

PEMANFAATAN TEKNOLOGI PLASMA UNTUK MENINGKATKAN KADAR NITROGEN DAN PROTEIN PELLET PAKAN SAPI DARI LIMBAH TANAMAN JAGUNG

M. Shobarudin dan Muhammad Nur

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: sobarphysicsundip08@gmail.com

ABSTRACT

Research has been done on the levels of plasma radiation influence elements of nitrogen and protein samples of cow feed pellets from waste corn plant. Plasma being used in this study are positive corona plasma, which are generated using high voltage direct current (DC) with multiple point to plane electrode configuration, where the distance between the electrodes of 2.5 cm.

On the research of this variable are used i.e. with voltage variations of quantity (3-9.5) kV, where the samples without treatment used as controls. Plasma reactor used in the research of electrode of multi point to plane, in which the electrodes point is connected to the positive electrode. Distance between electrodes of 2.5 cm.

High electrical field strength around the electrodes can ionize the gas molecules of nitrogen around the active electrode. Ions of nitrogen is depositing to the sample, so would the levels of nitrogen. Voltage variations can affect the amount of ions formed thereby affecting the levels of nitrogen samples. From this research conclusion effective voltage plasma radiation occurs at voltage 4 kV with levels of nitrogen 1.169% or the equivalent of 7.30% protein. These results meet minimum standards of proteins, suggested by Parakkasi (1999) of 7%.

Keywords: *plasma, ion, pellets, nitrogen, protein.*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengaruh peradiasian plasma terhadap kadar unsur nitrogen dan protein sampel berupa pellet pakan sapi dari limbah tanaman jagung. Plasma yang digunakan dalam penelitian ini yaitu plasma korona positif yang dibangkitkan menggunakan tegangan tinggi arus searah (DC) dengan konfigurasi elektroda multi titik-bidang di mana jarak antar elektroda 2,5 cm.

Pada penelitian ini variable yang digunakan yaitu variasi tegangan dengan besaran (3-9,5) kV, di mana sampel tanpa perlakuan digunakan sebagai kontrol. Reaktor plasma yang digunakan dalam penelitian ini yaitu elektroda multi titik bidang, di mana elektroda titik dihubungkan dengan elektroda positif. Jarak antar elektroda 2,5 cm.

Kuat medan listrik tinggi di sekitar elektroda titik (elektroda aktif) dapat mengionisasi molekul-molekul gas nitrogen di sekitar elektroda aktif. Ion-ion nitrogen kemudian terdepositasi ke dalam sampel, sehingga kadar nitrogen bertambah. Variasi tegangan dapat mempengaruhi jumlah ion yang terbentuk sehingga mempengaruhi kadar nitrogen sampel. Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan tegangan efektif peradiasian plasma terjadi pada tegangan 4 kV dengan kadar nitrogen 1,167 % yang setara dengan 7,30 % protein. Hasil ini memenuhi standar minimum protein yang disarankan oleh Parakkasi (1999) sebesar 7 %.

Kata kunci: *plasma, ion, pellet, nitrogen, protein.*

PENDAHULUAN

Pakan adalah bahan yang dimakan dan dicerna hewan sebagai asupan unsur hara atau nutrisi yang penting untuk perawatan tubuh, pertumbuhan penggemukan, reproduksi serta

laktasi. Alasan lain mengapa pakan menjadi salah satu faktor terpenting selain bibit dan manajemen di dalam pemeliharaan ternak, khususnya ternak sapi adalah biaya pakan

yang merupakan biaya terbesar dari total biaya produksi yaitu mencapai (70-80) % [1].

Pemanfaatan limbah sebagai bahan pakan ternak merupakan alternatif dalam meningkatkan ketersediaan penyusunan pakan. Limbah yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan berasal dari bagian-bagian tanaman atau hewan yang dijadikan sebagai pakan kasar, sumber energi, sumber protein atau sumber mineral. Bahan pakan kasar sebagian besar berasal dari limbah pertanian dan perkebunan di lapangan [2].

