

EVALUASI KOMPOSISI SERAT KASAR DAN KECERNAAN RUMEN IN VITRO TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TEKNOLOGI AMONIASI FERMENTASI DENGAN EM-4 DAN CAIRAN RUMEN SAPI

(Evaluation of crude fiber composition and in vitro rumen digestibility of empty palm bunches using the fermentation ammoniation technique with EM-4 and cattle rumen fluid)

E. Julianti, R. P. Harahap*, Y. Rohayeti

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat 78124, Indonesia

*Correspondent author, email: rakhmad@faperta.untan.ac.id

ABSTRAK

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) memiliki potensi sebagai pakan ternak ruminansia, namun kualitasnya perlu ditingkatkan. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas teknologi amoniasi fermentasi dengan EM-4 dan cairan rumen sapi dalam meningkatkan kualitas nutrisi dan kecernaan TKKS secara in vitro. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan empat perlakuan dan enam ulangan: P0 (2 kg TKKS), P1 (2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases), P2 (2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml EM-4), dan P3 (2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml cairan rumen sapi). Analisis statistik deskriptif dilakukan pada kandungan serat kasar (SK), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), dan hemiselulosa. Kecernaan bahan kering (KCBK) dan kecernaan bahan organik (KCBO) dianalisis dengan ANOVA dan uji Duncan pada taraf 5%. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan P2 menurunkan kandungan SK, NDF, ADF, dan hemiselulosa secara deskriptif. Penurunan komponen serat pada perlakuan P1, P2, dan P3 dibandingkan kontrol (P0) menunjukkan efektivitas amoniasi fermentasi dalam memperbaiki kualitas pakan. Perlakuan P2 secara signifikan meningkatkan KCBK dan KCBO in vitro dibandingkan perlakuan lainnya ($P < 0,05$). Perlakuan P1 dan P3 juga meningkatkan kecernaan dibandingkan P0, meskipun tidak setinggi P2. Kesimpulannya, teknologi amoniasi fermentasi dengan EM-4 dan cairan rumen pada TKKS dapat menurunkan kandungan SK, NDF, ADF, dan hemiselulosa, serta meningkatkan KCBK dan KCBO dibandingkan dengan kontrol.

Kata-kata kunci: amoniasi fermentasi, cairan rumen sapi, EM-4, in vitro, tandan kosong kelapa sawit

ABSTRACT

Empty oil palm fruit bunches (OPEFB) have the potential as ruminant livestock feed, but their quality needs to be improved. This study evaluated the effectiveness of fermentation ammonia technology with EM-4 and cattle rumen fluid in improving the nutritional quality and digestibility of OPEFB in vitro. The study used a randomized block design (RBD) with four treatments and six replications: P0 (2 kg OPEFB), P1 (2 kg OPEFB + 40 g urea + 60 ml molasses), P2 (2 kg OPEFB + 40 g urea + 60 ml molasses + 60 ml EM-4), and P3 (2 kg OPEFB + 40 g urea + 60 ml molasses + 60 ml cattle rumen fluid). Descriptive statistical analysis was performed on the content of crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and hemicellulose. Dry matter digestibility (DMDi) and organic matter digestibility (OMDi) were analyzed using ANOVA and Duncan's test at the 5% level. The results showed that the P2 treatment decreased the content of CF, NDF, ADF, and hemicellulose descriptively. The decrease in fiber components in treatments P1, P2, and P3 compared to the control (P0) showed the effectiveness of fermentation ammoniation in improving feed quality. Treatment P2 significantly increased DMDi and OMDi in vitro compared to other treatments ($P < 0.05$). Treatments P1 and P3 also increased digestibility compared to P0, although not as high as P2. In conclusion, fermentation ammoniation technology with EM-4 and rumen fluid in OPEFB can decrease the content of CF, NDF, ADF, and hemicellulose, and increase DFM and OMF compared to the control.

Keywords: fermented ammonia, cow rumen fluid, EM-4, in vitro, palm oil empty fruit bunches

PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Barat, sebagai salah satu produsen minyak sawit terbesar di Indonesia, menawarkan peluang yang belum tereksplorasi dalam memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai sumber hijauan pakan ternak ruminansia berkelanjutan. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan produk sampingan yang dihasilkan selama pembuatan crude palm oil (CPO) dan crude palm kernel oil (CPKO). Menurut Peni *et al.*, (1998), proporsi limbah TKKS yang dihasilkan sebesar 28% berasal dari olahan tandan buah segar. Selain itu, persentase serat dan cangkang biji yang berasal dari tandan buah segar masing-masing sebesar 13% dan 5,5%. TKKS memiliki kandungan serat kasar yang tinggi, terutama kandungan selulosa dan lignin, yang berkontribusi terhadap pencernaan yang rendah. Rendahnya pencernaan ini menjadi tantangan dalam penggunaannya sebagai pakan ternak, sehingga diperlukan teknologi pengolahan yang tepat untuk meningkatkan nilai nutrisinya.

