

526.088

S.117

8

1994

LAPORAN PENELITIAN
HIBAH BERSAING PERGURUAN TINGGI
Tahun Anggaran 1993/1994



PENINGKATAN KUALITAS JERAMI
SEBAGAI PAKAN
(Tahap II)

Oleh:
Dr. Ir. C. Imam Sutrisno, dkk

DIBIYAI OLEH PROYEK PENINGKATAN PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
SESUAI DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN HIBAH BERSAING NO.:084/P4M/DPFH/PHDI/2/1993
DIREKTORAT PEMBINAAN PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

LEMBAGA PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS DIPONEGORO
JANUARI 1994

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING

A. Judul Penelitian : Peningkatan Kualitas Jerami sebagai Pakan

B. Penanggung jawab Penelitian :

- a. Nama : Dr. Ir. C. Imam Sutrisno
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. Pangkat/Golongan : Lektor Kepala Madia/IV-B
- d. NIP : 130675160
- e. Bidang keahlian : Teknologi Pakan (Nutrisi Pakan)
- f. Fakultas/Jurusan : Peternakan/Nutrisi dan Makanan Ternak
- g. Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

C. Tim Peneliti :

No.	NAMA DAN BELAR AKADEMIK	BIDANG KEAHLIAN	FAKULTAS/JURUSAN	PERGURUAN TINGGI
1.	Dr. Ir. C. Imam Sutrisno	Teknologi Pakan	Peternakan/Nutrisi	Universitas Diponegoro
2.	Ir. Bambang Sulistiyanto	Nutrisi Ternak	Peternakan/Nutrisi	Universitas Diponegoro
3.	Ir. Widyati, S	Tanaman Pakan	Peternakan/Nutrisi	Universitas Diponegoro
4.	Prof. Dr. dr. Ag. Sumantri	Hematologi	Kedokteran	Universitas Diponegoro
5.	Ir. Nurwanto, MS	Mikrobiologi	Peternakan/Produksi	Universitas Diponegoro
6.	Ir. Tristiarti, MS	Nutrisi Ternak	Peternakan/Nutrisi	Universitas Diponegoro
7.	Ir. Nisyaahuri	Teknik Kimia	Teknik/Kimia	Universitas Diponegoro
8.	Ir. Sri Mukodiningsih, MS	Teknologi Pakan	Peternakan/Nutrisi	Universitas Diponegoro
9.	Ir. Surahanto, MS	Nutrisi Ternak	Peternakan/Nutrisi	Universitas Diponegoro
10.	Ir. Miluto, MS	Ilmu Ternak	Balitbang Ternak Klepu	SubBalitnak-Klepu
11.	Ir. Koch. Ali Djabidi	Teknik Kimia	PT. Ika Chirza Putra	-

D. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian:

- a. Jangka Waktu Penelitian yang diusulkan: 3 tahun
- b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 133.781.250,-
- c. Biaya yang disetujui 1993/1994 : Rp. 22.705.000,-

Mengetahui
Ketua LPM-UND

Ir. Nisyahuri
NIP. 130237470



Semarang, 9 Februari 1994

Peneliti Utama,

Dr. Ir. C. Imam Sutrisno
NIP. 130675160



Mengetahui,
Ketua Lembaga Penelitian
Boedhi Darmojo
NIP. 130431557

RINGKASAN

PENINGKATAN KUALITAS JERAMI SEBAGAI PAKAN (STRAW QUALITY IMPROVEMENT FOR ANIMAL FEEDING)

Sutrisno, C.I., B. Sulistiyanto, S. Widyati, Ag. Soemantri,
Nurwantoro, Surahmanto, S. Mukodiningsih, Tristiarti,
Nisyamhuri, Wiluto, dan M.A. Djabidi
(68 halaman)

Pengadaan pakan di daerah padat penduduk, merupakan masalah tersendiri yang perlu diatasi. Produksi jerami padi di Jawa Tengah yang mencapai 19.402,095 ton/tahun, dan baru 20,40% dimanfaatkan untuk pakan, berpeluang untuk lebih ditingkatkembangkan pemanfaatnya sebagai pakan apabila mampu mengatasi masalah yang menyertainya. Perlakuan fisik, kimia, biologis maupun gabungan dari perlakuan yang ada, mampu mengatasi sebagian masalah, sehingga kualitas jerami meningkat dan layak untuk pakan.

Penggunaan berbagai zat kimia pada aras tertentu ternyata mampu meningkatkan daya cerna jerami padi. Larutan abu malai padi ternyata mampu menggantikan sumber alkali sintetis dalam meningkatkan pencernaan dan kualitas jerami padi.

Bolus (isi rumen) mempunyai potensi untuk memperbaiki mutu pakan. Bolus sapi dan kerbau yang baru diambil dari Rumah Pemotongan Hewan (RPH) mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan bolus kambing dan domba. Bolus yang disimpan pada suhu ruang 25 - 30 C sampai dengan hari ke-8 tidak jauh berbeda kualitasnya dibandingkan bolus yang baru diambil dari RPH.

Penggunaan bolus sebanyak 14,6% bahan kering jerami padi dan kemudian difermentasikan selama 36 hari mampu menghasilkan produk fermentasi jerami bolus (FERMILUS) dengan penampilan dan kualitas yang lebih baik dibanding jerami padi. Kualitas yang sama juga ditunjukkan oleh produk hidrolisis jerami padi (HIDROMIDI) yang merupakan hidrolisis basa jerami padi dengan menggunakan filtrat abu malai padi yang diperkaya dengan berbagai mineral.

Penelitian Peningkatan Kualitas Jerami sebagai Pakan ini mencoba memanfaatkan kelebihan dan kekurangan limbah (jerami padi, bolus maupun malai padi) tersebut, untuk menghasilkan teknologi pakan yang sesuai dengan potensi dan kondisi lingkungannya. Tujuan khusus dari penelitian Tahap II ini adalah: (1) mengetahui penampilan, kualitas dan pencernaan pelet FERMILUS, dan (2) mengetahui penampilan, kualitas dan pencernaan pelet HIDROMIDI sebagai hasil komersial penelitian.

Pengaruh aras onggok, tepung tapioka dan tetes sebagai perekat dalam pembuatan pelet FERMILUS dan HIDROMIDI masing-masing diteliti dengan menggunakan rancangan acak lengkap berpola faktorial 4 x 3 dengan 3 ulangan. Faktor A adalah macam perekat, sedangkan faktor B adalah aras penggunaan perekat, masing-masing sebesar 2.5, 5.0, 7.5, dan 10% bahan kering FERMILUS maupun HIDROMIDI.

Pengamatan kualitas fisik pelet dilakukan secara obyektif, terhadap kekerasan dan durabilitas, maupun secara subyektif, yang mencakup uji organoleptis tentang warna, tekstur, kekompakan, bentuk dan kenampakan.

Pengamatan kualitas pelet dilakukan terhadap kualitas nutrisi (proksimat, komponen serat, protein total, N-NH₃, VFA total dan parsial) maupun pencernaan (*in vitro*).

Analisis variansi dilakukan dengan paket program MICROSTAT, sedangkan penentuan aras optimal dilakukan dengan polinomial ortogonal melalui program LOTUS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan aras dan macam perekat berpengaruh terhadap kualitas fisik pelet FERMILUS dan HIDROMIDI, tetapi tidak berpengaruh terhadap kandungan nutrisi (proksimat)nya. Penggunaan perekat tepung tapioka 10% menghasilkan kualitas fisik pelet FERMILUS dan HIDROMIDI yang paling baik. Interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap kualitas serat dan pencernaan. Tepung tapioka 10% berpengaruh terbaik bagi selulosa, hemiselulosa dan ADF, serta meningkatkan pencernaan (KCBK dan KCBO) pelet FERMILUS dan HIDROMIDI.

Penggunaan berbagai aras onggok, tepung tapioka dan tetes berpengaruh terhadap produksi amonia dan protein total, tetapi interaksi aras dan macam perekat tidak berpengaruh terhadap protein kasar. Penggunaan tepung tapioka 10% menghasilkan amonia maupun protein total paling baik dalam pelet FERMILUS maupun HIDROMIDI.

SUMMARY

STRAW QUALITY IMPROVEMENT FOR ANIMAL FEEDING

Sutrisno, C.I., B. Sulistiyanto, S. Widyati, Ag. Soemantri,
Nurwantoro, Surahmanto, S. Mukodiningsih, Tristiarti
Nisyamhuri, Wiloeto, dan M.A. Djabidi

The waste of agriculture is an alternative source to solve the crucial problem of feeding supply in the densely area. In Central Java, rice straw production is 19,402,095 ton/year, but only 20.40 % of this product was used as an animal feeding. The data indicated the potent and the possibility of straw to be developed as the feedstuff. To improve the quality, the weakness of the straw should be omitted. Physical, chemical and biological treatment and combination of the treatments are the successful method to make up the straw quality.

The digestibility of straw can be increased by chemicals solution in the several point of levels. Solution of ash of paddy-stem is one of the natural source of alkaline solution which is recommended in the hydrolizing process to improve the digestibility and the quality of straw.

Bolus (rumen content) is the potential source for feedstuff processing. The good quality boluses are presented by the bolus of Buffalo and Cattle which is taken fresh from slaughter house than Sheep and Goat. And the quality of preserved bolus (25 - 30°C and 8 day time of preservation) not significantly different with the quality in the fresh condition.

Product of straw fermentation (FERMILUS) that made by adding 14,6 % (DM/DM) of bolus and 36 days fermentation showed the good performance than the original straw. The same phenomena also be showed by the product of straw hydrolizing (HIDROMIDI) with the supernathan of the ash of paddy stem solution which is enrichment by minerals.

This research purposed to combine utilization both of the superiority and the inferiority of wastes (straw, bolus and paddy stem), to find the technology of animal feeding based on the potency and the environmental condition of the region. The aim purpose of the research II are : 1) to evaluate the performance, the digestibility and the quality of FERMILUS pellet, and 2) to evaluate the performance, the quality and the digestibility of HIDROMIDI pellet as the commercial product of the research.

The effects of onggok, cassava meal, and mollasses levels on the FERMILUS and HIDROMIDI pellets were statistically evaluated by the completed randomize design factorial 4 x 3 and 3 replication.

Factor A is the substract i.e. onggok, cassava meal and mollasses, and factor B is the level of the substract i.e. 2.5; 5.0; 7.5 and 10 % of dry matter of FERMILUS and or HIDROMIDI.

The physical quality was evaluated by objective observation such as the strongness and durability of pellet, and the subjective observation such as the color, the texture, the shape, the appearance and the compactness of the pellet. The chemical quality was observed by proximate analyses, fibre component, total protein, N-NH₃, VFA (total and partial) and the digestibility (in-vitro). Variant analyze was used MICROSTAT program, and the optimal level was pointed by the Polinomial Orthogonal of The LOTUS program.

Results of the research noted that the level and the substract significantly affected the physical quality both of the FERMILUS and the HIDROMIDI pellets, but those effect are not significant on the nutrient compositions (proximate) of the pellet. The level of cassava meal (10%) resulted the best physical quality of pellet both of the FERMILUS and the HIDROMIDI. The interaction effect both of levels and substracts on the fibre quality and the digestibility are signifinat. The level 10% of cassava meal noted the good effect on the cellulose, hemicellulose and ADF, also improved the digestibility (OMD and DMD) of the FERMILUS and the HIDROMIDI pellets.

The effect of levels substitution of onggok, cassava meal and mollase on the amonia and total protein productions are significant, but interaction both of levels and substracts has no effect on the crude protein. The level 10 % of cassava meal resulted the highest amonia and protein total productions both of the FERMILUS and the HIDROMIDI pellets.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Mahaesa, karena berkat karunia dan bimbinganNya penelitian **Peningkatan Kualitas Jerami sebagai Pakan (Tahap 1/2)** dapat diselesaikan sesuai dengan rencana. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh teknologi pakan yang sesuai dengan potensi dan kondisi lingkungan. Diharapkan, dengan dilakukannya penelitian ini maka terbuka peluang untuk mengusahakan dan mengembangkan ilmu dan teknologi pakan.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Rektor, Ketua Lembaga Penelitian, Ketua Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat dan Dekan Fakultas Peternakan, yang telah memberikan ijin, fasilitas, kesempatan dan dana untuk mewujudkan penelitian ini.
2. Tim Pemantau Penelitian Hibah Bersaing UNDIP maupun Ditbinlitabmas Ditjen Dikti, yang telah berkenan memberikan pengarahan dan bimbingan untuk tercapainya tujuan penelitian.
3. Rekan-rekan Kelompok Dosen Ilmu Makanan Ternak dan Mikrobiologi UNDIP dan Mikrobiologi UKSW, atas bantuan tenaga dan pemikiran yang dicurahkan selama persiapan dan pelaksanaan penelitian, baik dalam forum konsultasi maupun diskusi.
4. Rekan-rekan peneliti, atas segala curahan waktu dan ketekunan sehingga penelitian ini dapat terlaksana tepat waktu, tepat tujuan, tepat manajemen penelitian dan tepat dana.
5. Saudara-saudara laboran, mahasiswa Jurusan Nutrisi dan jurusan Produksi Fakultas Peternakan UNDIP, yang telah bersusah payah membantu penelitian ini. Khusus untuk Drs. Setyo Wardoyo dan YR Haryanto, SH, terima kasih atas bantuan pengetikan laporan.

Penulis berharap, semoga tulisan ringkas ini bermanfaat dan dimanfaatkan bagi pengembangan usaha dan pengembangan ilmu dan teknologi pakan.

DAFTAR ISI

	Halaman
REKAP USUL PENELITIAN	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
PENDAHULUAN	1
TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN TAHUN KEDUA	3
1. Tujuan Penelitian	3
2. Manfaat Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
1. Pemanfaatan dan Pengolahan Jerami Padi	4
2. Pengolahan dengan Alkali	7
3. Mikroba Bolus	12
4. Pembuatan Pelet	14
5. Bahan Perekat	18
6. Kualitas Pelet	19
METODE PENELITIAN	20
1. Penelitian I	21
2. Penelitian II	22
HASIL DAN PEMBAHASAN	24
1. Pengaruh Aras dan Macam Perekat terhadap Penampil- an dan Kualitas Pelet FERMILUS	24
2. Pengaruh Aras dan Macam Perekat terhadap Penampil- an dan Kualitas Pelet HIDROMIDI	41
KESIMPULAN DAN SARAN	60
RENCANA PENELITIAN TAHAP SELANJUTNYA	61
1. Tujuan Khusus	61
2. Metode Penelitian	62
3. Jadwal Kerja	63
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Supyek Penelitian Peningkatan Kualitas Jerami sebagai Pakan	2
2. Lokasi Penelitian dan Hasil yang Diharapkan	2
3. Rataan Hasil Analisis Mineral Air Rendaman Abu	10
4. Rataan Pengaruh Jenis Padi, Bagian Tanaman dan Waktu Perendaman terhadap Kebasaan (pH) Filtrat Abu	10
5. Rangkuman Persamaan Pengaruh Aras dan Macam Perekat terhadap Penampilan dan Kualitas Pelet Fermilus	24
6. Rataan Hasil Pengamatan Kualitas Fisik Pelet Fermilus secara Subyektif	25
7. Rataan Hasil Pengamatan Kualitas Fisik Pelet Fermilus secara Obyektif	26
8. Rataan Kandungan Pelet Fermilus (dalam 100% Bahan Kering)	28
9. Rataan Kualitas Serat Pelet Fermilus	30
10. Rataan KCBK dan KCBO Pelet Fermilus	34
11. Rataan Produksi Protein Total dan Amonia Pelet Fermilus	38
12. Rangkuman Persamaan Pengaruh Aras dan Macam Perekat terhadap Penampilan dan Kualitas Pelet Hidromidi ...	42
13. Rataan Hasil Pengamatan Kualitas Fisik Pelet Hidromidi secara Subyektif	43
14. Rataan Hasil Pengamatan Kualitas Fisik Pelet Hidromidi secara Obyektif	44
15. Rataan Kandungan Nutrisi Pelet Hidromodi (Berdasar 100% Bahan Kering)	47
16. Rataan Kualitas Serat Pelet Hidromidi	48
17. Rataan KCBK dan KCBO Pelet Hidromidi	52
18. Rataan Produksi Protein Total dan Amonia Pelet Hidromidi	56
19. Jadwal Kerja Penelitian Tahap I/3	64

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Upaya Peningkatan Kualitas Limbah Pertanian	6
2. Alur Proses Produksi dalam Industri Pelet	15
3. Langkah-langkah Penelitian	20
4. Pembuatan FERMILUS	21
5. Pembuatan HIDROMIDI	22
6. Grafik Pengaruh Interaksi Macam dan Aras Perekat terhadap Kekerasan Pelet Fermilus	27
7. Grafik Pengaruh Interaksi Macam dan Aras Perekat terhadap Durabilitas Pelet Fermilus	27
8. Grafik Hubungan antara Kandungan BETN dengan Kekerasan dan Durabilitas Pelet Fermilus	29
9. Grafik Hubungan antara Kandungan NDF dengan Lignin dan Selulosa Pelet Fermilus	31
10. Grafik Hubungan antara Kandungan ADF dengan Lignin dan Selulosa Pelet Fermilus	33
11. Grafik Hubungan antara KCBK dengan Lignin, Selulosa dan Silika Pelet Fermilus	35
12. Grafik Hubungan antara KCBO dengan Lignin, Selulosa dan Silika Pelet Fermilus	37
13. Grafik Pengaruh Interaksi Macam dan Aras Perekat terhadap Protein Kasar Pelet Fermilus	39
14. Grafik Produksi N-NH ₃ Pelet Fermilus	40
15. Grafik Pengaruh Aras dan Macam Perekat terhadap Protein Total Pelet Fermilus	41
16. Grafik Pengaruh Interaksi Macam dan Aras Perekat terhadap Kekerasan Pelet Hidromidi	45
17. Grafik Pengaruh Interaksi Macam dan Aras Perekat terhadap Durabilitas Pelet Hidromidi	45
18. Grafik Hubungan antara Kandungan BETN dengan Kekerasan dan Durabilitas Pelet Hidromidi	46
19. Grafik Hubungan Antara Kandungan NDF dengan Lignin dan Selulosa Pelet Hidromidi	49

20. Grafik Hubungan antara Kandungan ADF dengan Lignin dan Selulosa Pelet Hidromidi	51
21. Grafik Hubungan antara KCBK dengan Lignin, Selulosa dan Silika Pelet Hidromidi	55
22. Grafik Hubungan antara KCBO dengan Lignin, Selulosa dan Silika Pelet Hidromidi	55
23. Grafik Pengaruh Aras dan Macam Perekat terhadap Protein Kasar Pelet Hidromidi	57
24. Grafik Pengaruh Aras dan Macam Perekat terhadap Protein Total Pelet Hidromidi	58
25. Grafik Pengaruh Aras dan Macam Perekat terhadap Produksi Amonia Pelet Hidromidi	59

PENDAHULUAN

Tumbuh kembangnya usaha peternakan sangat tergantung pada kualitas, kuantitas dan kontinuitas penyediaan pakan. Hijauan pakan yang merupakan pakan utama ternak ruminansia, produksinya makin terbatas karena alih fungsi peruntukan lahan. Oleh karena itu, hijauan pakan perlu digantikan dengan pakan lain.

Jerami padi merupakan limbah pertanian yang potensial sebagai pakan karena pola pembangunan peternakan di Indonesia mengikuti pola pengembangan pangan yang sangat tergantung pada padi. Jerami padi pada hakekatnya merupakan tanaman tua dengan banyak kelemahan, diantaranya adalah kandungan protein kasarnya sudah menyusut, Ca dan P nya rendah, karbohidratnya sudah mengalami perubahan dan membentuk suatu ikatan yang sukar dicerna ternak, serta kandungan silikat dan oksalatnya tinggi sehingga mengganggu proses pencernaannya. Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut, teknologi yang dikembangkan berkisar pada upaya melarutkan silikat, mengembalikan karbohidrat ke dalam bentuk yang lebih sederhana, meningkatkan kandungan protein serta meningkatkan Ca dan P dalam imbangannya yang proporsional. Upaya tersebut mencakup perlakuan fisik, kimia, biologis maupun kombinasinya (Sutrisno, 1985).

Penggunaan bolus, yakni isi rumen yang merupakan limbah rumah pemotongan hewan, sebanyak 14,6% bahan kering jerami padi dan kemudian difermentasikan selama 36 hari mampu menghasilkan produk fermentasi jerami bolus (FERMILUS) dengan penampilan dan kualitas yang lebih baik dibanding jerami padi. Kualitas yang sama juga ditunjukkan oleh produk hidrolisis jerami padi (HIDROMIDI) yang merupakan hidrolisis basa jerami padi dengan menggunakan filtrat abu malai padi yang diperkaya dengan berbagai mineral sebagai sumber basa (Sutrisno, et al., 1993).

Pembuatan pelet FERMILUS dan HIDROMIDI dalam penelitian ini, yang menggunakan berbagai aras onggok, tepung tapioka dan tetes sebagai perekat, diharapkan mampu meningkatkan penampilan dan kualitas produk FERMILUS dan HIDROMIDI sehingga akan mempermudah penyimpanan, pengangkutan dan pemanfaatannya sebagai pakan.

Mengacu pada hal-hal tersebut, maka subyek dan aspek penelitian tentang Peningkatan Kualitas Jerami sebagai Pakan mencakup beberapa hal seperti disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1.- SUBYEK PENELITIAN PENINGKATAN KUALITAS JERAMI SEBAGAI PAKAN

No. Subyek Penelitian	Aspek Penelitian
1. Teknologi FERMILUS	Pengaruh berbagai perekat terhadap penampilan produksi dan kualitas pelet FERMILUS
2. Teknologi HIDROMIDI	Pengaruh berbagai perekat terhadap penampilan produksi dan kualitas pelet HIDROMIDI

Penelitian ini mencakup banyak aspek utamanya yang berkaitan dengan penampilan dan kualitas pelet, karena itu penelitian ini dilaksanakan di berbagai tempat dengan harapan akan diperoleh hasil seperti tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2.- LOKASI PENELITIAN DAN HASIL YANG DIHARAPKAN

No. Subyek Penelitian	Lokasi Penelitian	Hasil yang diharapkan
1. Fermilus	- Lab. Nutrisi - Sub BPT Klepu	- Fermilus - Pelet Fermilus
2. Hidromidi	- Lab. Nutrisi - Sub BPT Klepu	- Hidromidi - Pelet Hidromidi
3. Penampilan pelet	- PT Brantas Pelletizing Factory - Karanganyar - PT Central Proteina Prima Semarang - Lab. Sentral	- Kekerasan pelet - Durabilitas pelet - Uji organoleptis
4. Kualitas Pelet	- Lab. Sub Bag. Hara - Lab. BPT Ciawi	- Proksimat analisis - Komponen serat, Kecernaan - Protein total, N-NH ₂

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN TAHUN KEDUA

1. Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian adalah untuk memperoleh teknologi pakan yang sesuai dengan potensi dan kondisi lingkungan.

Tujuan khusus penelitian tahun kedua adalah:

- a. Mengetahui cara terbaik pembuatan pelet FERMILUS
- b. Mengetahui cara terbaik pembuatan pelet HIDROMIDI
- c. Mengetahui penampilan, kualitas dan kecernaan pelet FERMILUS.
- d. Mengetahui penampilan, kualitas dan kecernaan pelet HIDROMIDI

2. Manfaat Penelitian

Dengan berhasil di pelet kanya FERMILUS dan HIDROMIDI, maka akan diperoleh manfaat:

- a. Jerami padi dan malai serta bolus (isi rumen) sebagai limbah rumah pemotongan hewan yang semula memerlukan tempat banyak dan mudah rusak menjadi lebih ringkas, tahan lama dan mudah mengangkutnya.
- b. Kualitas pelet FERMILUS dan HIDROMIDI yang baik akan meningkatkan peluang pengembangan peternakan sapi potong dengan menggunakan pelet sebagai pakan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pemanfaatan dan Pengolahan Jerami Padi.