Proses pencernaan ruminansia seperti sapi dapat terjadi secara mekanis di dalam mulut, secara fermentatif oleh mikroorganisme rumen (bakteri, protozoa dan fungi) yang letaknya di muka perut sejati dan secara hidrolisis oleh enzim pencernaan. Keberadaan mikro organisme rumen memberi keuntungan bagi hewan ruminansia yaitu produk fermentasi rumen menjadi bentuk yang lebih mudah diserap dalam usus. Hewan ruminansia mampu memanfaatkan nitrogen bukan protein dan mampu mencerna pakan kasar dalam jumlah besar [3].

Nugraha [4] melakukan penelitian perlakuan plasma korona untuk pengayaan kadar unsur nitrogen pupuk kompos dari limbah kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan kadar nitrogen meningkat linieristik sesuai dengan durasi peradiasian plasma. Pada penelitian tersebut durasi waktu yang digunakan yaitu 10-100 menit. Di mana nilai tertinggi terjadi pada menit ke 100 dengan nilai kadar nitrogen sebesar $(3,38 \pm 0,27)$ %.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah peradiasian plasma terhadap sampel pellet pakan sapi dari limbah tanaman jagung pada udara atmosfer dapat meningkatkan kadar nitrogen dan protein sampel. Komposisi normal udara kering adalah: 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% gas lainnya [5]. Dengan komposisi nitrogen pada udara yang mencapai 78 %, ini berpotensi menghasilkan ion N^+ apabila diradiasi dengan plasma. Ion N^+ diharapkan

dapat menyusup ke suatu bahan, di mana penyusupan ion nitrogen terhadap suatu bahan dapat merubah struktur mikro bahan, hal tersebut dapat menyebabkan perubahan sifat-sifat kimia maupun fisik bahan.

Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui : Karakteristik arus dan tegangan reaktor elektroda konfigurasi multi titik-bidang (*multy point to plane*). Pengaruh interval tegangan terhadap perubahan kadar nitrogen dan protein pellet pakan sapi dari limbah tanaman jagung.

Manfaat dari penelitian ini adalah: Memperoleh alternatif cara pengayaan nitrogen dan protein pellet pakan sapi dari limbah tanaman jagung yaitu dengan menggunakan teknologi plasma. Memberikan pengetahuan baru dalam teknologi pembuatan pellet pakan sapi yang kaya kadar nitrogen dan protein.

DASAR TEORI

Plasma merupakan gas yang terionisasi, terdiri dari elektron-elektron bebas, ion-ion, atom-atom atau molekul-molekul [6]. Percampuran antara ion-ion yang bermuatan positif dengan elektron yang bermuatan negatif dan radikal, memiliki sifat-sifat yang sangat berbeda dengan gas pada umumnya, materi pada fase ini disebut fase plasma dan dianggap sebagai materi ke empat setelah padat, cair dan gas [7].

Gas yang terionisasi mempunyai kriteria untuk disebut sebagai plasma yaitu derajat ionisasi, panjang Debye (λ_D), temperatur dan energi. Derajat ionisasi menentukan karakteristik plasma yang terbentuk. Derajat ionisasi dinyatakan dengan:

$$\alpha = \frac{n}{n + n_0} \quad (1)$$

dengan n adalah kerapatan partikel bermuatan dan n_0 merupakan kerapatan partikel netral. Derajat ionisasi yang kurang dari 10^{-4} diklasifikasikan sebagai gas terionisasi rendah.

Di atas batas harga ini dapat dianggap sebagai gas terionisasi tinggi. Panjang Debye dinyatakan dengan persamaan:

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 k T_e}{n_e e^2}} \quad (2)$$

di mana λ_D adalah panjang Debye dalam m, ϵ_0 adalah permitifitas ruang hampa ($8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ Nm}^{-2}$), k adalah konstanta Boltzman ($1,38.10^{-23} \text{ J/K}$), T_e adalah temperatur elektron (K), n_e adalah kerapatan elektron (m^{-3}) dan e adalah muatan elektron ($1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$) [8].