Kandungan serat kasar TKKS yang tinggi dan pencernaan yang rendah menjadi kendala utama dalam pemanfaatannya. Tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan serat netral deterjen (NDF) sebesar 80.5%, serat deterjen asam (ADF) sebesar 47.6%, selulosa sebesar 15.4%, dan lignin sebesar 15.1%, serta nilai daya cerna bahan kering *in vitro* (KCBK) sebesar 34.0% dan nilai daya cerna bahan organik *in vitro* (KCBO) sebesar 30.9% (Jayanegara *et al.*, 2019). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan teknologi sebagai upaya menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kecernanya sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi peternakan. Teknologi pengolahan pakan amoniasi dan fermentasi dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas nutrisi TKKS. Proses amoniasi dan fermentasi bertujuan untuk meningkatkan kualitas nutrisi pakan, seperti daun kelapa sawit, jerami padi, dan bahan pakan lainnya, sehingga dapat meningkatkan daya

cerna pakan dan produktivitas ternak ruminansia (Hasdarini dan Nurcahyo, 2023; Prakasa, 2021). Studi telah menunjukkan bahwa teknologi amoniasi dan fermentasi dapat mengurangi jumlah produksi limbah pertanian, memberikan alternatif pakan saat musim kemarau, serta meningkatkan kualitas nutrisi dan daya cerna pakan (Rahman *et al.*, 2023; Simanjuntak *et al.*, 2015). Penerapan teknologi ini juga dapat membantu mengatasi persoalan keterbatasan pakan ternak dan meningkatkan produktivitas ternak ruminansia (Amam dan Harsita, 2021).

Pemanfaatan EM-4 dalam proses fermentasi telah diteliti kemampuannya dalam meningkatkan kualitas bahan pakan dengan mendegradasi serat kasar dan meningkatkan kualitas nutrisinya. Penelitian Iqbal *et al.*, (2016) yang mengevaluasi kualitas jerami padi yang difermentasi menggunakan kadar EM-4 yang berbeda sebagai inokulan bakteri pada jerami padi yang difermentasi memperoleh hasil bahwa EM-4 berpotensi dalam meningkatkan kualitas nutrisi bahan pakan. Sementara itu, keberadaan mikroorganisme selulolitik dalam cairan rumen sapi juga telah dipelajari secara luas. Mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim selulase yang berperan penting dalam memecah selulosa sehingga meningkatkan pencernaan serat kasar pada proses fermentasi di dalam rumen (Zubaidah *et al.*, 2019). Beberapa penelitian telah menginvestigasi efektivitas fermentasi dengan EM-4 dan cairan rumen terhadap bahan pakan ruminansia (Koni *et al.*, 2022; Yuliana *et al.*, 2022). Namun, sedikit penelitian yang secara spesifik mengevaluasi pengaruhnya terhadap penurunan serat kasar dan peningkatan pencernaan bahan TKKS dengan kombinasi teknologi amoniasi fermentasi dan kajian perbandingan efektivitas penggunaan antara EM-4 dan cairan rumen sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi komposisi serat kasar dan pencernaan rumen *in vitro* tandan kosong kelapa sawit teknologi amoniasi fermentasi dengan EM-4 dan cairan rumen sapi.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus 2023. Penelitian ini dimulai dengan persiapan sampel tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang diambil dari pabrik kelapa sawit yang berlokasi di Dusun Re'es, Desa

Teluk Bakung, Kecamatan Sui Ambawang, Kalimantan Barat. Sampel yang telah diambil dipersiapkan sesuai perlakuan penelitian dengan teknologi amoniasi fermentasi di Laboratorium Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura. Analisis kandungan serat kasar

(SK) menggunakan metode AOAC (2005). Metode Van Soest *et al.* (1991) digunakan untuk menganalisis kandungan neutral detergent fiber (NDF) dan acid detergent fiber (ADF). Kandungan hemiselulosa diperoleh dari selisih NDF dengan ADF (NDF-ADF) yang dijabarkan dalam penelitian (Harahap *et al.*, 2018). Adapun kandungan SK, NDF, ADF, dan hemiselulosa dianalisis duplikat dan disajikan secara deskriptif. kemudian analisis pencernaan bahan kering (KCBK) serta pencernaan bahan organik (KCBO) secara *in vitro* metode Tilley and Terry (1963) dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, IPB University.

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), urea, molases, efektif mikroorganisme 4 (EM-4), cairan rumen sapi, H₂SO₄ 0,255 N, NaOH 0,313 N, larutan neutral detergent solution (NDS), larutan acid detergent solution (ADS), larutan McDougall, cairan pepsin, dan HCl 0,2%. Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu toples HDPE (2000 ml), pita perekat, plastic sampel, kabinet dryer, termos, kain penyaring, ANKOM fiber analyzer, filter bag dan heat sealer, labu Erlenmeyer, oven, desikator, shaker waterbath, centrifuge, tabung fermentor, Whatman 41 dan pompa vakum, cawan porselin dan tanur.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan enam ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini yaitu: P0= 2 kg tandan kosong kelapa sawit, P1= 2 kg tandan kosong kelapa sawit + 40 g urea + 60 ml molases, P2= 2 kg tandan kosong kelapa sawit + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml EM-4, P3= 2 kg tandan kosong kelapa sawit + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml cairan rumen sapi.

