

PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PABRIK TAHU SEBAGAI PAKAN KONSENTRAT TERNAK DENGAN PROSES FERMENTASI

TOFU SOLID WASTE TREATMENT AS LIFESTOCK FOOD WITH FERMENTATION PROCESS

Retno Ekasari¹⁾ dan Joni Hermana¹⁾
¹⁾Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana proses fermentasi dengan bio-N sebagai biofermentor mampu meningkatkan kandungan gizi ampas tahu. Variasi yang dilakukan adalah konsentrasi bio-N (10 ml/2 kg ampas, 30 ml/2 kg ampas) dan periode fermentasi (1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari 5 hari dan 6 hari). Penelitian terhadap kandungan gizi ampas tahu yaitu protein kasar, serat kasar, BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen), lemak kasar dan abu menggunakan metode analisis proksimat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa periode fermentasi yang paling optimum terjadi pada hari ke-4 sedangkan konsentrasi bio-N yang paling efektif adalah 20 ml/2 kg ampas tahu. Kandungan protein kasar ampas tahu meningkat menjadi 26,07% dan kandungan lemak kasar meningkat menjadi 17,35%.

Kata Kunci : ampas tahu, Bio – N, fermentasi, protein

Abstract

This research was aimed to determine fermentation influence to soya nutrition. The variations in this research were fermentation period (1 day, 2 days, 3 days, 4 days, 5 days and 6 days) and bio-N concentration (10 ml/2 kg soya waste, 20 ml/2kg tofu waste and 30 ml/2 kg tofu waste). The nutrition which examined with proksimat analysis were rough protein, rough fibre, extract non nitrogen (BETN), rough fat. The result showed that the optimum period of fermentation was 4 days and the effective bio-N concentration was 20 ml/2 kg tofu waste. The rough protein increased to 26,07%, and rough fat increased to 17,35%.

Keywords : tofu waste, Bio-N, fermentation, protein

1. PENDAHULUAN

Limbah padat yang berasal dari hasil sampingan proses produksi sangat mempengaruhi lingkungan penerima khususnya limbah yang mengandung kandungan organik tinggi, seperti limbah padat dari pabrik tahu yaitu ampas tahu. Ampas tahu apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan bau menyengat sehingga dapat mengganggu masyarakat di sekitar pabrik.

Ampas tahu sebagai hasil sampingan proses produksi selama ini dimanfaatkan masyarakat antara lain sebagai bahan makanan oncom maupun pakan ternak. Akan tetapi pemanfaatannya masih relatif kecil jika dibandingkan produksinya yang melimpah sehingga masih banyak yang terbuang (Jenir dan Rahayu, 1993). Oleh karena itu perlu suatu usaha lebih meningkatkan pemanfaatan ampas tahu tersebut agar keberadaannya berdaya guna dan mengurangi pencemaran terhadap lingkungan. Selama

ini, ampas tahu masih terbatas penggunaannya yaitu sebagai campuran makanan ternak tanpa proses fermentasi dan pembuatan tempe gembus. Ampas tahu masih mengandung gizi yang cukup tinggi karena asalnya dari kedelai, sehingga baik digunakan untuk pakan ternak. Adapun kandungan gizi ampas tahu dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kandungan Gizi Ampas Tahu

Nama Komponen	Kisaran (%)	Rata-rata (%)
Bahan kering (BK)	13.39 -17.24	15.54
Protein kasar *	20.98 –29.00	24.30
Lemak *	16.96 –10.13	8.55
Serat kasar (SK)*	18.91 –25.63	22.89
Ca*	0.45 – 0.53	0.49
P*	0.24 – 0.28	0.26

* dihitung dari total bahan kering

Pemanfaatan ampas tahu sebagai pakan konsentrat ternak selama ini belum maksimal karena tidak mengalami pengolahan terlebih dahulu sehingga perlu suatu pengolahan yaitu dengan fermentasi. Selain itu proses fermentasi juga berguna untuk menurunkan kandungan serat kasar ampas tahu yang cukup tinggi dimana sebagai pakan konsentrat (pakan penunjang), kandungan serat kasarnya haruslah kecil. Keuntungan lain dari proses fermentasi adalah dapat memberikan suatu hasil yang rasa dan aromanya lebih baik daripada sebelum fermentasi karena adanya penguraian oleh mikroorganisme.