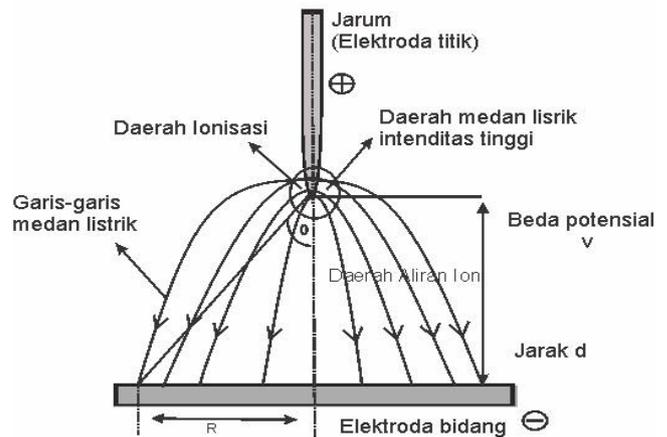
Plasma Pijar Korona

Korona adalah terlepasnya muatan listrik dari permukaan konduktor yang merupakan salah satu gejala tembus parsial karena adanya kuat medan listrik yang sangat tinggi di permukaan elektroda sehingga terjadi tembus di sekitar daerah elektroda tersebut. Korona diawali dengan adanya ionisasi dalam udara yaitu adanya kehilangan elektron dari molekul udara [9].

Plasma pijar korona merupakan sebuah plasma non-thermal (*non-thermal equilibrium*) yang terkarakterisasikan dengan temperatur gas rendah dan temperatur elektron tinggi. Lucutan korona dimulai ketika medan listrik disekitar elektroda dengan bentuk geometri sangat lengkung (elektroda aktif) memiliki kemampuan untuk mengionisasi spesies gas.

Suatu korona akan bersifat positif atau negatif bergantung kepada pemberian polaritas tegangan elektroda aktif. Korona positif terjadi ketika elektroda dihubungkan dengan terminal positif sumber tegangan. Sedangkan korona negatif terjadi ketika elektroda aktif dihubungkan dengan terminal negatif sumber tegangan. Pada gambar 1 ditunjukkan daerah dalam lucutan pijar korona antara dua elektroda dengan konfigurasi geometri hyperboloid-bidang yang merupakan pendekatan terhadap geometri multi titik-

bidang. Pada gambar 1 tersebut terdapat arus yang keluar dari geometri lengkung titik bidang yang dinamakan arus saturasi unipolar korona yang dihasilkan dari ion-ion yang mengalir melalui daerah aliran muatan (*drift region*).



Gambar 1. ilustrasi daerah antara dua elektroda pada lucutan korona titik bidang dengan polaritas positif pada elektroda titik.

Pada konfigurasi elektroda geometri *hyperboloid-plane* (pendekatan untuk konfigurasi multi titik-bidang), arus saturasi *unipolar* korona diberikan oleh persamaan:

$$\frac{I_s}{V^2} = \frac{2\mu\epsilon_0}{d} \quad (3)$$

Di mana I_s adalah arus saturasi *unipolar* korona, V adalah tegangan korona, μ adalah mobilitas ion unipolar, ϵ_0 adalah permitivitas ruang hampa, dan d adalah jarak antar elektroda [10].

Limbah Tanaman Jagung Sebagai Bahan Pakan Sapi

Limbah tanaman jagung merupakan salah satu produk samping pertanian yang ketersediaannya cukup berlimpah. Namun limbah tanaman jagung tanpa perlakuan

tergolong bahan pakan yang berkualitas rendah. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas limbah tanaman jagung agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan secara optimal, terutama untuk ternak ruminansia. Andayani [11] dari hasil penelitiannya memberikan kesimpulan bahwa penggunaan kulit buah jagung amoniasi dengan urea dalam ransum dapat digunakan sebagai pengganti hijauan pakan sapi karena dapat meningkatkan degradasi zat makanan.