Teknologi Amoniasi Fermentasi

Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang diambil dari pabrik kelapa sawit yang berlokasi di Dusun Re'es, Desa Teluk Bakung, Kecamatan Sui Ambawang, Kalimantan Barat. Sebanyak 10 kg sampel segar TKKS dengan kadar air 13,66% diambil lalu sampel dicacah. TKKS diberi perlakuan yaitu:

P0= 2 kg tandan kosong kelapa sawit, P1= 2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases, P2= 2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml EM-4, P3= 2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml cairan rumen sapi.

TKKS yang telah dicacah kemudian diamoniasi basah dengan cara menyemprotkan larutan yang terdiri dari 40 g urea dan 1 liter air pada 2 kg TKKS. Selanjutnya, fermentasi dilakukan dengan menambahkan 60 ml mikroorganisme cairan rumen sapi dan EM-4 sesuai perlakuan yang telah ditentukan. Molases ditambahkan sebanyak 60 ml sebagai substrat karbohidrat yang mudah larut dalam proses fermentasi. Penambahan molases bertujuan untuk menyediakan sumber energi bagi mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi, sehingga dapat meningkatkan aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme tersebut. Kemudian, masing-masing perlakuan dihomogenkan secara merata kemudian dimasukkan ke dalam toples plastik HDPE (2000 ml) dengan cara dipadatkan hingga tidak ada rongga. Toples kemudian ditutup rapat dengan penutup yang direkatkan dengan pita perekat untuk menciptakan kondisi anaerob. Setelah itu, toples diberi label sesuai perlakuan yang telah diberikan dan dilakukan inkubasi selama 21 hari.

Persiapan Sampel

Sampel perlakuan dipanen setelah 21 hari inkubasi lalu masing-masing sampel tandan kosong kelapa sawit (TKKS) perlakuan dikeringkan menggunakan kabinet dryer selama 12 jam dengan suhu 60°C. Kemudian, sampel masing-masing perlakuan TKKS dihaluskan dengan menggunakan blender dan dimasukkan ke dalam plastik sampel sebanyak 100 gram untuk dilakukan analisis kandungan serat kasar (SK) dengan metode AOAC (2005) secara duplikat. Kandungan neutral detergent fiber (NDF) dan acid detergent fiber (ADF) dianalisis dengan metode Van Soest *et al.* (1991) secara duplikat. Adapun kandungan hemiselulosa adalah selisih dari NDF dengan ADF (NDF-ADF) yang dijabarkan dalam penelitian (Harahap *et al.*, 2018). Kandungan SK, NDF, ADF, dan hemiselulosa dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Selanjutnya, sampel masing-masing perlakuan TKKS dianalisis pencernaan bahan kering (KCBK) dan pencernaan bahan organik (KCBO) secara *in vitro* (Tilley and Terry, 1963) dengan enam ulangan.

Pengambilan Cairan Rumen

Lokasi Laboratorium Lapangan Divisi Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan IPB University, diambil cairan rumen dari dua ekor sapi perah jantan berfistula Frisian Holstein (FH). Tata cara pengambilan cairan rumen meliputi penyediaan awal termos dan selanjutnya pengisian termos dengan air panas bersuhu 39°C. Isi rumen disaring menggunakan kain saring. Selanjutnya cairan rumen dimasukkan ke dalam termos yang telah sudah dikosongkan air panas. Prosedur ini bertujuan untuk menjaga suhu cairan rumen pada tingkat yang sebanding dengan suhu rumen sapi hidup. Termos tertutup rapat dan segera diangkut ke Laboratorium Analisis Divisi Nutrisi Ternak Perah, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB University. Selanjutnya dilakukan percobaan fermentasi secara *in vitro*.

Analisis Serat Kasar (AOAC, 2005)

Alat ANKOM fiber analyzer digunakan untuk analisis serat kasar dengan bag filter technique. Filter bag ditimbang, dilanjutkan dengan penempatan sampel dengan berat antara 0,95 dan 1,00 g ke dalam filter bag. Selanjutnya filter bag disegel menggunakan heat sealer. Filter bag kosong ditimbang seluruhnya. Selanjutnya, filter bag berisi sampel dan satu blanko dimasukkan ke dalam modul penganalisis serat. Selanjutnya dimasukkan larutan H₂SO₄ 0,255 N sebanyak 2 liter. Kemudian diekstrak durasi 40 menit. Setelah proses ekstraksi, larutan yang diperoleh dibuang, dan sampel dibilas sebanyak dua kali menggunakan 2 liter air panas, dengan masing-masing pencucian berlangsung selama 5 menit. Setelah pembilasan selesai, larutan pembilas dibuang, dilanjutkan dengan penambahan 2 liter larutan NaOH 0,313 N, kemudian dilakukan ekstraksi lagi selama 40 menit. Setelah proses ekstraksi, sampel menjalani tiga kali pembilasan menggunakan volume 1.900-2.000 ml air panas, dengan masing-masing pencucian berlangsung selama 5 menit. Bahan yang telah diekstraksi dan dicuci dipindahkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml dan selanjutnya direndam dalam larutan aseton selama 5 menit. Sampel diekstraksi dari larutan aseton dan dibiarkan mengering melalui penguapan. Selanjutnya sampel diberi suhu 120 °C selama 4 jam. Selanjutnya kantong dimasukkan ke dalam desikator dan diukur beratnya untuk mengetahui

massanya. Rumus penghitungan serat kasar adalah sebagai berikut: Serat Kasar (%) = $\frac{(W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2}$. Keterangan: W1 : Berat filter bag, W2 : Berat sampel, W3 : Berat akhir proses ekstraksi, C1 : Berat blanko.

