

Evaluasi Kandungan Fraksi Serat Tongkol Jagung dengan *Pretreatment* Fermentasi yang Berbeda

(*Evaluation of the Corn cobs Fiber Fraction with Different Fermentation Pretreatment*)

Sri Wahyuni¹, Samadi¹, Sitti Wajizah*¹

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Jalan Teuku Nyak Arief No.441, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, Aceh 23111

ARTICLE INFO

Received: 23 October 2023

Accepted: 16 December 2023

*Corresponding author
sittiwajizah@usk.ac.id

Keywords:

Corn cob
Fermentation
Fiber fraction
Pretreatment

ABSTRACT

Corn cob is an agricultural waste product that has a high crude fiber and lignin content so it needs fermentation pretreatment to improve its nutritional value. This study aimed to evaluate the effect of different fermentation pretreatments on reducing the fiber fraction of corn cobs. This study used a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 4 replications. The treatments were P0 = corn cob fermentation, P1 = corn cob fermentation with steaming pretreatment, and P2 = corn cob fermentation with ammonia pretreatment. The variables observed were neutral detergent fiber (NDF) (%), acid detergent fiber (ADF) (%), hemicellulose (%), cellulose (%), and lignin (%). Based on the results of this study, it could be concluded that different fermentation pretreatments on corn cobs have not been able to reduce the fiber content of corn cobs consisting of NDF, ADF, hemicellulose, cellulose, and lignin.

ABSTRAK

Tongkol jagung merupakan produk limbah pertanian yang memiliki kandungan serat kasar dan lignin tinggi sehingga perlu adanya perlakuan *pretreatment* fermentasi untuk memperbaiki nilai nutrienya. Tujuan penelitian yaitu mengevaluasi pengaruh *pretreatment* fermentasi yang berbeda terhadap penurunan fraksi serat tongkol jagung. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuannya yaitu: P0 = fermentasi tongkol jagung, P1 = fermentasi tongkol jagung dengan *pretreatment* pengukusan dan P2 = fermentasi tongkol jagung dengan *pretreatment* amoniasi. Variabel yang diamati yaitu *neutral detergent fiber* (NDF) (%), *acid detergent fiber* (ADF) (%), hemiselulosa (%), selulosa (%), dan lignin (%). Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *pretreatment* fermentasi yang berbeda pada tongkol jagung belum mampu menurunkan kandungan fraksi serat tongkol jagung yang terdiri dari NDF, ADF, hemiselulosa, selulosa dan lignin.

Kata Kunci:

Fermentasi
Fraksi serat
Pretreatment
Tongkol jagung

1. Pendahuluan

Produktivitas hijauan yang tidak stabil membuat ketersediannya menjadi terbatas, terutama pada musim kemarau. Menurut Hae, Kleden, & Temu (2020), produksi bahan kering hijauan pakan padang penggembalaan alam pada awal musim kemarau sebesar 1.866,8 kg/Ha atau 1,86 ton/Ha dan 5,35 ton/Ha pada musim hujan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk menanggulangi masalah tersebut dengan menggunakan pakan alternatif berupa tongkol jagung.

Tongkol jagung memiliki potensi yang baik dari segi kuantitasnya. Menurut Badan Pusat Statistik (2023) rata-rata produksi jagung di Indonesia tahun 2022 mencapai 54,87 ku/ha atau setara dengan 548,7 ton/ha. Tingginya produksi jagung pipilan, menghasilkan limbah tongkol jagung yang cukup tinggi karena proporsi limbah tanaman 20 % adalah tongkol jagung (Suharti, Nugroho, Kennedy, & Khotijah, 2019), akan tetapi tongkol jagung mengandung serat kasar tinggi yaitu 46,52 % dengan kandungan protein hanya 2,67 % (Tampobolon & Prasetyono, 2014). Tingginya kandungan serat kasar pada tongkol jagung berpotensi baik untuk menjadikan tongkol jagung sebagai pakan sumber energi bagi ternak ruminansia (Susanti, Jamarun, Agustin, Astuti, & Yanti, 2020). Akan tetapi, nilai manfaatnya masih sangat rendah karena ternak ruminansia mempunyai kemampuan yang terbatas dalam memecah fraksi serat yang terdiri dari *acid detergent fiber* (ADF) dan *neutral detergent fiber* (NDF) menjadi molekul yang lebih sederhana yang mudah dicerna seperti protein, pati, karbohidrat, dan pektin.