Table 1 Proporsi limbah tanaman jagung [12]

Limbah jagung	Kadar air (%)	Protein kasar (%)	Kecernaan BK <i>in vitro</i> (%)
Batang	70-75	3,7	51
Daun	20-25	7,0	58
Tongkol	50-55	2,8	60
Kulit jagung	45-50	2,8	68

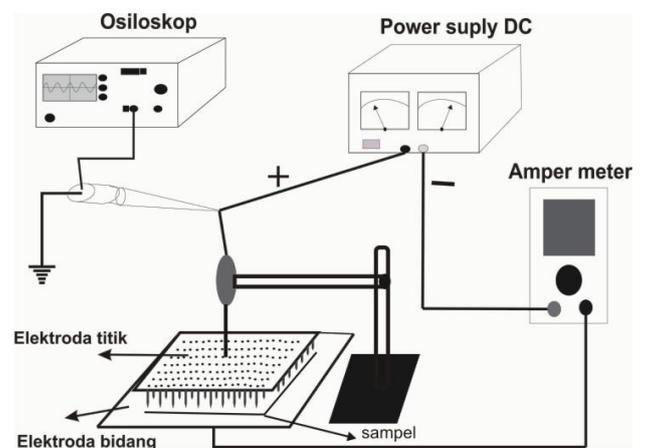
Pellet

Pellet adalah pakan yang dibentuk dengan cara ditekan dan dipadatkan melalui lubang cetakan secara mekanis [13]. Proses pembuatan pellet pada umumnya terdiri dari 3 tahap, yaitu pengolahan pendahuluan meliputi pencacahan, pengeringan dan penghancuran menjadi tepung. Pembuatan pellet meliputi pencetakan, pendinginan dan pengeringan, dan Perlakuan akhir meliputi sortasi, pengepakan dan pengudangan [14].

METODE PENELITIAN

Sistem reaktor plasma yang digunakan berkonfigurasi multi titik-bidang. Elektroda titik berupa jarum yang ujungnya runcing dengan diameter 1 mm dan berjumlah 357. Elektroda bidang berupa plat logam dari bahan stainless steel. Posisi kedua elektroda saling tegak lurus. Elektroda titik digunakan sebagai elektroda positif (*anoda*) dan elektroda bidang sebagai elektroda negatif (*katoda*). Jarak antar kedua elektroda yaitu 2,5 cm.

Bahan pellet pakan sapi yang digunakan sebagai sampel berukuran panjang 8 cm, lebar 5 cm dan tebal 0,5 cm. Pellet ini dibuat dari limbah tanaman jagung berupa, batang, daun dan tongkol jagung/janggal. Bahan-bahan dari limbah tanaman jagung tersebut dicacah, kemudian dihancurkan menggunakan blender. Setelah semua bahan hancur kemudian dibuat pellet dengan mencampur semua bahan yang sudah hancur dengan kanji/pati yang dicampur dengan air hangat.



Gambar 2 skema percobaan dalam penelitian

Sampel diradiasi dengan radiasi plasma variasi tegangan. Sampel tanpa radiasi plasma dijadikan sebagai kontrol. Perlakuan peradiasian plasma dilakukan dengan interval tegangan (3-9,5) kV selama 30 menit. Sampel yang telah diradiasi dengan plasma, kemudian diuji kadar nitrogen dan kadar proteinya. Sampel yang tidak diradiasi dengan plasma dijadikan sebagai kontrol.

Data arus I dan tegangan V , kenaikan kadar nitrogen dan protein diolah dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Data Arus I rata-rata dan tegangan V diolah dengan menggunakan program Microsoft Excel untuk menentukan grafik hubungan kuat arus I dan tegangan V .
2. Data hasil uji kadar nitrogen dan protein kemudian diplot dalam grafik dengan menggunakan program Microsoft Excel sehingga diperoleh grafik yang menunjukkan

pengaruh variasi tegangan terhadap kadar nitrogen dan protein sampel.

Berdasarkan data tegangan V dan arus I dibuat grafik karakteristik V dan I . Grafik ini menunjukkan karakter arus dan tegangan pada reaktor plasma yang digunakan dalam penelitian.