Analisis Neutral Detergent Fiber (NDF) dan Acid Detergent Fiber (ADF)

Pengukuran kandungan NDF dan ADF menggunakan metode Van Soest *et al.* (1991). Analisis kandungan NDF dilakukan menggunakan filter bag technique dengan alat ANKOM fiber analyzer. Filter bag ditimbang, kemudian sebanyak 0,45-0,55 g sampel dimasukkan ke dalam filter bag lalu disegel menggunakan heat sealer. Satu filter bag kosong ditimbang sebagai blanko. Selanjutnya filter bag yang telah diisi sampel dan 1 blanko dimasukkan ke modul penganalisis serat. Lalu ditambahkan larutan neutral detergent solution (NDS) sebanyak 2 liter dan 4 ml alpha-amylase dengan lama ekstraksi selama 75 menit. Larutan hasil ekstraksi dibuang kemudian dilakukan pembilasan dengan air panas sebanyak 4-5 kali masing-masing pembilasan dilakukan selama 5 menit. Sampel yang telah selesai diekstrak dan dibilas dimasukkan di labu Erlenmeyer ukuran 250 ml lalu direndam larutan aseton selama 5 menit. Sampel diangkat dari larutan aseton dan dibiarkan kering hingga aseton menguap, kemudian sampel dioven dengan suhu 120 °C selama 4 jam. Sampel didinginkan di kantong desikator dan ditimbang.

Analisis kandungan ADF dilakukan menggunakan filter bag technique dengan alat ANKOM fiber analyzer mengikuti prosedur analisis kandungan NDF. Namun perbedaannya terletak pada larutan yang digunakan, yaitu larutan acid detergent fiber (ADS) sebanyak 2 liter lalu diekstraksi selama 60 menit. Perhitungan kandungan NDF dan ADF dilakukan dengan rumus: NDF (%) = $\frac{(W3 - (W1 \times C1))}{W2} \times 100\%$. ADF (%) = $\frac{(W3 - (W1 \times C1))}{W2} \times 100\%$. Keterangan: W1 : Berat filter bag, W2 : Berat sampel, W3 : Berat akhir proses ekstraksi, C1 : Berat blanko

Analisis Hemiselulosa

Kandungan hemiselulosa adalah selisih dari kandungan neutral detergent fiber (NDF) dengan kandungan acid detergent fiber (ADF). Perhitungan hemiselulosa dilakukan dengan rumus: Hemiselulosa (%) = NDF(%) - ADF(%)

Pengujian Kecernaan Bahan Kering (KCBK) dan Kecernaan Bahan Organik (KCBO)

Pengukuran kecernaan *in vitro* dilakukan dengan menggunakan metode Tilley and Terry (1963). Sebanyak 0,5 gram diambil dari masing-masing sampel perlakuan. Kemudian ditambahkan 40 ml larutan McDougall dan 10 ml cairan rumen. Fase inkubasi *in vitro* berlangsung selama 48 jam dan dilakukan menggunakan waterbath shaker. Setelah inkubasi dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 15 menit. Sedimen yang diperoleh dari centrifuge dipindahkan ke tabung fermentor dan dicampur dengan 50 ml pepsin dan larutan yang mengandung asam klorida (HCl) 0,2%. Tabung fermentor dilakukan putaran inkubasi lagi dalam waterbath shaker selama 48 jam pada suhu 39 °C. Analisis kecernaan bahan kering dan bahan organik dapat dilakukan setelah inkubasi kedua. Isi tabung fermentor disaring menggunakan kertas saring Whatman 41 pada tekanan vakum, kemudian residu padat dikumpulkan. Residu dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 24 jam dalam oven. Sebelumnya, cawan dan kertas saring dimasukkan ke dalam oven dan telah diukur beratnya. Cawan tersebut akan didinginkan menggunakan desikator dengan durasi 15 menit. Cawan yang menampung residu diukur beratnya, dan koefisien kecernaan bahan kering (KCBK) dihitung. Cawan tersebut dimasukkan ke dalam tungku bersuhu 600 °C selama 4 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Cawan yang berisi sisa bahan ditimbang kembali dan ditentukan koefisien kecernaan bahan organik (KCBO). Kecernaan

bahan kering dan bahan organik dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut: KCBK (%) = $(BK \text{ Sampel (g)} - (BK \text{ residu (g)} - BK \text{ blanko (g)})) / (BK \text{ sampel (g)}) \times 100\%$. KCBO (%) = $(BO \text{ Sampel (g)} - (BO \text{ residu (g)} - BO \text{ blanko (g)})) / (BO \text{ sampel (g)}) \times 100\%$. Keterangan: BK : Bahan kering, BO : Bahan organik