Teknologi fermentasi merupakan teknik pengolahan yang dapat diterapkan dengan mudah sehingga berkembang pesat dan telah membuka upaya manusia untuk memanfaatkan bahan-bahan yang murah menjadi produk-produk yang bernilai ekonomis tinggi dan berguna bagi kesejahteraan manusia (Rahman, 1992). Proses fermentasi juga diterapkan dalam pembuatan pakan ternak khususnya pakan jenis konsentrat karena selain dapat meningkatkan kandungan nutrisinya juga mampu menurunkan kandungan serat kasarnya melalui proses fermentasi bahan pakan dengan menggunakan starter tertentu terjadi peningkatan nilai protein, energi dan disertai dengan penurunan serat kasar.

Hal-hal yang menunjang keberhasilan fermentasi antara lain: inokulan, sumber energi, nutrisi, tidak adanya *inhibitor* yang menghambat pertumbuhan dan kondisi fisika-kimia yang cocok. Menurut Judoamidjojo dkk., (1990), mikroorganisme memerlukan energi untuk biosintesis, pemeliharaan struktur sel, aktivitas transportasi molekul, menjaga konsentrasi antara sel dan lingkungan dan mobilitas sel. Sumber energi yang biasanya digunakan oleh mikroorganisme pada proses fermentasi adalah karbohidrat, lemak, protein dan beberapa mikroba dapat menggunakan metan, metanol dan hidrokarbon. Kondisi fisika-kimia yang berpengaruh terhadap proses fermentasi adalah konsentrasi nutrisi, temperatur dan nilai pH. Mikroorganisme mempunyai temperatur optimum, minimum, dan maksimum untuk pertumbuhannya. Hal ini disebabkan dibawah temperatur minimum dan diatas temperatur maksimum, aktivitas enzim akan berhenti, bahkan pada temperatur yang terlalu tinggi akan terjadi denaturasi enzim. Laju pertumbuhan mikroorganisme juga dipengaruhi oleh nilai pH. Selama berlangsungnya proses fermentasi nilai pH cenderung berubah, misalnya apabila terbentuk

asam-asam organik seperti asam laktat, asam asetat dan piruvat (Linder, 1992).

Untuk membantu proses fermentasi ditambahkan probiotik yang berasal dari cairan rumen sapi yang disebut bio-N. Bio-N mengandung beberapa macam mikroorganisme yang membantu proses pencernaan dalam tubuh ternak dan dilengkapi dengan beberapa curcuma yang merangsang nafsu makan. Mikroorganisme yang terkandung dalam bio-N terdiri dari bakteri, jamur (yeast), curcuma dan protozoa. Bakteri yang terdapat dalam bio-N merupakan bakteri yang bersifat anaerob obligat dan beberapa bersifat anaerob fakultatif. Bakteria kecil merupakan jumlah dari setengah seluruh biomas rumen tetapi berperan besar dalam pekerjaan metabolik.

Yeast atau jamur yang terdapat dalam bio-N adalah *Candida* dan termasuk jenis fungi *Deuteromycetes*. Sedangkan curcuma terdiri dari *Alpina galanga SW*, *Areca catechu linn*, *Curcuma aeruginosa roxb*, *Curcuma domestica val*, *Curcuma haincana val & v*, *Curcuma xanthorrhiza*, *Gracilaria Sp*, *Kaempferia galangan*, *Zingiber aromaticum val*, dan *Zingiber officinate*. Protozoa yang terdapat dalam bio-N adalah jenis *Entodinia*, yang tahan terhadap keasaman rumen dan pertumbuhannya lebih cepat (6-15 jam) dibandingkan dengan protozoa lainnya. Dalam rumen normal, protozoa memproduksi amoniak dan menyediakannya untuk mikroba lain.