Grafik peningkatan kadar nitrogen dan protein pada interval tegangan, dijadikan acuan untuk mengambil kesimpulan. Grafik ini dapat digunakan untuk melihat gambaran secara umum pengaruh peradiasian plasma variasi tegangan terhadap kadar nitrogen dan protein pellet pakan sapi dari limbah tanaman jagung

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peradiasian pellet pakan sapi dari limbah tanaman jagung (*Zea mays*) dilakukan dengan memanfaatkan teknologi plasma yang dibangkitkan melalui teknik plasma pijar korona. Plasma pijar korona yang digunakan merupakan plasma pijar korona positif. Plasma ini dibangkitkan menggunakan power suply arus searah (DC) tegangan tinggi sampai 10 kV pada udara tekanan atmosfer. Elektroda yang digunakan dalam pembangkitan plasma yaitu elektroda multi titik-bidang (*multy point to plane*), di mana elektroda titik sebagai elektroda positif (*elektroda aktif*) dan elektroda bidang sebagai elektroda negatif (*elektroda pasif*). Jarak antar kedua elektroda yaitu 2,5 cm.

Perbedaan potensial diantara kedua elektroda akan memperkuat medan listrik di sekitar elektroda aktif. Medan listrik yang kuat menimbulkan gerakan partikel-partikel bermuatan (*ion-ion*) udara sekitar elektroda aktif. Gerakan partikel-partikel bermuatan udara sekitar elektroda aktif dapat menyebabkan terjadinya ionisasi. Ion-ion yang terbentuk akan tertarik ke elektroda sesuai dengan muatan ion (ion negatif ke arah elektroda positif dan ion positif ke elektroda negatif). Mengingat komposisi udara yang

terdiri sekitar 78 % nitrogen dan 20 % oksigen, sangat memungkinkan terjadinya ionisasi pada kedua gas tersebut. Karena oksigen mempunyai elektronegatifitas yang tinggi maka ion yang terbentuk adalah ion negatif, sehingga ion oksigen akan tertarik ke elektroda positif (*elektroda titik/elektroda aktif*). Sementara ion yang terbentuk dari nitrogen adalah ion positif. Ion nitrogen yang bermuatan positif ini akan tertarik oleh medan negatif/elektroda negatif (*elektroda bidang*) sehingga diharapkan ion nitrogen akan terdepositasi ke sampel yang diletakkan di elektroda negatif dan akan meningkatkan kadar nitrogen sampel.

Karakteristik Arus I dan Tegangan V

Tegangan merupakan besaran fisis yang sangat penting dalam pembangkitan plasma sebab hanya pada besaran tertentu, tegangan pada reaktor dapat menghasilkan medan listrik yang tinggi sehingga dapat membangkitkan plasma.

Karakteristik arus I dan tegangan V reaktor tanpa sampel

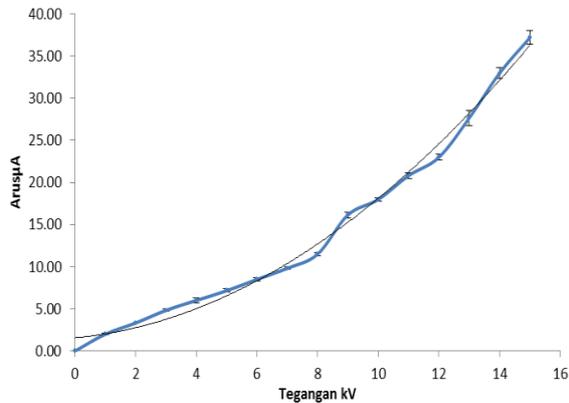
Grafik pada gambar 4.2 di atas adalah grafik arus I sebagai fungsi tegangan reaktor tanpa sampel. Pada grafik diatas terlihat arus meningkat secara kuadratik setiap penambahan tegangan. Berdasarkan teori arus akan meningkat secara kuadratik dengan besarnya arus sebanding dengan kuadrat tegangan (lihat persamaan 2.3). Apabila grafik diatas dibuat dalam persamaan maka akan memenuhi persamaan polynomial orde 2 (*kuadratik*) seperti terlihat pada persamaan 4 di bawah.

$$y = 0,1721x^2 - 0,4447x + 4,8763 \quad (4)$$

x merupakan variable yang menyatakan tegangan V dan y merupakan variable yang menyatakan arus I .