Analisis Data

Analisis statistik deskriptif kuantitatif dilakukan pada parameter kandungan SK, NDF, ADF, dan hemiselulosa. Parameter KCBK dan KCBO secara rumen *in vitro* dianalisis menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 6 ulangan. Proses *in vitro* yang berbeda dikelompokkan berdasarkan variasi populasi dan aktivitas mikroba rumen pada setiap waktu pengambilan sampel. Perlakuan yang digunakan adalah P0 (2 kg tandan kosong kelapa sawit), P1 (2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases), P2 (2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml EM-4), dan P3 (2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml cairan rumen sapi). Data KCBK dan KCBO yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Uji Duncan's multiple range test pada taraf 5% digunakan untuk membandingkan antarperlakuan yang berbeda. Analisis data dilakukan dengan menggunakan software IBM SPSS Statistics versi 20. Rancangan Acak Kelompok (Steel and Torrie, 1989) dengan rumusan matematis sebagai berikut: $Y_{ij} = \mu + \eta_i + \beta_j + \Sigma_{ij}$. Keterangan: $i = 1, 2, \dots, t$ (kelompok cairan rumen). $j = 1, 2, \dots, r$ (perlakuan amoniasi fermentasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Serat Kasar, NDF, ADF, dan Hemiselulosa

Berdasarkan data pada Tabel 1, kandungan serat kasar, NDF, ADF, dan hemiselulosa dari setiap perlakuan menunjukkan variasi secara deskriptif kuantitatif. Pada perlakuan P0, serat kasar (SK) tercatat sebesar 45,92% BK, NDF sebesar 79,85%, ADF sebesar 59,80%, dan hemiselulosa sebesar 20,05%. Pada perlakuan P1, kandungan SK menurun menjadi 40,60% BK, NDF menjadi 74,94%, ADF menjadi 56,27%, dan hemiselulosa menjadi 18,67%. Perlakuan P2 menunjukkan penurunan lebih lanjut dengan serat kasar sebesar 37,72% BK, NDF sebesar 69,90%, ADF sebesar

54,14%, dan hemiselulosa sebesar 15,76%. Sementara itu, pada perlakuan P3, serat kasar tercatat sebesar 38,83% BK, NDF sebesar 70,99%, ADF sebesar 55,10%, dan hemiselulosa sebesar 15,89%. Dari hasil ini, terlihat bahwa perlakuan P2, yang merupakan kombinasi TKKS dengan urea, molases, dan EM-4, menghasilkan penurunan tertinggi pada kandungan serat kasar, NDF, ADF, dan hemiselulosa dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penurunan dalam kandungan serat kasar mengindikasikan potensi peningkatan kecernaan pakan TKKS. Perlakuan P1, P2, dan P3 juga menghasilkan penurunan dalam kandungan NDF dan ADF, yang menandakan reduksi komponen

serat. Selain itu, penurunan kandungan hemiselulosa, terutama pada perlakuan P2,

menunjukkan perubahan komposisi serat yang lebih signifikan.

Table 1. Kandungan serat kasar, NDF, ADF, dan hemiselulosa perlakuan

| Parameter | Perlakuan | | | |
|------------------|-----------|-------|-------|-------|
| | P0 | P1 | P2 | P3 |
| SK (%BK) | 45,92 | 40,60 | 37,72 | 38,83 |
| NDF (%) | 79,85 | 74,94 | 69,90 | 70,99 |
| ADF (%) | 59,80 | 56,27 | 54,14 | 55,10 |
| Hemiselulosa (%) | 20,05 | 18,67 | 15,76 | 15,89 |

Keterangan: SK= serat kasar; NDF= neutral detergent fiber; ADF= acid detergent fiber; P0= 2 kg tandan kosong kelapa sawit; P1= 2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases; P2= 2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml EM-4; P3= 2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml cairan rumen sapi.

Urea berperan penting dalam proses amoniasi yang bertujuan untuk menurunkan kandungan serat kasar, NDF, ADF, dan hemiselulosa pada TKKS. Urea berperan sebagai zat hidrolitik yang membantu mengganggu struktur dinding sel dan memecah ikatan ester antara lignin, selulosa, dan hemiselulosa sehingga meningkatkan daya cerna bahan pakan (Adejoro and Hassen, 2017). Penambahan urea pada bahan pakan seperti jerami gandum terbukti mengurangi konsentrasi NDF dibandingkan dengan jerami yang tidak diberi perlakuan, hal ini menunjukkan efektivitasnya dalam pengurangan serat (Sarwar *et al.*, 2003). Selain itu, amoniasi serat dengan urea telah terbukti mendorong degradasi selulosa dan hemiselulosa yang lebih tinggi, sehingga menyebabkan peningkatan kandungan protein kasar dalam pakan (Morais *et al.*, 2020). Perlakuan dengan urea juga dikaitkan dengan peningkatan pencernaan pati dalam makanan hewani, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan penguraian pakan dan sintesis protein mikroba (Belanche *et al.*, 2021).

