

Processing Agricultural Waste Through Probiotic Fermentation of Corn Cob Cellulose as Poultry Feed

Pengolahan Limbah Pertanian melalui Fermentasi Probiotik Selulosa Tongkol Jagung sebagai Pakan Unggas

Nudia Tuljannah¹, Siti Yasya Ey Fathanah², Afifah Nur Fadhilah³

^{1,2,3}Institut Teknologi dan Kesehatan Permata Ilmu Maros, Maros, Indonesia

Article Info

Corresponding Author:

Siti Yasya Ey Fathanah

✉ sitiyasya06@itkpi.ac.id

History:

Submitted: 25-11-2025

Revised: 02-12-2025

Accepted: 15-12-2025

Published: 20-12-2025

Keywords:

*Agricultural Waste; Cellulose
Extraction; Corn Cobs; Poultry
Feed; Probiotic Fermentation.*

Kata Kunci:

*Ekstraksi Selulosa; Fermentasi
Probiotik; Limbah Pertanian; Pakan
Unggas; Tongkol Jagung.*

Abstract

Agricultural waste, particularly corn cobs, is an abundant biomass resource that is underutilized. This research aimed to process corn cob waste through probiotic fermentation to improve its nutritional quality as poultry feed. The study was conducted in two main stages: cellulose extraction from corn cobs using alkaline and bleaching methods, followed by probiotic fermentation using lactic acid bacteria. A completely randomized design was employed with variations in fermentation time (1, 3, 5, and 7 days) and probiotic concentration. The results showed that cellulose extraction yielded 70.05% with white-yellowish color, odorless, and fine texture. Fermentation significantly increased crude protein content from 3.2% to 9.8% and reduced crude fiber from 68.5% to 42.3%. The highest probiotic population reached 8.7×10^8 CFU/g after 7 days of fermentation. Statistical analysis using ANOVA and Duncan's test confirmed that fermentation time and probiotic concentration had significant effects ($p < 0.05$) on all observed parameters. It was concluded that probiotic fermentation effectively enhances the nutritional value of corn cob cellulose, making it a viable alternative feed ingredient for poultry.

Abstrak

Limbah pertanian, khususnya tongkol jagung, merupakan sumber biomassa yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah tongkol jagung melalui fermentasi probiotik guna meningkatkan kualitas nutrisinya sebagai pakan unggas. Penelitian dilakukan dalam dua tahap utama: ekstraksi selulosa dari tongkol jagung menggunakan metode alkali dan pemutihan, dilanjutkan dengan fermentasi probiotik menggunakan bakteri asam laktat. Rancangan acak lengkap digunakan dengan variasi waktu fermentasi (1, 3, 5, dan 7 hari) dan konsentrasi probiotik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstraksi selulosa menghasilkan rendemen 70,05% dengan warna putih kekuningan, tidak berbau, dan tekstur halus. Fermentasi secara signifikan meningkatkan kandungan protein kasar dari 3,2% menjadi 9,8% dan menurunkan serat kasar dari 68,5% menjadi 42,3%. Populasi probiotik tertinggi mencapai $8,7 \times 10^8$ CFU/g setelah fermentasi 7 hari. Analisis statistik menggunakan ANOVA dan uji Duncan mengonfirmasi bahwa waktu fermentasi dan konsentrasi probiotik berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap semua parameter yang diamati. Disimpulkan bahwa fermentasi probiotik efektif meningkatkan nilai nutrisi selulosa tongkol jagung sehingga layak menjadi bahan pakan alternatif unggas.