Pemanfaatan jerami padi mencakup penggunaan yang sangat luas, antara lain sebagai sumber bahan organik, alas kandang, bahan bakar dan pakan. Sebagai pakan, jerami padi sudah lama dikenal masyarakat. Jerami padi mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai pakan bernilai, setidaknya untuk mencukupi kebutuhan pakan dimusim kemarau (Komar, 1984). Tetapi di dalam penggunaannya, jerami padi ini perlu diimbangi dengan pemberian makanan penguat untuk memenuhi kebutuhan gizi ternak, mengingat rendahnya kandungan zat gizi makanan dan konsumsi membatasi penggunaan jerami padi sebagai pakan (Soejono, 1983). Jerami padi tidak palatable, kecuali jika diberi penambahan-penambahan berupa energi yang mudah dicerna, protein kasar, mineral dan beberapa vitamin (Tillman, 1981).

Tingkat pemanfaatan jerami padi sebagai pakan menurut pendapat Djajanegara dan Sitorus (1983) disamping dipengaruhi keraguan terhadap mutu dan kegunaan jerami juga disebabkan karena: tersebarnya produk dalam jumlah yang terbatas, biaya pengumpulan masih tinggi, proses pemanfaatan sebagai pakan belum ada atau masih sulit pelaksanaannya serta tidak dapat bersaing dengan bahan-bahan yang sudah ada. Menurut Sutrisno (1985) pemanfaatan jerami dapat digunakan langsung dalam ransum, pengolahan untuk mempertinggi nilai pakannya dan pengawetan untuk menjaga kelangsungan penyediaannya. Untuk itu beberapa kelemahan jerami padi sebagai pakan harus dapat diatasi.

Jerami padi adalah sisa panen padi, dimana biji atau butiran padinya telah dituai, banyak dijumpai di daerah-daerah pertanian, utamanya pada musim menuai padi. Jerami padi umumnya masih dipandang sebagai limbah pertanian yang kurang berguna dibandingkan dengan hijauan berkualitas rendah lainnya. Kebanyakan ditimbun sebagai pupuk, dibakar atau dibuang begitu saja. Hal ini karena jerami padi berkadar silikat tinggi (12 - 16%) yang terdapat sebagai kristal yang

mengerumuni dinding sel dan mengisi ruang antar sel. Kristal silikat itu tidak larut dalam air dan tidak larut dalam cairan rumen. Dengan demikian, kristal silikat itu merupakan hambatan utama bagi mikroba rumen dan enzim yang dihasilkan untuk mencerna jerami padi. Menurut Smith et al. (1971), peningkatan kadar silikat sebesar 1% akan menurunkan koefisien cerna bahan organik (KCEB) secara *in vitro* sebesar 1%.

Jerami padi merupakan hasil limbah tanaman tua. Karena umurnya telah tua, maka mengalami lignifikasi bertaraf lanjut hingga sebagian besar karbohidratnya telah membentuk ikatan kokoh dengan lignin dalam bentuk ligno-selulosa dan ligno-hemiselulosa yang sukar dicerna (Willis, et al., 1980). Sebagai tanaman tua, selulosa jerami padi sebagian besar telah berubah dari bentuk amorf menjadi kristal. Selulosa yang berbentuk kristal menyebabkan molekul glukosanya, selain dikokohkan oleh ikatan kokoh glukosida beta 1,4 juga dikokohkan oleh ikatan hidrogen 2,6' (Sutardi, 1980) dan 6,3". Ikatan ini mempersulit pencernaannya.

Jerami padi merupakan tanaman tua, sehingga kandungan proteinnya telah susut jauh, bahan keringnya hanya mengandung protein kasar 3 - 4% saja (Jackson, 1977). Kandungan protein yang rendah ini menyebabkan jerami padi tidak akan sanggup memenuhi kebutuhan hidup pokok ternak akan protein, apalagi untuk memenuhi kebutuhan produksinya.

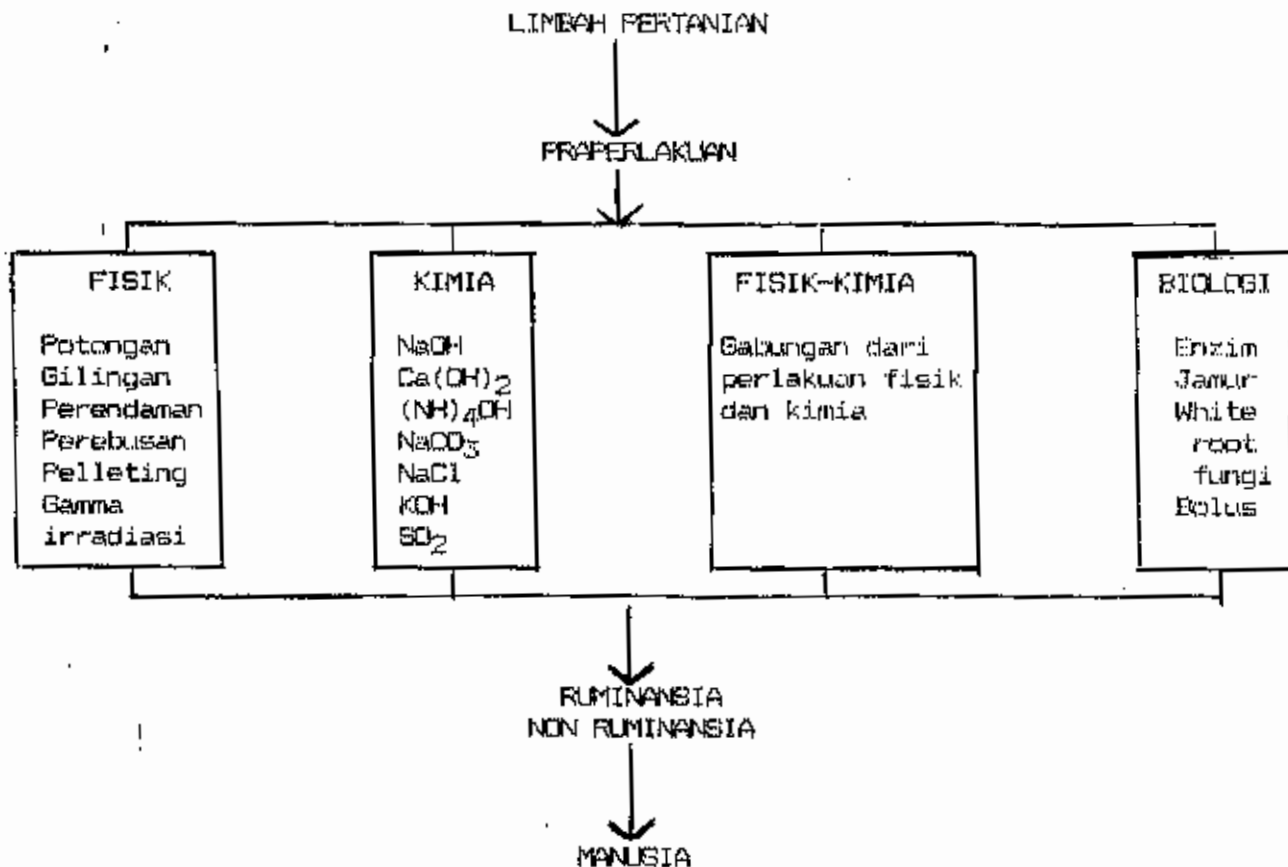
Kandungan Ca, P dan Zn jerami padi juga rendah. Padahal jerami padi ini mengandung oksalat tinggi, yang dapat menghambat penyerapan Ca dan mengganggu nisbah Ca/P. Walaupun dalam rumen sebagian oksalat itu akan rusak, jika jerami padi diberikan dalam jumlah banyak, gangguan oksalat itu perlu diperhitungkan (Sutrisno, 1983).

Semua kelemahan jerami padi tersebut diatas memperlihatkan bahwa keberhasilan pemberian jerami padi sebagai pengganti rumput akan sangat ditentukan oleh hal-hal berikut:

- a. Sebagian kandungan silikatnya harus dapat dilarutkan (Jackson, 1977)
- b. Ikatan hidrogen dalam kristal selulosanya perlu diputuskan (Rexen et al., 1976)

- c. Kandungan nitrogennya ditingkatkan (Sutrisno, 1983)
- d. Kandungan Ca serta keserasian nisbah Ca/P dalam bahan keringnya diperbaiki (Sutrisno, 1983).
- e. Mengingat pertumbuhan mikroba rumen membutuhkan nisbah N/S tertentu, penambahan sumber N pada jerami perlu diimbangi dengan penambahan S yang sepadan (Sutrisno, 1983).

Pengolahan menurut Komar (1984) bertujuan untuk meningkatkan efektivitas cerna oleh enzim mikroba rumen melalui penghancuran ikatan lignin, silikat dan kutin, disamping itu pengolahan tertentu dapat meningkatkan kandungan protein kasarnya. Menurut Soejono (1983) dan Sutrisno (1985), jerami padi dapat ditingkatkan mutunya dengan beberapa cara seperti perlakuan fisik, kimia, biologis atau gabungan seperti tersaji dalam Gambar 1.



Gambar 1.- UPAYA PENINGKATAN KUALITAS LIMBAH PERTANIAN
Sumber: Sutrisno (1985).

Beberapa penelitian tentang penggunaan jerami padi tanpa pengolahan pendahuluan menunjukkan hasil yang kurang memuaskan. Misalnya pemberian jerami padi yang dicampur tetes 0,36 - 0,81% pada sapi perah yang berumur sekitar 13 bulan sebanyak 0,4 - 1% bobot hidup, belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap rataan pertambahan bobot hidup harian. Bahkan terlihat adanya kecenderungan bahwa semakin tinggi persentase pemberian jerami padi, akan semakin rendah rataan pertambahan bobot hariannya (Siregar, 1976).

Beberapa peneliti mencoba membuat perlakuan pendahuluan baik secara fisik maupun kimiawi untuk mengatasi pembatasan penggunaan jerami padi dan hijauan berkualitas rendah lainnya. White, et al., (1971) membuat percobaan tingkat pemberian dan ukuran jerami padi. Jenis makanan yang diberikan sebagai perlakuan adalah ransum

A: seluruhnya terdiri atas konsentrat,

B: jerami padi 20% berukuran giling 1,27 cm + tetes 10%,

C: jerami padi 5% berukuran giling 1,27 cm + tetes 10%,

D: jerami padi 20% berukuran giling 1,27 cm + tetes 25%,

E: jerami padi 25% berukuran giling 1,27 cm + tetes 25%,

F: jerami padi 20% berukuran giling 3,81 cm + tetes 10%,

G: jerami padi 5% berukuran giling 3,81 cm + tetes 5%,

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sapi dengan ransum D mempunyai penampilan terbaik dibandingkan sapi dengan ransum yang lain.

2. Pengolahan dengan Alkali.

Prinsip dalam perlakuan kimia adalah untuk melepaskan atau merenggangkan ikatan antara selulosa dengan lignin sehingga menyebabkan kenaikan kecernaan (Soejono, 1983). Perlakuan secara kimia biasanya dilakukan dengan menggunakan larutan alkali yang dapat meningkatkan daya cerna ternak terhadap pakan kasar (roughage). Komar (1984) menyatakan bahwa daya kerja alkali mencakup: (1) pemutusan ikatan antara selulosa dan hemiselulosa dengan lignin dan silikat, (2) esterifikasi gugus asetil dengan membentuk asam urat, (3) pe

rombakan struktur dinding sel melalui pengembangan jaringan serat kasar yang nantinya memudahkan penetrasi molekul enzim mikroba. Sedangkan menurut Sutardi, et al., (1982) perlakuan alkali bertujuan untuk melarutkan kristal silikat dan memecahkan ikatan hidrogen selulosa. Alkali yang biasa dipakai adalah NaOH, KOH dan NH₄OH (Jackson, 1977).

Klopfenstein, et al., (1972) mengadakan penelitian perlakuan penambahan alkali terhadap hijauan berkualitas rendah. Penelitian ini mencoba batang alfalfa, tongkol jagung, batang jagung yang ditambah NaOH atau peroksida dan diberikan kepada anak domba untuk percobaan pencernaan dan metabolisme. Penambahan NaOH 4% menaikkan koefisien cerna bahan kering (KCBK) batang alfalfa sebesar 6,8%. KCBK tongkol jagung bertambah 11,2% dengan penambahan NaOH 4%, sedangkan KCBK batang jagung bertambah 12,8 dan 19,5% dengan penambahan 3 dan 5% NaOH. Nampak dari penelitian ini bahwa penambahan NaOH 3 - 5% pada hijauan berkualitas rendah mampu meningkatkan KCBK dan penampilan ternak.

Berger, et al., (1979) membuat percobaan untuk melihat pengaruh NaOH terhadap efisiensi pencernaan dalam rumen. Ransum yang diberikan mengandung 80% tongkol jagung dan 20% tambahan untuk membuat campuran ransum lengkap berisi 0, 2, 4, 6, dan 8% NaOH. Perubahan pencernaan serat kasar dinilai melalui percobaan *in vitro* dan *in vivo*. Hasilnya menunjukkan bahwa KCBK *in vitro* bertambah dari 45,1% untuk kontrol menjadi 83,1% untuk ransum yang ditambah 8% NaOH. KCBK *in vivo* 5, 12, dan 5 unit persen lebih kecil dibandingkan dengan KCBK *in vitro* pada tingkat penambahan NaOH 4, 6, dan 8%.

Bales, et al., (1979) mengadakan perbandingan antara ammonium, kalium, natrium klorida dan hidroksida terhadap KCBK *in vitro* batang Milo. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa NaOH menaikkan KCBK *in vitro* lebih baik dibandingkan KOH. Semua perlakuan penambahan hidroksida memperbaiki KCBK *in vitro*, tetapi NaOH dan KOH melebihi pengaruh penambahan NH₄OH, dengan KCBK berturut-turut 56,2, 55,6, dan 46,4%. Gugus hidroksida menambah KCBK *in vitro*, tetapi gugus klorida mengurangi KCBK.

Penelitian McManus (1976) menunjukkan bahwa kelarutan dan koefisien cerna jerami bertambah besar bilamana diberikan 5 g NaOH/100 BK. Lebih lanjut dinyatakan bahwa jerami padi lebih peka terhadap perlakuan alkali dibandingkan sekam padi. Perlakuan penambahan alkali akan merusak penyelimutan silikat dan lignin jerami padi sehingga meningkatkan KCBK dan KCB0 secara *in vitro*. Percobaan *in vivo* menunjukkan bahwa konsumsi dan pencernaan sekam padi lebih baik jika memperoleh penambahan alkali. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan alkali, menyebabkan lembaran kutikula bersilika pada bagian luar sekam padi menjadi larut dan terangkat dari garis bawah metrike pallisade (lignoselulosa).

Penggunaan berbagai zat kimia berupa basa dan urea pada taraf-taraf tertentu ternyata mampu meningkatkan daya cerna jerami padi (Murningsih, *et al.*, 1983). Meskipun alkali efektif dalam pembebasan energi untuk merangsang pertumbuhan bakteri, dan larutan NaOH sering kali dianggap sebagai larutan alkali yang paling efektif dalam meningkatkan pencernaan bahan ligno-selulosa, tetapi nampaknya kurang berdaya terhadap jerami padi. Mungkin sekali larutan alkali kuat itu kurang efektif dalam melarutkan silikat. Perlakuan alkali saja, kurang efektif dalam menanggulangi masalah silikat. Kelemahan NaOH untuk mengolah jerami antara lain karena sebagian bahan organik akan larut, mahal harganya, sukar didapat dan merupakan sumber pencemaran lingkungan (Sutardi, *et al.*, 1982).

Sebagai pengganti alkali sintetis yang mahal, dapat dicari bahan alamiah atau bahan olahan limbah pertanian yang banyak tersedia dan harganya murah. Indikasi adanya potensi mineral kalium pada tanaman padi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber basa (KOH) telah dibuktikan oleh Sutrisno (1983). Penelitian Sutrisno, *et al.* (1993) menunjukkan bahwa abu di Jawa Tengah potensial, dengan konversi untuk jerami, malai dan sekam dalam bentuk abunya adalah 22.7, 32.3 dan 74.8%. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kebasaan abu malai paling tinggi dibandingkan abu yang lain, dan abu malai Cisadane paling tinggi.

Rataan hasil analisis mineral abu jerami disajikan secara rinci dalam Tabel 3, sedangkan kebasaaan filtrat abu disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 3.- RATAAN HASIL ANALISIS MINERAL AIR RENDAMAN ABU

Uraian	Abu sekam	Abu malai	Abu jerami
	(bagian per juta)		
P	24,0	29,3	19,4
K	375,0	630,0	420,0
Ca	2,1	4,0	4,3
Mg	2,5	2,9	2,7
B	110,7	115,8	120,4
Fe	2,3	1,0	5,7
Na	7,2	9,7	8,4
Cu	0,11	0,51	0,03
Zn	0,75	5,3	2,4
Mn	0,14	0,17	0,28
Cl	120,7	115,0	140,3

Sumber: Sutrisno, et al. (1993)

Penggunaan filtrat larutan abu malai yang diperkaya dengan mineral, untuk hidrolisis jerami padi (HIDROMIDI) ternyata mampu meningkatkan penampilan dan kualitas jerami padi sebagai pakan.

Tabel 4.- RATAAN PENGARUH JENIS PADI, BAGIAN TANAMAN DAN WAKTU PERENDAMAN TERHADAP KEBASAAN (pH) FILTRAT ABU

Perendaman	IR - 36			IR - 64			Cisadane		
	Bekas	Malai	Jerami	Bekas	Malai	Jerami	Bekas	Malai	Jerami
6	8,38 ^f	10,53 ^b	9,92 ^d	8,35 ^f	10,18 ^c	10,07 ^d	7,73 ^d	10,68 ^a	9,18 ^e
12	8,65 ^f	10,52 ^b	9,98 ^d	8,35 ^f	10,20 ^c	10,43 ^c	8,38 ^f	10,77 ^a	9,47 ^e
18	8,23 ^f	10,38 ^c	9,77 ^d	8,08 ^g	10,18 ^c	10,32 ^c	8,57 ^f	10,40 ^c	9,23 ^e
24	8,62 ^f	10,55 ^b	9,87 ^d	8,10 ^g	10,15 ^c	8,70 ^f	8,33 ^f	10,77 ^a	9,12 ^e

Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

Larutan abu, selain bersifat alkalis, pemakaiannya akan lebih layak dipandang dari segi kemudahan untuk memperolehnya dan harganya. Kation Na^+ dalam jumlah banyak dapat membunuh tanaman, sebaliknya, kation Ca^{++} dan K^+ merupakan mineral esensial bagi tanaman. Sehingga pemakaian larutan abu malah padi sebagai sumber alkali cukup aman dipandang dari segi kelestarian lingkungan.

Kekurangan protein kasar dari jerami padi dapat dipenuhi dengan menambahkan urea. Beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam menggunakan urea, menurut Baumgardt (1964) adalah:

- a. ransum cukup mengandung karbohidrat mudah dicerna (RAC)
- b. urea tercampur mesra
- c. memberikan waktu yang cukup pada ternak untuk beradaptasi
- d. pemberian urea tidak lebih dari 1% bahan kering ransum dan tidak lebih dari sepertiga N total,
- e. pemberian urea harus disertai dengan penambahan mineral.

Efisiensi penggunaan urea oleh ruminansia dan jumlah protein yang dapat diganti oleh urea telah diketahui sangat tergantung pada beberapa faktor. Faktor tersebut menurut Loosli dan McDonald (1968) mencakup:

- a. Pengaruh karbohidrat. Penggunaan urea tidak baik pada ransum yang mengandung hay atau hijauan berkualitas rendah, tetapi penggunaannya akan lebih baik apabila ditambahkan pati atau biji-bijian ke dalam ransum.
- b. Pengaruh tingkat protein ransum. Pada ransum berprotein rendah, urea dapat dipakai sebagai pengganti protein, akan tetapi urea akan terbuang apabila ransum mengandung cukup protein.
- c. Pengaruh alkohol yang terikut dalam tambahan makanan, misalnya tetes, etil-alkohol, asam fosfat, urea dan mineral langka tertentu.
- d. Pengaruh terhadap koefisien cerna dan konsumsi ransum.
- e. Faktor-faktor lain yaitu unsur mineral dan asam lemak atsiri (VFA), utamanya yang bercabang.

3. Mikroba Bolus.

Rumen mengandung mikroba yang merombak zat pakan secara fermentatif sehingga menjadi senyawa lain yang berbeda dari molekul zat makanan asalnya (Sutardi, 1980).

Pencernaan oleh mikroba dilakukan secara enzimatis dan enzimnya dihasilkan oleh sel mikroba, tempat utama pencernaan mikroba terjadi dalam retikulum rumen (Tillman, et al., 1984). Mikroba rumen terdiri dari bakteri dan protozoa yang jumlahnya tergantung pada jumlah makanan dan waktu makan (Hungate, 1966). Menurut Sutardi (1980), mikroba mempunyai fungsi melaksanakan fermentasi, membentuk vitamin K dan vitamin B kompleks, dan sebagai sumber zat makanan induk semang.

Jumlah bakteri dalam rumen sekitar 10^{10} /gram isi rumen, meliputi lebih dari 1.000 spesies dan dalam keadaan normal konsentrasinya 10^6 /gram isi rumen (Soewardi, 1974). Sedangkan jumlah protozoa bervariasi antara 10^5 sampai 10^6 /gram isi rumen (Tillman, et al., 1984).

Genus protozoa yang dikenal ada tiga, yakni *Diplodinium* yang mencerna patidan serat kasar, *Entodinium* yang mencerna pati, dan *Isotricha* dan *Dasytricha* yang memfermentasikan glukosa (Annison dan Lewis, 1972). Menurut Soewardi (1974) spesies bakteri yang penting adalah *Streptococci* yang bersifat amilolitik, *Lactate fermenter* yang merubah laktat menjadi propionat, *Lactobacilli* yang menghasilkan asam laktat dan kadang-kadang asetat, *Cellulolytic bacteria* yang menyerang selulosa, selobiosa dan glukosa, *Amylolytic bacteria* yang menyerang pati dan *Proteolytic organism* yang bersifat fakultatif anaerob.

Sintesis protein oleh mikroba rumen memerlukan mineral sulfur untuk sintesis asam amino metionin, sistin, kofaktor biotin, tiamin dan koenzim A (Houvinen dan Gustafson, 1967). Sulfur inorganik masuk kedalam biosintesis sebagai sulfat ($SO_4^{=}$) dan ($S^{=}$). Bentuk sulfur alamiah seperti tiomsulfat, politionat, polisulfid dan unsur sulfur harus dioksidakan menjadi sulfat atau direduksi menjadi sulfida sebelum tersedia untuk reaksi biosintesis. Secara biologis, sulfat dapat direduksi menjadi sulfida atau sebaliknya oleh mikrobia dengan

enzim tertentu. Sulfur sebagai sistin (CysH) menghasilkan tingkat sulfida cairan rumen yang lebih tinggi dibanding kan dengan sulfur sebagai sulfat inorganik. Neraca sulfur selalu positif. Moir (1968) menyimpulkan bahwa taraf optimum sulfur dalam ransum adalah 0,14% dan nisbah N/S = 1 : 10. Protein mikroba rumen dan laju pencernaan selulosa akan bertambah dengan adanya tambahan sulfur yang sesuai.