Kehadiran molase dalam proses fermentasi dapat meningkatkan kualitas pakan fermentasi dengan meningkatkan produksi asam lemak volatil (VFA), yang merupakan sumber energi penting bagi ternak ruminansia (Usman, 2013). Selain itu, molase dapat mengoptimalkan proses fermentasi dengan menyediakan sumber gula sederhana yang memfasilitasi aktivitas mikroba, sehingga meningkatkan pencernaan pakan dan pemanfaatan nutrisi oleh ruminansia (Hilmi dan Prastujati, 2020).

Penelitian ini menunjukkan bahwa fermentasi amonia TKKS menggunakan starter seperti EM-4 dapat meningkatkan kualitas nutrisi pakan dengan menurunkan kandungan serat kasar, NDF, ADF, dan hemiselulosa.

Menurut Fitria *et al.*, (2023), penggunaan starter komersial seperti Dekomposer EM-4 dan M21 dalam proses fermentasi dapat meningkatkan kadar protein kasar (PK) dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) sekaligus mengurangi kandungan lemak kasar (LK) dan serat kasar (SK) dari jerami jagung. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kualitas nutrisi pakan secara keseluruhan. Dalam penelitian terkait yang dilakukan oleh Dewi *et al.*, (2022), menunjukkan bahwa lignin yang terdapat pada jerami jagung dapat menghambat degradasi selulosa dan hemiselulosa dalam rumen. Namun, melalui fermentasi dengan EM-4, nilai nutrisi jerami dan tongkol jagung dapat ditingkatkan, hal ini menunjukkan solusi potensial untuk mengatasi keterbatasan yang ditimbulkan oleh lignin. Mekanisme kerja EM-4 melibatkan penciptaan lingkungan yang kondusif bagi aktivitas mikroba, yang membantu memecah komponen serat dan meningkatkan pencernaan pakan.

Keberadaan bakteri selulolitik dalam cairan rumen berperan penting dalam menurunkan kandungan serat kasar dan komposisi NDF, ADF, dan hemiselulosa pada TKKS. Studi (Pangentasari *et al.*, (2019) dan Sa'o *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa cairan rumen mengandung enzim, khususnya selulase dan xilanase, yang mampu mendegradasi selulosa, hemiselulosa, pati, dan gula. Aktivitas enzimatik ini menyebabkan pemecahan fraksi serat, sehingga meningkatkan daya cerna dan ketersediaan nutrisi.

Kecernaan Bahan Kering (KCBK) dan Kecernaan Bahan Organik (KCBO) In vitro

Tabel 2 menyajikan pengaruh perlakuan terhadap pencernaan bahan kering (KCBK) dan pencernaan bahan organik (KCBO) pada empat

perlakuan yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) dan uji Duncan's multiple range test pada taraf 5%, terlihat bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pencernaan bahan kering (KCBK) dan pencernaan bahan organik (KCBO) rumen *in vitro*.

Pada parameter KCBK, perlakuan P2 menunjukkan hasil tertinggi yang secara signifikan berbeda dengan perlakuan lainnya. Perlakuan P1 dan P3 menunjukkan hasil yang serupa, namun keduanya lebih tinggi

dibandingkan dengan P0 (kontrol). Parameter KCBO juga menunjukkan hasil tertinggi pada perlakuan P2 yang secara signifikan berbeda dengan perlakuan lainnya. Perlakuan P1 dan P3 menunjukkan nilai masing-masing sebesar $36,81 \pm 0,92\%$ dan $35,35 \pm 0,39\%$, lebih tinggi dibandingkan dengan P0. Menurut Jayanegara *et al.* (2019) nilai daya cerna bahan kering *in vitro* (KCBK) sebesar 34,0% dan nilai daya cerna bahan organik *in vitro* (KCBO) sebesar 30,9%.

Table 2. Pengaruh perlakuan terhadap pencernaan bahan kering (KCBK) dan pencernaan bahan organik (KCBO) *in vitro*

| Parameter | Perlakuan | | | |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | P0 | P1 | P2 | P3 |
| KCBK (%) | $31,64 \pm 2,92^a$ | $37,86 \pm 0,79^b$ | $44,17 \pm 0,95^c$ | $36,54 \pm 0,59^b$ |
| KCBO (%) | $30,55 \pm 2,87^a$ | $36,81 \pm 0,92^b$ | $42,78 \pm 0,84^c$ | $35,35 \pm 0,39^b$ |

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berpengaruh nyata ($P < 0,05$). P0= 2 kg tandan kosong kelapa sawit; P1= 2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases; P2= 2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml EM-4; P3= 2 kg TKKS + 40 g urea + 60 ml molases + 60 ml cairan rumen sapi; KCBK= pencernaan bahan kering; KCBO= pencernaan bahan organik.