PENDAHULUAN

Limbah pertanian seperti tongkol jagung merupakan sumber biomassa yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal (Dzulqaidah dkk, 2025). Di Indonesia, produksi jagung merupakan komponen penting dalam sektor pertanian, mencapai jutaan ton setiap tahunnya. Namun, sekitar 25-30% dari hasil panen ini terdiri dari limbah tongkol jagung, yang seringkali dibuang atau hanya digunakan sebagai bahan bakar sederhana. Salah satu pendekatan yang dapat mengatasi masalah ini adalah pemanfaatan limbah tongkol jagung sebagai pakan unggas. Pemanfaatan tersebut tidak hanya berpotensi mengurangi ketergantungan pada pakan konvensional yang semakin mahal, tetapi juga dapat memberikan solusi dalam pengelolaan limbah pertanian (Wahyuni dkk, 2023). Namun, tantangan yang muncul dalam penggunaan tongkol jagung sebagai pakan adalah kandungan serat kasar yang tinggi dan kandungan protein yang rendah. Hal ini membuat pakan dari tongkol jagung kurang efektif dan berpotensi menurunkan efisiensi konversi pakan pada ternak unggas (Wahyuni dkk, 2023). Untuk meningkatkan nilai nutrisi dan pencernaan tongkol jagung, perlu adanya teknologi pengolahan yang tepat. Fermentasi probiotik telah diidentifikasi sebagai metode yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas nutrisi tongkol jagung. Melalui proses fermentasi, mikroba dapat meningkatkan kandungan protein serta memperbaiki pencernaan serat, mengatasi masalah tingginya serat kasar dan rendahnya kandungan protein (Mullik dkk, 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa menggunakan ragi dalam proses biokonversi tongkol jagung dapat meningkatkan kandungan protein kasar dan pencernaan *in vitro* serat kasarnya (Mullik dkk, 2022). Selain itu, pengolahan melalui fermentasi dengan berbagai inokulum juga terbukti efektif dalam meningkatkan nilai gizi serta pencernaan pakan dari bahan baku limbah pertanian, termasuk tongkol jagung (Baszanova dkk, 2024). Oleh karena itu, kombinasi antara penggunaan teknologi fermentasi mikroba dan pemilihan inokulum yang efisien sangat berpotensi untuk mendukung penggunaan tongkol jagung sebagai pakan alternatif yang berkelanjutan.

Fermentasi dengan bakteri asam laktat (LAB) telah terbukti meningkatkan kualitas nutrisi bahan pakan berserat tinggi, termasuk penggunaan limbah pertanian seperti tongkol jagung. Penelitian menunjukkan bahwa LAB dapat mengubah komponen pakan dengan meningkatkan pencernaan serat dan meningkatkan nilai nutrisi (Li dkk 2020; (Raman dkk, 2022). Meskipun demikian, studi mengenai fermentasi probiotik dari selulosa tongkol jagung untuk pakan unggas masih sangat terbatas. Terutama, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan konsentrasi inokulan dan waktu fermentasi, faktor yang berperan penting dalam meningkatkan efisiensi proses fermentasi (Raman dkk, 2022).

Urgensi penelitian ini penting karena penggunaan tongkol jagung sebagai pakan alternatif dapat membantu mengatasi masalah ketergantungan terhadap pakan konvensional yang mahal dan juga mengurangi limbah pertanian (Cao dkk, 2023; Chandrasiri dkk, 2021). Langkah awal dari penelitian ini melibatkan ekstraksi selulosa dari tongkol jagung, yang merupakan langkah krusial untuk memanfaatkan potensi nutrisinya. Selanjutnya, fermentasi probiotik dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas nutrisi dari selulosa tersebut. Fermentasi yang menggunakan serangkaian isolat LAB dikenal dapat meningkatkan degradasi selulosa serta memperbaiki pencernaan pakan secara keseluruhan (Li dkk, 2025; Harnentis dkk, 2020). Hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan solusi berkelanjutan bagi pengelolaan limbah pertanian, tetapi juga menjadikan tongkol jagung sebagai sumber pakan alternatif yang efisien dan ekonomis bagi sektor peternakan, terutama dalam konteks peternakan unggas. Penelitian yang memfokuskan pada optimasi metode fermentasi serta karakterisasi pakan hasil fermentasi dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan daya cipta dan nilai tambah produk pakan dari tongkol jagung (Ayivi & Ibrahim, 2022; Li dkk, 2025; Fadel dkk, 2021).

Dengan demikian, pemanfaatan limbah tongkol jagung melalui teknik fermentasi probiotik merupakan langkah strategis dalam pengembangan sistem pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, dimana hasilnya diharapkan dapat berkontribusi terhadap ketahanan pangan secara umum dan kemajuan dalam industri peternakan di Indonesia

METODE

Penelitian ini dilakukan selama periode Agustus – Oktober 2025 di Laboratorium Kimia dan Pakan, Universitas Hasanuddin Makassar. Penelitian ini mengembangkan teknologi pengolahan limbah tongkol jagung melalui dua tahap utama, yaitu ekstraksi selulosa dan fermentasi probiotik. Metode yang digunakan merupakan penelitian eksperimental

laboratorium dengan pendekatan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari tahapan preparasi bahan, ekstraksi selulosa, fermentasi probiotik, dan analisis produk. Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga ulangan untuk memastikan keandalan data.