Pemanfaatan tongkol jagung sebagai pakan ternak perlu ditingkatkan kualitasnya dengan melakukan pengolahan dengan metode fermentasi. Fermentasi merupakan proses perubahan substrat secara aerob atau anaerob yang dibantu oleh enzim yang dihasilkan mikroba, sehingga menyebabkan kerusakan dinding sel dan terpisahnya ikatan ligniselulosa (Kusniawati, 2015). Gustiani & Permadi (2015) menyatakan bahwa kandungan serat kasar pada tongkol jagung fermentasi atau non-fermentasi masih tinggi nilainya yaitu 30 – 32,83 %. Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi saja tidak dapat memberikan hasil yang optimal sehingga untuk mengoptimalkan proses fermentasi perlu dilakukan *pretreatment* fermentasi seperti pengukusan dan amoniasi.

Perlakuan amoniasi sebelum fermentasi (*pretreatment* amoniasi) sudah banyak dilakukan, sesuai dengan penelitian yang dilakukan Putri,

Sutrisna, Fathul, & Liman (2023) bahwa gabungan teknologi amoniasi dan fermentasi yang dikenal dengan sebutan amofer mampu meningkatkan nilai gizi dan pencernaan. Hal ini disebabkan karena pengolahan amoniasi mampu memutus ikatan antara lignin dan selulosa sehingga ikatan serat menjadi longgar. Berbeda dari penelitian ini yaitu hasil amoniasi tidak langsung difermentasi tetapi dibiarkan dalam suhu ruang untuk mengurangi kadar amoniannya. Sementara itu, pengolahan fermentasi akan menghasilkan enzim selulase dari mikroba selulolitik yang mampu melakukan penetrasi sehingga kadar serat kasar menjadi turun.

Pengukusan yang dilakukan sebelum fermentasi (*pretreatment* pengukusan), belum banyak digunakan pada pengolahan pakan ternak berserat kasar tinggi karena penggunaan alat dengan tekanan tinggi sangat mahal sehingga pada penelitian ini hanya menggunakan pemanasan dengan alat sederhana. Kombinasi fermentasi pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengoptimalkan hasil yang diperoleh. Wahyuni & Sjoftan (2018) menyatakan bahwa pengolahan pengukusan dapat menurunkan kandungan serat kasar yang telah terpisah dari bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN).

Dilakukannya beberapa *pretreatment* fermentasi pada tongkol jagung, diharapkan mampu menurunkan kandungan serat kasar pada tongkol jagung yang berakibat pada peningkatan nilai pencernaan pakan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif yang berkualitas bagi ternak ruminansia.

2. Materi dan Metode

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Evaluasi fraksi serat dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Ternak, Bogor, Jawa Barat. Pelaksanaan penelitian berlangsung dari bulan Januari hingga Maret 2023.

2.2. Materi Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1,5 kg tongkol jagung kering cacah, 3 % urea, 5 % dedak halus, 3 % molases, 2 % biostarter komersil (MA-11) sebagai starter fermentasi, air secukupnya, kertas label, dan bahan analisis fraksi serat berupa aquadest, *Natriumborat* 10H₂, *Natrium Lauryl Sulfat*,

Disodium Hydrogen Phosphate (H_2HPO_4), CTAB (Cetyl – Trimethyl – Ammonium - Bromide), *Titriplex III*, H_2SO_4 1 N, Oktanol, dan Aceton 96 %.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: mesin giling (KD-350 SK), kompor, gas, panci, timbangan digital (ACIS BC-500 g), alat tulis, *sprayer*, dan alat analisis fraksi serat berupa: spatula, cawan *crucible*, pipet tetes, gelas piala 1000 ml, pemanas listrik, timbangan analitik, tanur, *fibertec* yang dilengkapi dengan *cold extraction* dan *hot extraction*, desikator, oven, dan gelas ukur 25 ml.

2.3. Metode Penelitian

Persiapan Tongkol Jagung

Tongkol jagung kering dicacah dan digiling menjadi ukuran 1 – 2 cm. Masing-masing 1,5 kg tongkol jagung ditimbang untuk setiap perlakuan dan dibagi menjadi 3 sampel sebanyak 500 g untuk setiap ulangan.