Perbedaan pencernaan bahan kering dan organik TKKS yang lebih tinggi pada P1 dibandingkan dengan P0 menunjukkan bahwa penambahan urea dan molases memiliki efek positif pada peningkatan pencernaan. Penambahan EM-4 (P2) secara khusus menunjukkan peningkatan signifikan dalam pencernaan bahan kering dan organik, yang menunjukkan bahwa mikroorganisme efektif yang terkandung dalam EM-4 berperan penting dalam memperbaiki proses pencernaan. Cairan rumen mengandung beragam populasi mikroba yang secara khusus beradaptasi dengan lingkungan rumen, memungkinkan penguraian komponen pakan secara efisien. Sebaliknya, EM-4 mungkin tidak memiliki keanekaragaman dan adaptasi yang sama terhadap kondisi rumen, sehingga berpotensi menyebabkan perbedaan efektivitas dalam meningkatkan daya cerna (Matthews *et al.*, 2018).

Teknologi amoniasi fermentasi menunjukkan penurunan kandungan serat kasar

sehingga menyebabkan peningkatan pencernaan bahan kering dan bahan organik. Pengurangan kandungan serat kasar ini dapat meningkatkan pencernaan bahan pakan, sebagaimana dibuktikan teknologi amoniasi fermentasi pada tongkol jagung meningkatkan pencernaan *in vitro* bahan kering dan bahan organik secara signifikan, serta parameter lainnya (Prastyawan *et al.*, 2012).

Mekanisme EM-4 dapat dikaitkan dengan aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam memecah selulosa, pati, dan gula, sehingga menyebabkan penurunan karbohidrat secara cepat dan selanjutnya meningkatkan kandungan protein kasar (Hernaman *et al.*, 2017). Selain itu, penggunaan EM-4 dalam fermentasi ransum berbahan dasar jerami telah dilaporkan peningkatan pencernaan bahan kering, bahan organik, dan protein kasar, yang menunjukkan dampak positif teknologi ini terhadap pemanfaatan nutrisi (Hernaman *et al.*, 2017).

SIMPULAN

Teknologi amoniasi fermentasi dengan penambahan EM-4 dan cairan rumen sapi pada tandan kosong kelapa sawit (TKKS) efektif meningkatkan kualitas pakan ternak ruminansia melalui penurunan kandungan serat kasar, NDF,

ADF, dan hemiselulosa, serta meningkatkan pencernaan bahan kering dan organik. Perlakuan dengan EM-4 (P2) khususnya memberikan peningkatan signifikan dalam pencernaan bahan kering dan organik.

SARAN

Eksplorasi penggunaan teknologi amoniasi fermentasi dengan EM-4 dan cairan rumen sapi pada jenis limbah pertanian atau bahan pakan

lainnya, untuk mengevaluasi keuniversalan dan adaptabilitas teknologi ini dalam meningkatkan kualitas berbagai bahan pakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adejoro FA, Hassen A. 2017. Effect of supplementing or treating *Eragrostis curvula* hay with urea or nitrate on its digestibility and in vitro fermentation. *South African Journal of Animal Science* 47(2):168. <https://doi.org/10.4314/sajas.v47i2.8>
- Amam, Harsita PA. 2021. Profil usaha peternakan sapi potong rakyat. *Jami: Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 2(1): 1–12. <https://doi.org/10.46510/jami.v2i1.53>
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of aoac international 20th edition. Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Belanche A, Martín-García AI, Jiménez E, Jonsson NN, Yáñez-Ruíz DR. 2021. A novel ammoniation treatment of barley as a strategy to optimize rumen ph, feed degradability and microbial protein synthesis in sheep. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101(13): 5541–5549. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11205>
- Dewi YL, Ismail A, Akramullah M, Bouk G, Kamlasi Y, Sinabang MK, Soares DCDC. 2022. Effect of corn waste fermentation as livestock feed on fiber fraction content. *International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology* 7(6): 108–112. <https://doi.org/10.22161/ijeab.76.12>
- Fitria R, Luthfi SAC, Hindratiningrum N. 2023. Nutritional quality of amofer (ammonia fermentation) corn straw using EM4 and M21 decomposer. *Jurnal Sains Dan Teknologi Peternakan* 5(1): 18–24. <https://doi.org/10.31605/jstp.v5i1.3160>
- Harahap RP, Jayanegara A, Nahrowi, Fakhri S. 2018. Evaluation of oil palm fronds using fiber cracking technology combined with *Indigofera* sp. in ruminant ration by Rusitec. *AIP Conference Proceedings*, 050008 (1-6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/1.5062758>
- Hasdarini M, Nurcahyo H. 2023. Pengaruh penggunaan teknologi amoniasi fermentasi (amofer) terhadap perubahan fisik dan nutrien daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis*). *Kingdom (The Journal of Biological Studies)* 9(1): 35–44. <https://doi.org/10.21831/kingdom.v9i1.18188>
- Hernaman I, Tarmidi AR, Dhalika T. 2017. In vitro digestibility of rice straw-based rations of dairy cows containing fermented concentrate by *Saccharomyces cerevisiae* and effective microorganisms-4 (EM-4). *Buletin Peternakan* 41(4): 407. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v41i4.24737>
- Hilmi M, Prastujati AU. 2020. Optimasi molase dan *tibicos* sebagai media fermentasi dalam memproduksi nutraceutical feed additive menggunakan response surface methodology (RSM). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis* 7(1): 1. <https://doi.org/10.33772/jitro.v7i1.8441>
- Iqbal Z, Usman Y, Wajizah S. 2016. Evaluasi kualitas jerami padi fermentasi dengan tingkat penggunaan EM-4 yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 1(1): 655–664. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v1i1.1135>
- Jayanegara A, Ardhisty NF, Dewi SP, Antonius, Ridwan R, Laconi EB, Nahrowi, Ridla M. 2019. Enhancing nutritional quality of oil palm empty fruit bunch for animal feed by using fiber cracking technology. *Advances in Animal and Veterinary Sciences* 7(3): 157–163. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.3.157.163>
- Koni T, Bulu H, Badewi B. 2022. Kecernaan in vitro kulit kacang tanah (*arachis hypogaea* l.) yang difermentasi cairan rumen kambing. *Jurnal Ilmu Peternakan Dan Veteriner Tropis* 12(1): 92–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.46549/jipvet.v12i1.280>
- Matthews C, Crispie F, Lewis E, Reid M, O'Toole P, Cotter P. 2018. The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and