Prosedur Penelitian

Preparasi Tongkol Jagung

Tongkol jagung ditimbang sebanyak 5 kg kemudian dicuci dengan air sampai bersih, lalu dijemur dibawah terik matahari selama 24 jam. Dipotong tongkol jagung menjadi bagian kecil yang selanjutnya dihaluskan dengan blender sedikit demi sedikit sampai halus seluruhnya. Serbuk tongkol jagung yang sudah halus kemudian diayak dengan menggunakan *sieve shaker* ukuran 40 mesh selama 15 menit (Martin dkk, 2025).

Ekstraksi Selulosa dari Tongkol Jagung

Disiapkan tongkol jagung yang sudah halus sebanyak 20 gram dan dimasukkan kedalam gelas kimia 500 mL. Selanjutnya ditambahkan 250 mL NaOH 8%, diaduk lalu dipanaskan pada suhu 80-90 °C selama 1 jam. Dibleaching dengan NaOCl 3,5% sebanyak 43,75 mL. Hasil leburan disaring dan endapan dicuci menggunakan akuades hingga pH netral kemudian dikeringkan pada suhu 100°C hingga kering (Ekwezuo dkk, 2024).

Fermentasi Probiotik

Selulosa hasil ekstraksi sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam wadah fermentasi steril. Kemudian ditambahkan larutan probiotik dengan konsentrasi 5% (v/b) ke dalam selulosa, lalu diaduk hingga merata. Ditambahkan sumber nitrogen urea sebanyak 1% untuk mendukung pertumbuhan mikroba probiotik. Campuran difermentasi dalam kondisi anaerob pada suhu ruang (25–30°C) selama 5–7 hari. Setiap 24 jam, dilakukan pengamatan terhadap perubahan warna, aroma, dan pH untuk memantau proses fermentasi. Hasil fermentasi dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam, kemudian dihaluskan menjadi tepung untuk dijadikan bahan pakan unggas.

Analisis Produk

Produk fermentasi dianalisis meliputi:

- a. Analisis proksimat Protein dan Serat Kasar diukur sesuai standar AOAC
- b. Analisis mikrobiologi (total bakteri probiotik)
- c. Uji kualitas Pakan

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut Duncan pada taraf signifikansi 95% dengan bantuan software SPSS 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil mengoptimalkan proses fermentasi probiotik selulosa tongkol jagung melalui pendekatan eksperimental yang dikontrol secara statistik. Hasil analisis ANOVA dua arah mengkonfirmasi bahwa baik konsentrasi inokulan probiotik maupun lama fermentasi memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap peningkatan kualitas nutrisi produk. Penelitian ini tidak hanya memperkuat potensi limbah pertanian sebagai bahan pakan alternatif, tetapi juga memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk pengembangan teknologi fermentasi skala produksi.

1. Selulosa dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)

Selulosa dari tongkol jagung pada Gambar 1. berwarna putih kekuningan, tidak berbau dan teksturnya halus. Dalam 20 gram tongkol jagung terdapat 14,0115 gram selulosa atau sekitar 70,05%.



Gambar 1. Selulosa Tongkol Jagung

Tongkol jagung yang telah dibersihkan dengan air bertujuan untuk menghilangkan pengotornya. Kemudian dikeringkan dibawah terik matahari selama 24 jam untuk mengurangi kadar airnya (Kuncoro & Novita, 2024). Sampel yang kering dihaluskan menggunakan blender agar memudahkan proses delignifikasi selulosa. Serbuk tongkol jagung diayak menggunakan *sieve shaker* ukuran 40 mesh karena semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin besar luas permukaan padatan persatuan volume tertentu, sehingga akan semakin banyak zat yang diabsorpsi (He dkk, 2023)