Bolus diartikan sebagai limbah dari rumen pemotongan hewan (RPH), merupakan isi rumen yang sudah sempat dicerna tetapi belum sempat dimanfaatkan oleh induk semang. Zat-zat makanan yang terkandung dalam bolus seperti serat kasar, karbohidrat dan protein kasar sangat bermanfaat bagi kehidupan mikroba.

Cairan rumen merupakan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan mikroba. Diduga 10% dari bobot cairan rumen terdiri atas protoplasma mikroba (Sutardi, 1979). Mikroba yang terdapat dalam rumen adalah bakteri, protozoa dan yeast like organism. Menurut Hungate (1966) dan Sutrisno (1981), kelompok bakteri yang terdapat didalam rumen adalah bakteri selulolitik, pencerna hemiselulosa, amilolitik, pencerna gula, pemakai asam, proteolitik, penghasil amonia, penghasil metan, lipolitik dan pensintesis vitamin. Dalam mencerna selulosa bakteri bekerja secara sinergis dengan protozoa, sebagai hasilnya adalah asetat, butirrat, propionat, laktat dan protein mikroba (Sutrisno, 1981). Penelitian Sutrisno et al., (1992) menunjukkan bahwa dalam bolus terdapat kelompok total bakteri, total fungi (kapang dan khamir), total mikrobial amilolitik, selulolitik, proteolitik, lipolitik dan pembentuk asam. Bolus sapi mengandung total bakteri dan total mikrobial selulolitik lebih tinggi dibandingkan bolus kambing, sedangkan total mikrobial yang lain, bolus kambing lebih unggul dibandingkan bolus sapi. Adanya asam organik yang dihasilkan, menyebabkan mikroba rumen memungkinkan mempercepat ensilase.

Bolus mempunyai potensi untuk memperbaiki mutu pakan. Hal ini telah dibuktikan oleh Fendiarto et al (1984) bahwa bolus sapi yang digunakan sebagai starter dalam pembuatan silase jerami dapat meningkatkan kandungan protein dan

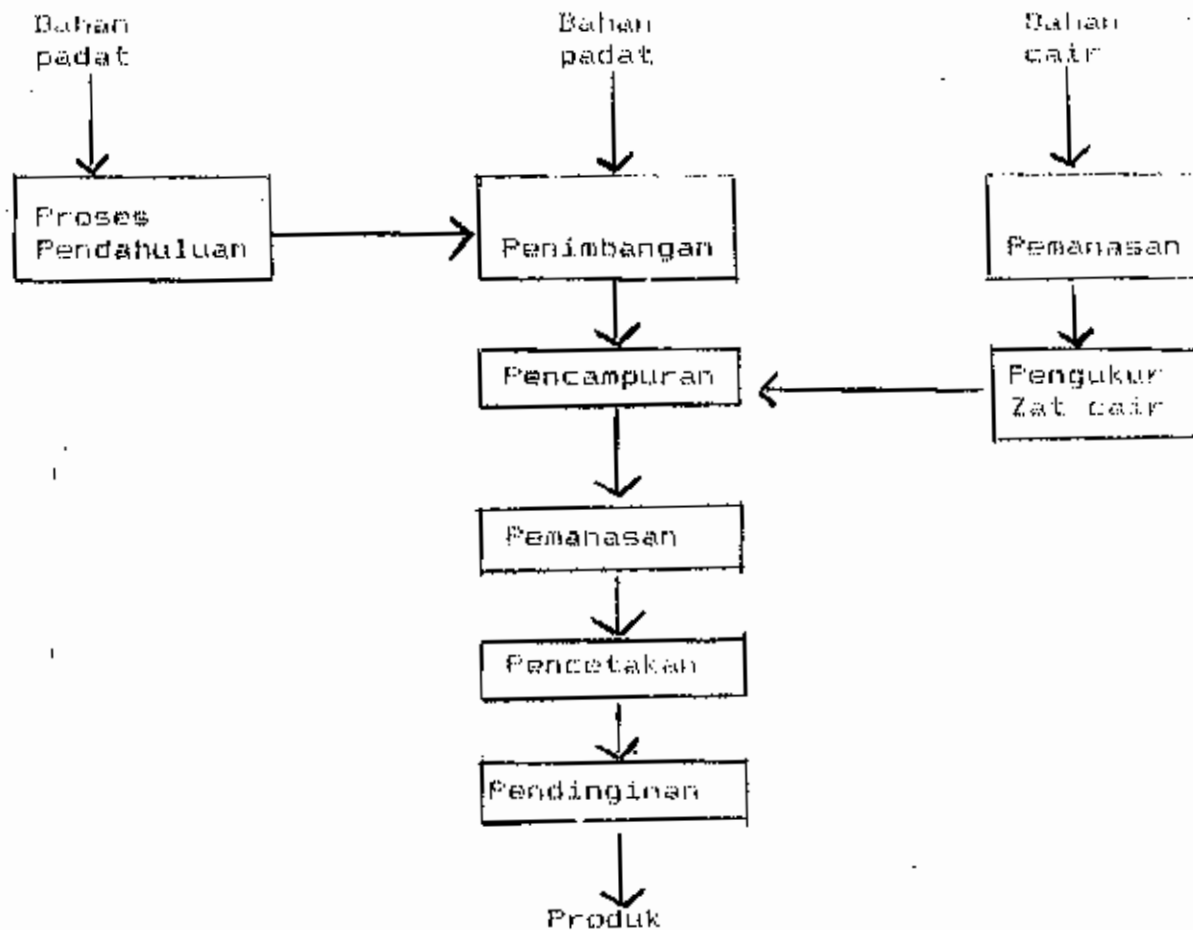
menurunkan serat kasar, bahkan dari penelitian Sutrisno dan Sulistiyanto (1991 dan 1992), silase dari jerami dan bolus mampu meningkatkan penampilan triokimia maupun penampilan produksi ternak yang memakannya.

Sutrisno, *et al.* (1993) menjelaskan bahwa penggunaan bolus sebanyak 14,6% bahan kering jerami padi yang diperam selama 36 hari mampu meningkatkan penampilan, kualitas dan kecernaan produk fermentasi jerami padi (FERMILUS).

4. Pembuatan Pelet

Pelet merupakan bentuk pakan yang digumpalkan berasal dari bahan tunggal atau campuran yang dipadatkan dan ditekan melalui "die openings" dengan beberapa proses mekanik (Feed Production School, 1961). Schaible (1979) menyatakan bahwa pelet dapat dibuat dalam bentuk kecil (silinder) dengan berbagai ukuran panjang dan garis tengah yang berbeda. Tujuan pembuatannya adalah mengubah bahan makanan yang "volumenous" menjadi bahan yang padat dan kompak sehingga kebutuhan tempat penyimpanan bahan akan lebih kecil. Ditambahkan oleh Tjokroadi koesoemo (1986), bentuk pelet lebih mudah dipindahkan ke tempat lain dengan biaya yang lebih murah.

Proses pembuatan pelet terdiri atas pengkondisian, pencetakan pelet dan pendinginan (Feed Production School, 1961). Pengkondisian merupakan pencapaian kelembaban dan suhu dari beberapa bahan pakan atau pencampuran bahan pakan utama untuk mengalami proses pencetakan. Sedangkan pencetakan pelet adalah penggumpalan bahan pakan tunggal atau campuran dengan pemadatan dan penekanan melalui "die openings". Pendinginan merupakan penurunan suhu pelet dengan cara perpindahan udara, biasanya disertai dengan proses pengeringan. Menurut Schaible (1979) terdapat 6 langkah dalam proses pembuatan pakan berbentuk pelet, yaitu formulasi, pengaturan kelembaban, pencetakan, pendinginan dan pengeringan serta pembersihan. Disebutkan didalam Dharmala Group (1986), temperatur bahan sebelum masuk ke dalam mesin pencetak sekitar 80°C dengan kelembaban 12-15%. Alur proses produksi pelet dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.- ALUR PROSES PRODUKSI DALAM INDUSTRI PELET
 Sumber: Feed Production School (1961).

Menurut Tjokroadikoeseomo (1986), pembuatan pelet dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (1) Komponen penyusun bahan baku, terutama kandungan protein, pati, serat kasar, lemak, bahan-bahan pengotor (debu dan lain-lain). Bahan kaya akan protein jika terkena pemanasan akan lebih mudah dicetak karena lebih bersifat plastis. Serat kasar sukar dicetak, tetapi dalam jumlah yang cukup, dapat menjadi bahan penguat pelet. Lemak tidak berpengaruh pada kualitas pelet, tetapi dapat berfungsi sebagai bahan pelicin dalam pencetakan. (2) Kondisi bahan sebelum dicetak, yaitu kelembaban, ukuran partikel dan suhu. (3) Faktor lain yang berhubungan dengan alatnya sendiri. Kombinasi optimum dari variabel-variabel: panjang pelet, bukaan kerja lubang cetakan,

kecepatan putaran cetakan, dan kecepatan pengumpanan bahan baku, dapat memberikan hasil pelet berkualitas baik selain biaya produksi dapat ditekan lebih rendah.

Mc Elhiney (1985), menyatakan bahwa terdapat perbedaan kandungan kelembaban dan panas pada formula pakan untuk menghasilkan kualitas yang baik dan produk yang efisien. Penambahan kelembaban dan panas dipengaruhi oleh alat pencetak pelet dan jenis pakan. Tiap-tiap jenis pakan membutuhkan suhu pemanasan dan kelembaban optimal yang berbeda. Lebih lanjut dikatakan bahwa pada pakan yang mengandung urea, urea bertindak sebagai cairan sehingga harus dilarutkan dengan bantuan uap. Sedikit uap yang ditambahkan akan menyediakan panas dan kelembaban untuk melarutkan urea, namun penambahan uap yang terlalu banyak akan menyebabkan hambatan dalam pencetakan pelet. Uap dapat ditambahkan langsung pada pakan yang mengandung tetes, dengan persentase yang proporsional. Jumlah uap yang ditambahkan harus dikurangi, bila tetes diperkirakan mengandung air 26% sebab jika uap berlebih pelet menjadi lembek. Suhu dan kelembaban yang tinggi diperlukan pada pakan yang mengandung pati untuk proses gelatinisasi.

Penentuan ukuran pelet disesuaikan dengan jenis ternak. Pasifik (1981) menyatakan bahwa garis tengah pelet untuk sapi perah dan sapi pedaging adalah 1,9 cm, untuk anak babi 1,5 cm dan babi masa pertumbuhan 1,6 cm, untuk ayam pedaging periode starter dan finisher 1,2 cm. Garis tengah pelet untuk pakan dengan konsentrasi protein tinggi adalah 1,7 cm dan 0,97 cm untuk pakan yang mengandung urea.

Gelatinisasi adalah rangkaian proses yang dimulai dengan terjadinya imbibisi air, pembengkakan granula ("swelling"), sampai titik tertentu dimana granula pecah. Pecahnya granula pati disebabkan karena pemanasan melebihi batas pengembangan granula (Fennema, 1976). Gelatinisasi pati penting dalam proses pembuatan pelet khususnya dalam proses perekatan karena akan mempengaruhi kualitas pelet yang dihasilkan (Schaible, 1979) dan kandungan air dalam bahan yang akan dicetak sangat membantu di dalam gelatinisasi zat pati menjadi bahan perekat pelet selama proses pencetakan ber-

langsung, namun kadar air yang terlalu tinggi dapat berakibat me merugikan hasil pencetakan (Tjokroadikoessomo, 1986).

Menurut Meyer (1973) terdapat 3 tahap gelatinisasi pati. Pada tahap I atau tahap imbibisi, pati menyerap air 25-30% beratnya. Penyerapan ini bersifat "reversibel". Apabila suspensi ini dipanaskan terjadi penggembungan granula pati semakin banyak. Tahap II, granula pati akan menyerap air 300-2500% beratnya bila suhu pemanasan mencapai 65°C dan penggembungan ini mulai bersifat "irreversibel". Tahap III, terjadi penggembungan maksimal yang ditandai dengan kenaikan viskositas yang cepat. Pada tahap III ini terjadi peristiwa hidrasi. Ikatan molekul-molekul pati maupun iktan-ikatan air akan melemah, sehingga ikatan antar partikel juga melemah. Molekul air akan bebas masuk di antara molekul-molekul pati sehingga mengakibatkan penggembungan partikel pati. Di antara molekul-molekul pati yang semula berikatan, sekarang di antara keduanya terdapat molekul air.

Proses gelatinisasi tidak hanya tergantung dari adanya air dan pemanasan, tetapi juga dipengaruhi oleh ukuran granula dan kandungan amilosanya (Pomeranz, 1980). Umumnya pati mengandung 15 - 30% amilosa, 70-85% amilopektin dan 5-10% material antara. Amilosa merupakan polimer berantai lurus yang panjangnya berbentuk helix dalam larutan (Hodge dan Osman, 1976). Molekul amilosa lebih mudah larut dalam air dibanding dengan molekul amilopektin, karena pati yang berantai lurus dengan berat molekul rendah lebih mudah melepaskan molekulnya, sedangkan rantai polimer yang panjang dan bercabang tidak larut dan tetap melingkar dalam granula. Tepung tapioka mengandung amilosa sebanyak 17% dari seluruh pati (Nathasatija, 1981).

Senyawa-senyawa yang terdapat dalam campuran dapat menghambat proses gelatinisasi, antara lain gula, surfaktan dan asam-asam organik (Nathasatija, 1981). Gula akan menghambat proses gelatinisasi karena kebutuhan yang sama antara pati dan gula terhadap air, terutama disakarida. Penghambatan proses gelatinisasi berpengaruh pada kekentalan dan lamanya pemanasan. Lemak sebagai salah satu senyawa surfaktan

dapat menghambat proses gelatinisasi, karena lemak akan diabsorpsi sehingga terbentuk lapisan lemak yang menghambat pengikatan air oleh granula pati. Asam slearat dengan amilosa akan membentuk suatu senyawa kompleks yang tidak larut dan tidak dapat membentuk sel.

5. Bahan Perekat

Beberapa bahan pakan kerana sifat fisisnya dapat dijadikan pelet tanpa campuran apapun, namun ada pula bahan pakan yang memerlukan bahan penolong untuk dapat dibuat pelet yang mantap, misalnya hijauan yakni rumput dan legume termasuk juga jerami padi. Bahan penolong berfungsi sebagai perekat yang diberikan dalam jumlah yang tidak mengurangi keserasian komposisi bahan pakan itu sendiri. Menurut Schaible (1979), kualitas perekat merupakan faktor penting karena tanpa perekat sukar untuk membentuk pelet maupun crumble. Beberapa bahan perekat yang dapat digunakan antara lain: onggok, tepung tapioka dan tetes.

Onggok adalah hasil ikutan pengolahan ubi kayu untuk mendapatkan tepung tapioka. Menurut Merison (1961) onggok merupakan bahan pakan penguat sebagai sumber karbohidrat mudah tercerna (RAC). Albert (1982) menyatakan bahwa kemampuan onggok mengikat rendah, sehingga tidak mudah rusak dalam penyimpanan. Onggok merupakan limbah industri, tetapi masih mempunyai potensi sebagai bahan pakan. Menurut Nilis (1981) onggok mengandung 3,6% protein, 21,0% serta kasar, 0,33% lemak, 0,01% Ca dan 0,33% P.

Bahan yang mengandung pati sangat mudah mengalami gelatinisasi sehingga memungkinkan untuk dijadikan bahan perekat pelet (Tjokroadikoesoemo, 1986). Pati dapat diperoleh dari berbagai macam tumbuhan termasuk ubi kayu yang disebut dengan tepung tapioka, dengan sifat-sifat tidak larut air dingin tetapi larut air panas, membentuk sol/gel yang bersifat kental. Sifat kental inilah yang digunakan untuk mengatur tekstur. Berdasarkan laporan Departemen Kesehatan RI (1979)

komposisi kimia tepung tapioka tiap 100 gram bahan adalah Protein 0,5 g, lemak 0,3 g, karbohidrat 86,9 g dan air 12 g.

Tetes merupakan limbah dari pabrik gula yang masih kaya akan RAC, mineral dan vitamin B kompleks yang mudah larut dalam air (Widharto, 1990). Tetes praktis tidak mengandung protein tetapi kaya akan zat-zat yang mudah dicerna. Selain itu tetes mudah menjadi asam dan bila menjadi asam, bahan ini tidak dapat dipakai dalam pakan (Lubis, 1963). Dinyatakan oleh Baker (1980) bahwa tetes digunakan dalam pembuatan pelet hijauan kering terutama untuk pakan ruminansia guna memperbaiki tekstur dan menambah palatabilitas. Menurut Paturau (1982) tetes mengandung 20% air, 3,5% protein, 0% lemak, 0% serat kasar, 58% karbohidrat, 0,80% Ca, 0,10% P dan 10,50% bahan mineral lain.

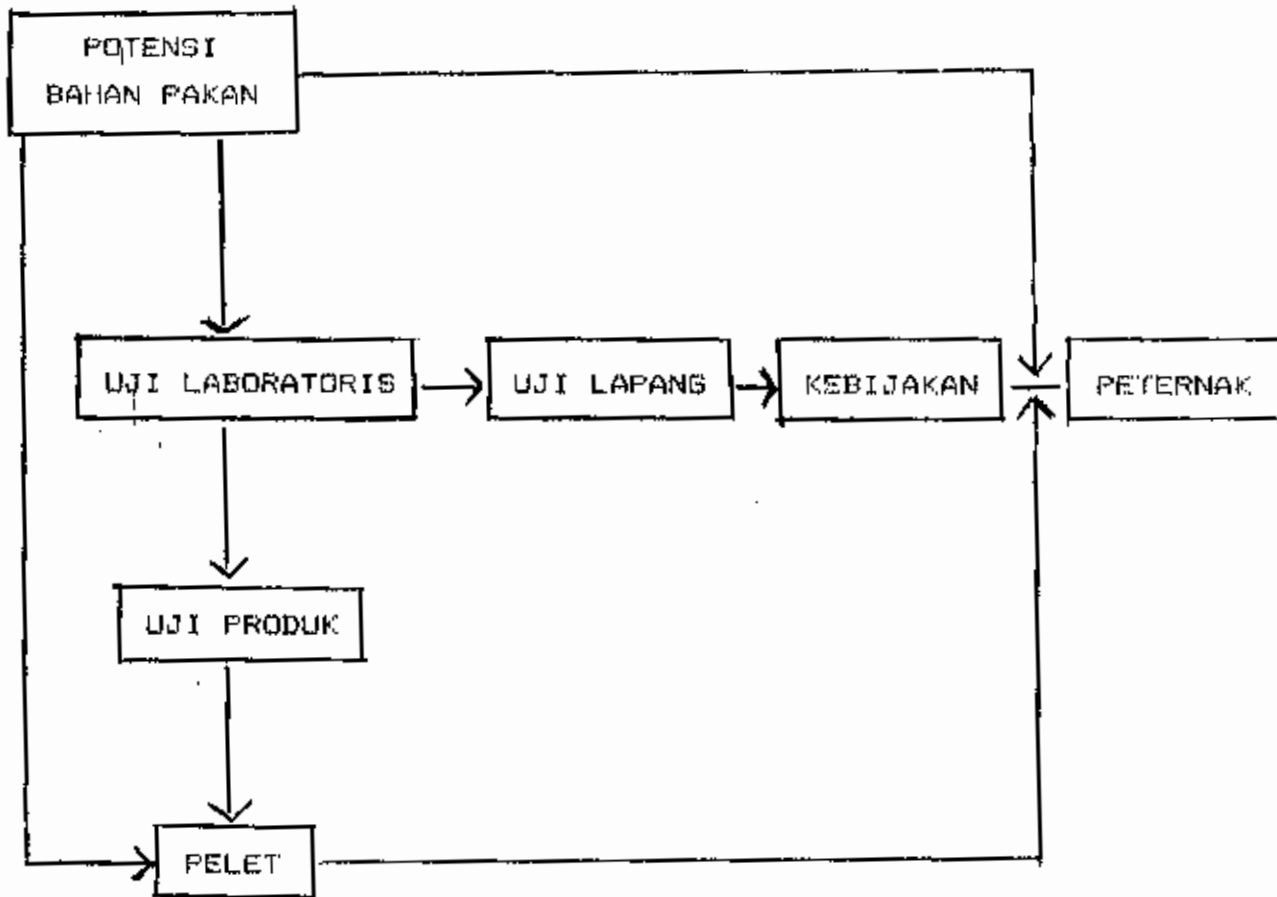
6. Kualitas Pelet

Pelet secara fisik sulit ditentukan kualitasnya, tetapi pada dasarnya menurut Pasifik (1981) hasil pembuatan pelet dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kualitas fisik secara subyektif dan obyektif. Kualitas fisik secara subyektif mencakup kenampakan (penampilan) yang baik, bebas debu, tidak ada keretakan, dan mempunyai keseragaman bentuk. Kualitas fisik secara obyektif terdiri atas kekerasan dan durabilitas yakni kemampuan untuk menahan tekanan dalam proses penanganan dan pengiriman tanpa mengalami keretakan.

Kualitas pelet dari segi nutrisi tidak boleh mengalami kemunduran yang berarti dibandingkan dengan komposisi bahan baku aslinya (Nusa Consultants, 1977). Cara untuk penggolongan kandungan nutrisi yang ada dalam bahan pakan menurut Tillman, et al. (1989) adalah dengan metoda analisis proksimat yang dikembangkan dari Weende Experiment Station di Jerman oleh Henneberg dan Stockman pada tahun 1885.

METODE PENELITIAN

Penelitian tentang Peningkatan Kualitas Jerami sebagai Pakan dilaksanakan dalam tiga tahun dengan mengikuti langkah-langkah penelitian seperti tersaji dalam Gambar 3.



Gambar 3.- LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

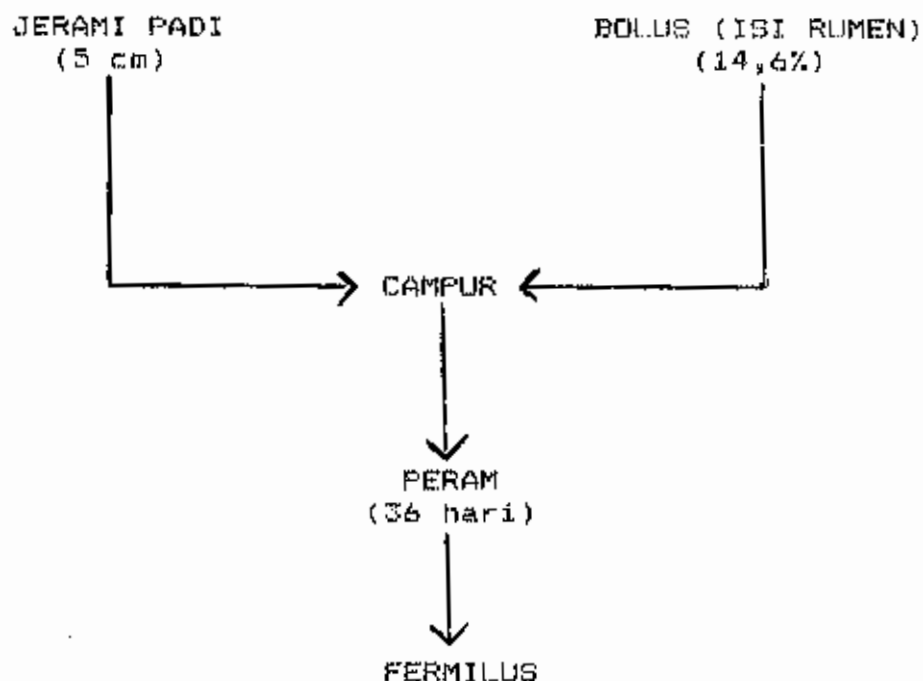
Gambar 3 menunjukkan bahwa sebelum diterapkan ke ternak, hasil penelitian akan diuji produk (tahun ke-2, pengguna antara, calon produsen) untuk mendapatkan pakan yang layak di uji lapang kan (tahun ke-3) sebelum disebar luaskan ke peternak (pengguna akhir).