- nitrogen utilisation efficiency. *Gut Microbes* 10(2): 115–132. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/19490976.2018.1505176>
- Morais LF de, Almeida JC de C, Nepomuceno D de D, Freitas RSX de, Melo BMG de, Silva JF M. 2020. Nutritive value of elephant grass hay ammoniated by urea. *Bioscience Journal* 36(5). <https://doi.org/10.14393/bj-v36n5a2020-41135>
- Pangentasari D, Setiawati M, Utomo NBP, Sunarno MTD. 2019. Komposisi dan nilai pencernaan nutrisi tepung daun tarum (*Indigofera zollingeriana*) yang difermentasi dengan cairan rumen domba pada benih ikan jelawat *leptobarbus hoevenii* (Bleeker, 1851). *Jurnal Iktiologi Indonesia* 18(2); 165. <https://doi.org/10.32491/jii.v18i2.314>
- Peni S, Hendrisaan, Croom. 1998. Kimia Organik I. ITB Press.
- Prakasa NU. 2021. Evaluasi nutrisi pelepah daun kelapa sawit dengan beberapa teknik pengolahan sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 6(3): 108–116. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i3.17539>
- Prastyawan RM, Tampoebolon BIM, Surono, S. 2012. Peningkatan kualitas tongkol jagung melalui teknologi amoniasi fermentasi (amofor) terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik serta protein total secara *in vitro*. *Animal Agriculture Journal* 1(1): 611–621.
- Rahman FR, Sutrisna R, Fathul F, Liman L. 2023. Pengaruh pengolahan kimia dan biologis pada kelobot jagung terhadap kandungan ADF dan NDF. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan* 7(2): 244–250 <https://doi.org/10.23960/jrip.2023.7.2.244-250>
- Sa'o MT, Foenay TAY, Koni TNI. 2021. Kandungan nutrisi kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) yang difermentasi dengan cairan rumen kambing. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan* 4(2): 78–83.
- Sarwar M, Khan MA, Mahr-un-Nisa. 2003. Nitrogen retention and chemical composition of urea treated wheat straw ensiled with organic acids or fermentable carbohydrates. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 16(11): 1583–1592. <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.1583>
- Simanjuntak S, Yunilas, Tafsin M. 2015. Fermentasi hasil samping industri dan perkebunan kelapa sawit dengan probiotik lokal terhadap performans domba. *Jurnal Peternakan Integratif* 4(1): 83–95. <https://doi.org/10.32734/jpi.v4i1.2784>
- Steel, RGD, Torrie JH. 1989. Principles and procedures of statistics. Approach. 2nd ed. Mc Graw Hill International Book Company.
- Tilley J, Terry R. 1963. A two-stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18(1): 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Usman Y. 2013. Pemberian pakan serat sisa tanaman pertanian (jerami kacang tanah, jerami jagung, pucuk tebu) terhadap evolusi pH, n-nh3 dan vfa di dalam rumen sapi. *Jurnal Agripet* 13(2): 53–58. <https://doi.org/10.17969/agripet.v13i2.821>
- Van Soest P, Robertson J, Lewis B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74(10):3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Yuliana R, Bain A, Napirah A. 2022. Komposisi kimia kulit kacang tanah (*Arachis hypogea*) terfermentasi dengan effective microorganism (EM-4) dan ragi tempe (*Rhizopus sp.*) sebagai bahan pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo* 4(1): 41–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.56625/jip ho.v4i1.23543>
- Zubaidah A, Prasetyo D, Handajani H, Rohmah SP, Puspita DA. 2019. Screening bakteri selulolitik dan amilolitik pada rumen sapi sebagai kandidat probiotik pada budidaya ikan secara *in vitro*. *Jurnal Riset Akuakultur* 14(4): 261–271. <https://doi.org/10.15578/jra.14.4.2019.261-271>.