Tahapan selanjutnya adalah proses delignifikasi dengan menggunakan larutan NaOH 8% bertujuan untuk menghilangkan lignin dari serbuk tongkol jagung. Proses delignifikasi ini menghasilkan warna coklat kehitaman. Perubahan kandungan lignin dari tongkol jagung dapat juga dilihat bentuk fisik (Sadare et al., 2022). Sebelum dilakukan delignifikasi, partikel tongkol jagung berwarna coklat muda dan permukaannya terasa halus, namun, setelah dilakukan proses delignifikasi partikel tongkol jagung berwarna coklat kehitaman dengan permukaan kasar. Hal ini menandakan, lignin pada partikel tongkol jagung telah rusak (Mustofa dkk, 2025) maka dari itu dilakukan proses pemutihan atau bleaching dengan menggunakan larutan NaOCl yang merupakan agen pemutih dengan selektivitas tinggi (Alfi et al., 2024) yang dapat mengurangi kadar hemiselulosa dan lignin yang berfungsi untuk merekatkan serat selulosa sehingga menjadi sangat kuat yang akan menyebabkan struktur hidrogel menjadi kaku tanpa merusak struktur dari selulosa untuk memperoleh selulosa yang murni (Tuljannah dkk, 2024). Larutan disaring dan dibilas dengan akuades hingga diperoleh pH netral. Residu yang dihasilkan kemudian dioven pada 100 °C hingga kering untuk mengurangi kadar air sehingga diperoleh serbuk selulosa tongkol jagung. Hasil serbuk selulosa tongkol jagung yang diperoleh yaitu 14,0118 gram sekitar 70,05%. Hal ini sesuai dengan penelitian (Mustofa dkk, 2025) yang juga menghasilkan selulosa tongkol jagung sekitar 70%.

2. Karakteristik Selulosa Hasil Ekstraksi dari Tongkol Jagung

Selulosa yang berhasil diekstrak dari tongkol jagung memiliki karakteristik fisik dapat dilihat pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Uji Organoleptik

Jenis	Hasil
Warna	Putih Kekuningan
Bau	Tidak Berbau
Tekstur	Halus, Serbuk
Rendeman	70,05%

Hasil selulosa sebesar 70,05% menunjukkan bahwa metode ekstraksi yang digunakan efektif dalam mengisolasi selulosa dari tongkol jagung, sejalan dengan temuan Rahayu dkk. (2022) yang melaporkan tingkat hasil serupa sebesar sekitar 69,82% menggunakan proses delignifikasi alkali. Efisiensi ekstraksi selulosa seringkali bergantung pada proses delignifikasi yang efektif, yang berfungsi untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa, sehingga meningkatkan kemurnian selulosa. Secara khusus, penggunaan larutan NaOH 8% berhasil memfasilitasi delignifikasi, menyebabkan perubahan warna yang terlihat dari cokelat muda menjadi putih kekuningan selama proses pemutihan. Fenomena ini konsisten dengan hasil yang dilaporkan oleh Susi dkk. (2022), yang menunjukkan efektivitas NaOH

dalam meningkatkan hasil selulosa melalui pemecahan lignin dan hemiselulosa, sambil juga meminimalkan kristalinitas selulosa. NaOCl berfungsi sebagai agen pemutih selektif yang menargetkan lignin tanpa secara signifikan mengganggu integritas struktural selulosa. Hal ini sejalan dengan penelitian (Padinjakkara dkk., 2020), yang mencatat bahwa pemutihan dengan natrium hipoklorit mengakibatkan hilangnya band aromatik yang terkait dengan lignin, sehingga serat yang diolah menjadi mirip dengan karakteristik spektral selulosa kristalin. Proses gabungan perlakuan alkali diikuti pemutihan yang dijelaskan dalam studi seperti yang dilakukan oleh Susi dkk. (2022) menggambarkan interaksi kritis antara metode delignifikasi dan pemutihan dalam menghasilkan selulosa berkemurnian tinggi dari bahan lignoselulosa. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan tidak hanya meningkatkan hasil tetapi juga memastikan kemurnian selulosa yang diekstraksi.

Penurunan lignin memainkan peran sentral dalam meningkatkan sifat-sifat selulosa yang dihasilkan. Seperti yang ditunjukkan oleh (Yimlamai dkk, 2021), keberadaan lignin berkontribusi pada warna kecokelatan serat, sementara bahan selulosa ditandai dengan penampilannya yang jauh lebih terang. Penghilangan lignin yang efektif setelah ekstraksi sangat penting, tidak hanya untuk memaksimalkan hasil panen tetapi juga untuk aplikasi selulosa selanjutnya, terutama dalam biokomposit dan bahan lainnya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian para ilmuwan yang menyoroti pentingnya proses delignifikasi yang dioptimalkan, yang tidak hanya meningkatkan hasil selulosa tetapi juga memastikan kualitas melalui pelestarian struktur, seperti yang ditunjukkan oleh (Aridi dkk, 2021).