Menurut Parakkasi (1995), nutrisi yang dibutuhkan dalam pakan sapi antara lain air, karbohidrat, protein, lemak, dan abu. Air diketahui sebagai zat yang mempunyai fungsi sebagai penghantar panas yang baik, air juga berperan dalam proses pencernaan. Untuk karbohidrat, analisis kadar karbohidrat dalam pakan ternak merupakan suatu pekerjaan yang sulit dilakukan karena jenisnya yang banyak. Oleh karena itu dalam analisis sehari-hari, kadar karbohidrat ditentukan dalam dua golongan, yaitu Serat Kasar (SK) dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN).

Ampas tahu sebagai pakan konsentrat harus mengandung kadar serat kasar rendah agar lebih mudah dicerna. Dengan fermentasi yang menggunakan cairan rumen sebagai biofermentor, selulose akan dicerna oleh mikroorganisme menghasilkan asam-asam lemak menguap (Volatile Fatty Acids = VFA) yang terdiri dari campuran asam asetat, asam propionate dan asam butirat dimana VFA berperan

dalam metabolisme energi dalam ternak ruminansia. Sedangkan BETN mengandung mono-, di-, tri-, dan tetrasakaride ditambah pati dan beberapa bahan zat yang termasuk hemiselulose.

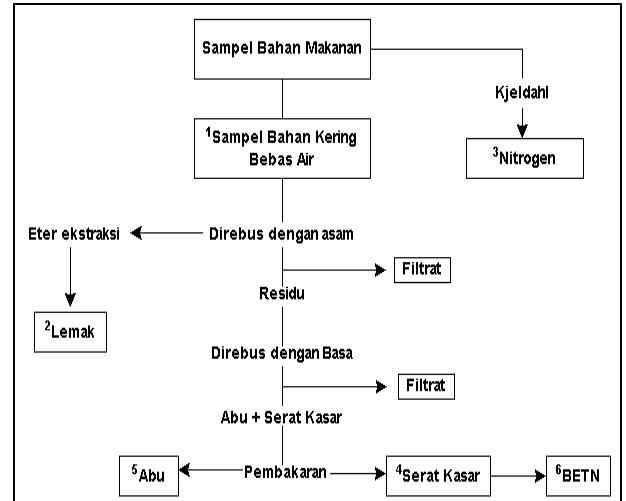
Dalam analisis bahan makanan ternak, dipakai istilah protein kasar, protein murni dan non-protein nitrogen (NPN). Protein kasar yang biasanya hanya disebut protein digunakan untuk menggolongkan semua ikatan nitrogen dalam bahan makanan, yaitu senyawa protein murni dan senyawa NPN. Protein murni mewakili nitrogen yang ditemukan terikat dalam ikatan-ikatan peptide untuk membentuk protein, sedangkan senyawa NPN adalah N berasal dari senyawa bukan protein dan tanaman, termasuk asam amino, nitrogen lipida, amina-amina, amida-amida, purina-purina, piramida-piramida, nitrat-nitrit, alkaloid-alkoloid, dan vitamin-vitamin. Unsur lainnya yaitu lemak, mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, dan oksigen, sehingga merupakan sumber energi. Dan unsur terakhir yaitu abu. Abu yang didapat dari analisis proksimat adalah bahan permulaan yang digunakan untuk determinasi mineral. Komponen abu pada analisis proksimat tidak memberikan nilai makanan penting.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan waktu optimum fermentasi ampas tahu dengan bio-N sebagai biofermentor, mendapatkan konsentrasi efektif bio-N dalam fermentasi ampas tahu serta untuk mendapatkan prosentase peningkatan kandungan gizi ampas tahu setelah difermentasi

2. METODOLOGI

Persiapan alat dan bahan yang dilakukan meliputi persiapan reaktor, ampas tahu dan bio-N sebagai biostarter. Reaktor yang digunakan berbahan plastik dengan volume 5 liter yang akan diisi dengan ampas tahu sebanyak 2 kg. Reaktor berjumlah 28 buah, dan ampas tahu yang dibutuhkan sebanyak 56 kg. Sedangkan untuk bio-N yang dibutuhkan sebanyak 420 ml untuk semua variasi selama penelitian.