Tegangan yang masih stabil dan dapat dilakukan pengukuran yaitu pada tegangan (0-15) kV. Untuk tegangan yang melebihi 15 kV

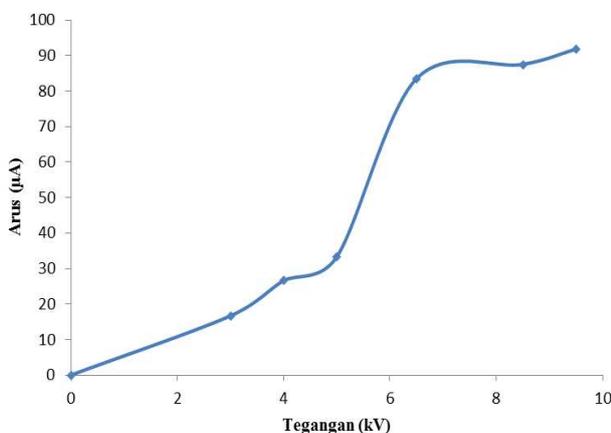
pada reaktor terjadi lucutan, tegangan yang terukur tidak stabil sehingga tidak dilakukan pencatatan tegangan sementara arusnya mencapai ratusan μA .



Gambar 3 grafik arus I sebagai fungsi tegangan V reaktor multi titik-bidang tanpa sampel

Karakteristik arus I dan tegangan V reaktor dengan sampel

Gambar 4 di bawah merupakan grafik karakteristik arus I dan tegangan V reaktor dengan sampel. Grafik tersebut terlihat ada lonjakan arus pada tegangan 6,5 kV dan tegangan selanjutnya. Hal ini terjadi karena pada tegangan yang lebih dari 4,5 kV terjadi lucutan elektron (*electrical discharge*). Grafik tersebut juga memperlihatkan arus pada reaktor dengan sampel rata-rata lebih besar dari pada reaktor tanpa sampel untuk besar tegangan yang sama.

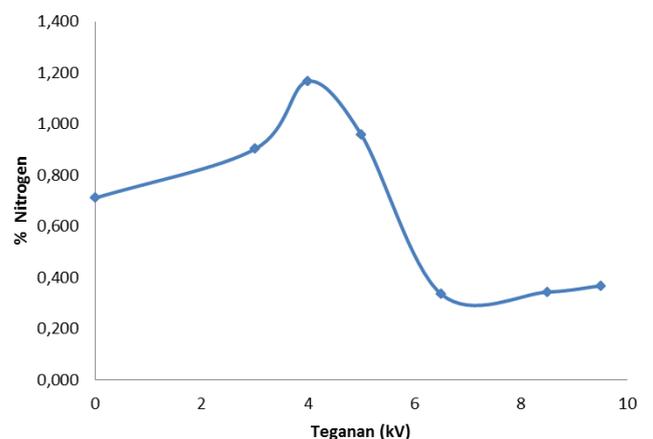


Gambar 4 grafik arus I sebagai fungsi tegangan V reaktor dengan sampel.

Perbedaan besarnya arus ini, dikarenakan sampel dalam keadaan lembab sehingga sampel bersifat sebagai konduktor. Karena sampel sebagai konduktor, maka jarak antar elektroda yang pada keadaan tanpa sampel 2,5 cm dikurangi tebal sampel (0,5 cm).