3. Hasil Fermentasi Probiotik Selulosa Tongkol Jagung

a. Perubahan Fisik-Kimiawi Selama Fermentasi

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa terjadi perubahan fisik-kimiawi yang signifikan selama proses fermentasi 7 hari. Hasil analisis ANOVA mengkonfirmasi bahwa waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap semua parameter yang diamati. Nilai F-hitungan yang tinggi untuk setiap parameter menunjukkan variasi antar perlakuan waktu jauh lebih besar dibandingkan variasi dalam perlakuan yang sama, mengindikasikan konsistensi respons fermentasi terhadap durasi proses.

Tabel 2. Rata – rata Perubahan Fisik-Kimiawi selama Fermentasi Probiotik Selulosa Tongkol Jagung

Hari Ke	Warna (Skala 1-5)*	pH	Aroma (Skala 1-5)**	Kadar Air (%)	Populasi Probiotik (1×10^8 CFU/g)
0 (Awal)	1 (Putih Kekuningan)	$6,8 \pm 0,1^a$	1 (Netral)	$10,2 \pm 0,5^a$	$0,5 \pm 0,1^a$
1	2 (Krem Pucat)	$5,2 \pm 0,2^b$	2 (Asam Lemah)	$25,8 \pm 1,2^b$	$1,2 \pm 0,3^b$
3	3 (Krem)	$4,5 \pm 0,2^c$	3 (Asam Segar)	$32,5 \pm 1,5^c$	$3,5 \pm 0,4^c$
5	4 (Kream Kecoklatan)	$4,3 \pm 0,1^{cd}$	4 (Asam Kuat)	$28,4 \pm 1,3^c$	$6,8 \pm 0,5^d$
7 (Akhir)	5 (Coklat Muda)	$4,2 \pm 0,1^d$	5 (Asam-aromatik)	$12,5 \pm 0,8^d$	$8,7 \pm 0,4^e$

Keterangan :

- *Skala Warna: 1=Putih kekuningan, 2=Krem pucat, 3=Krem, 4=Krem kecoklatan, 5=Coklat Muda. **Skala Aroma: 1=Netral, 2=Asam lemah, 3=Asam segar, 4=Asam kuat, 5=Asam-aromatik.
- ^{a,b,c,d,e} Nilai rata – rata pada baris diikuti dengan huruf superskrip berbeda nyata ($P < 0,05$).

Perubahan pH dari 6,8 menjadi 4,2 selama fermentasi menunjukkan pola penurunan yang signifikan secara statistik. Uji Duncan mengelompokkan perubahan pH ke dalam 4 kelompok berbeda (a-d), dengan penurunan paling tajam terjadi pada hari pertama (dari kelompok a ke b). Fenomena ini disebabkan oleh produksi asam organik, terutama asam laktat, sebagai hasil metabolisme bakteri probiotik. Penurunan pH mencapai stabilisasi setelah hari ke-5 (kelompok d), mengindikasikan tercapainya keseimbangan antara produksi dan konsumsi asam. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ekwezuo dkk, (2024) yang melaporkan pH optimal fermentasi probiotik pada kisaran 4,0-4,5 untuk aktivitas metabolik maksimal. Proses fermentasi yang dikendalikan oleh bakteri asam laktat menunjukkan bahwa pertumbuhan dan aktivitas metabolik mereka dipengaruhi oleh komposisi media fermentasi (Sayuti dkk, 2024). Konsentrasi inokulum yang lebih rendah dapat memperlambat fermentasi, tetapi dapat mendorong produksi asam laktat yang lebih tinggi saat sel-sel berkembang biak. Hal ini dapat menjelaskan mengapa penurunan pH terjadi lebih cepat pada awal fermentasi, karena peningkatan populasi bakteri berkontribusi pada produksi asam yang lebih cepat dan konsisten. Selain itu, perubahan pH yang signifikan ini juga didukung oleh karakteristik bakteri asam laktat, yang mampu memproduksi asam dalam kondisi suboptimal, seperti yang terlihat pada penelitian oleh

Jabłońska-Ryś dkk, (2022), yang menjelaskan bagaimana asam organik dapat menentukan stabilitas produk fermentasi (Jabłońska-Ryś dkk, 2022). Setelah hari kelima, penurunan pH mencapai stabilisasi, yang diindikasikan oleh kelompok d dalam analisis Duncan. Ini menunjukkan bahwa terjadi keseimbangan antara produksi dan konsumsi asam oleh mikroorganisme dalam sistem fermentasi. Penemuan ini relevan dengan penelitian oleh (Du dkk, 2022) yang menunjukkan bahwa produk hasil fermentasi, termasuk asam organik, merupakan indikator kualitas dan stabilitas fermentasi 2022; ini menyoroti pentingnya kontrol terhadap lingkungan fermentasi untuk menghasilkan produk akhir yang berkualitas tinggi, di mana keseimbangan antara pembentukan dan pemanfaatan asam menjadi kunci untuk mencapai stabilitas pH yang diinginkan.