Fermentasi Tongkol Jagung

Larutan fermentor disiapkan untuk setiap ulangan dengan mencampurkan biostarter komersial (MA-11) sebanyak 2 % dengan molases 3 % dan air, lalu diaktivasi selama 1 jam. Sementara itu, dedak halus sebanyak 5 % dicampurkan pada setiap ulangan yang terdiri dari tongkol jagung, lalu diaduk merata hingga homogen. Setelah homogen, larutan fermentor dan larutan urea 1 % disemprotkan pada setiap ulangan, lalu diaduk kembali hingga merata. Tongkol jagung difermentasi dengan di dalam wadah tertutup selama 21 hari dengan kondisi tanpa udara (*anaerob*). Setelah fermentasi, campuran lalu dikeringkan di dalam oven 60 °C selama 1 – 2 hari, kemudian dihaluskan dan sampel dapat diambil untuk analisis fraksi serat.

Pretreatment Pengukusan

Setiap ulangan pada perlakuan *pretreatment* pengukusan dikukus selama 1 jam, lalu didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Selanjutnya, dilakukan fermentasi sesuai dengan prosedur penelitian pada perlakuan fermentasi tongkol jagung.

Pretreatment Amoniasi

Setiap ulangan pada perlakuan amoniasi diberikan larutan urea 3 % dari bahan kering (BK) dengan menggunakan *sprayer* lalu diratakan hingga homogen. Campuran selanjutnya difermentasi di dalam wadah tertutup selama 14

hari dengan kondisi tanpa udara (*anaerob*). Setelah proses fermentasi, hasil amoniasi diangin-anginkan selama 1 – 2 hari untuk menghilangkan amonia yang berlebih. Selanjutnya, difermentasi kembali sesuai dengan prosedur penelitian pada perlakuan fermentasi tongkol jagung dengan lama penyimpanan yang berbeda dengan perlakuan fermentasi 21 hari menjadi 14 hari.

2.4. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 perlakuan dan 4 ulangan. Tiap ulangan menggunakan tongkol jagung cacah sebanyak 500 g. Perlakuannya yaitu: P0 = fermentasi tongkol jagung; P1 = fermentasi tongkol jagung dengan *pretreatment* pengukusan; dan P2 = fermentasi tongkol jagung dengan *pretreatment* amoniasi.

2.5. Variabel yang Diamati

Neutral Detergent Fiber dan Acid Detergent Fiber

Aktivitas Sebanyak 0,3 g (a gram) sampel tongkol jagung ditimbang, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi 50 ml. Sebanyak 38 ml larutan NDS ditambahkan, lalu dipanaskan (diekstraksi) dengan pemanas listrik selama 1 jam (dihitung mulai dari larutan mendidih). Hasil ekstraksi disaring dengan menggunakan *sintered glass* yang telah diketahui beratnya (b gram) dengan bantuan pompa vakum. Residu hasil penyaringan dibilas dengan 100 ml air mendidih hingga busa hilang, lalu dibilas kembali dengan lebih kurang 50 ml alkohol. Residu dikeringkan di dalam oven dengan suhu 100 °C selama 8 jam, kemudian dinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang (c gram). Persentase NDF dan ADF dapat diketahui melalui perhitungan dengan formula 1 dan 2 dari Ati, Kleden, & Yunus (2020).

$$\text{Kadar NDF} = \frac{\text{c gram} - \text{b gram}}{\text{bobot sampel (a gram)}} \times 100 \% \quad (1)$$

$$\text{Kadar ADF} = \frac{\text{c gram} - \text{b gram}}{\text{bobot sampel (a gram)}} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan:

NDF : *neutral detergent fiber*

ADF : *acid detergent fiber*

a : bobot sampel

b : bobot *sintered glass* kosong

c : bobot *sintered glass* + residu penyaring setelah dioven.

Hemiselulosa

Menurut Nurkhasanah, Kustiawan Nuswantara, Christiyanto, & Pangestu (2020) persentase hemiselulosa dapat diperoleh dari selisih antara kadar NDF dan kadar ADF yang dihitung dengan menggunakan formula 3.

$$\% \text{ Hemiselulosa} = \% \text{ NDF} - \% \text{ ADF} \quad (3)$$

Keterangan:

NDF : *neutral detergent fiber*

ADF : *acid detergent fiber*

Selulosa dan Lignin

Analisis Analisis selulosa dan lignin merupakan lanjutan analisis ADF. Residu dalam gelas filter direndam dengan H₂SO₄ (72 %) sebanyak 20 ml selama 3 jam dengan sesekali pengadukan untuk memastikan bahwa serat terbasahi oleh H₂SO₄. Gelas filter kemudian disaring dengan pompa sambil dibilas dengan air panas secukupnya dan dioven pada suhu 100 °C selama 8 jam. Residu yang diperoleh didinginkan di dalam desikator selama 30 menit lalu timbang (d gram). Selanjutnya, masukkan dalam tanur listrik dengan suhu 500 °C selama 2 jam, lalu didinginkan dalam desikator selama setengah jam kemudian ditimbang (e gram). Menurut Ati *et al* (2020) persentase selulosa dapat diketahui melalui perhitungan dengan formula 4 dan kadar lignin dengan formula 5.