Tahap ke-2 penelitian ini dilaksanakan dengan serangkaian penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian I:

Pengaruh berbagai aras onggok, tepung tapioka dan tetes terhadap penampilan dan kualitas pelet FERMILUS dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap berpola faktorial 4 x 3 dengan 3 kali ulangan (Steel dan Torrie, 1981). Faktor A adalah macam perekat, sedangkan faktor B adalah aras penggunaan perekat masing masing 2.5, 5.0, 7.5, dan 10.0% bahan kering FERMILUS.

Fermilus dibuat sesuai dengan petunjuk Sutrisno, et al. (1993) seperti tersaji dalam Gambar 4, sedangkan pembuatan pelet mengacu pada metoda yang di kembangkan oleh Feed Production School (1961).



Gambar 4.- PEMBUATAN FERMILUS
Sumber: Sutrisno, et al. (1993)

Kualitas pelet FERMILUS diamati dari:

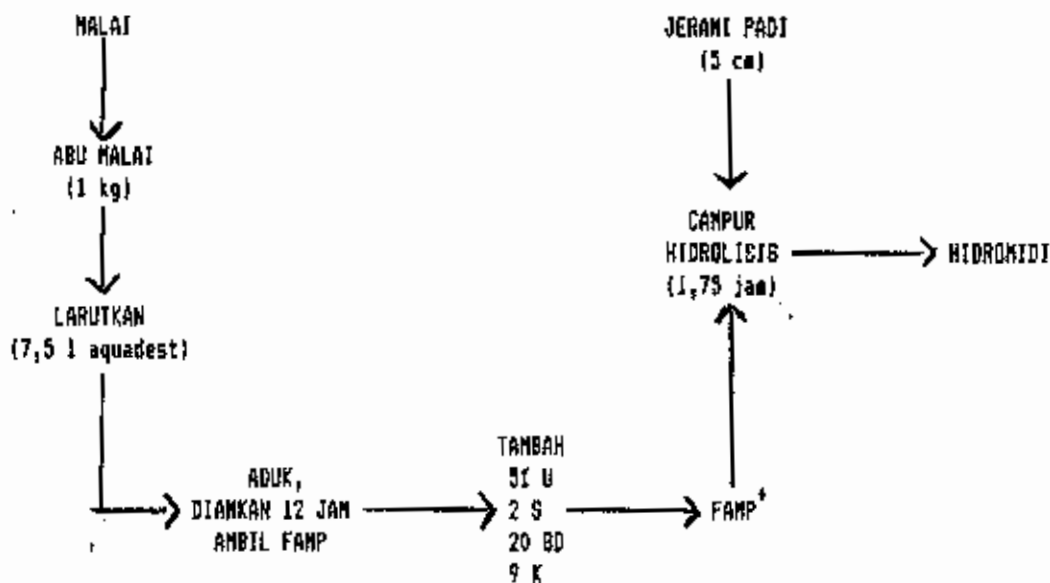
- a. Penampilan yang mencakup kualitas fisik subyektif dan obyektif

- b. Kualitas pakan berdasarkan proksimat analisis (AOAC, 1975)
- c. Komponen serat menurut Goering dan van Soest (1970)
- d. Kecernaan *in vitro* menurut Tilley dan Terry (1963)
- e. Protein total dengan metode Kjelhdahl (General Laboratory Procedures, 1966).
- f. Produksi amonia dengan metode mikrodifusi Conway (General Laboratory Procedures, 1966).

Analisis variansi dilakukan dengan paket program MICROSTAT, sedangkan penentuan aras optimal dilakukan dengan pembandingan ortogonal melalui program LOTUS.

2. Penelitian II:

Pengaruh berbagai aras onggok, tepung tapioka dan tetes terhadap penampilan dan kualitas pelet HIDROMIDI dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap berpola faktorial 4×3 dengan 3 kali ulangan (Steel dan Torrie, 1981). Faktor A adalah macam perekat, sedangkan faktor B adalah aras penggunaan perekat masing masing 2.5, 5.0, 7.5, dan 10.0% bahan kering HIDROMIDI.



Saerbar 5.- PEMBUATAN HIDROMIDI
Sumber: Sutrisno, et al. (1993)

Hidromidi dibuat sesuai dengan petunjuk Sutrisno, et al. (1993) seperti tersaji dalam Gambar 5, sedangkan pembuatan pelet mengacu pada metoda yang di kembangkan oleh Feed Production School (1961).

Kualitas pelet HIDROMIDI diamati dari:

- a. Penampilan yang mencakup kualitas fisik subyektif dan obyektif
- b. Kualitas pakan berdasarkan proksimat analisis (AOAC, 1975)
- c. Komponen serat menurut Goering dan van Soest (1970)
- d. Kecernaan *in vitro* menurut Tilley dan Terry (1963)
- e. Protein total dengan metode Kyeldahl (General Laboratory Procedures, 1966).
- f. Produksi amonia dengan metode mikrodifusi Conway (General Laboratory Procedures, 1966).

Analisis variansi dilakukan dengan paket program MICROSTAT, sedangkan penentuan aras optimal dilakukan dengan polinomial ortogonal melalui program LOTUS.

Kedua penelitian menggunakan model matematis:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = hasil pengamatan pada ulangan ke-k (1, 2, 3), akibat pengaruh macam perekat (A) pada taraf ke-i (1, 2, 3) dan aras penggunaan perekat (B) taraf ke-j (1, 2, 3, 4).

μ = pengaruh rata-rata umum

α_i = pengaruh utama faktor macam taraf ke-i

β_j = pengaruh utama faktor aras taraf ke-j

τ_{ij} = pengaruh interaksi faktor macam taraf ke-i dan faktor aras taraf ke-j

E_{ijk} = penyimpangan yang timbul secara acak yang dialami oleh ulangan ke-k dari perlakuan faktor macam taraf ke-i dan faktor aras taraf ke-j

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Aras dan Macam Perakat terhadap Penampilan dan Kualitas Pelet FERMILUS

Keseluruhan hasil persamaan dalam pengaruh aras dan dan macam perakat terhadap penampilan dan kualitas pelet Fermilus disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5.- RINGKUNAN PERSAMAAN PENGARUH ARAS DAN MACAM PEREKAT TERHADAP PENAMPILAN DAN KUALITAS PELET FERMILUS

No.	Pengamatan	Persamaan	Korelasi	Funcak
1.	Kekerasan	$Y = 3,57 + 0,38X$	0,689	10,00%
2.	Durabilitas	$Y = 47,50 + 1,41X$	0,208	10,00%
3.	B E T N	$Y = 34,12 + 0,50X$	0,315	10,00%
4.	Selulosa	$Y = 34,27 + 0,29X + 0,15X^2 + 0,01X^3$	0,499	3,98%
5.	N D F	$Y = 24,40 + 0,33X$	0,411	10,00%
6.	A D F	$Y = 53,86 - 0,10X$	0,386	10,00%
7.	Lignin	$Y = 4,93 + 0,07X$	0,642	10,00%
8.	Hemiselulosa	$Y = 20,18 - 0,23X$	0,391	10,00%
9.	Silika	$Y = 17,20 - 0,04X$	0,575	10,00%
10.	K C B K	$Y = 38,02 + 0,69X - 0,05X^2$	0,492	6,91%
11.	K C B O	$Y = 41,28 + 1,13X - 0,07X^2$	0,448	8,06%
12.	NDF - Selulosa	$Y = 28,26 + 1,41X$	0,763	10,00%
13.	ADF - Selulosa	$Y = 26,71 + 0,86X$	0,736	10,00%
14.	Selulosa - KCBK	$Y = 85,60 - 1,47X$	0,502	10,00%
15.	Selulosa - KCBO	$Y = 65,08 + 0,63X$	0,252	10,00%
16.	Lignin - KCBK	$Y = 48,99 - 1,68X$	0,259	10,00%
17.	Lignin - KCBO	$Y = 51,15 - 1,08X$	0,190	10,00%
18.	Silika - KCBK	$Y = 58,26 - 0,96X$	0,246	10,00%
19.	Silika - KCBO	$Y = 66,49 - 1,23X$	0,500	10,00%
20.	Protein Kasar	$Y = 4,71 + 5,08X - 2,96X^2$	0,560	8,79%
21.	N - N H ₃	$Y = 5,37 + 5,63X - 3,68X^2$	0,690	8,85%
22.	Protein Kasar -N H ₃	$Y = 2,30 + 0,76X$	0,725	10,00%
23.	Protein Total	$Y = 3,01 + 1,06X - 0,30X^2$	0,538	8,06%
24.	N H ₃ -Protein Total	$Y = 0,689 + 0,44X$	0,580	10,00%

a. Kualitas Fisik

Rataan hasil pengamatan kualitas fisik pelet Fermilus secara subyektif disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6.- RATAAN HASIL PENGAMATAN KUALITAS FISIK PELET FERMIILUS SECARA SUBYEKTIF.

Perlakuan	Parameter				
	Warna	Tekstur	Kekompakan	Bentuk	Kenampakan
A1B1	0,8	0,3	0,3	0,8	0,6
A1B2	0,9	0,6	0,4	0,6	0,6
A1B3	0,8	0,7	0,6	0,4	0,3
A1B4	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8
A2B1	1,0	0,4	0,5	0,8	0,5
A2B2	0,9	0,6	0,5	1,0	0,5
A2B3	0,6	1,0	0,9	0,9	0,5
A2B4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
A3B1	0,9	0,6	0,5	0,8	0,9
A3B2	0,9	0,6	0,6	0,8	0,7
A3B3	0,6	0,8	0,6	1,0	0,6
A3B4	0,8	0,5	0,4	0,8	0,9

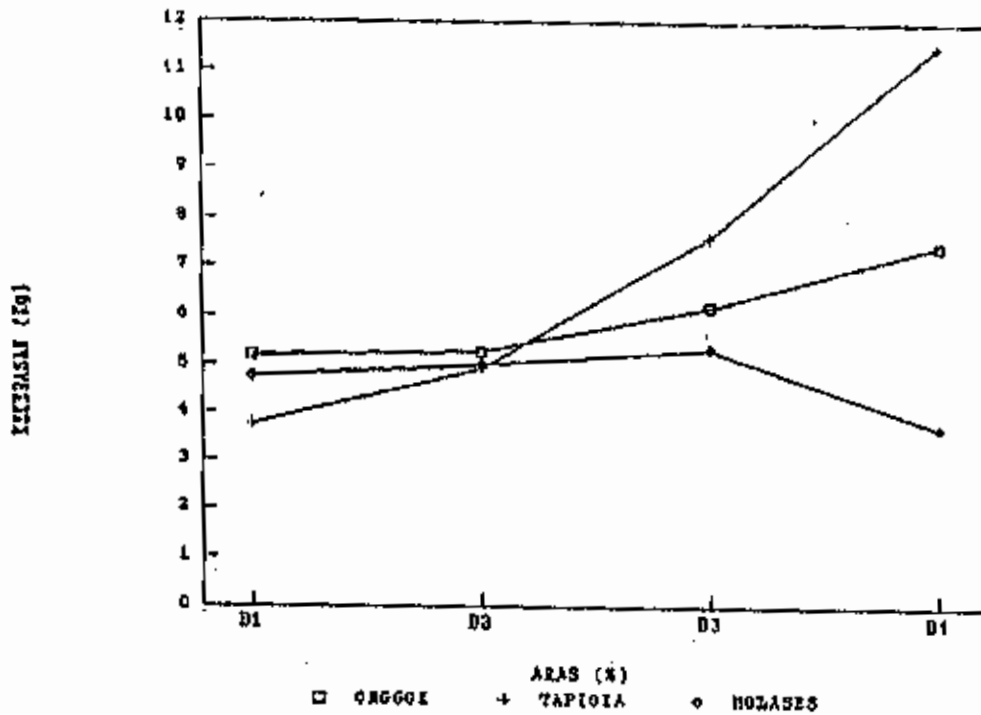
Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan macam dan aras perekat tidak berpengaruh terhadap kualitas fisik pelet. Berdasarkan skore yang diperoleh, nampak bahwa A2B4 menghasilkan pelet dengan kualitas fisik terbaik. Hal ini karena tepung tapioka (A2) mengandung amilosa sebanyak 17% dari seluruh pati yang berpengaruh pada sifat-sifat pati dalam proses gelatinisasi (Nathasatiya, 1981) yang berpengaruh dalam perekatan waktu pembuatan pelet (Schaible, 1979).

Rataan hasil pengamatan kualitas fisik obyektif pelet Fermilus disajikan dalam Tabel 7.

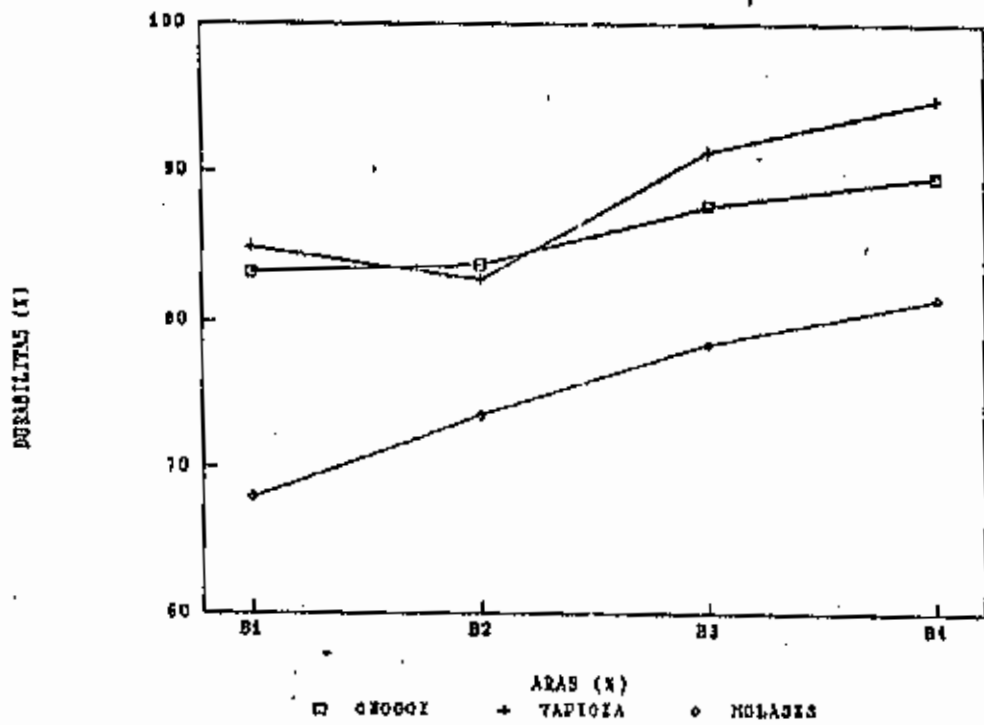
Tabel 7.- RATAAN HASIL PENGAMATAN KUALITAS FISIK PELET FERMILUS SECARA OBYEKTIF.

Perlakuan	Parameter	
	Kekerasan	Durabilitas
	kg	%
A1B1	5,915	83,350
A1B2	5,250	83,850
A1B3	6,185	87,750
A1B4	7,420	89,600
A2B1	3,250	85,050
A2B2	4,915	82,850
A2B3	7,585	91,280
A2B4	11,500	94,800
A3B1	4,750	67,950
A3B2	5,000	73,500
A3B3	5,330	78,400
A3B4	3,665	81,500

Analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh interaksi macam dan aras perekat sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kekerasan dan durabilitas pelet (Gambar 6 dan Gambar 7). Hubungan antara aras perekat dengan kekerasan dan durabilitas berbentuk linier. Rataan kekerasan dan durabilitas terbaik pada perlakuan A2B4. Penggunaan perekat 10% tepung tapioka memberikan kekerasan dan durabilitas terbaik karena pengaruh kemampuan tepung tapioka untuk tergelatinisasi. Penambahan tetes kurang baik karena gula akan menghambat proses gelatinisasi disebabkan oleh kebutuhan yang sama antara pati dan gula (mono dan disakarida) terhadap air (Nathasatiya, 1981).



Gambar 6.- GRAFIK PENGARUH INTERAKSI MACAM DAN ARAS PEREKAT TERHADAP KEKERASAN PELET FERMIUS



Gambar 7.- GRAFIK PENGARUH INTERAKSI MACAM DAN ARAS PEREKAT TERHADAP DURABILITAS PELET FERMIUS

b. Kandungan Nutrisi

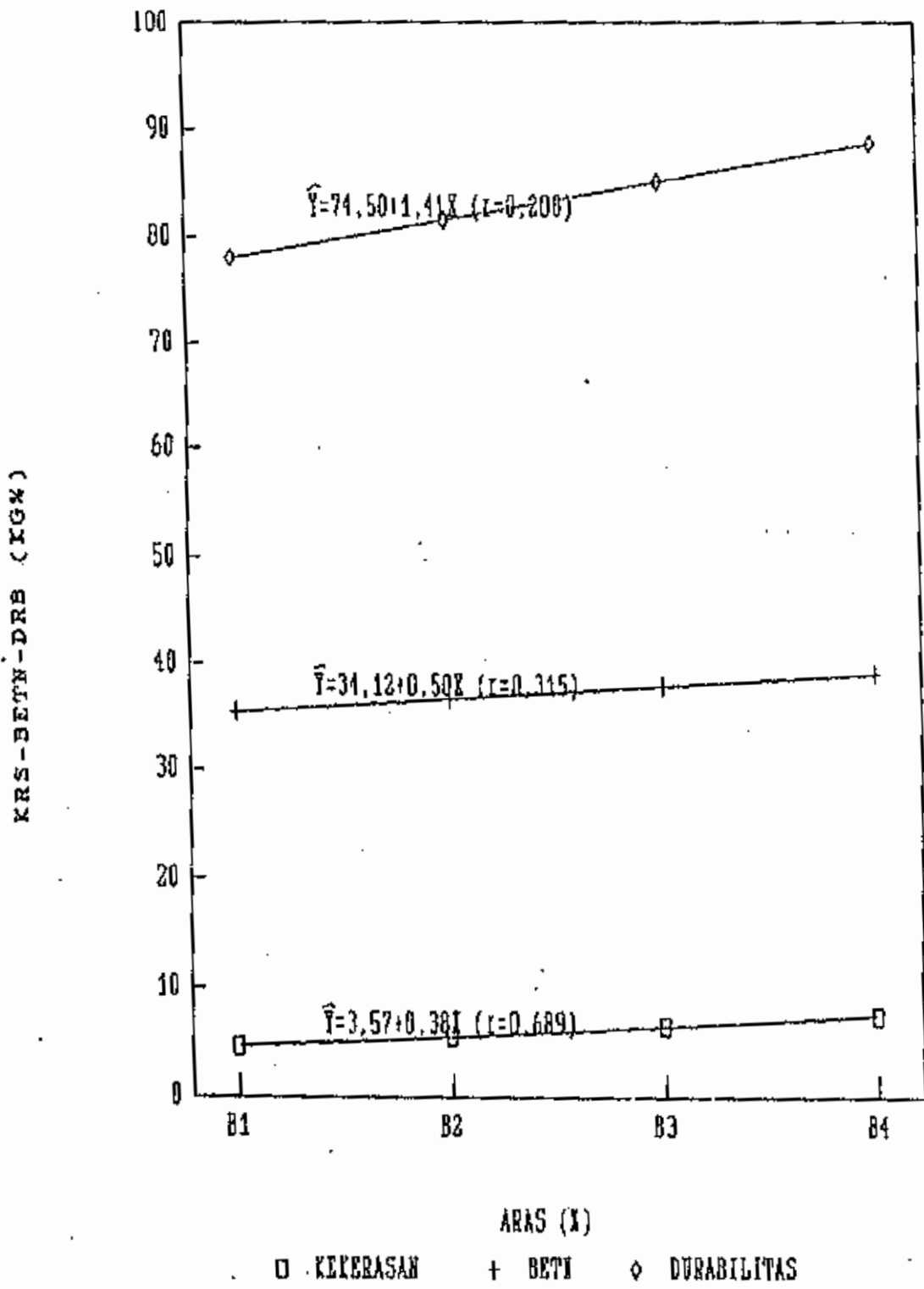
Rataan kandungan nutrisi pelet Fermilus dengan macam dan aras perekat tertentu disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8.- RATAAN KANDUNGAN NUTRISI PELET FERMILUS
(Berdasar 100% Bahan Kering)

Perlakuan	Parameter				
	Prot.Ksr	Lmk.Ksr.	Abu	Srt.Ksr.	BETN
	(%)				
A1B1	5,62	1,54	27,76	31,82	33,27
A1B2	5,21	1,42	28,51	30,42	33,44
A1B3	5,28	1,36	27,28	29,15	36,93
A1B4	4,89	1,69	24,55	27,24	39,23
A2B1	5,40	1,64	25,76	28,63	38,58
A2B2	4,95	1,16	27,40	28,22	28,27
A2B3	4,81	1,03	27,22	27,39	39,55
A2B4	4,61	0,91	27,29	26,39	40,81
A3B1	5,01	1,15	28,40	30,22	35,22
A3B2	5,45	0,83	28,57	30,04	35,12
A3B3	5,09	0,82	27,16	28,55	28,39
A3B4	5,06	1,58	27,72	28,41	27,24

Analisis ragam menunjukkan tidak adanya pengaruh interaksi perlakuan macam dan aras perekat terhadap kandungan protein, kandungan lemak, kandungan abu, kandungan serat kasar dan kandungan BETN. Menurut Nusa Consultants (1977), kualitas pelet dari segi nutrisinya tidak boleh mengalami kemunduran yang berarti dibandingkan dengan komposisi bahan bakunya.

Gambar 8 menunjukkan hubungan antara kandungan BETN dengan kekerasan dan durabilitas. Makin tinggi aras perekat yang digunakan, maka kekerasan dan durabilitas pelet akan meningkat. Hal ini karena kandungan pati dalam BETN berperan dalam proses perekatan selama proses pembuatan pelet.