Pengaruh variasi tegangan terhadap kadar nitrogen

Gambar 5 adalah grafik yang menunjukkan pengaruh variasi tegangan terhadap perubahan kadar nitrogen sampel. Pada grafik tersebut kadar nitrogen dinyatakan dalam persentase. Dari grafik terlihat ada kenaikan kadar nitrogen dibanding sampel tanpa diradiasi plasma variasi tegangan. Hal itu ditunjukkan oleh sampel yang diradiasi dengan tegangan 3 kV, 4 kV dan 5 kV. Pada tegangan 5 kV kadar nitrogen sampel terlihat menurun, hal yang sama ditunjukkan oleh sampel yang diradiasi dengan tegangan 6,5 kV, 8,5 kV dan 9,5 kV. Tapi pada sampel yang diradiasi dengan tegangan 5 kV mempunyai kadar nitrogen lebih tinggi dari kontrol. Sementara sampel yang diradiasi dengan tegangan (6,5-9,5) kV terjadi penurunan kadar nitrogen yang cukup tinggi, bahkan lebih kecil dari kontrol..



Gambar 5 grafik pengaruh variasi tegangan terhadap kadar nitrogen sampel.

Penurunan kadar nitrogen pada tegangan yang lebih dari 5 kV karena pada tegangan-

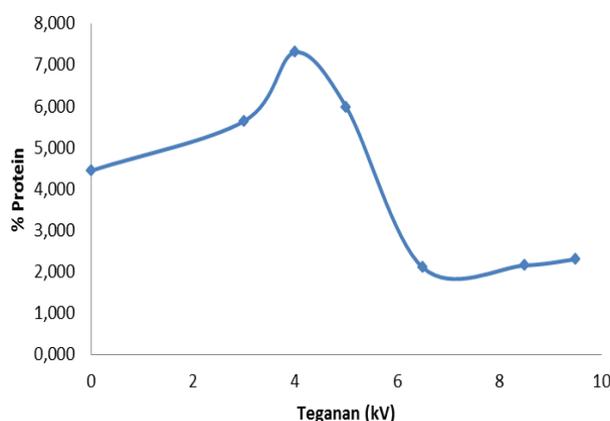
tegangan tersebut terjadi lucutan elektron (*electrical discharge*) sehingga sampel terbakar dan merusak nitrogen yang telah terbentuk

Grafik pada gambar 5 di atas menunjukkan tegangan efektif untuk meningkatkan kadar nitrogen sampel terjadi pada tegangan 4 kV dengan persentase kadar nitrogen 1,167 %. Bila dibandingkan dengan sampel tanpa radiasi yang mempunyai persentase 0,711 %, maka sampel yang diradiasi dengan tegangan 4 kV terjadi kenaikan kadar nitrogen sebesar 64 %.

Pengaruh variasi tegangan terhadap kadar protein

Berdasarkan hasil uji kadar nitrogen sampel yang diradiasi plasma selama 30 menit dengan tegangan (3-9,5) kV diperoleh kadar nitrogen seperti yang terlihat pada gambar 5 di atas. Hasil analisa kadar nitrogen, kemudian dikonversi ke protein dengan persamaan 3.2 yang membedakannya adalah faktor konversi. Faktor konversi untuk jaringan hidup rata-rata sebesar 6,25 [15].

Gambar 4.6 menunjukkan grafik pengaruh variasi tegangan terhadap kadar protein sampel. Pada grafik ini terlihat kenaikan protein berbanding lurus dengan kenaikan kadar nitrogen sampel. Hal ini terlihat dari kesamaan grafik antara kenaikan nitrogen dan protein.



Gambar 6 grafik pengaruh variasi tegangan terhadap kadar protein sampel.

Hubungan Kadar Nitrogen dan Protein terhadap Kualitas Pellet Pakan Sapi

Menurut Parakkasi [16] pakan ruminansia yang baik yaitu pakan yang mempunyai kadar protein minimum untuk konsumsi normal ternak ruminansia adalah 7 % . Dari hasil analisa menunjukkan sampel yang diradiasi dengan tegangan 4 kV dengan durasi peradiasian 30 menit dan merupakan sampel yang menunjukkan kenaikan kadar nitrogen paling tinggi yaitu 1,167 % atau setara dengan 7,30 % protein. Hasil ini memenuhi standar minimum protein yang disarankan oleh Parakkasi sebesar 7 %.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil karakteristik arus dan tegangan reaktor tanpa plasma berupa grafik parabolik, sementara pada reaktor dengan sampel grafiknya tidak parabolik.
2. Tegangan efektif peradiasian plasma terjadi pada tegangan 4 kV dengan kadar nitrogen 1,167 % atau setara dengan 7,30 % protein. Hasil ini memenuhi standar minimum protein yang disarankan oleh Parakkasi sebesar 7 %.
3. Penggunaan teknologi plasma dapat meningkatkan kadar nitrogen dan protein pellet pakan sapi dari limbah tanaman jagung hingga level tertentu pada tegangan tertentu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Semoga segala kontribusi yang diberikan kepada penulis mendapat balasan kebaikan dari Allah SWT. Aamiin...