$$\% \text{ Selulosa} = \% \text{ ADF} - \% \text{ abu yang tak larut} - \text{lignin} \quad (4)$$

$$\text{Kadar lignin} = \frac{d \text{ gram} - e \text{ gram}}{\text{bobot sampel (a gram)}} \times 100 \% \quad (5)$$

Keterangan:

ADF : *acid detergent fiber*

a : bobot sampel

b : bobot gelas filter + residu hasil oven setelah direndam H₂SO₄

c : bobot gelas filter + residu yang sudah direndam dengan H₂SO₄ setelah dibakar dengan benar.

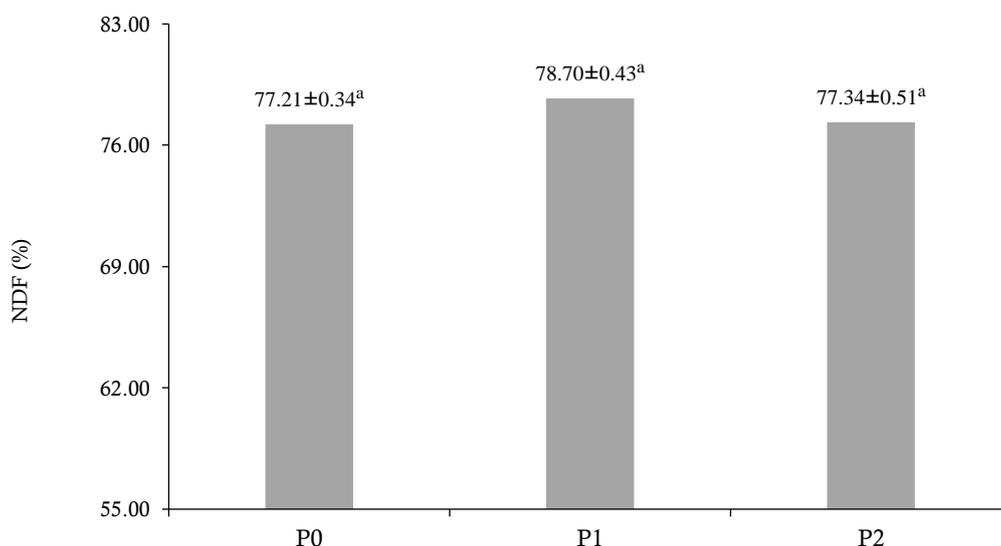
2.6. *Analisis Data*

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Jika terdapat perbedaan antara perlakuan, maka dilakukan pengujian lanjut dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan (Gaspersz, 1991).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. *Neutral Detergent Fiber (NDF)*

Nilai NDF dalam tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu umur tanaman, bagian tanaman, selulosa, hemiselulosa, lignin, dan silika (Mayangsari, Harahap, & Zumarni, 2021). Rerata kandungan NDF yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 77,21 % – 78,70 % yang disajikan pada Gambar 1.