Zambar 8.- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KANDUNGAN BETN DENGAN KEKERASAN DAN DURABILITAS PELET FERMIUS.

c. Kualitas Serat

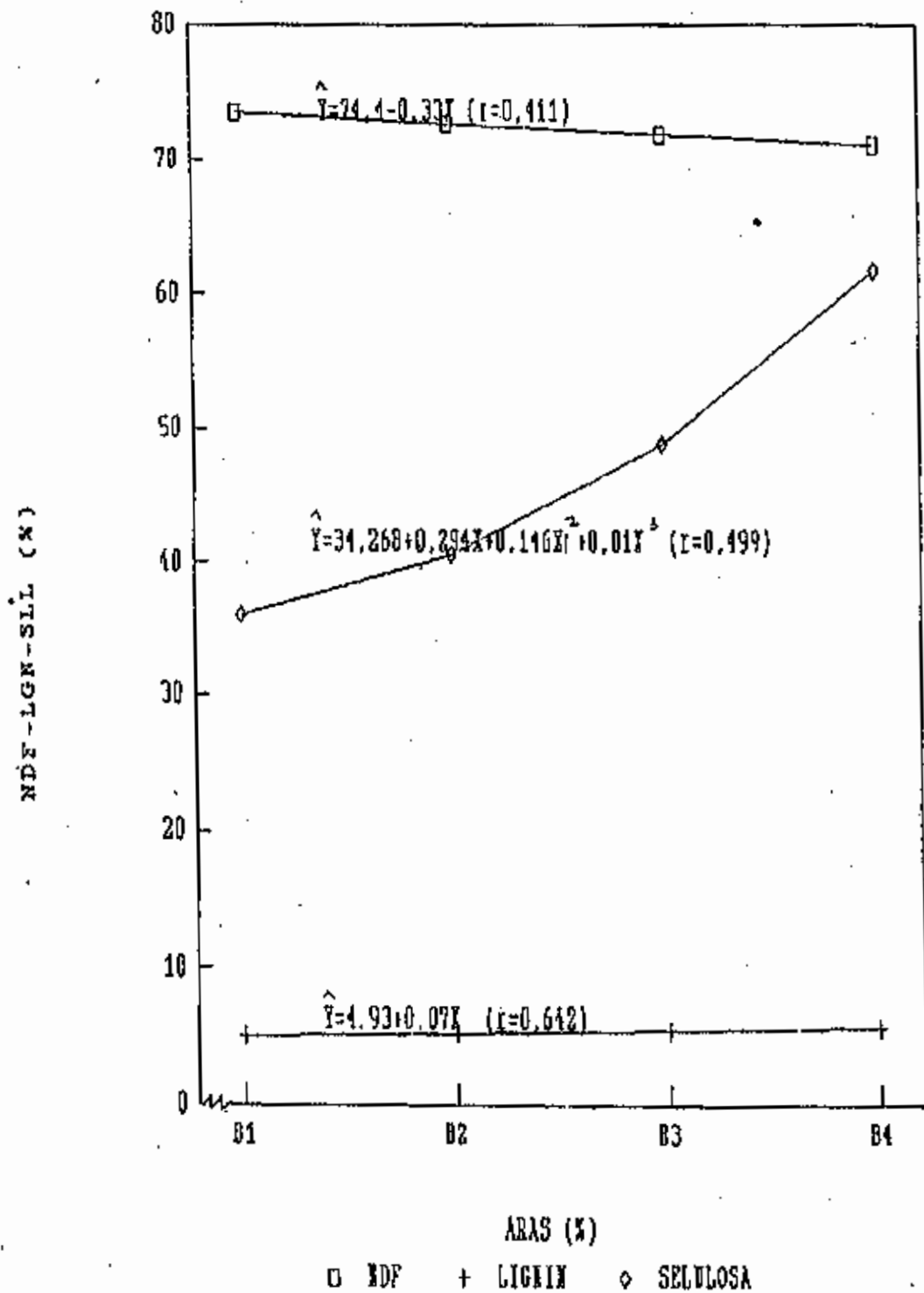
Rataan hasil pengamatan kualitas serat pelet Fermilus disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9.- RATAAN KUALITAS SERAT PELET FERMILUS

Perlakuan	Parameter					
	NDF	ADF	Lignin	Selulosa	H.selulosa	Silika
	(%)					
A1B1	75,35	54,50	5,55	31,85	20,85	17,10
A1B2	73,70	54,50	5,55	31,20	19,20	17,75
A1B3	72,55	52,50	5,55	31,05	20,05	15,90
A1B4	71,75	53,35	5,00	31,30	18,40	17,05
A2B1	68,15	50,10	4,15	29,65	18,05	16,30
A2B2	71,10	53,20	4,90	31,70	17,90	16,60
A2B3	69,85	52,60	5,65	28,65	17,25	18,30
A2B4	69,55	51,50	6,30	29,75	18,05	15,25
A3B1	73,05	54,70	5,40	31,80	20,35	17,50
A3B2	73,70	54,55	5,45	31,65	19,15	17,45
A3B3	73,00	54,60	5,45	33,00	18,40	16,15
A3B4	70,05	52,85	5,00	29,75	17,20	18,10

Analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi macam dan aras perekat berpengaruh ($P < 0,01$) terhadap kadar NDF pelet Fermilus. Makin tinggi penambahan aras perekat maka kadar NDF akan turun sampai pada aras pengamatan 10% (Gambar 9). Penurunan terjadi karena penambahan bahan perekat dengan kadar serat rendah, sehingga akan menurunkan persentase kadar NDF pelet Fermilus secara keseluruhan.

Interaksi macam dan aras perekat berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap kadar selulosa pelet Fermilus. Pengaruh aras perekat terhadap selulosa dinyatakan dalam persamaan regresi kubik $Y = 34,268 + 0,294X + 0,146X^2 + 0,01X^3$ ($r=0,499$) dengan aras optimal pada 3,975% (Gambar 9).



Gambar 9.- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KANDUNGAN NDF DENGAN LIGNIN DAN SELULOSA PELET FERMILOS.

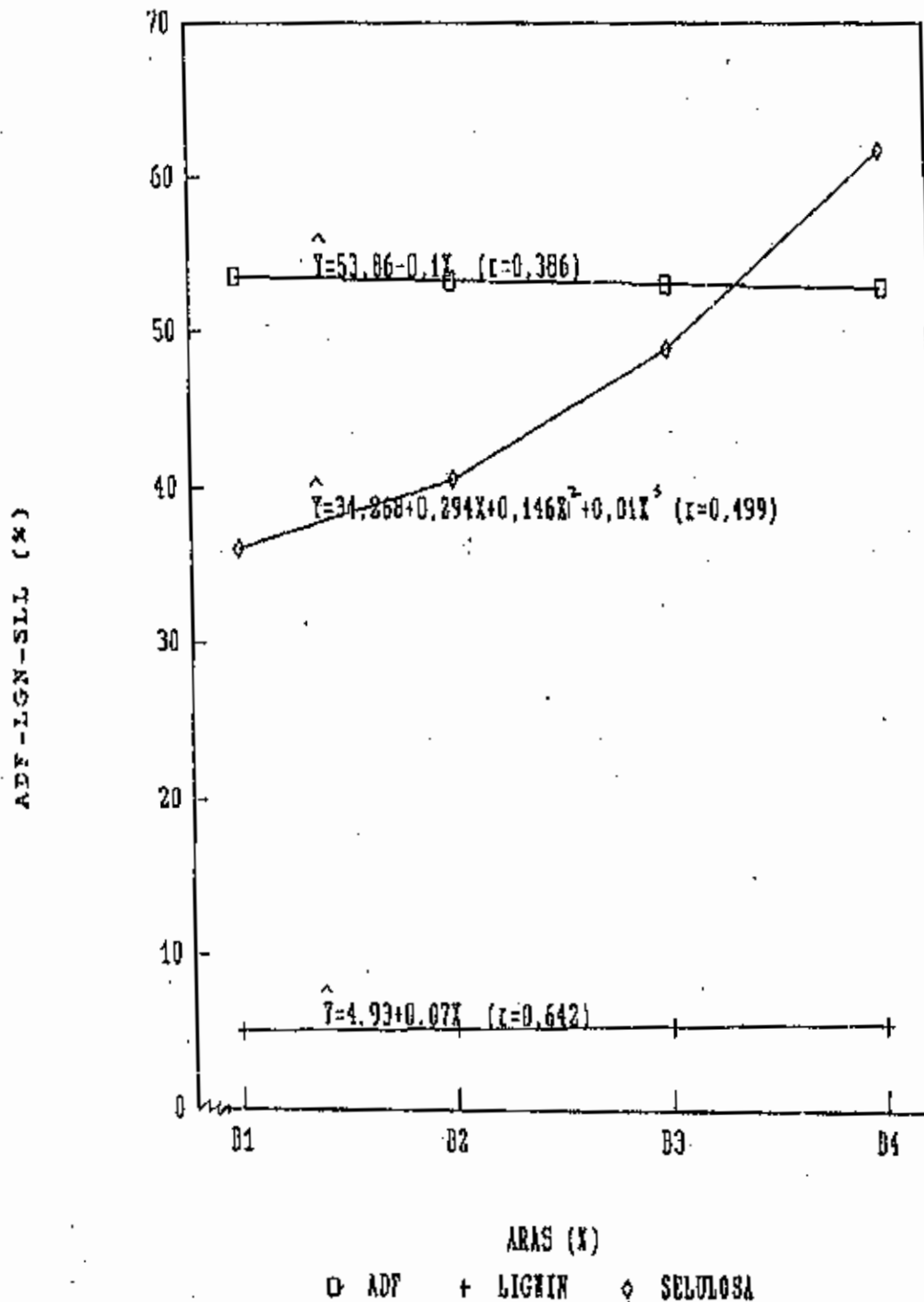
Hubungan kadar selulosa dengan NDF dinyatakan dalam persamaan $Y = 28,264 + 1,413X$ ($r = 0,763$), yang berarti bahwa peningkatan kadar selulosa akan meningkatkan kadar NDF karena selulosa merupakan bagian terbesar (20 - 40%) dinding sel tanaman (Van Soest, 1982).

Interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap kadar ADF pelet Fermilus. Hubungan antara aras perekat dengan kadar ADF berbentuk linier $Y = 53,86 - 0,10X$ ($r = 0,386$) karena penambahan perekat berkadar serat rendah menurunkan persentase kadar ADF pelet secara keseluruhan sampai pada pengamatan aras 10% (Gambar 10). Hubungan selulosa dengan ADF pada pengamatan tersebut menghasilkan persamaan regresi $Y = 26,714 + 0,857X$ ($r = 0,736$), yang menunjukkan bahwa peningkatan kadar selulosa akan meningkatkan kadar ADF karena selulosa merupakan bagian dari ADF.

Interaksi aras dan macam perekat berpengaruh terhadap kadar lignin. Hubungan antara aras perekat dan lignin berbentuk linier $Y = 4,93 + 0,07X$ ($r = 0,642$), yang berarti bahwa penambahan aras perekat justru meningkatkan kadar lignin sampai pengamatan pada aras 10% (Gambar 9 dan Gambar 10). Peningkatan kadar lignin diduga karena terbentuknya "artefact lignin" akibat reaksi Millard selama pemanasan dalam proses pembuatan pelet (van Soest, 1982) karena nitrogen terikat bersama ADF (Sutardi, 1980).

Analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap kadar hemiselulosa. Hubungan aras perekat dengan kadar hemiselulosa membentuk persamaan $Y = 20,18 - 0,23X$ ($r = 0,391$), yang berarti bahwa penambahan aras perekat akan menurunkan kadar hemiselulosa sampai pada pengamatan aras 10%.

Interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap kadar silika pelet fermilus. Hubungan aras perekat dengan kadar silika berbentuk linier $Y = 17,20 - 0,04X$ ($r = 0,575$) yang menunjukkan bahwa penambahan perekat mampu menurunkan kadar silika sampai pada taraf penambahan 10%. Penurunan terjadi karena penambahan perekat bersilika rendah, akan mampu menurunkan kadar silika secara keseluruhan.



Sambar 10.-- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KANDUNGAN ADF DENGAN LIGNIN DAN SELULOSA PELET FERMILUS

Berdasarkan data yang ada, baik terhadap kadar NDF, ADF, selulosa, lignin, hemiselulosa dan silika, nampak bahwa pe rekat A2 (tepung tapioka memberikan pengaruh terbaik terhadap kualitas serat. Hal ini terjadi karena tepung tapioka mengandung kadar pati tinggi dan karena adanya pemanasan akan tergelatinisasi. Menurut Muspfie (1984), suhu yang tinggi pada proses gelatinisasi akan menyebabkan terbebaskannya gula reduksi yang berupa heksosa dan pentosa dari bahan berserat kasar, termasuk selulosa, sehingga kadar selulosanya akan turun.

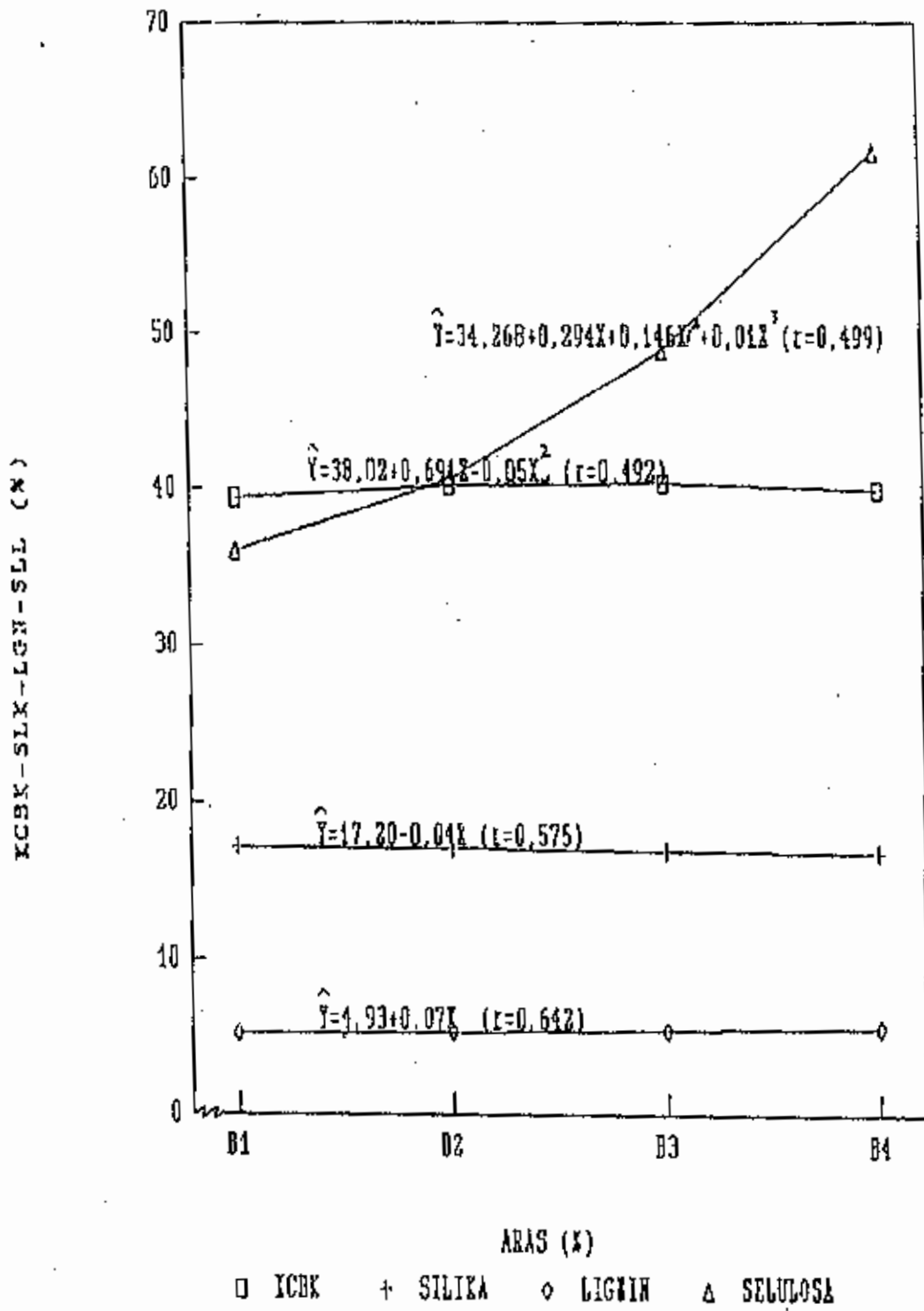
d. Kecernaan in vitro

Rataan kecernaan bahan kering (KCBK) dan kecernaan bahan organik (KCBO) secara *in vitro* disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10.- RATAAN KCBK DAN KCBO PELET FERMIUS.

Perlakuan	Parameter	
	K C B K	K C B O
	%	
A1B1	35,40	40,00
A1B2	37,40	43,10
A1B3	42,55	46,50
A1B4	40,00	45,65
A2B1	43,85	48,05
A2B2	46,60	49,70
A2B3	43,40	48,65
A2B4	41,65	46,80
A3B1	39,10	43,00
A3B2	36,55	42,45
A3B3	35,35	48,65
A3B4	38,10	44,20

Analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi aras dan macam perekat berpengaruh terhadap KCBK dan KCBO pelet Fermilus.



Gambar 11.- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KCBK DENGAN LIGNIN, SELULOSA DAN SILIKA PELET FERMILUS

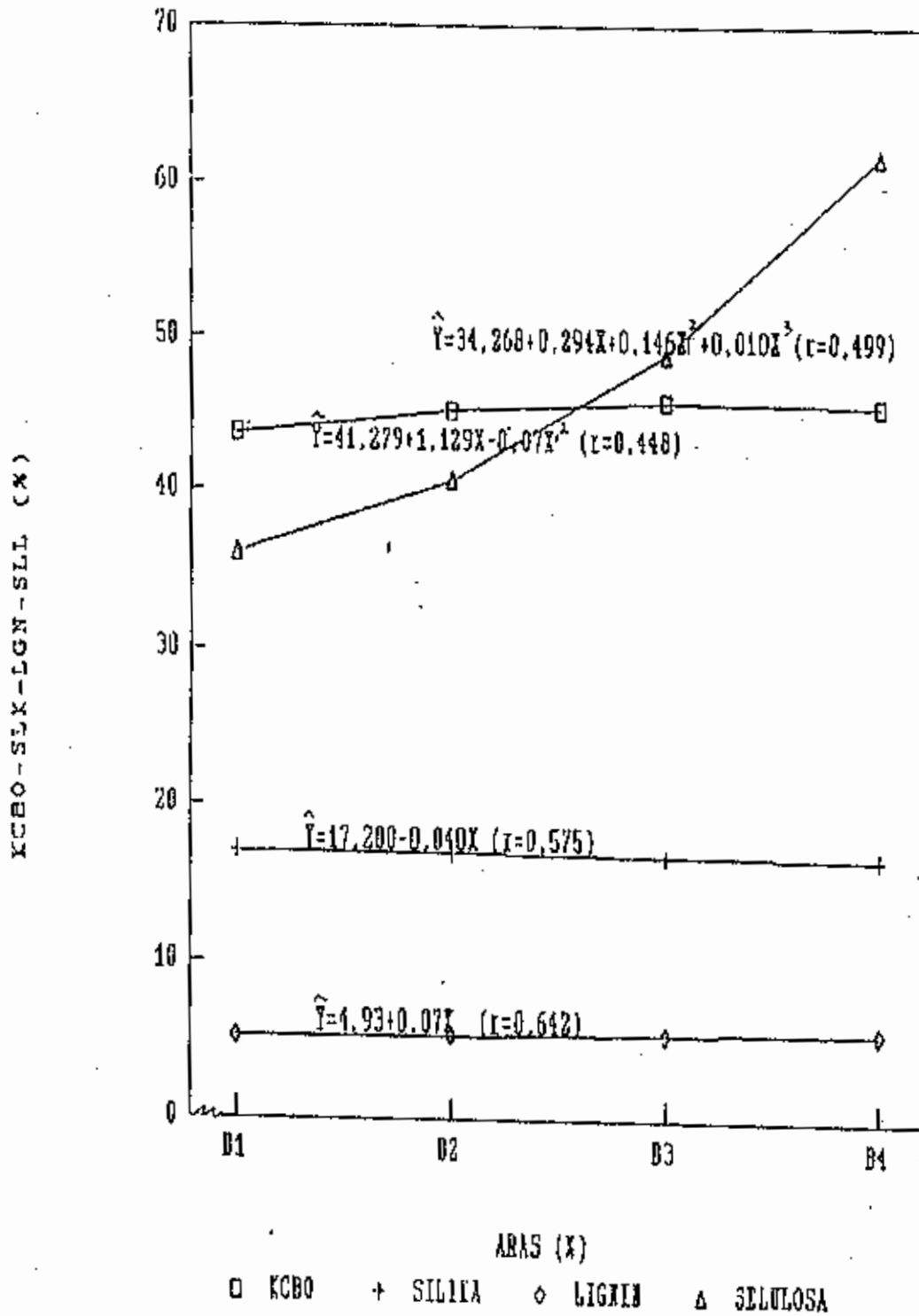
Hubungan aras perekat dengan KCBK memberikan persamaan kuadratik $Y = 38,020 + 0,691X - 0,05X^2$ ($r = 0,492$) dengan aras optimal pada 6,91%. Hubungannya dengan KCBO memberikan persamaan $Y = 41,279 + 1,129X - 0,07X^2$ ($r = 0,448$) dengan aras optimal pada 8,064% (Gambar 12).

Hubungan selulosa dengan KCBK dinyatakan dalam persamaan regresi linier $Y = 85,604 - 1,474X$ ($r = -0,502$), sedangkan hubungan selulosa dengan KCBO berbentuk linier dengan persamaan $Y = 65,052 - 0,630X$ ($r = -0,259$). Hal ini menunjukkan bahwa dengan makin meningkatnya kadar selulosa maka KCBK dan KCBO nya akan makin menurun, karena selulosa sulit di cerna. Komar (1984) menyatakan bahwa selulosa dan hemiselulosa pada jerami padi (sebagai bahan dasar Fermilus) berbentuk kristal, sehingga merupakan faktor negatif yang menghambat daya kerja enzim untuk mencerna dinding sel.

Hubungan lignin dengan KCBK menghasilkan persamaan regresi $Y = 48,992 - 1,683X$ ($r = -0,259$), sedangkan hubungan lignin dengan KCBO dinyatakan dengan $Y = 51,152 - 1,046X$ ($r = -0,19$). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar lignin maka KCBK dan KCBO nya akan menurun, karena lignin tidak dapat dicerna. Tillman, et al. (1989) menyatakan bahwa kadar lignin bertambah dengan bertambahnya umur tanaman, sehingga daya cerna akan menurun dengan bertambahnya lignifikasi.

Hubungan silika dengan KCBK dinyatakan dengan persamaan regresi $Y = 58,262 - 0,959X$ ($r = -0,246$), sedangkan hubungan silika dengan KCBO berbentuk $Y = 66,487 - 1,234X$ ($r = -0,50$). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar silika maka akan menurunkan KCBK dan KCBO. Menurut van Soest (1982) silika merupakan elemen struktural yang bersama lignin memperkuat dinding sel tanaman sehingga silika mempunyai efek negatif terhadap pencernaan, yaitu menghambat pencernaan dinding sel. Akumulasi yang tinggi pada hijauan, juga mampu menurunkan pencernaan.

Dari penelitian terhadap KCBK dan KCBO nampak bahwa perekat tepung tapioka, karena banyak mengandung karbohidrat mudah dicerna, memberikan pencernaan terbaik bagi pelet Fermilus.



Gambar 12.- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KCBO DENGAN LIGNIN, SELULOSA DAN SILIKA PELET FERMIUS.

e. Produksi Protein Total dan N-NH₃

Rataan pengaruh aras dan macam perekat terhadap produksi protein total dan produksi N-NH₃ pelet Fermilus disajikan dalam Tabel 11.