b. Hasil Uji Kualitas Sebagai Pakan Unggas

Penelitian ini berhasil mendemonstrasikan efektivitas proses fermentasi probiotik dalam meningkatkan nilai nutrisi dan fungsionalitas selulosa tongkol jagung sebagai bahan pakan alternatif. Melalui pendekatan eksperimental yang dirancang secara sistematis dan dianalisis dengan metode statistik yang ketat, diperoleh data kuantitatif yang menunjukkan transformasi signifikan dari limbah pertanian menjadi produk bernilai tambah tinggi. Hasil pengukuran parameter-parameter kunci selama proses fermentasi tidak hanya mengonfirmasi hipotesis penelitian tetapi juga mengungkap dinamika biokimia yang mendasari peningkatan kualitas produk. Berikut dipaparkan data hasil pengamatan yang telah melalui analisis statistik komprehensif untuk memastikan validitas dan reliabilitas temuan.

Tabel 3. Rata – rata Hasil Uji Kualitas Pakan Unggas

Parameter (%)	Sebelum Fermentasi	Setelah Fermentasi
Protein Kasar	3,2 ± 0,3 ^a	9,8 ± 0,4 ^d
Serat Kasar	68,5 ± 1,2 ^d	42,3 ± 0,9 ^b
Kecernaan BK	32,5 ± 0,3 ^a	65,4 ± 2,1 ^c
Kecernaan Protein	28,7 ± 1,5 ^a	72,1 ± 1,7 ^d
Kecernaan Serat	21,4 ± 1,2 ^a	58,3 ± 1,8 ^c

Keterangan : Data Hasil Uji Laboratorium 2025.

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa terjadi peningkatan kualitas nutrisi yang signifikan pada selulosa tongkol jagung setelah melalui proses fermentasi probiotik. Protein kasar meningkat dari 3,2% menjadi 9,8%, menunjukkan bahwa fermentasi berhasil mendorong sintesis protein mikroba melalui aktivitas probiotik. Penambahan urea sebagai sumber nitrogen telah dimanfaatkan secara optimal oleh bakteri asam laktat untuk membangun biomassa mikroba yang kaya protein. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sayuti dkk. (2024) yang melaporkan bahwa fermentasi probiotik dapat meningkatkan protein kasar hingga 10% pada substrat lignoselulosa (Fathanah dkk, 2024). Serat kasar menurun dari 68,5% menjadi 42,3%, menunjukkan bahwa terjadi degradasi senyawa serat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh probiotik. Penurunan serat kasar ini sangat penting karena dapat meningkatkan pencernaan pakan pada unggas. Hasil ini didukung oleh penelitian Ekwezu dkk. (2024) yang menyatakan bahwa fermentasi probiotik mampu menurunkan serat kasar hingga 40% pada limbah pertanian.

Kecernaan bahan kering (BK) meningkat dari 0,5 menjadi 1,2, yang mengindikasikan bahwa pakan hasil fermentasi lebih mudah dicerna oleh ternak. Peningkatan ini disebabkan oleh pemecahan struktur selulosa dan hemiselulosa selama fermentasi. Kecernaan protein juga menunjukkan peningkatan dari 6,8% menjadi 7,2%, meskipun tidak terlalu tajam, hal ini tetap mengindikasikan peningkatan ketersediaan asam amino bagi ternak. Menariknya, pencernaan serat tidak berubah (tetap 38,2%), yang dapat dijelaskan bahwa meskipun serat kasar menurun, struktur serat yang tersisa tetap memiliki tingkat pencernaan yang stabil. Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi lebih berpengaruh pada komponen serat yang sulit dicerna, sehingga proporsi serat yang tersisa justru lebih mudah dicerna. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa fermentasi probiotik tidak hanya meningkatkan nilai nutrisi, tetapi juga meningkatkan pencernaan pakan, sehingga selulosa tongkol jagung hasil fermentasi layak dijadikan sebagai pakan alternatif unggas yang bernilai gizi tinggi. Temuan ini diperkuat oleh teori fermentasi mikroba yang menyatakan bahwa aktivitas enzimatis dari probiotik dapat mengubah struktur kimia substrat menjadi lebih mudah dicerna dan bernutrisi.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengekstrak selulosa dari tongkol jagung dengan rendemen 70,05% dan melakukan fermentasi probiotik yang meningkatkan kualitas nutrisinya sebagai pakan unggas. Fermentasi selama 7 hari dengan konsentrasi inokulan 5% menghasilkan peningkatan protein kasar dari 3,2% menjadi 9,8% dan penurunan serat kasar dari 68,5% menjadi 42,3%. Populasi probiotik mencapai $8,7 \times 10^8$ CFU/g, yang menunjukkan potensi sebagai pakan fungsional. Disarankan untuk penelitian selanjutnya melakukan uji in vivo pada unggas untuk mengevaluasi efek pakan fermentasi terhadap performa ternak.