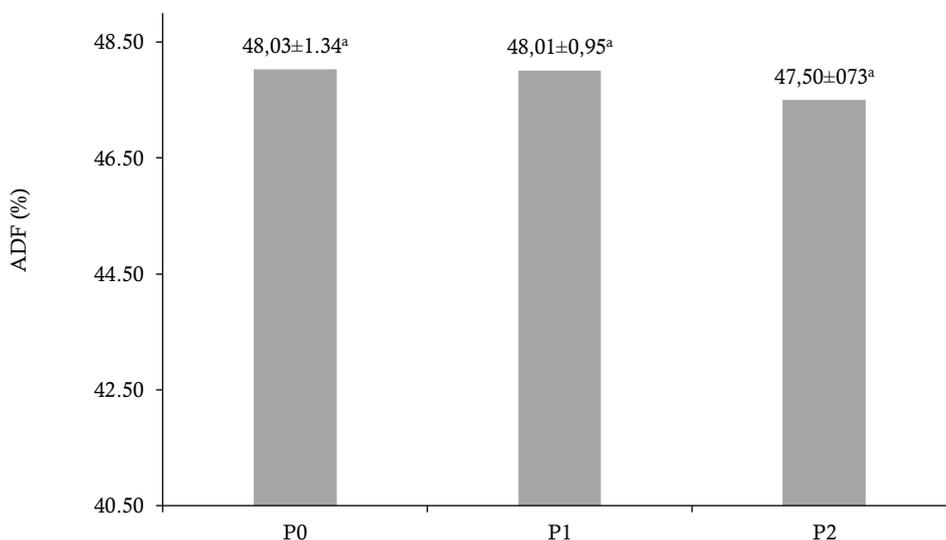
Gambar 1. Rerata kandungan NDF tongkol jagung dengan *pretreatment* fermentasi yang berbeda. P0 = fermentasi; P1 = fermentasi + *pretreatment* pengukusan; P2 = fermentasi + *pretreatment* amoniasi.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan NDF tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan ($P>0,05$). Tingginya kandungan NDF pada perlakuan *pretreatment* fermentasi diduga akibat aktivitas mikroba selulolitik yang ditambah dari MA-11, belum bekerja maksimal dalam merombak senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana. Hal ini terjadi karena pertumbuhan mikroba selulolitik yang tidak optimal, waktu pemeraman yang lama mengakibatkan nutrisi yang ditambahkan untuk mikroba tumbuh habis sehingga pada saat fermentasi, produksi enzim selulase menjadi terbatas dan kinerja enzim tersebut tidak mampu merombak dinding sel (NDF). Handayani, Saleh, & Harahap (2018) berpendapat bahwa,

enzim mikroba yang merombak kandungan NDF belum diproduksi jika substrat yang diberikan kurang. Armin, Mustabi, & Asriany (2021) menambahkan bahwa, aktivitas mikroba selulolitik yang memanfaatkan isi sel berupa *neutral detergent solution* (NDS) di dalam substrat terlebih dahulu menyebabkan proporsi dinding sel (NDF) meningkat.

3.2. Acid Detergent Fiber (ADF)

Nilai ADF dipengaruhi oleh selulosa dan lignin (Nisa, Subrata, & Pangestu, 2018). Rerata kandungan ADF tongkol jagung dengan *pretreatment* fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2.

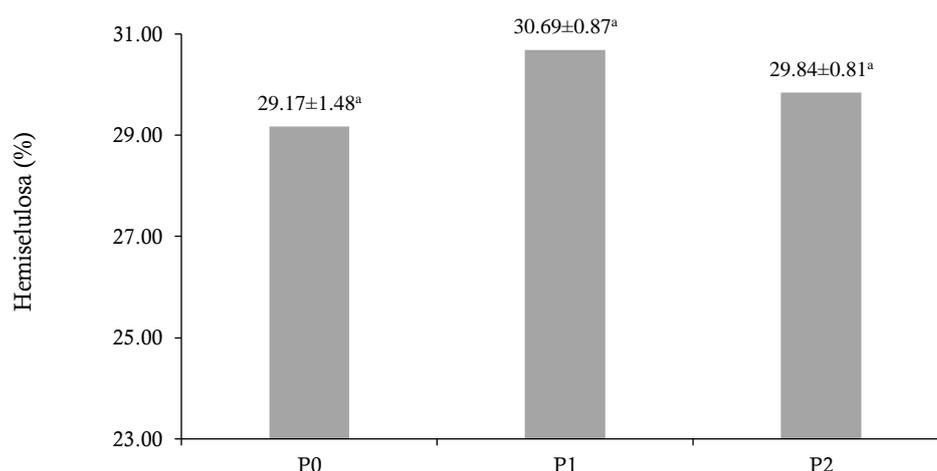


Gambar 2. Rerata kandungan ADF tongkol jagung dengan *pretreatment* fermentasi yang berbeda. P0 = fermentasi; P1 = fermentasi + *pretreatment* pengukusan; P2 = fermentasi + *pretreatment* amoniasi.

Kandungan ADF yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 47,50% - 48,03% (Gambar 2). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan ADF tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan ($P>0,05$). Hal ini diduga karena saat fermentasi mikroba tidak mampu melakukan perenggangan ikatan lignohemiselulosa dan ikatan lignoselulosa. Menurut Handayani *et al.* (2018), terdapat beberapa komponen dinding sel yang tahan terhadap degradasi mikroba *anaerob* karena saling berikatan dengan lignin sehingga kandungan ADF tidak menunjukkan perubahan, akibatnya penyusun terbesar ADF berupa selulosa menjadi sulit didegradasi.