Metode penelitian yang dilakukan antara lain. *Pertama*, proses fermentasi berjalan secara anaerob fakultatif yang dilaksanakan dalam reaktor. Proses pengeringan bahan pakan setelah proses fermentasi menggunakan oven 105°C, penghalusan sampel dengan memakai mortir dan penyaringan menggunakan vacuum filter. *Kedua*, analisis parameter pakan ternak menggunakan analisis proksimat seperti terlihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Skema Analisis Proksimat

Parameter penelitian yang dianalisa dalam penelitian ini antara lain kadar air, kadar lemak kasar, kadar serat kasar, kadar protein kasar, kadar abu, dan BETN.

Variasi variabel untuk penelitian ini adalah konsentrasi bio-N untuk tiap 2 kg ampas tahu yaitu 10 ml, 20 ml, dan 30 ml. Pemilihan konsentrasi tersebut berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu proses fermentasi terhadap jerami dimana diperoleh konsentrasi efektif bio-N sebesar 10 ml untuk 1 kg bahan sehingga disini divariasikan range sebelum dan sesudah konsentrasi efektif. Kemudian variasi kedua yaitu waktu yang dibutuhkan untuk proses fermentasi, yaitu 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari dan 6 hari. Pemilihan waktu fermentasi ini didasarkan atas penelitian yang dilakukan peneliti sebelumnya yaitu fermentasi terhadap jerami yang membutuhkan waktu efektif 10 hari sehingga peneliti memilih waktu fermentasi kurang dari 10 hari karena tekstur ampas tahu lebih lunak apabila dibandingkan dengan jerami.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tahu dan bio-N sebagai biostarter, Jumlah total ampas tahu yang dibutuhkan adalah 56 kg dan bio N yang dibutuhkan sebanyak 420 ml. Keterangan untuk masing-masing reaktor penelitian dapat dilihat di Tabel 2 sebagai berikut :

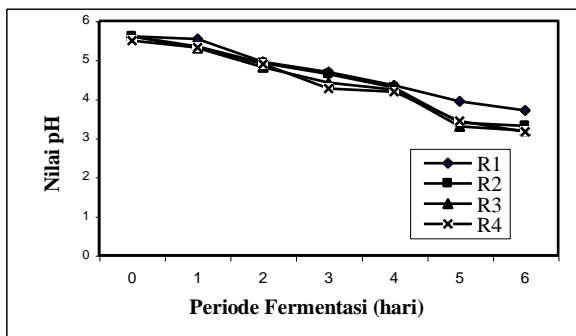
Tabel 2. Reaktor Penelitian

Kode Reaktor	Keterangan
R1	Ampas 2 kg, bio-N 0 ml
R2	Ampas 2 kg, bio-N 10 ml
R3	Ampas 2 kg, bio-N 20 ml
R4	Ampas 2 kg, bio-N 30 ml

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan mikroorganisme fermentasi dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan tempat dia tinggal yaitu antara lain nilai pH dan temperatur. Nilai pH medium sangat mempengaruhi jenis mikroorganisme yang dapat tumbuh. Sedangkan temperatur akan berpengaruh terhadap kerja enzim dari masing-masing jenis mikroorganisme. Oleh karena itu selama penelitian dilakukan pengukuran terhadap nilai pH dan temperatur medium.

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa nilai pH ampas tahu selama fermentasi cenderung turun atau cenderung asam. Hal ini dikarenakan metabolisme mikroorganisme yang menghasilkan asam-asam organik seperti asam laktat, asetat dan piruvat. Jumlah bio-N yang ditambahkan kedalam reaktor juga mempengaruhi nilai pH dimana secara umum semakin besar penambahan bio-N dalam proses fermentasi ampas tahu, maka nilai pH akan semakin turun, selain itu perlu penambahan kapur (CaO atau CaO₃) sebelum ampas diberikan sebagai pakan ternak untuk mengurangi sifat asam