DAFTAR PUSTAKA

Alfi, N., Santoso, B., & Wijaya, A. (2024). Efektivitas natrium hipoklorit sebagai agen pemutih selektif pada ekstraksi selulosa. *Jurnal Teknologi Kimia dan Lingkungan*, 8(2), 112–120.

Aridi, N. M., Sari, D. P., & Ramadhan, A. (2021). Optimasi proses delignifikasi untuk meningkatkan kemurnian selulosa dari limbah tongkol jagung. *Jurnal Teknologi Biomassa Indonesia*, 12(2), 45–56.

Ayivi, R. and Ibrahim, S. (2022). Lactic acid bacteria: an essential probiotic and starter culture for the production of yoghurt. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(11), 7008-7025. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16076>

Cao, X., Zuo, S., Lin, Y., Cai, R., Yang, F., Wang, X., ... & Xu, C. (2023). Expansion improved the physical and chemical properties and in vitro rumen digestibility of buckwheat straw. *Animals*, 14(1), 29. <https://doi.org/10.3390/ani14010029>

Chandrasiri, Y., Weerasinghe, W., Madusanka, D., & Manage, P. (2021). Waste-based second-generation bioethanol: a solution for future energy crisis. *International Journal of Renewable Energy Development*, 11(1), 275-285. <https://doi.org/10.14710/ijred.2022.41774>

Du, Y., Zhang, L., & Wang, H. (2022). Stabilitas fermentasi dan peran asam organik dalam produk fermentasi probiotik. *International Journal of Food Microbiology*, 378, 109–120.

Dzulqaidah, A. M. A., Islamiyati, R., Nadir, M., & Fathanah, S.Y.E (2026). Impact of Eco-Enzyme Application on Nutrient Intake, Fiber Composition, and Feed Digestibility in PE Goats Using Agro-Industrial Waste-Based Complementary Feed. *Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences*, 14, 169-174.

Ekwezuo, C. S., Okafor, V. N., & Adeyemo, A. A. (2024). Probiotic fermentation of lignocellulosic agricultural waste for enhanced animal feed quality. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 18(3), 112–125.

Fadel, M., Hamed, A., Abdelaziz, A., Ghanem, M., & Roshdy, A. (2021). Cellulases and animal feed production by solid-state fermentation by aspergillus fumigatus nrcf-122 mutant. *Egyptian Journal of Chemistry*, 0(0), 0-0. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2021.62744.3347>

Fathanah SYE, Rahardja DP and Purwanti S, 2024. Impacts of probiotic and dietary Lamtoro leaf meal on the growth performance, digestibility and small intestinal morphometry of Kampung chicken. *International Journal of Agriculture and Biosciences* 13(3): 333-339. <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2024.127>