3.3. Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan salah satu komponen fraksi serat yang saling terikat dengan selulosa pada bagian tanaman. Pada ternak ruminansia, hemiselulosa berperan penting untuk memenuhi kebutuhan energi. Hemiselulosa termasuk dalam kelompok senyawa yang mudah dimanfaatkan oleh mikroba rumen dalam bentuk *volatile fatty acid* (VFA) (Elihasridas & Ningrat, 2015). Rerata kandungan hemiselulosa tongkol jagung dengan *pretreatment* fermentasi berbeda berkisar antara 29,17 % - 30,69 %, dapat dilihat pada Gambar 3.



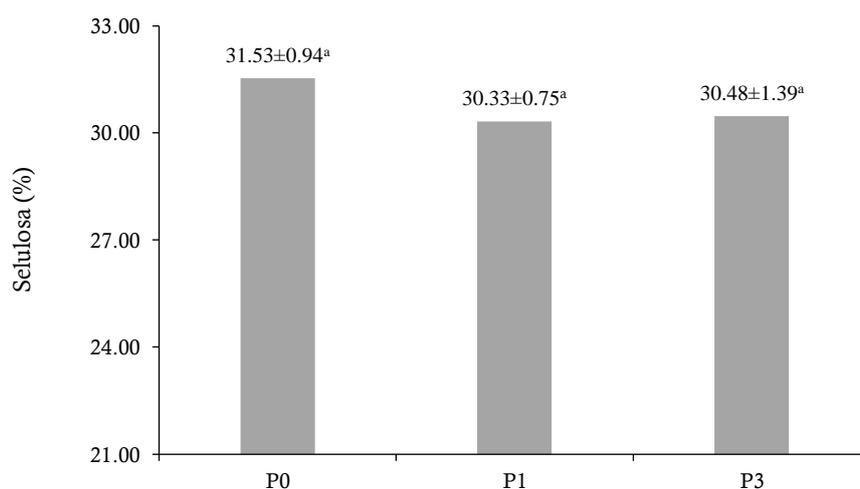
Gambar 3. Rerata kandungan hemiselulosa tongkol jagung dengan *pretreatment* fermentasi yang berbeda. P0 = fermentasi; P1 = fermentasi + *pretreatment* pengukusan; P3 = fermentasi + *pretreatment* amoniasi.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan hemiselulosa tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan ($P > 0,05$). Hal ini diduga karena *pretreatment* pengukusan hanya berperan dalam hal memutuskan ikatan, bukan merenggangkan sehingga mikroorganisme dalam *biostarter* belum mampu mendegradasi ikatan lignohemisulphate pada substrat tongkol jagung yang mengakibatkan penurunan kandungan hemiselulosa tidak terjadi. Menurut Handayani *et al.* (2018), faktor yang mempengaruhi degradasi hemiselulosa adalah karena adanya lignin yang menyebabkan terbentuknya ikatan lignohemisulphate sehingga sukar dicerna oleh mikroba. Tingginya

kandungan hemiselulosa membuat kandungan lignin pada tongkol jagung lebih rendah persentasenya.

3.4. Selulosa

Selulosa merupakan jenis fraksi serat yang sulit didegradasi dalam sistem pencernaan, tetapi masih mampu dicerna dan dimanfaatkan oleh ternak ruminansia dengan baik karena adanya enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroorganisme rumen. Rerata kandungan selulosa tongkol jagung dengan *pretreatment* fermentasi berbeda berkisar antara 30,33 % - 31,53 %, dapat dilihat pada Gambar 4.