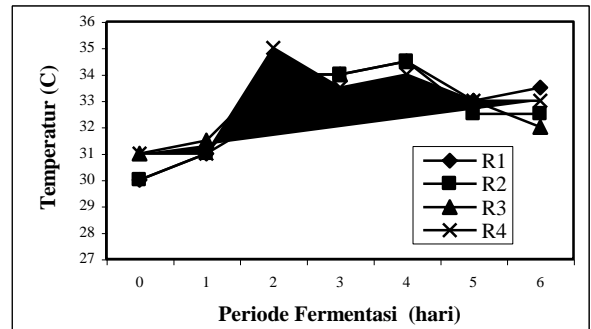


Gambar 2. Nilai pH

Temperatur berpengaruh terhadap pertumbuhan dan pembentukan produk mikroorganisme dimana tiap jenis mikroorganisme memiliki temperatur pertumbuhan optimal yang spesifik. Temperatur ampas tahu sebelum proses fermentasi berjalan sekitar 30°-31°C dimana suhu kisaran minimum untuk pertumbuhan bakteri adalah 0°-30°C dan maksimumnya bisa mencapai 45°-75°C tergantung dari jenis bakterinya.

Temperatur selama proses fermentasi cenderung meningkat karena aktivitas mikroorganisme. Metabolisme mikroorganisme yang ada di dalam bio-N adalah dengan menggunakan senyawa kimia untuk menghasilkan energi. Jadi disini berlangsung reaksi oksidasi yang menggunakan senyawa organik

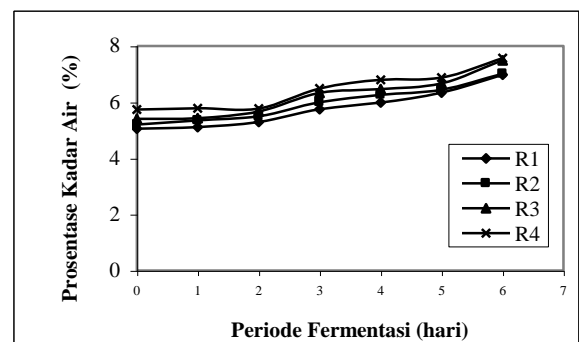
baik sebagai oksidan maupun sebagai reduktan (donor elektron), dimana reaksi tersebut menghasilkan panas sehingga temperatur terus meningkat. Variasi temperatur dalam reaktor dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Temperatur

Ampas tahu merupakan jenis bahan makanan yang mempunyai kadar air tinggi sehingga mudah busuk bila tidak segera dimanfaatkan. Bahan makanan yang berkadar air tinggi yaitu > 70% akan kurang baik untuk ternak karena berbagai senyawa penerun cita rasa pakan akan terbentuk, juga banyak karbohidrat terlarut dalam air tidak digunakan oleh bakteri. Sehingga diperlukan proses pengeringan untuk menurunkan kadar airnya. Suhu pengeringan tidak boleh lebih dari 60°C karena dapat merusak kandungan gizi ampas tahu.

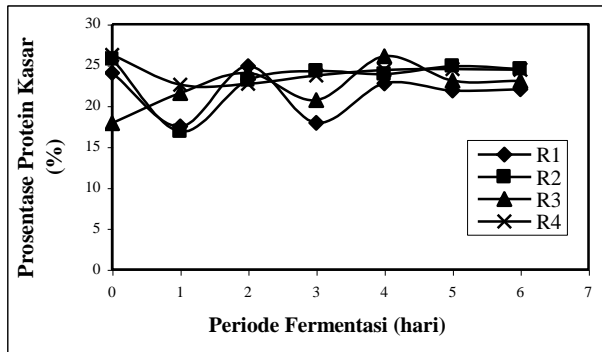
Selama proses fermentasi berlanjut terjadi peningkatan kadar air dari ampas tahu seperti yang terlihat pada Gambar 4, hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan air dan melepaskan kalor.



Gambar 4. Kurva Kadar Air

Seperti yang diungkapkan oleh Polprasert (1989), bahwa setelah mikroorganisme menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungannya, maka suhu akan meningkat yang ditunjukkan oleh adanya kalor yang dibebaskan dari aktivitas mikroorganisme.

Peningkatan kandungan protein kasar ampas tahu fluktuatif pada hari pertama sampai hari ketiga yang bisa disebabkan oleh masa adaptasi mikroorganismenya sehingga kerjanya belum optimum sedangkan menginjak hari keempat peningkatan nilai protein paling optimal yaitu sampai mencapai nilai 26.07% dan pada hari ke-5 dan ke-6 nilai protein cenderung turun, statis tidak mengalami peningkatan seperti yang terlihat pada Gambar 5.