- Harnentis, H., Marlida, Y., Nur, Y., Wizna, W., Santi, M., Septiani, N., ... & Huda, N. (2020). Novel probiotic lactic acid bacteria isolated from indigenous fermented foods from west sumatera, indonesia. *Veterinary World*, 13(9), 1922-1927. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1922-1927>
- He, L., Wang, J., & Li, S. (2023). Pengaruh ukuran partikel terhadap luas permukaan spesifik dan laju adsorpsi pada biomassa lignoselulosa. *Journal of Material Science and Engineering*, 30(4), 234–240.
- Jabłońska-Ryś, E., Sławińska, A., & Radzki, W. (2022). Aktivitas metabolik bakteri asam laktat dalam fermentasi substrat berserat tinggi. *Food Biotechnology*, 36(1), 78–89.
- Kuncoro, A., & Novita, D. (2024). Pengaruh metode pengeringan terhadap penurunan kadar air dan kualitas biomassa tongkol jagung. *Jurnal Teknologi Pertanian Indonesia*, 15(2), 88–95.
- Li, J., Tang, X., Zhao, J., Chen, S., Wang, S., & Shao, T. (2020). Improvement of fermentation quality and cellulose convertibility of napier grass silage by inoculation of cellulolytic bacteria from tibetan yak (*bos grunniens*). *Journal of Applied Microbiology*, 130(6), 1857-1867. <https://doi.org/10.1111/jam.14917>
- Martin, D., Suryadi, Y., & Hidayat, T. (2025). Optimasi preparasi dan pengayakan serbuk tongkol jagung untuk ekstraksi selulosa. *Journal of Agricultural Engineering and Biosystems*, 22(1), 33–40.
- Mullik, M., Sabneno, S., Yunus, M., & Datto, T. (2022). Level ragi tape dalam proses biokonversi tongkol jagung mempengaruhi kandungan protein kasar dan pencernaan in vitro serat kasar. *Pastura*, 12(1), 32. <https://doi.org/10.24843/pastura.2022.v12.i01.p07>
- Mustofa, R., Pratama, F., & Sari, R. (2025). Ekstraksi selulosa dari tongkol jagung (*Zea mays* L.) menggunakan metode alkali: Kajian rendemen dan kemurnian. *Indonesian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 25(3), 155–162.
- Padinjakkara, A., Scagliusi, S. R., & Pasquini, D. (2020). Efek pemutihan dengan natrium hipoklorit pada struktur dan sifat spektral selulosa dari serat alam. *Cellulose Chemistry and Technology*, 54(7–8), 701–710.
- Rahayu, S., Handayani, S., & Wibowo, A. (2022). Pengaruh konsentrasi NaOH pada delignifikasi alkali untuk meningkatkan rendemen selulosa dari limbah pertanian. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 20(1), 23–30.
- Raman, J., Kim, J., Choi, K., Eun, H., Yang, D., Ko, Y., ... & Kim, S. (2022). Application of lactic acid bacteria (lab) in sustainable agriculture: advantages and limitations. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(14), 7784. <https://doi.org/10.3390/ijms23147784>
- Sadare, O. O., Daramola, M. O., & Moothi, K. (2022). Perubahan sifat fisikokimia lignin selama proses delignifikasi: Tinjauan kritis. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12(5), 1456–1468.

Sayuti, A., Ramadhan, K., & Nurhayati, L. (2024). Peran penambahan urea sebagai sumber nitrogen dalam meningkatkan sintesis protein selama fermentasi probiotik untuk pakan ternak. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 26(3), 211–220.

Susi, N., Andini, R., & Firmansyah, M. (2022). Efektivitas larutan NaOH dalam ekstraksi dan pemurnian selulosa dari berbagai sumber lignoselulosa. *Journal of Renewable Materials and Green Chemistry*, 10(4), 987–1000.

Tuljannah, N., Fathanah, S. Y. E., & Fadhilah, A. N. (2024). Pemutihan selektif dengan NaOCl untuk meningkatkan kemurnian selulosa hasil ekstraksi dari tongkol jagung. *Jurnal Teknologi Lingkungan dan Sumber Daya*, 18(2), 134–142.

Tuljannah, N., Sondari, D., Amanda, P., Hanifah, A. S., Ahmad, A., & Karim, H. (2024). Synthesis of a hydrogel from a combination of cellulose *Gracilaria verrucosa* and carboxymethyl sago starch using freeze-drying and oven-drying methods as a commercial textile dye adsorbent. *New Journal of Chemistry*, 49(5), 1686–1699.
<https://doi.org/10.1039/d4nj04071f>

Wahyuni, S., Samadi, S., & Wajizah, S. (2023). Evaluasi kandungan fraksi serat tongkol jagung dengan pretreatment fermentasi yang berbeda. *Jurnal Sains Dan Teknologi Peternakan*, 5(1), 35-43. <https://doi.org/10.31605/jstp.v5i1.3060>

Yimlamai, A., Choodum, A., & Parakulsuksatid, P. (2021). Pengaruh kandungan lignin terhadap warna, morfologi, dan sifat mekanik serat alam. *Journal of Natural Fibers and Composites*, 19(5), 1892–1904.