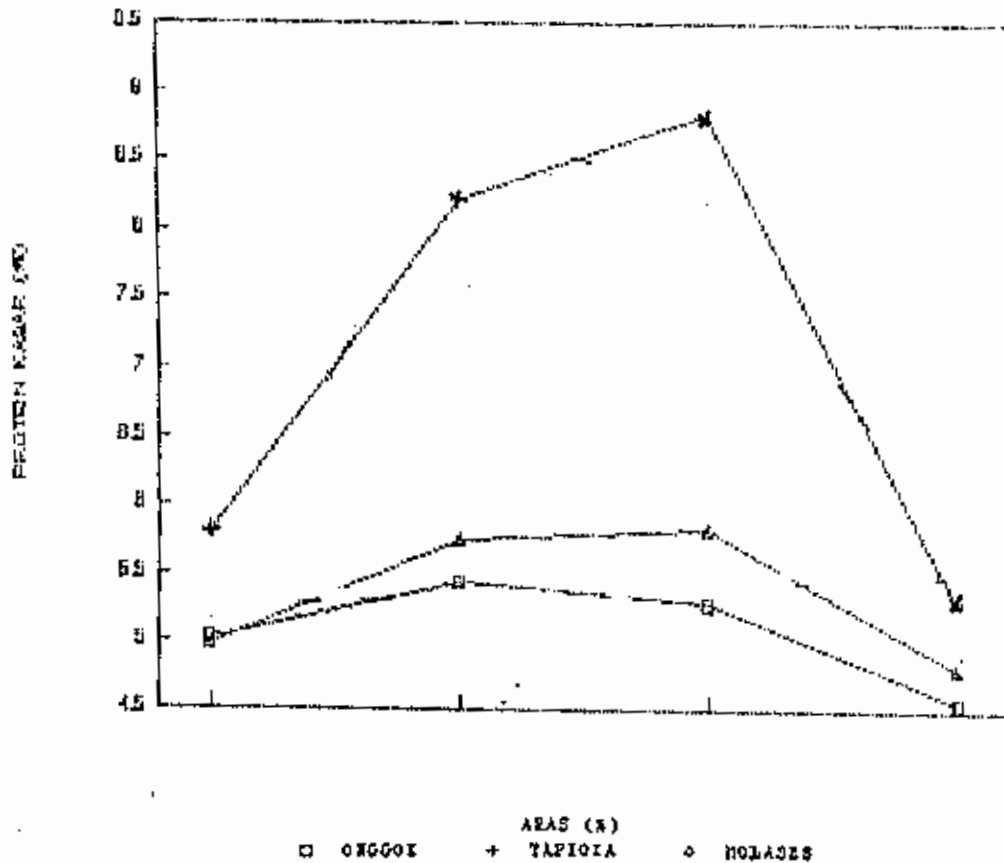
Tabel 11.- RATAAN PRODUKSI PROTEIN TOTAL DAN AMONIA PELET FERMILUS

Perlakuan	Parameter	
	Protein Total ----- % -----	Amonia ----- mM -----
A1B1	3,475	5,230
A1B2	3,175	6,525
A1B3	3,660	5,750
A1B4	3,350	5,850
A2B1	3,535	6,625
A2B2	4,930	9,150
A2B3	4,685	9,315
A2B4	3,625	7,580
A3B1	3,740	6,735
A3B2	4,720	8,145
A3B3	4,635	8,610
A3B4	3,855	7,570

Berdasarkan perhitungan statistik diketahui tidak adanya pengaruh interaksi aras dan macam perekat terhadap kadar protein kasar. Pengujian dengan polinomial ortogonal memberikan persamaan $Y = 4,71 + 5,08X - 2,96X^2$ ($r=0,558$) pada aras optimal 8,879% (Gambar 13).

Perlakuan aras berpengaruh sangat nyata terhadap protein kasar. Uji wilayah Duncan menunjukkan bahwa B3 menghasilkan rataaan tertinggi tetapi tidak berbeda nyata dengan B2.

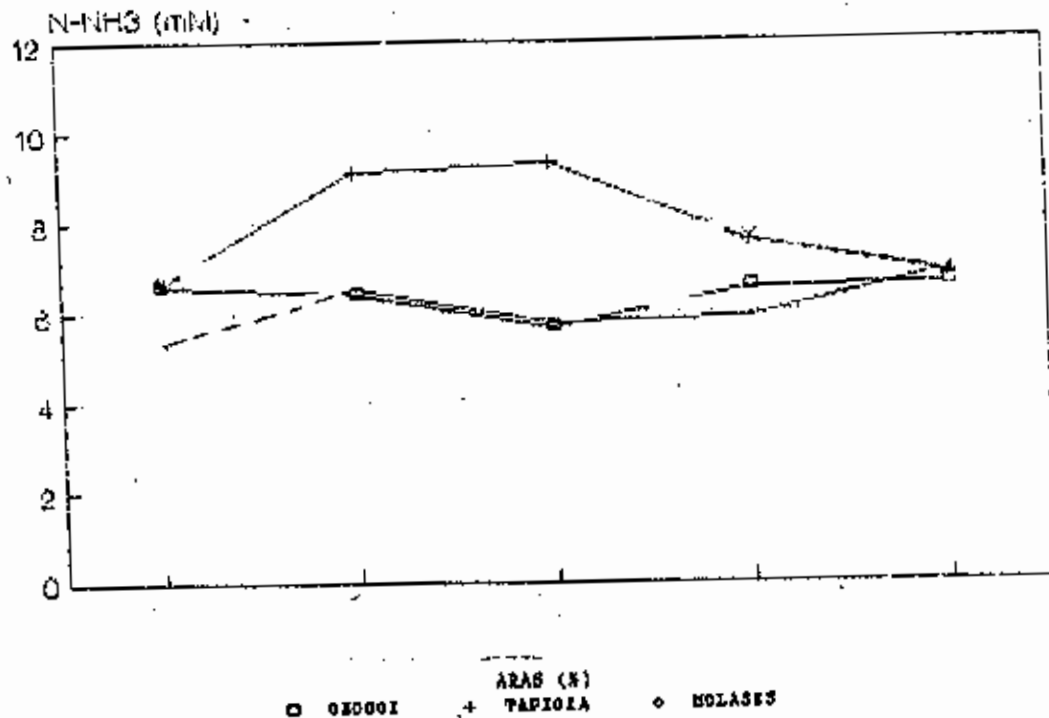
Analisis statistik menunjukkan adanya pengaruh nyata interaksi antara aras dan macam perekat terhadap produksi N-NH₃ pelet Fermilus.



Gambar 13.- GRAFIK PENGARUH INTERAKSI MACAM DAN ARAS PEREKAT TERHADAP PROTEIN KASAR PELET FERMILUS

Uji Duncan menunjukkan bahwa A2B3 memberikan rata-rata hasil terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Uji polinomial ortogonal menunjukkan persamaan $Y = 5,37 + 5,63X - 3,08X^2$ pada aras optimal 8,648%. Adanya interaksi memberi petunjuk bahwa aras dan macam perekat berperan terhadap produksi $N-NH_3$. Peningkatan produksi $N-NH_3$ disebabkan karena terfiksasinya N (Komar, 1984). Peningkatan ini menjadi lebih besar dengan adanya mineral karena mampu meningkatkan aktivitas mikrobia rumen.

Grafik produksi $N-NH_3$ disajikan dalam Gambar 14. Rata-rata produksi $N-NH_3$ hasil penelitian ternyata sudah mampu mendukung sintesis protein mikrobia secara optimal, karena konsentrasi yang diperlukan untuk mendukung sintesis mikrobia sebesar 3,57 - 7,14mM (Sutardi, et al., 1982).



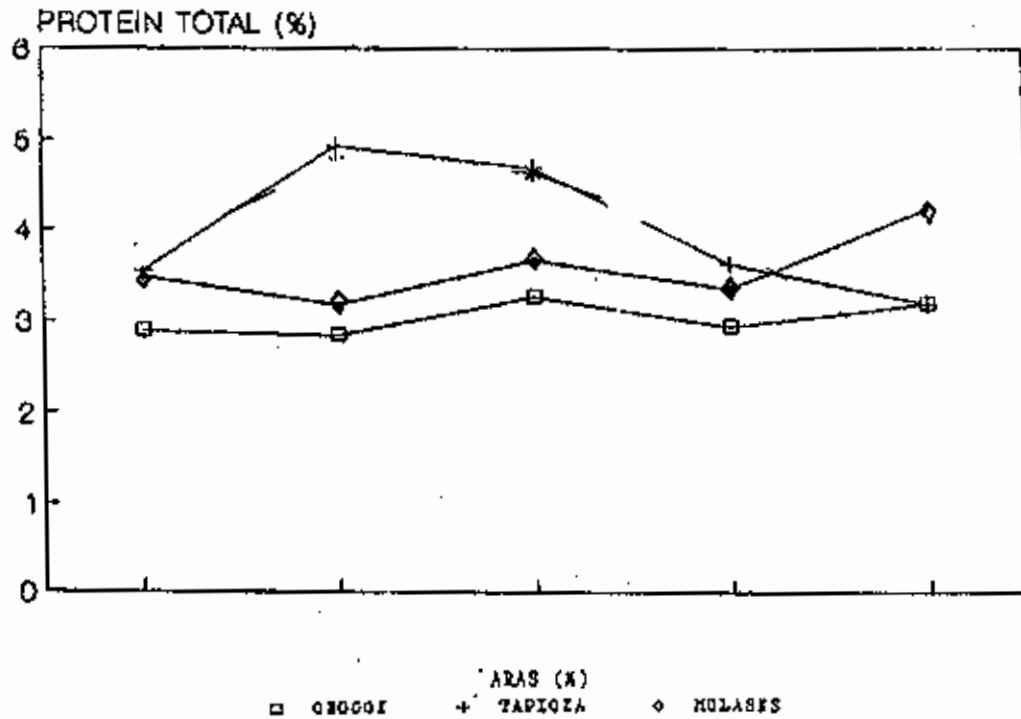
Gambar 14.- GRAFIK PRODUKSI N-NH₃ PELET FERMIUS

Berdasarkan perhitungan statistik, diketahui adanya pengaruh interaksi aras dan macam perekat terhadap produksi protein total. Uji polinomial ortogonal memberikan persamaan $Y = 3,01 + 1,06X - 0,30X^2$ ($r = 0,538$) dengan aras optimal sebesar 8,063% (Gambar 15).

Perlakuan aras perekat berpengaruh nyata, B2 merupakan nilai tertinggi meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan B3.

Hubungan antara protein kasar dengan N-NH₃ dinyatakan dalam persamaan $Y = 2,298 + 0,756X$ ($r = 0,725$), yang berarti bahwa peningkatan protein kasar akan makin meningkatkan produksi N-NH₃.

Hubungan antara N-NH₃ dengan protein total memberikan persamaan $Y = 0,689 + 0,436X$ ($r = 0,580$). Peningkatan produksi N-NH₃ akan meningkatkan protein totalnya.



Gambar 15.- GRAFIK PENGARUH ARAS DAN MACAM PEREKAT TERHADAP PROTEIN TOTAL

Seluruh protein dari bahan pakan mula-mula akan dihidrolisis mikrobial rumen menjadi asam amino dan kemudian diubah menjadi amonia (Sutardi, 1979), karena itulah apabila protein yang didegradasi banyak maka kandungan $N-NH_3$ nya akan meningkat. $N-NH_3$ yang dibebaskan dalam rumen dimanfaatkan mikrobial untuk mensintesis protein tubuhnya. Protein mikrobial dan protein yang lolos degradasi rumen akan menghasilkan protein total.

2. Pengaruh Aras dan Macam Perakat terhadap Penampilan dan Kualitas Pelet HIDROMIDI

Keseluruhan hasil persamaan dalam pengaruh aras dan macam perakat terhadap penampilan dan kualitas pelet Hidromidi disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 12.- RANGKUMAN PERSAMAAN PENGARUH ARAS DAN MACAM PEREKAT TERHADAP PENAMPILAN DAN KUALITAS FELET HIDROMIDI.

No.	Pengamatan	Persamaan	Korelasi	Puncak
1.	Kekerasan	$Y = 1,24 + 0,51X$	0,440	10,00%
2.	Durabilitas	$Y = 67,74 + 2,14X$	0,190	10,00%
3.	A b u	$Y = 27,66 - 0,19X$	0,580	10,00%
4.	Protein	$Y = 16,45 - 0,16X$	0,240	10,00%
5.	Selulosa	$Y = 36,16 - 1,39X + 0,20X^2 - 0,01X^3$	0,540	4,05%
6.	N D F	$Y = 75,24 - 0,87X$	0,340	10,00%
7.	A D F	$Y = 54,20 - 0,28X$	0,610	10,00%
8.	Lignin	$Y = 5,03 - 0,04X$	0,540	10,00%
9.	Hemiselulosa	$Y = 21,15 - 0,60X$	0,422	10,00%
10.	Silika	$Y = 13,58 + 0,57X - 0,05X^2$	0,390	5,23%
11.	K C B K	$Y = 43,23 + 0,33X$	0,520	10,06%
12.	K C B O	$Y = 43,98 + 0,81X$	0,400	10,00%
13.	NDF - Selulosa	$Y = 59,06 + 0,54X$	0,340	10,00%
14.	Lignin - NDF	$Y = 33,75 + 4,01X$	0,700	10,00%
15.	Lignin - ADF	$Y = 55,63 + 2,98X$	0,300	10,00%
16.	Selulosa - KCBK	$Y = 47,55 - 0,01X$	0,300	10,00%
17.	Selulosa - KCB O	$Y = 70,43 - 0,64X$	0,420	10,00%
18.	Lignin - KCBK	$Y = 45,50 - 0,01X$	0,480	10,00%
19.	Lignin - KCB O	$Y = 47,54 - 0,37X$	0,190	10,00%
20.	Silika - KCBK	$Y = 61,30 - 0,06X$	0,380	10,00%
21.	Silika - KCB O	$Y = 41,72 - 0,53X$	0,460	10,00%
22.	Protein Kasar	$Y = 16,45 - 0,18X$	0,623	10,00%
23.	N - NH ₃	$Y = 18,26 - 0,25X$	0,860	10,00%
24.	Protein Total	$Y = 3,93 + 0,05X$	0,531	10,00%

Rincian lengkap tentang masing-masing persamaan disajikan secara runtut dalam pembahasan berikut.

a. Kualitas Fisik

Hasil penilaian panelis terhadap kualitas fisik pelet Hidromidi yang mencakup warna, tekstur, kekompakan, bentuk dan kenampakan disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13.- RATAAN HASIL PENGAMATAN KUALITAS FISIK PELET HIDROMIDI SECARA SUBYEKTIF.

Perlakuan	Parameter				
	Warna	Tekstur	Kekompakan	Bentuk	Kenampakan
A1B1	1,0	0,5	0,4	1,0	0,7
A1B2	0,8	0,5	0,4	0,9	0,8
A1B3	1,0	0,7	0,5	1,0	0,8
A1B4	1,0	0,6	0,7	0,9	0,8
A2B1	1,0	0,3	0,6	0,8	0,5
A2B2	1,0	0,4	0,9	0,9	0,6
A2B3	1,0	0,5	1,0	1,0	0,7
A2B4	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9
A3B1	0,9	0,3	0,4	0,9	0,5
A3B2	1,0	0,5	0,4	0,7	0,6
A3B3	0,8	0,4	0,4	1,0	0,7
A3B4	0,8	0,7	0,5	0,9	0,7

Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan aras dan macam perekat tidak mempengaruhi kualitas fisik subyektif pelet Hidromidi, karena hal-hal yang bersifat subyektif merupakan pendapat perorangan (Pasifik, 1981). Kualitas fisik subyektif terbaik terlihat pada penggunaan 10% tepung tapioka (A2B4). Hal ini dikarenakan tepung tapioka merupakan bahan yang mengandung pati yang sangat mudah tergelatinisasi sehingga memberikan kualitas fisik terbaik.

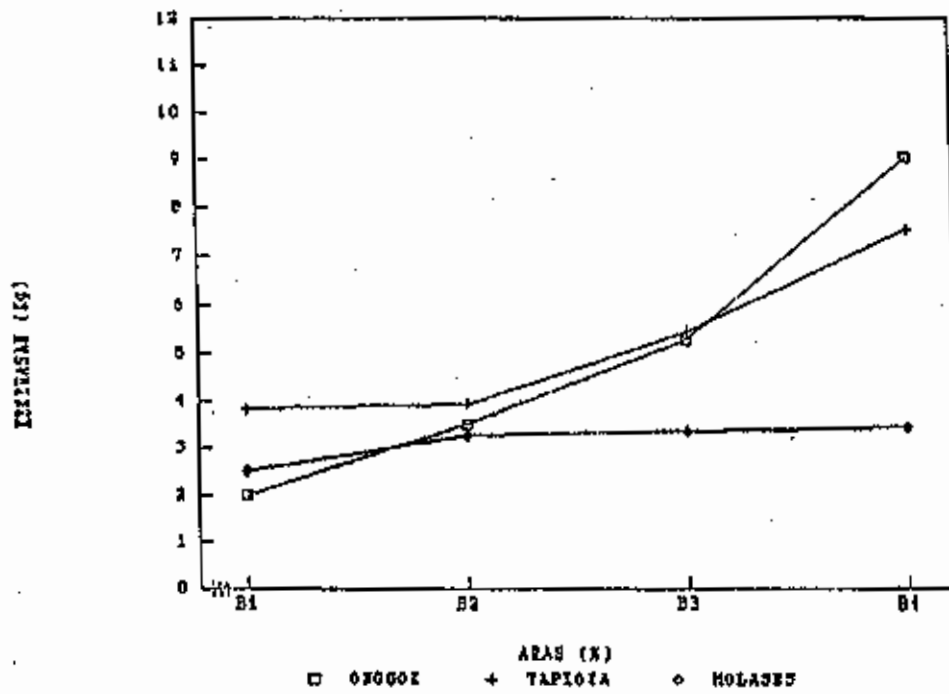
Hasil pengukuran kekerasan dan durabilitas pelet Hidromidi, yang termasuk sebagai kriteria kualitas obyektif, disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 14.- RATAAN HASIL PENGAMATAN KUALITAS FISIK PELET
HIDROMIDI SECARA OBYEKTIF.

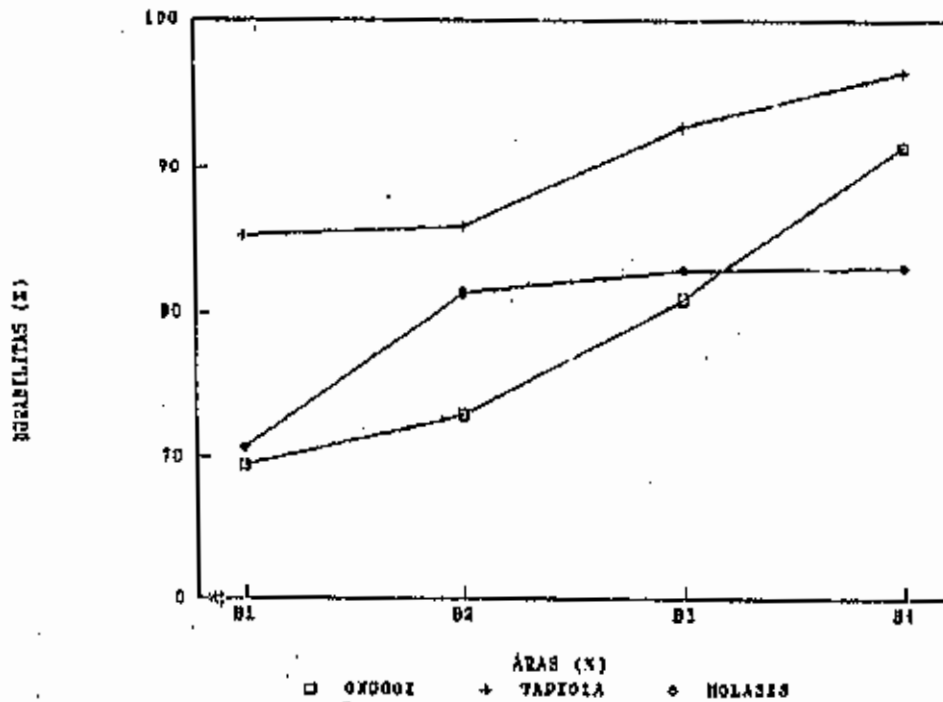
Perlakuan	Parameter	
	Kekerasan	Durabilitas
	kg	%
A1B1	2,00	69,45
A1B2	3,50	73,00
A1B3	5,25	80,85
A1B4	9,00	91,50
A2B1	3,83	85,25
A2B2	3,92	85,90
A2B3	5,42	92,85
A2B4	7,50	96,55
A3B1	2,50	70,70
A3B2	3,25	81,30
A3B3	3,33	82,75
A3B4	3,41	82,00

Interaksi antara aras dan macam perekat berpengaruh ($P < 0,01$) terhadap kekerasan maupun durabilitas pelet hidromidi (Gambar 16 dan Gambar 17). Pelet A2 lebih keras dan lebih tinggi durabilitasnya dibandingkan A1 maupun A3. Hubungan aras perekat dengan kekerasan mengikuti persamaan linier $Y = 1,24 + 0,51X$ ($r = 0,44$), sedangkan durabilitasnya mengikuti persamaan $Y = 67,74 + 2,14X$ ($r = 0,19$).

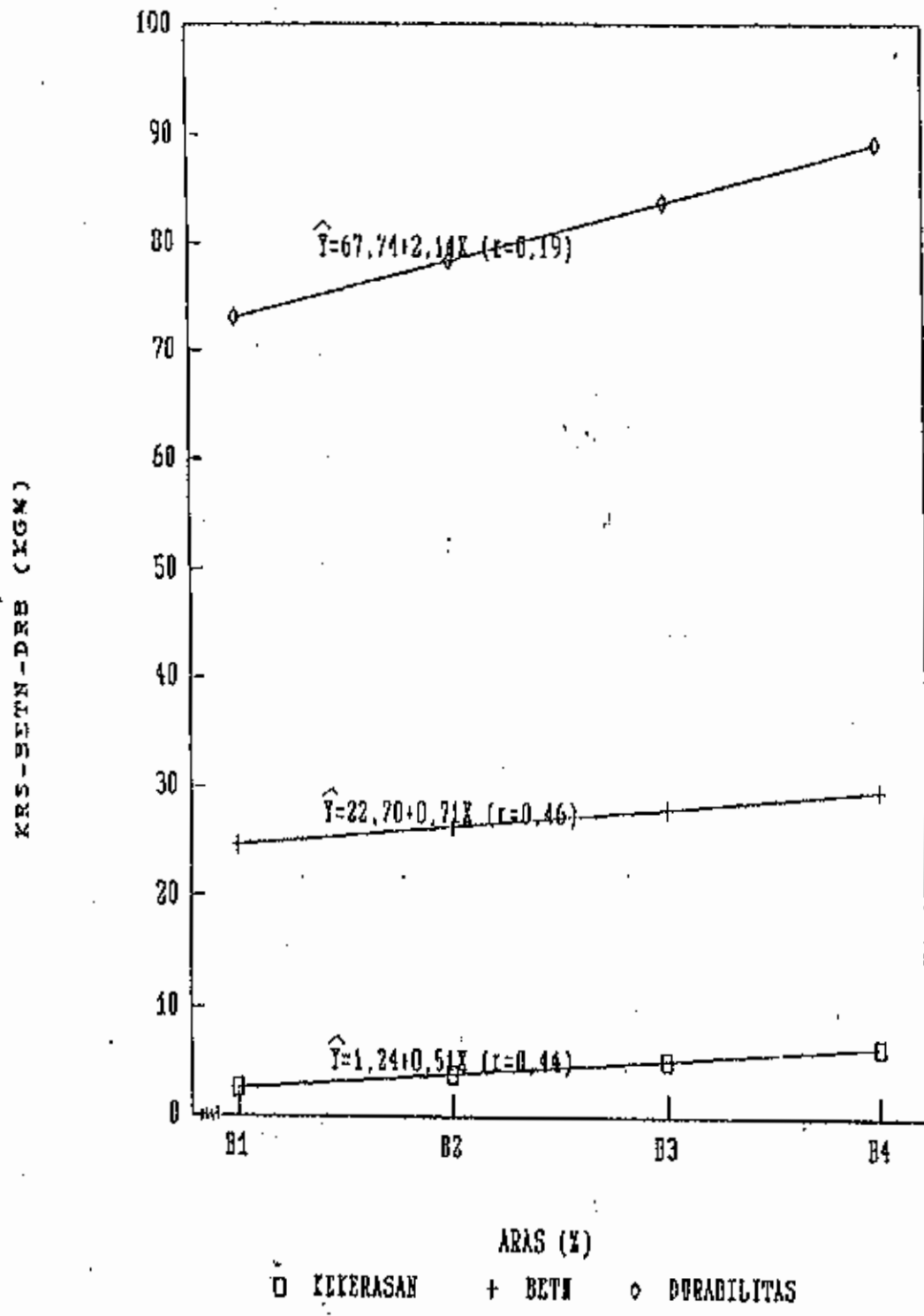
Perlakuan tepung tapioka dengan aras 10% (A2B4) memberikan kekerasan dan durabilitas terbaik terhadap pelet Hidromidi. Semakin tinggi penggunaan aras tepung tapioka, kandungan BETN nya semakin tinggi (Gambar 18). Menurut Meyer (1973) bila larutan pati dipanaskan, butir-butir pati akan mengembang karena terbukanya daerah longgar antar ikatan micela sehingga terjadi hidratisasi dan terbentuklah gel.