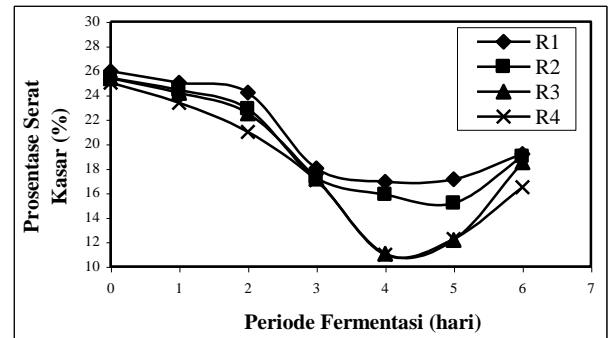
Gambar 5. Kurva Protein Kasar

Penambahan bio-N yang dilakukan memberikan dampak terhadap nilai protein ampas tahu, dimana semakin banyak bio-N maka nilai protein semakin tinggi karena dalam diri mikroorganismenya juga mengandung protein sehingga dengan sendirinya apabila bio-N yang ditambahkan semakin banyak maka nilai protein akan meningkat. Peningkatan nilai protein yang paling optimum terjadi pada hari ke-4 dengan penambahan bio-N 20 ml yaitu mencapai nilai 26.07%.

Penambahan bio-N pada hari ke-0 sudah memberikan dampak penurunan terhadap nilai serat kasar ampas tahu meski sangat kecil yaitu $\pm 2\%$. Penurunan nilai serat kasar ampas tahu yang masih cukup kecil tersebut mungkin disebabkan oleh mikroorganismenya pada hari ke-0 belum bekerja secara optimal terlihat dari prosentase penurunan serat kasar yang masih kecil sehingga peran fermentasi belum terlihat. Selain periode fermentasi, jumlah bio-N yang ditambahkan juga memberikan dampak yang berbeda dalam penurunan serat kasar ampas tahu. Semakin banyak bio-N yang ditambahkan nilai serat kasarnya pun semakin menurun. Akan tetapi penambahan bio-N yang paling efektif adalah pada penambahan bio-N sebanyak 20 ml (R₃).

Penurunan serat kasar paling optimal terjadi pada hari ke-4 periode fermentasi. Nilai serat kasar ampas tahu yang diperoleh setelah mengalami fer-

mentasi selama 4 hari sampai mencapai 10.97%. Hal ini berarti prosentase penurunan serat kasar sampai mencapai 57.73%. seperti terlihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Kurva Serat Kasar

Selain periode fermentasi, jumlah bio-N yang ditambahkan juga memberikan dampak yang berbeda dalam penurunan serat kasar ampas tahu. Semakin banyak bio-N yang ditambahkan nilai serat kasarnya pun semakin menurun. Akan tetapi penambahan bio-N yang paling efektif adalah pada penambahan bio-N sebanyak 20 ml (R₃). Penurunan serat kasar paling optimal terjadi pada hari ke-4 periode fermentasi. Nilai serat kasar ampas tahu yang diperoleh setelah mengalami fermentasi selama 4 hari sampai mencapai 10.97%. Hal ini berarti prosentase penurunan serat kasar sampai mencapai 57.73%.

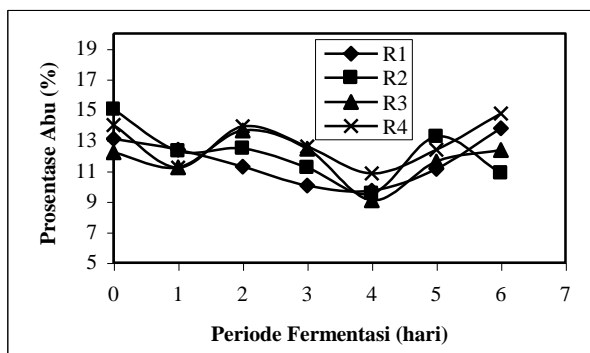
Pada umumnya proses fermentasi berpengaruh positif terhadap nilai BETN ampas tahu yang dapat dilihat dari kenaikan kurva nilai BETN ampas tahu. Dilihat dari periode fermentasi yang dilakukan, peningkatan nilai BETN mulai stabil terjadi pada hari ke-3 dan ke-4 sedangkan menginjak hari kelima dan keenam nilai BETN ampas tahu mengalami penurunan. Sehingga diperoleh peningkatan nilai BETN ampas tahu yang paling optimum terjadi pada hari keempat periode fermentasi. Proses fermentasi dapat menurunkan nilai serat kasar ampas tahu sehingga secara otomatis nilai BETN meningkat dimana hal ini akan memberikan dampak positif terhadap tingkat konsumsi dan pencernaan ternak.

