187-1198.
- Robyanto, C.B., Antara, M., & Dewi, R. K. (2013). Analisis persediaan bahan baku tebu pada pabrik gula Pandji PT. Perkebunan Nusantara XI (Persero) Situbondo, Jawa Timur. *E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*, 2(1): 23-31.
- Sangian, H. F. (2016). Analysis of retention time and substances released enzymatically from lignocellulose, coconut coir treated by alkaline, ionic liquid and combined method by observing the HPLC-RI spectra. *International Journal of Chemistry Technical Research*, 9(12): 715-724.
- Shafiei, M., Kumar, R., & Karimi, K. (2015). *Pretreatment of Lignocellulosic Biomass*. Springer International Publishing. New York. pp. 85-154.
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology*, (83): 1-11.

- Xiao, W., Wang, Y., Xia, S., & Ma, P. (2012). The study of factors affecting the enzymatic hydrolysis of cellulose after ionic liquid pretreatment. *Carbohydrate Polymers*, (87): 2019-2023.
- Zhou, Y., Stuart-Williams, H., Farquhar, G. D., & Hocart, C. H. (2010). The use of natural abundance stable isotopic ratios to indicate the presence of oxygen-containing chemical linkages between cellulose and lignin in plant cell wall. *Phytochemistry*, (71): 982-993.
- Zultinir, S. R., Yanti & Herman, S. 2011. Pengaruh temperatur pada pembuatan asam oksalat dari ampas tebu. *Jurnal Ilmiah Sains Terapan*, 3(1): 31-34.