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Nista, dkk. 2007. *Teknologi Pengolahan Pakan Sapi: Urea Nolases Multinutrient Block (UMMB), Fermentasi Jerami, Amoniasi Jerami, Silage dan Hay*. Departemen Pertanian Direktorat Jenderal Bina Produksi Peternakan Sumbawa.
- [2]. Murni, R. Suparjo dan Akmal. B.L. Ginting. 2008. *Buku ajar teknologi pemanfaatan limbah untuk pakan*. Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Jambi.
- [3]. Suhartati. 2005. *Proteksi Protein Daun Lamtoro (Leucaena leucocephala) Menggunakan Tanin, Saponin, Minyak dan Pengaruhnya Terhadap Ruminal Undegradable Dietary Protein (RUDP) dan Sintesis Protein Mikroba Rumen*. Animal Production, Vol.7, No. I, Januari 2005: 52-58.
- [4]. Nugraha, Irfan W. 2010. *Pemanfaatan Radiasi Plasma untuk Pengayaan Kadar Nitrogen pada Kompos Tandan Kosong Sawit*. Skripsi Jurusan Fisika F MIPA UNDIP. Semarang.
- [5]. Arty, Indah Sulisty. *Pendidikan Lingkungan Hidup Tentang Bahaya Polutan Udara*. Cakrawala Pendidikan, November 2005, Th. XXIV, No. 3.
- [6]. Fridman, Alexander. 2008. *Plasma Chemistry*. Cambridge University Press: New York.
- [7]. Nur, M. 2011. *Fisika Plasma dan Aplikasinya*: Universitas Diponegoro. Semarang.
- [8]. Nasser, E.. 1971. *Fundamental of Gaseous Ionization and Plasma Electronics*. Wiley-Interscience: New York.
- [9]. Arismunandar, A.. 1994. *Teknik Tegangan Tinggi*. PT Pradnya Paramita: Jakarta.
- [10]. Wardaya, Asep Y. dan Nur M. *Analisis Medan Listrik Pada Plasma Korona Dengan Konfigurasi Cincin Bidang*. Berkala Fisika Vol. 13, No. 4, Oktober 2010.
- [11]. Andayani, Jul. *Cernaan In Sacco Ransum Ternak Sapi yang Menggunakan Kulit Buah Jagung Amoniasi*. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan Februari, 2009, Vol. XII. No.1.
- [12]. McCutcheon, J and D. Samples. 2002. *Grazing Corn Residues*. Extension Fact Sheet Ohio State University Extension. US. ANR10-02.
- [13]. Kartasudjana, Ruhyat. 2001. *Teknik Produksi Pakan Ternak*. Departemen Pendidikan Nasional, Proyek Pengembangan Sistem Dan Standar Pengelolaan SMK Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Jakarta.
- [14]. Krisnan, Rantan dan Ginting, S.P. *Penggunaan Solid Ex Decanter Sebagai Perekat Pembuatan Pakan Komplit Berbentuk Pellet: Evaluasi Fisik Pakan Komplit Berbentuk Pellet*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2009.
- [15]. Sumarno, dkk.. *Estimasi Kadar Protein dalam Bahan Pangan Melalui Analisis Nitrogen Total dan Analisis Asam Amino*. Majalah Farmasi Indonesia 13(1), 34 –43, 2002.
- [16]. Parakkasi, Aminudin. 1999. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia*. Universitas Indonesia: Jakarta.