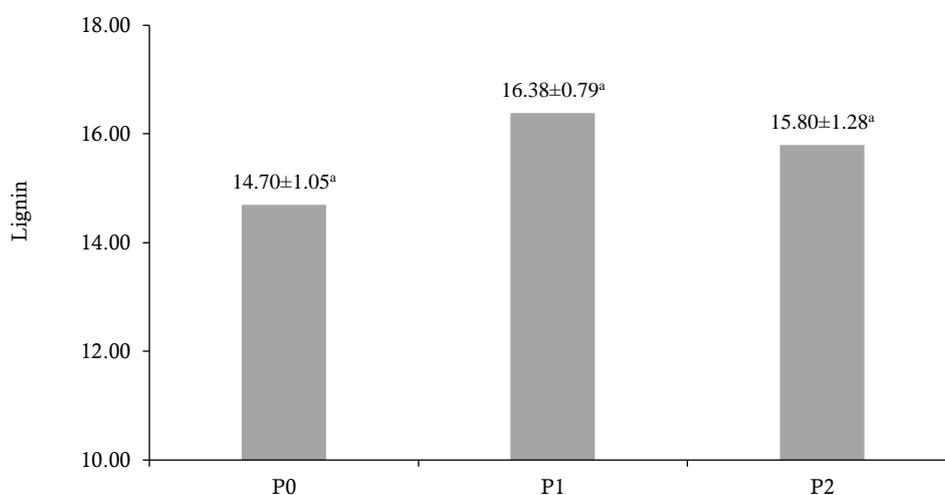
Gambar 4. Rerata kandungan selulosa tongkol jagung dengan *pretreatment* fermentasi yang berbeda. P0 = fermentasi; P1 = fermentasi + *pretreatment* pengukusan; P3 = fermentasi + *pretreatment* amoniasi.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan selulosa tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan ($P>0,05$). Hal ini diduga karena tingginya kandungan fraksi serat menyebabkan bakteri selulolitik yang berasal dari *biostarter* MA-11 tidak menghasilkan enzim selulase secara optimal sehingga degradasi yang dilakukan oleh enzim tersebut belum maksimal. Enzim yang berfungsi untuk mendegradasi selulosa menjadi glukosa yaitu enzim selulase (Ati *et al.*, 2020). Hal ini sesuai dengan pendapat Rahman, Sutrisna, Fathul, & Liman (2023) yang menyatakan bahwa, mikroorganisme butuh karbohidrat sebagai sumber karbon penghasil

energi untuk tumbuh dan menghasilkan produk fermentasi.

3.5. Lignin

Lignin merupakan kumpulan dari berbagai macam senyawa guna memperkuat struktur dinding sel tanaman dengan mengikat hemiselulosa dan selulosa yang menyebabkan lignin sukar didegradasi, baik secara kimia maupun enzimatik (Londok & Mandey, 2014). Rerata kandungan lignin tongkol jagung dengan *pretreatment* fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rerata kandungan lignin tongkol jagung dengan *pretreatment* fermentasi yang berbeda. P0 = fermentasi; P1 = fermentasi + *pretreatment* pengukusan; P3 = fermentasi + *pretreatment* amoniasi.

Kandungan lignin yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 14,70 % - 16,38 % (Gambar 5). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan lignin tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan ($P>0,05$). Hal ini diduga karena *pretreatment* fermentasi masih belum mampu memutuskan ikatan lignin dan selulosa yang membentuk ikatan lignoselulosa sehingga pada saat fermentasi lignin sulit didegradasi. Sesuai dengan pendapat Ati *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa, lignin yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa pada dinding sel dapat menyebabkan kerja enzim yang dikeluarkan dari rumen terhambat. Aktivitas yang terhambat, diakibatkan oleh dinding sel yang terlignifikasi sehingga tidak cukup berpori untuk difusi enzim terutama enzim selulase. Hal ini menyebabkan mikroba hanya akan menyerang permukaan dinding selnya saja.

4. Kesimpulan

Pretreatment fermentasi yang berbeda pada tongkol jagung belum mampu menurunkan kandungan fraksi serat dari tongkol jagung yang terdiri dari NDF, ADF, hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai fermentasi tongkol jagung dengan penambahan persentase substrat yang lebih tinggi untuk menjamin nutrisi mikroorganisme selama fermentasi, serta penggunaan waktu fermentasi yang lebih beragam untuk melihat pengaruh terhadap keberhasilan fermentasi menghasilkan pakan alternatif yang berkualitas.

Daftar Pustaka

Armin, M., Mustabi, J., & Asriany, A. (2021). Kandungan NDF dan ADF silase pakan komplit yang berbahan dasar enceng