Gambar 16.-- GRAFIK PENGARUH INTERAKSI MACAM DAN ARAS PEREKAT TERHADAP KEKERASAN PELET HIDROMIDI



Gambar 17.-- GRAFIK PENGARUH INTERAKSI MACAM DAN ARAS PEREKAT TERHADAP DURABILITAS PELET HIDROMIDI



Gambar 18.- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KANDUNGAN BETN DENGAN KEKERASAN DAN DURABILITAS PELET HIDROMIDI

b. Kandungan Nutrisi

Rataan hasil analisis proksimat pelet Hidromidi disajikan dalam Tabel 15.

Tabel 15.- RATAAN KANDUNGAN NUTRISI PELET HIDROMIDI
(Berdasar 100% Bahan Kering)

Perlakuan	Parameter				
	Prot.Ksr	Lin.Ksr.	Abu	Srt.Ksr.	BETN
	(%)				
A1B1	4,37	2,24	26,34	35,11	31,94
A1B2	4,35	2,35	26,55	35,44	31,11
A1B3	5,06	2,16	27,45	36,30	29,03
A1B4	5,25	2,24	27,24	36,94	28,30
A2B1	6,74	2,36	27,15	32,52	31,23
A2B2	7,80	2,25	28,29	33,40	28,26
A2B3	8,35	2,74	28,68	33,65	28,58
A2B4	8,74	2,55	29,34	34,34	25,03
A3B1	5,43	2,26	28,69	27,45	36,17
A3B2	5,92	2,81	27,94	27,97	35,36
A3B3	6,05	2,54	29,23	28,51	33,67
A3B4	6,56	2,44	28,47	28,45	34,08

Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa interaksi macam dan aras perekat tidak berpengaruh ($P < 0,01$) terhadap kandungan abu pelet. Terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi aras perekat, akan menurunkan kadar abunya mengikuti persamaan $Y = 27,66 - 0,19X$ ($r = 0,58$). Penggunaan 10% tepung tapioka menghasilkan abu paling rendah. Interaksi macam dan aras perekat tidak berpengaruh terhadap kandungan protein. Pelet yang menggunakan perekat A2 lebih rendah kandungan proteinnya dibandingkan A1 dan A3, dikarenakan kandungan protein perekat A2 paling rendah. Makin tinggi aras perekat digunakan, prosentase protein makin menurun mengikuti $Y = 16,45 - 0,16X$ ($r = 0,24$).

c. Kualitas Serat

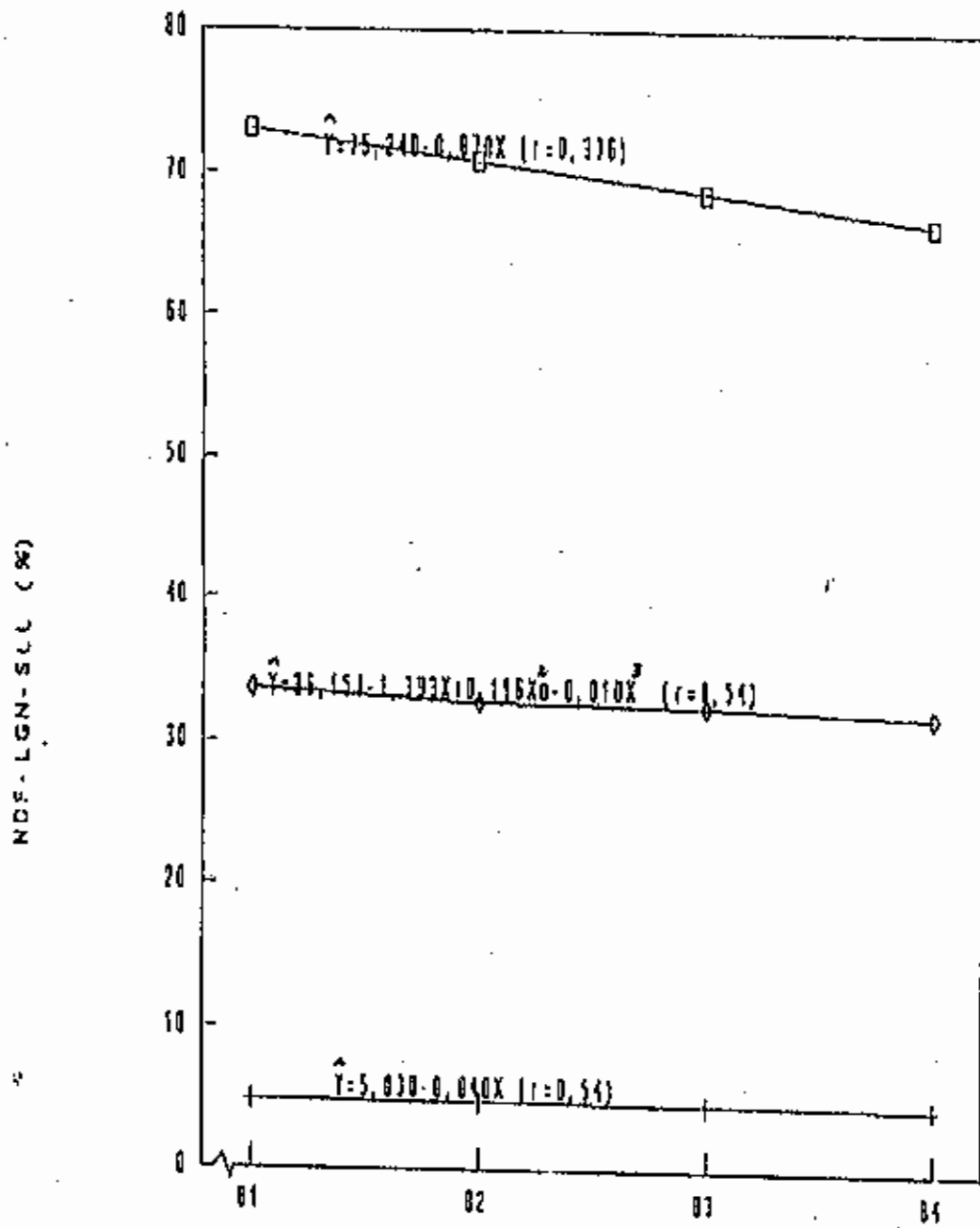
Rataan hasil pengamatan kualitas serat pelet Hidromidi disajikan dalam Tabel 16.

Tabel 16.- RATAAN KUALITAS SERAT PELET HIDROMIDI

Perlakuan	Parameter					
	NDF	ADF	Lignin	Selulosa	H.selulosa	Silika
	(%)					
A1B1	73,80	52,90	4,40	33,45	21,15	15,05
A1B2	69,35	53,25	4,60	32,20	16,75	15,75
A1B3	68,45	55,15	4,90	34,90	13,35	15,30
A1B4	68,65	54,75	4,70	34,90	14,05	15,10
A2B1	72,40	51,55	5,05	32,10	21,25	14,25
A2B2	71,15	52,05	4,90	33,30	18,25	13,70
A2B3	67,90	48,75	4,80	29,05	19,15	14,90
A2B4	67,70	46,00	4,10	30,75	21,70	11,40
A3B1	75,50	55,60	5,05	35,70	20,00	14,85
A3B2	68,65	53,55	5,00	33,15	15,10	15,40
A3B3	68,30	52,70	4,95	33,15	15,60	14,60
A3B4	68,30	53,05	4,55	33,60	12,25	14,90

Analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi macam dan aras perekat berpengaruh ($F < 0,01$) terhadap kadar NDF pelet Hidromidi. Makin tinggi penambahan aras perekat maka kadar NDF akan turun sampai pada aras pengamatan 10% (Gambar 19) mengikuti persamaan $Y = 75,24 - 0,87X$ ($r = 0,34$). Penurunan terjadi karena penambahan bahan perekat dengan kadar serat rendah, sehingga akan menurunkan persentase kadar NDF pelet Hidromidi secara keseluruhan.

Interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap kadar selulosa pelet Hidromidi mengikuti persamaan regresi kubik $Y = 36,157 - 1,393X + 0,196X^2 - 0,0098X^3$ ($r = 0,54$) dengan aras optimal pada 4,05% (Gambar 19).



Keterangan : ANAS (%)
 □ = ROF + = LIGNIN ◇ = SELULOSA

Gambar 19.- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KANDUNGAN NDF DENGAN LIGNIN DAN SELULOSA PELET HIDROMIDI

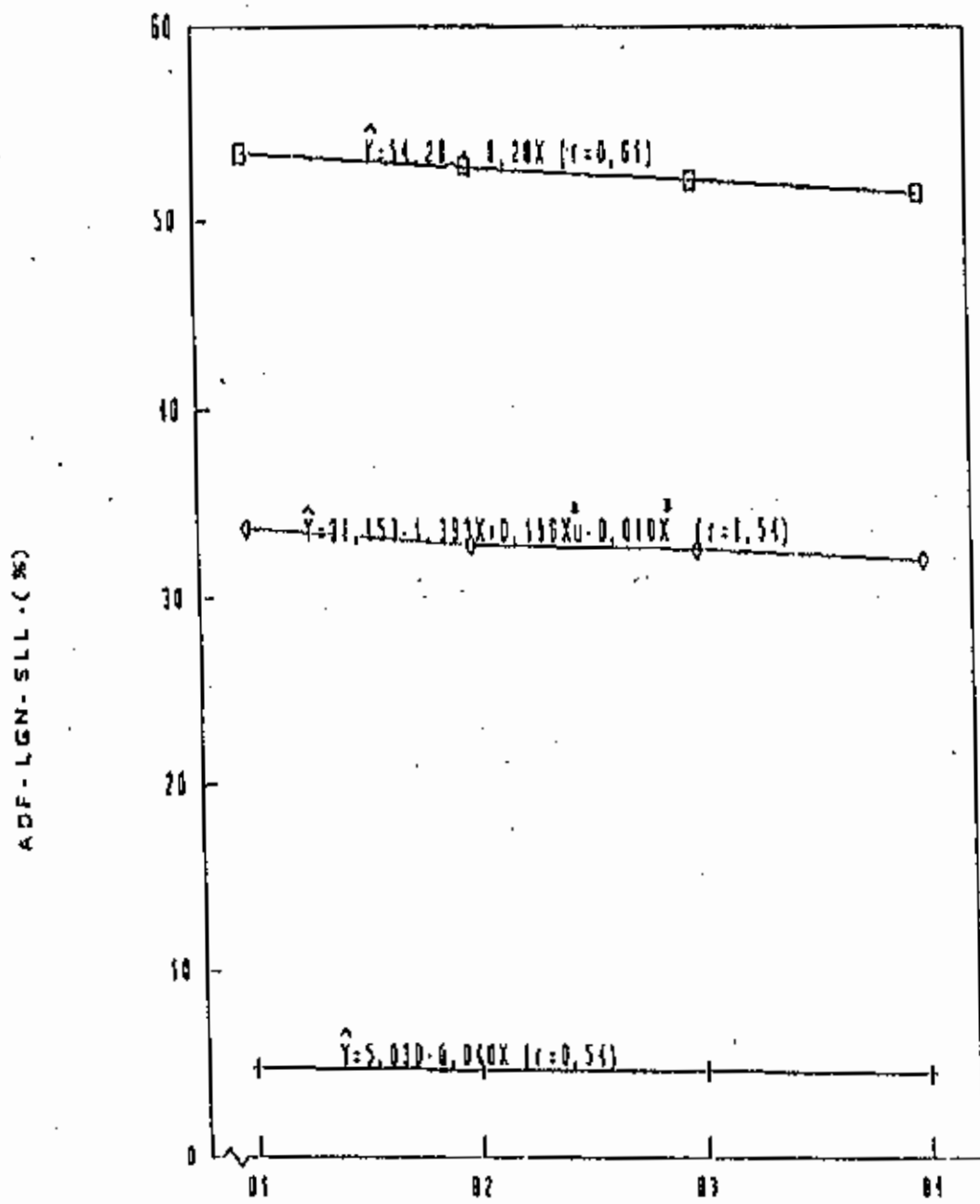
Hubungan kadar selulosa dengan NDF dinyatakan dalam persamaan $Y = 59,059 + 0,54X$ ($r = 0,34$), berarti bahwa peningkatan kadar selulosa akan meningkatkan kadar NDF karena selulosa merupakan bagian terbesar dinding sel (Tillman, 1989).

Interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap kadar ADF pelet Hidromidi. Hubungan antara aras perekat dengan kadar ADF berbentuk linier $Y = 54,20 - 0,28X$ ($r = 0,61$) karena penambahan perekat berkadar serat rendah menurunkan persentase kadar ADF pelet secara keseluruhan sampai pada pengamatan aras 10% (Gambar 20). Penambahan tepung tapioka sebagai perekat lebih baik dibandingkan onggok maupun tetes dikarenakan perekat tepung tapioka mengandung lebih banyak pati yang mudah tergelatinisasi sehingga mampu menurunkan kadar serat pelet secara keseluruhan, termasuk ADF.

Interaksi aras dan macam perekat berpengaruh terhadap kadar lignin. Hubungan antara aras perekat dan lignin berbentuk linier $Y = 5,03 - 0,04X$ ($r = 0,54$), yang berarti bahwa penambahan aras perekat mampu menurunkan kadar lignin sampai pengamatan pada aras 10% (Gambar 19 dan Gambar 20). Hubungan antara lignin dengan NDF membentuk persamaan linier $Y = 33,75 + 4,01X$ ($r = 0,79$), sedangkan lignin dengan ADF mengikuti persamaan $Y = 55,63 + 2,98X$ ($r = 0,30$). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar lignin akan meningkatkan kadar NDF maupun ADF, karena lignin juga merupakan bagian dari dinding sel (van Soest, 1982).

Analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap kadar hemiselulosa. Hubungan aras perekat dengan kadar hemiselulosa membentuk persamaan $Y = 21,15 - 0,6X$ ($r = 0,422$), yang berarti bahwa penambahan aras perekat akan menurunkan kadar hemiselulosa sampai pada pengamatan aras 10%.

Interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap kadar silika pelet hidromidi. Hubungan aras perekat dengan kadar silika berbentuk $Y = 13,583 + 0,573X - 0,08X^2$ ($r = 0,39$) dengan aras optimal pada 5,23% (Gambar 21 dan Gambar 22). Arora (1989) menyatakan bahwa silika mempunyai efek negatif terhadap pencernaan.



Keterangan : ARAS (X)
 □ = ADF + = LIGNIN ◇ = SELULOSA

Gambar 20.- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KANDUNGAN ADF DENGAN LIGNIN DAN SELULOSA PELET HIDROMIDI

d. Kecernaan in vitro

Rataan kecernaan bahan kering (KCBK) dan kecernaan bahan organik (KCBO) secara *in vitro* disajikan dalam Tabel 17.

Tabel 17.- RATAAN KCBK DAN KCBO PELET HIDROMIDI

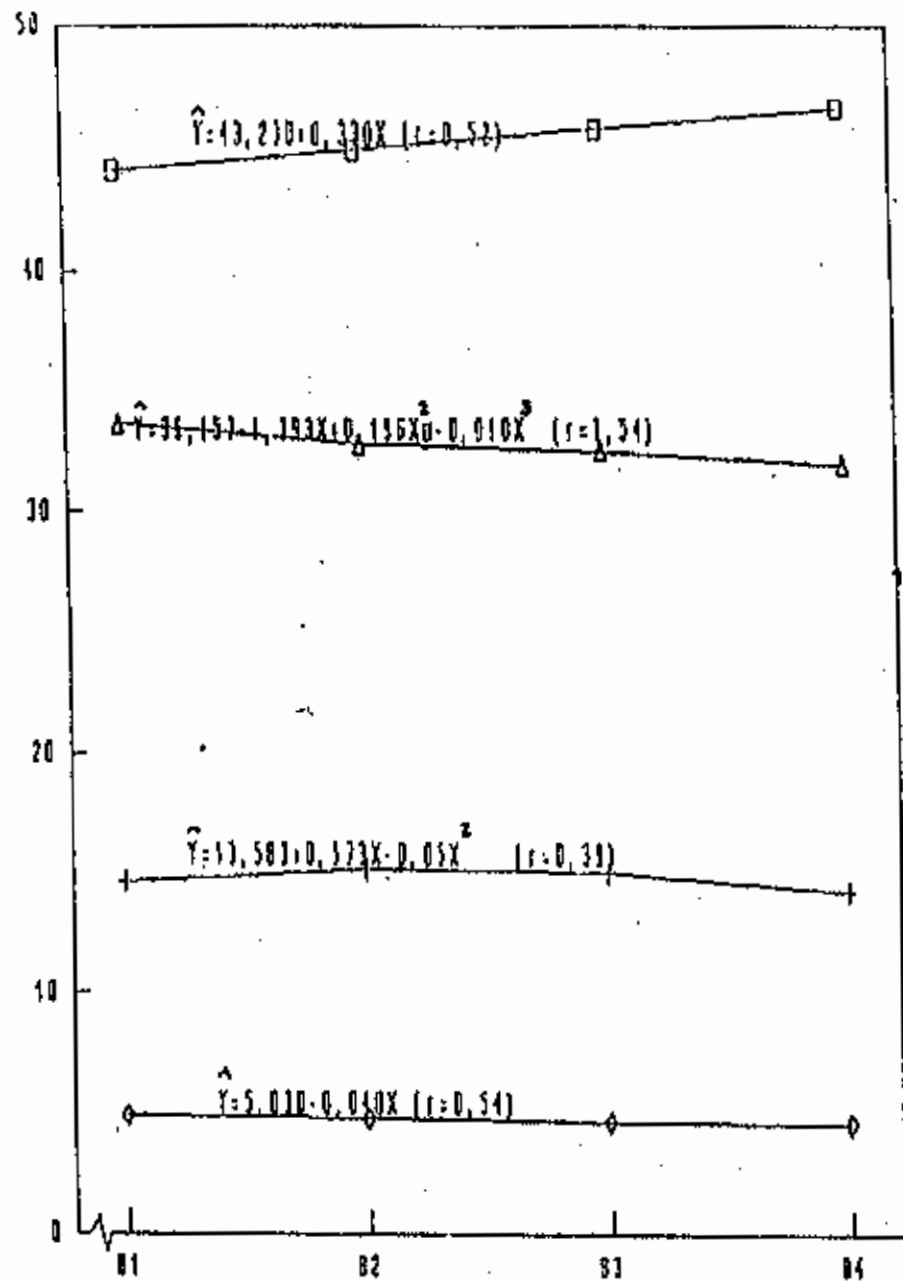
Perlakuan	Parameter	
	K C B K	K C B O
	%	
A1B1	44,80	46,15
A1B2	44,20	46,35
A1B3	43,50	50,25
A1B4	45,30	48,40
A2B1	42,60	46,90
A2B2	47,55	48,25
A2B3	45,05	51,25
A2B4	47,00	56,35
A3B1	44,90	47,67
A3B2	44,40	48,95
A3B3	44,95	48,00
A3B4	46,85	51,40

Analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi aras dan macam perekat berpengaruh terhadap KCBK dan KCBO pelet Hidromidi. Hubungan aras perekat dengan KCBK memberikan persamaan linier $Y = 43,23 + 0,33X$ ($r = 0,52$) (Gambar 21), yang berarti bahwa penambahan aras perekat akan meningkatkan KCBK pelet hidromidi.

Hasil analisis ragam KCBO memberikan informasi bahwa interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap KCBO. Hubungannya antara aras dengan KCBO mengikuti persamaan linier $Y = 43,98 + 0,81X$ ($r = 0,40$) seperti tersaji dalam Gambar 22.

Hubungan antara selulosa dengan KCBK mengikuti persamaan regresi $Y = 47,55 - 0,075X$ ($r = 0,30$), sedangkan hubungan

KCBK-SLK-LGN-SLL (%)



Keterangan :

ARAS (%)

□ = KCBK

+ = SILIKA

◇ = LIGNIN

△ = SELULOSA

Gambar 21.- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KCBK DENGAN LIGNIN, SELULOSA DAN SILIKA PELET HIDROMIDI

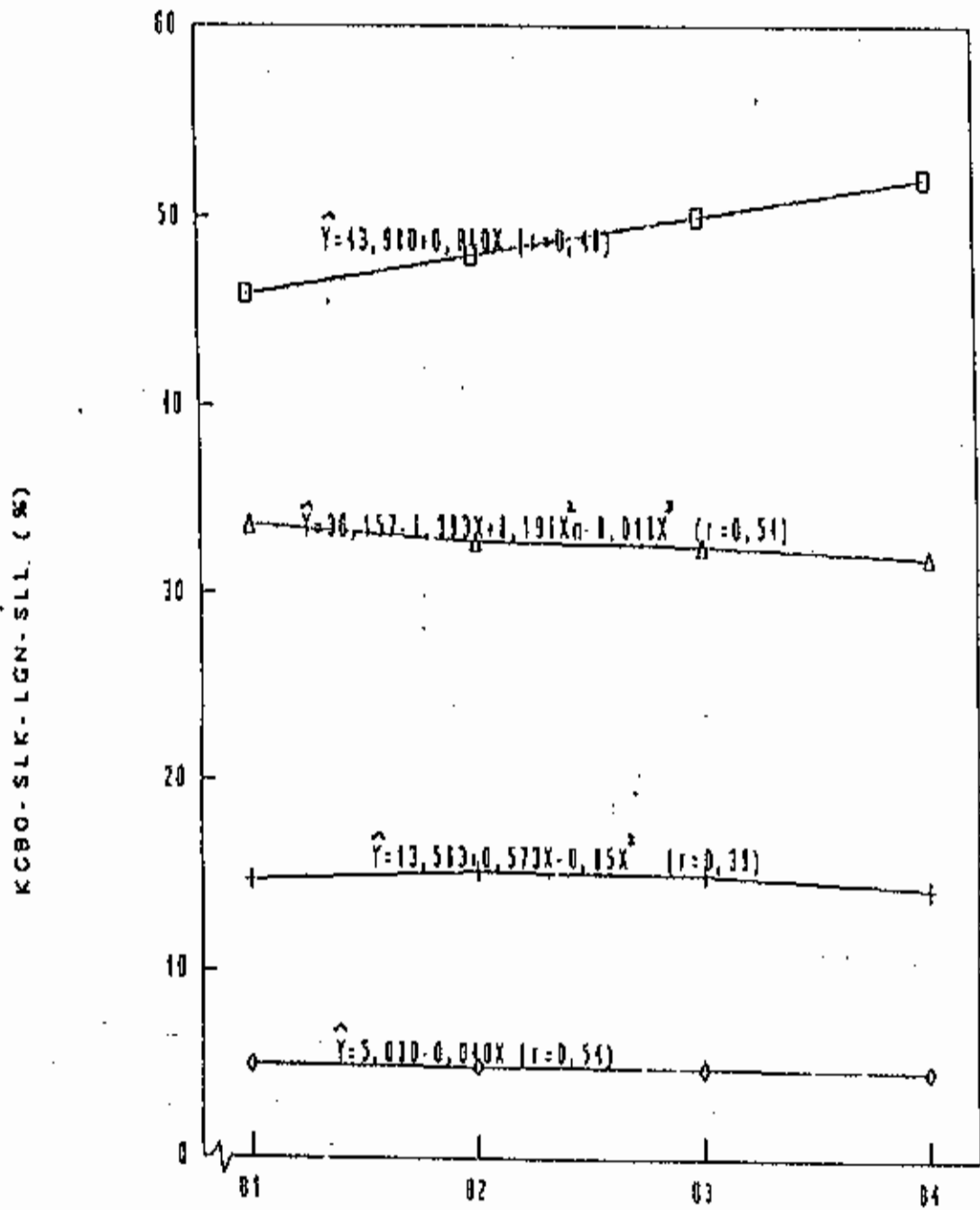
antara selulosa dengan KCBK berbentuk linier dengan persamaan $Y = 70,43 - 0,64X$ ($r = 0,42$). Hal ini menunjukkan bahwa dengan makin meningkatnya kadar selulosa maka KCBK dan KCBOnya akan makin menurun, karena selulosa sulit dicerna. Komar (1984) menyatakan bahwa apabila selulosa berikatan dengan lignin maka akan merupakan faktor negatif penghambat daya kerja enzim pencernaan dinding sel, meskipun demikian apabila selulosa ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi akan sangat menguntungkan karena selulosa merupakan bagian terbanyak dinding sel (Sutardi, 1980).