Nilai lemak kasar ampas tahu dipengaruhi oleh periode fermentasi yang dilakukan dan jumlah bio-N yang ditambahkan. Semakin banyak bio-N yang ditambahkan dalam fermentasi ampas tahu, maka semakin tinggi pula nilai lemak kasarnya. Penambahan 20 ml bio-N adalah yang paling efektif kare-

na memberikan pengaruh yang cukup berarti terhadap peningkatan nilai lemak kasar ampas tahu bila dibandingkan dengan penambahan bio-N 10 ml atau 30 ml.

Selama proses fermentasi berlangsung terjadi penghancuran selulose oleh mikroorganisme menjadi asam lemak volatile (VFA) kemudian VFA ini digunakan oleh hewan ternak untuk sintesis lemak tubuh dan mempertahankan hidup. Peningkatan nilai lemak kasar paling tinggi terjadi pada hari ke-4 periode fermentasi dengan penambahan bio-N 20 ml yaitu sebesar 17.35%. Hal ini menunjukkan bahwa pada hari ke-4 kerja mikroorganisme paling maksimal karena ketika menginjak hari ke-5 nilai lemak kasar mulai menurun.

Secara umum proses fermentasi dengan penambahan bio-N berpengaruh terhadap nilai abu ampas tahu, hal ini dapat dilihat dari Gambar 7 yang menunjukkan adanya penurunan nilai abu mulai hari kedua sampai hari keempat.



Gambar 7. Kurva Abu

Penurunan nilai abu yang paling optimum terjadi pada hari keempat periode fermentasi karena menginjak hari kelima dan keenam terjadi kenaikan nilai abu. Hal ini disebabkan pada hari kelima dan keenam kerja mikroorganisme sudah tidak maksimum lagi oleh karena keterbatasan substrat, juga kepadatan populasi yang tinggi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu waktu optimum untuk fermentasi ampas tahu dengan bio-N sebagai biofermentor adalah pada hari keempat karena rata-rata peningkatan kandungan gizi dan penurunan serat kasar ampas tahu terjadi pada hari keempat. Konsentrasi efektif bio-N yang ditam-

bahkan dalam proses fermentasi adalah sebanyak 20 ml/ 2 kg ampas. Presentase peningkatan kandungan protein kasar ampas tahu setelah difermentasi sebesar 8.35 %. Sedangkan prosentase penurunan kandungan serat kasar ampas tahu setelah difermentasi sebesar 57.46%, peningkatan kandungan BETN ampas tahu setelah difermentasi sebesar 80.36%, peningkatan kandungan lemak kasar ampas tahu setelah difermentasi sebesar 42.92 %, penurunan kandungan abu ampas tahu setelah difermentasi sebesar 30.66%.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah perlunya penambahan bahan lain yang lebih bersifat basa seperti kapur (CaO atau CaCO_3) sebelum ampas tahu ini diberikan ke ternak ruminansia dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode pengeringan yang memanfaatkan sinar matahari sehingga nantinya bisa lebih aplikatif dimasyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Judoamidjojo, M., Darwis, A.A. dan Said, E.G. (1990). **Teknologi Fermentasi**. PAU-Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor.
- Jenir, B.S.L. dan Rahayu W.P. (1993). **Penanganan Limbah Industri Pangan**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Linder, M.C. (1992). **Biokimia Nutrisi dan Metabolisme**. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Parakkasi, Aminuddin (1995). **Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan**. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Rahman, A. (1992). **Teknologi Fermentasi**. Arcan. Jakarta.