- gondok (*Eichornia crassipes*) dengan lama fermentasi berbeda. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*, 15(1), 21–29. <https://doi.org/10.20956/bnmt.v14i2.12550>
- Ati, S., Kleden, M. M., & Yunus, M. (2020). Pengaruh lama waktu fermentasi tepung tongkol jagung menggunakan Effective Mikroorganisme-4 (EM-4) terhadap perubahan komponen ADF, NDF, selulosa dan lignin. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 2(4), 1162–1170.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Analisis produktivitas jagung dan kedelai di Indonesia, 2022 (Hasil survei ubinan). Diambil 20 Desember 2023, dari BPS Indonesia 05100.2316 website: <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/14/ccb928c59ff95308522fefac/analisis-produktivitas-jagung-dan-kedelai-di-indonesia--2022--hasil-survei-ubinan-.html>
- Elihasridas, E., & Ningrat, R. W. S. (2015). Degradasi in vitro fraksi serat ransum berbasis limbah jagung amoniasi. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 17(2), 116–112. <https://doi.org/10.25077/jpi.17.2.116-122.2015>
- Gaspersz, V. (1991). *Metode Perancangan Percobaan*. Bandung: Armico.
- Gustiani, E., & Permadi, K. (2015). Kajian pengaruh pemberian pakan lengkap berbahan baku fermentasi tongkol jagung terhadap produktivitas ternak sapi PO di Kabupaten Majalengka. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 17(1), 12–18. <https://doi.org/10.25077/jpi.17.1.12-18.2015>
- Hae, V. H., Kleden, M. M., & Temu, S. T. (2020). Produksi, komposisi botani dan kapasitas tampung hijauan pada padang penggembalaan alam awal musim kemarau. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 7(1), 14–22. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v7i1.2299>
- Handayani, S., Saleh, E., & Harahap, A. E. (2018). Fraksi serat silase kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) menggunakan penambahan level dedak dan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Peternakan*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.24014/jupet.v15i1.3663>
- Kusniawati, E. (2015). Pengaruh konsentrasi H₂SO₄ pada perlakuan awal dan waktu fermentasi terhadap kadar biotannol yang dihasilkan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 6(2), 20–29.
- Londok, J. J. M. ., & Mandey, J. S. (2014). Potensi fitokimia dan aktivitas antimikroba daun sirsak (*Annona muricata* Linn.) sebagai kandidat bahan pakan ayam pedaging. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 1(1), 30–36.
- Mayangsari, I., Harahap, A. E., & Zumarni. (2021). Fraksi serat silase kulit buah kakao dengan penambahan level tepung jagung dan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 7(1), 25–32. <https://doi.org/10.30997/jpn.v7i1.2874>
- Nisa, F., Subrata, A., & Pangestu, E. (2018). Kehilangan bahan kering, acid detergent fiber dan N-acid detergent fiber daun *Moringa oleifera* secara in vitro. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 13(3), 282–286. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.13.3.282-286>
- Nurkhasanah, I., Kustiawan Nuswantara, L., Christiyanto, M., & Pangestu, E. (2020). Kecernaan neutral detergen fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) dan hemiselulosa hijauan pakan secara in vitro. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 18(1), 55–63. <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v18i1.809>
- Putri, N. D. L., Sutrisna, R., Fathul, F., & Liman. (2023). Pengaruh pengolahan amoniasi, fermentasi, dan amofer kelobot jagung terhadap konsentrasi VFA Total, NH₃, dan produksi gas total secara in vitro. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 7(1), 84–93. <https://doi.org/10.23960/jrip.2023.7.1.84-93>
- Rahman, F. R., Sutrisna, R., Fathul, F., & Liman. (2023). Pengaruh pengolahan kimia dan biologis pada kelobot jagung terhadap kandungan ADF dan NDF. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 7(2), 244–250. <https://doi.org/10.23960/jrip.2023.7.2.244-250>
- Suharti, S., Nugroho, T., Kennedy, I. F. M., & Khotijah, L. (2019). Kecernaan nutrisi dan performa domba lokal yang diberi ransum kombinasi berbagai sumber protein berbasis tongkol jagung. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 17(1), 11–15. <https://doi.org/10.29244/jintp.17.1.11-15>
- Susanti, D., Jamarun, N., Agustin, F., Astuti, T., & Yanti, G. (2020). Kecernaan in-vitro

fraksi serat kombinasi pucuk tebu dan titonia fermentasi sebagai pakan ruminansia. *Jurnal Agripet*, 20(1), 86–95. <https://doi.org/10.17969/agripet.v20i1.16040>

Tampobolon, B. I. ., & Prasetyono, B. W. H. . (2014). Kualitas nutrisi fermentasi tongkol jagung teramoniasi untuk pakan sapi potong secara in vitro. *Proceeding Semnas Ruminansia 2014*, 6(1), 187–193. Semarang: Indonesian Society of Animal Agriculture (ISAA).

Wahyuni, F., & Sjoftan, O. (2018). Pengaruh pengukusan terhadap kandungan nutrisi biji asam jawa (*Tamarindus indica* L) sebagai bahan pakan unggas. *TERNAK TROPIKA*, 19(2), 139–148. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2018.019.02.8>