Hubungan lignin dengan KCBK menghasilkan persamaan regresi $Y = 45,50 - 0,095X$ ($r = -0,48$), sedangkan hubungan lignin dengan KCBOnya dinyatakan dengan $Y = 47,54 - 0,37X$ ($r = -0,19$). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar lignin maka KCBK dan KCBOnya akan menurun, karena lignin tidak dapat dicerna. Tillman, et al. (1989) menyatakan bahwa dinding sel tanaman terdiri dari selulosa dan hemiselulosa yang sulit dicerna, terutama jika berikatan dengan lignin.

Sutardi (1980) menyatakan bahwa kadar lignin mempengaruhi pencernaan selulosa.

Hubungan silika dengan KCBK dinyatakan dengan persamaan regresi $Y = 44,30 - 0,06X$ ($r = 0,38$), sedangkan hubungan silika dengan KCBOnya berbentuk $Y = 41,12 - 0,53X$ ($r = 0,46$). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar silika maka akan menurunkan KCBK dan KCBOnya. Akumulasi silika yang tinggi pada hijauan akan menurunkan pencernaan karena menghambat pencernaan dinding sel (Sutardi, 1980). Van Soest (1982) menyatakan bahwa silika bersama lignin merupakan komponen penguat dinding sel yang mempunyai efek negatif terhadap pencernaan.

Dari penelitian terhadap KCBK dan KCBOnya nampak bahwa perekat 10% tepung tapioka (A2B4), karena banyak mengandung karbohidrat mudah dicerna, memberikan pencernaan terbaik bagi pelet Hidromidi. Gelatinisasi ikut mempengaruhi tingginya pencernaan pada penambahan tepung tapioka karena gelatinisasi meningkatkan efisiensi penggunaan NPN (van Soest, 1982).



Keterangan : ARAS (%)

□ = KCBO + = SILIKA ◊ = LIGNIN Δ = SELULOSA

Gambar 22.- GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KCBO DENGAN LIGNIN, SELULOSA DAN SILIKA PELET HIDROMIDI

e. Produksi Protein Total dan N-NH₃ Pelet Hidromidi

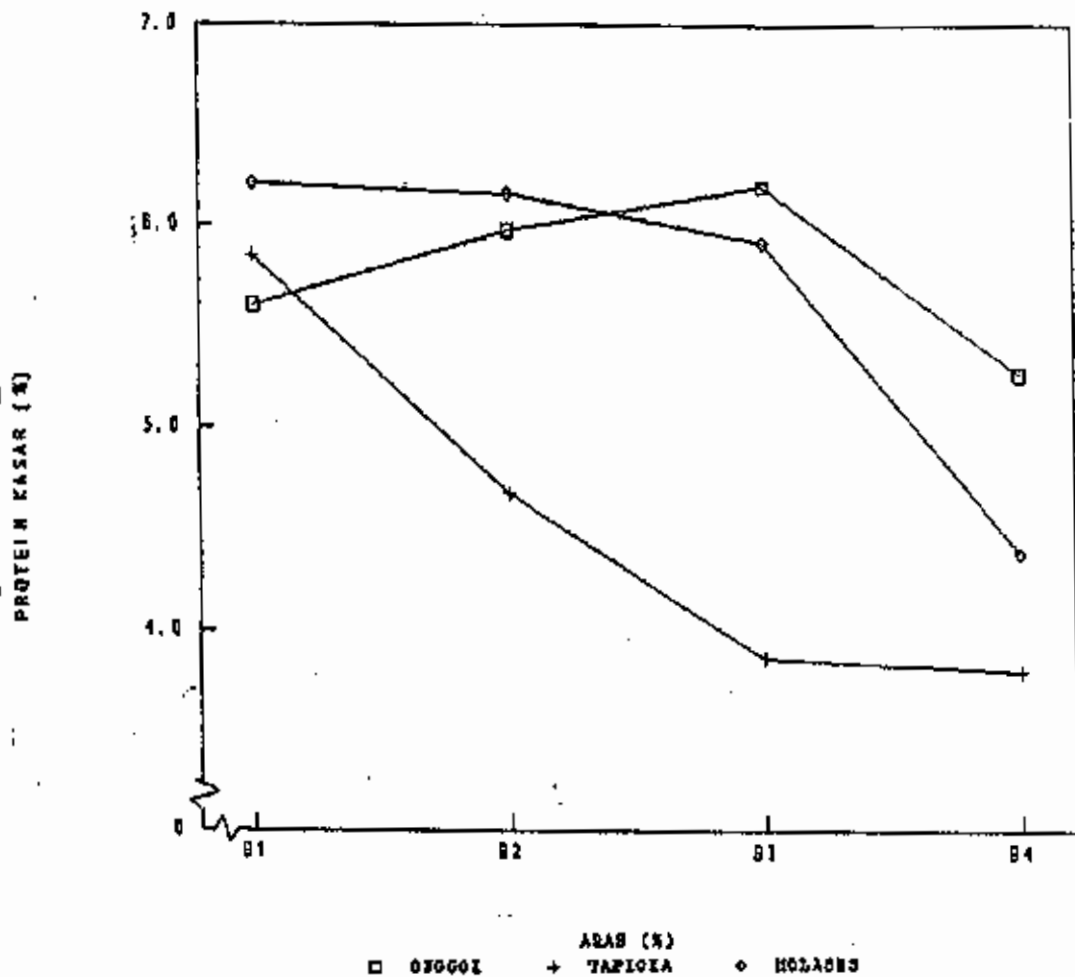
Rataan pengaruh aras dan macam perekat terhadap produksi protein total dan produksi N-NH₃ pelet Hidromidi disajikan dalam Tabel 18.

Tabel 18.- RATAAN PRODUKSI PROTEIN TOTAL DAN AMONIA PELET HIDROMIDI

Perlakuan	Parameter	
	Protein Total	Amonia
	%	mg/l
A1B1	4,530	6,410
A1B2	3,700	5,810
A1B3	2,570	5,610
A1B4	2,720	3,920
A2B1	3,920	5,180
A2B2	4,220	7,240
A2B3	5,240	8,430
A2B4	6,310	9,320
A3B1	3,030	4,350
A3B2	3,570	5,320
A3B3	4,210	6,350
A3B4	5,230	7,420

Berdasarkan hasil perhitungan statistik didapatkan tidak adanya pengaruh interaksi antara macam dan aras perekat terhadap protein kasar (Gambar 23).

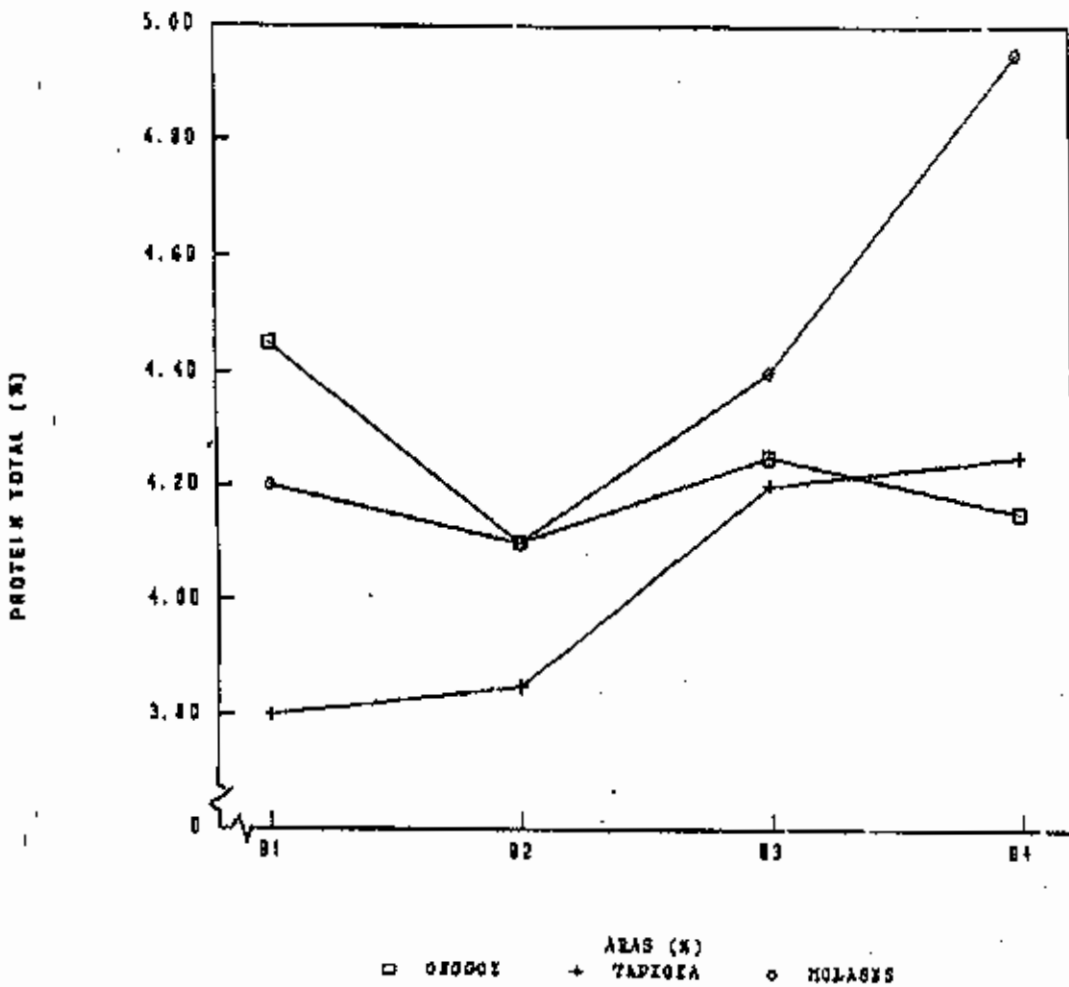
Perlakuan macam perekat dan aras perekat berpengaruh nyata terhadap protein kasar. Berdasarkan uji Duncan, diketahui bahwa perlakuan macam A1 dan A3 lebih rendah protein kasar nya dibandingkan dengan A2. Perbedaan terjadi karena keduanya merupakan limbah industri yang sebagian bedar diambil karbohidratnya, sehingga menyisakan protein lebih banyak pada perlakuan A2.



Gambar 23.- GRAFIK PENGARUH ARAS DAN MACAM PEREKAT TERHADAP PROTEIN KASAR PELET HIDROMIDI

Pengaruh perlakuan aras perekat terhadap protein kasar membentuk persamaan linier $Y = 16,45 - 0,18X$ ($r = 0,423$). Penurunan protein terjadi karena bertambahnya jumlah berat total perlakuan sebagai akibat meningkatnya aras perekat, sedangkan berat nitrogen total tetap.

Analisis ragam menunjukkan adanya interaksi aras dan macam perekat, aras perekat dan macam perekat terhadap protein total (Gambar 24). Uji Duncan menunjukkan bahwa A2 lebih tinggi dibanding yang lain. Hal ini terjadi karena tepung tapioka mempengaruhi proses pencernaan pakan oleh mikrobia, sehingga protein yang terdegradasi lebih sedikit, disamping itu adanya kandungan mineral pada tapioka juga membantu sintesis protein oleh mikrobia.



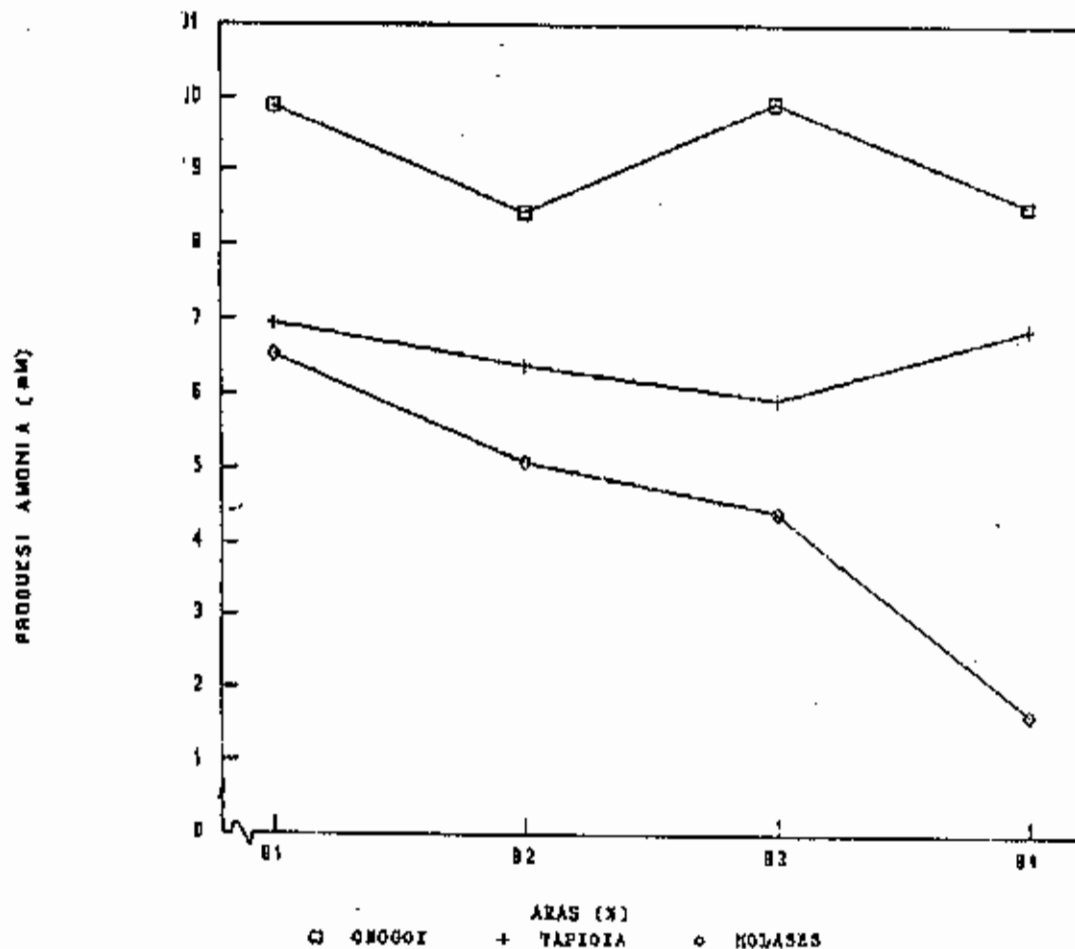
Gambar 24.- GRAFIK PENGARUH ARAS DAN MACAM PEREKAT TERHADAP PROTEIN TOTAL PELET HIDROMIDI

Berdasarkan uji polinomial ortogonal diketahui bahwa hubungan antara aras perekat dengan protein total berbentuk linier $Y = 3,93 + 0,05X$ ($r = 0,537$). Hal ini terjadi karena dengan makin bertambahnya aras perekat, maka persentase serat kasar akan makin berkurang karena perekat yang digunakan rendah serat kasarnya tetapi tinggi energinya. Makin rendah serat kasar dan sumber energi yang makin tinggi, menyebabkan mikrobia mendapatkan sumber energi yang makin besar untuk tumbuh kembangnya. Akibatnya pencernaan serat kasar (selulosa, hemiselulosa) dan karbohidrat lainnya menjadi lebih besar, sementara nitrogen diperoleh dari urea (NPN) yang ditambahkan dalam pembuatan Hidromidi, sehingga hanya sebagian kecil protein pakan yang terdegradasi.

Sedikitnya protein pakan yang terdegradasi, diikuti dengan terbentuknya protein mikrobia, akan mampu meningkatkan protein total.

Interaksi macam dan aras perekat berpengaruh terhadap produksi amonia (Gambar 25), demikian pula macam perekat dan aras perekat. Perlakuan A2 paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Keseluruhan perlakuan menunjukkan adanya kecukupan produksi amonia (diatas 3,57 mM), hal ini terjadi karena penambahan urea yang secara cepat diubah oleh mikrobia menjadi amonia.

Uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa terdapat pengaruh aras terhadap produksi amonia dengan mengikuti persamaan linier $Y = 18,26 - 0,25X$ ($r = 0,356$).



Gambar 25.- GRAFIK PENGARUH ARAS DAN MACAM PEREKAT TERHADAP PRODUKSI AMONIA PELET HIDROMIDI

Dari dua penelitian pengaruh berbagai aras dan macam perekat terhadap penampilan dan kualitas pelet Fermilus dan pelet Hidromidi, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Perlakuan macam dan aras perekat berpengaruh terhadap kualitas fisik pelet Fermilus/Hidromidi tanpa mempengaruhi kandungan nutrisinya.

Perlakuan aras perekat yang berbeda bersifat linier terhadap kualitas fisik pelet, semakin tinggi aras perekat yang digunakan akan meningkatkan kualitas fisiknya sehingga penggunaan aras perekat tertinggi (10%) menghasilkan kualitas fisik pelet yang terbaik.

Perekat tepung tapioka menghasilkan kualitas fisik pelet paling baik.

2. Interaksi aras dan macam perekat mempengaruhi kualitas serat maupun pencernaan *in vitro* pelet Fermilus maupun pelet Hidromidi.

Perekat dari tepung tapioka berpengaruh baik terhadap kualitas serat maupun pencernaan pelet Fermilus dan Hidromidi.

Penggunaan 6,91 atau 8,064% tepung tapioka menghasilkan KCBK atau KCB0 terbaik pada pelet Fermilus.

Penggunaan 10% tepung tapioka menghasilkan KCBK dan KCB0 terbaik pada pelet Hidromidi.

3. Disarankan penggunaan perekat 10% tepung tapioka agar diperoleh pelet dengan kualitas fisik dan kandungan nutrisi yang baik.

RENCANA PENELITIAN TAHAP SELANJUTNYA

1. Tujuan Khusus:

Tujuan umum penelitian adalah untuk memperoleh teknologi pakan yang sesuai dengan potensi dan kondisi lingkungan.

Tujuan khusus penelitian adalah:

- Mengetahui nilai biologis pelet FERMILUS pada sapi potong
- Mengetahui nilai biologis pelet HIDROMIDI pada sapi potong
- Mengetahui pengaruh pelet FERMILUS terhadap penampilan produksi (konsumsi, penambahan bobot dan keefisienan penggunaan ransum) sapi potong.
- Mengetahui pengaruh pelet HIDROMIDI terhadap penampilan produksi (konsumsi, penambahan bobot dan keefisienan penggunaan ransum) sapi potong.
- Mengetahui pengaruh pelet FERMILUS terhadap penampilan biokimia (aktivitas fosfatase alkalis, konsentrasi Hb dan hematokrit) darah sapi potong.
- Mengetahui pengaruh pelet HIDROMIDI terhadap penampilan biokimia (aktivitas fosfatase alkalis, konsentrasi Hb dan hematokrit) darah sapi potong.
- Mengetahui pengaruh pelet FERMILUS terhadap kualitas daging sapi potong.
- Mengetahui pengaruh pelet HIDROMIDI terhadap kualitas daging sapi potong.

Fenggunaan pelet FERMILUS dan HIDROMIDI untuk pakan sapi potong, akan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Jerami padi dan malai serta limbah rumah pemotongan hewan (bolus) yang merupakan bahan asal FERMILUS dan HIDROMIDI, yang semula memerlukan tempat banyak menjadi lebih ringkas, mudah diangkut, kualitasnya meningkat dan lebih mudah dimanfaatkan.

- b. Membuka peluang pengembangan industri pakan sapi potong, utamanya dengan meningkatkan kualitas jerami padi menjadi pelet FERMILUS dan HIDROMIDI.

2. Metode Penelitian

Penelitian Tahap III akan dilaksanakan dengan sub kegiatan penelitian:

Pengaruh aras pelet FERMILUS/HIDROMIDI dalam ransum terhadap penampilan produksi, penampilan biokimia dan kualitas daging sapi potong

a. Tujuan:

- mengetahui nilai biologis pelet FERMILUS/HIDROMIDI pada sapi potong
- mengetahui pengaruh aras pelet FERMILUS/HIDROMIDI terhadap penampilan produksi (konsumsi, penambahan bobot dan keefisienan penggunaan ransum) sapi potong.
- mengetahui pengaruh aras pelet FERMILUS/HIDROMIDI terhadap penampilan biokimia (aktivitas fosfatase alkalis, konsentrasi Hb dan hematokrit) darah sapi potong.
- mengetahui pengaruh aras pelet FERMILUS/HIDROMIDI terhadap kualitas daging (komposisi karkas) sapi potong.

b. Bahan dan Peralatan:

- pelet FERMILUS/HIDROMIDI, ransum sapi
- sapi, kandang dan peralatan
- alat dan bahan untuk analisis proksimat
- alat dan bahan untuk analisis komponen serat
- alat dan bahan untuk analisis pencernaan
- alat dan bahan untuk analisis retensi
- alat dan bahan untuk analisis VFA, N-NH₃ dan protein total
- alat dan bahan untuk pengambilan darah
- alat dan bahan untuk analisis aktifitas fosfatase alkalis
- alat dan bahan untuk analisis konsentrasi Hb
- alat dan bahan untuk analisis hematokrit
- alat dan bahan untuk analisis komposisi karkas

c. Metoda:

- Penelitian menggunakan sapi FO jantan yang memperoleh pakan berupa 90% konsentrat, dan 10% hijauan pakan. Konsentrat yang diberikan akan diganti dengan FERMILUS/HIDROMIDI (0, 30, 60, 90% BK ransum).
- Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap berpola faktorial 3 x 7 dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah waktu (1, 2, dan 3 bulan pengamatan), sedang faktor kedua adalah aras penggunaan pelet FERMILUS/HIDROMIDI sebesar 0, 30, 60, dan 90% BK pengganti konsentrat.
- Analisis proksimat dilakukan menurut AOAC (1970)
- Analisis komponen serat menurut Goering dan van Soest (1970)
- Analisis pencernaan menurut Tilley dan Terry (1963)
- Analisis VFA, N-NH₃ dan protein total (GLP, 1966)
- Analisis aktivitas fosfatase alkalis menurut Bessey, et al. (1946)
- Analisis konsentrasi Hb menurut van Kampen (1975)
- Analisis hematokrit dengan Terumo capillary.
- Analisis komposisi karkas.

d. Waktu: 7 (tujuh) bulan

e. Lokasi:

- Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan UNDIP
- Laboratorium Ternak Potong Fakultas Peternakan UNDIP.
- Laboratorium Hematologi Fakultas Kedokteran UNDIP.
- Rumah Pemotongan Hewan Ambarawa
- Sub Balai Penelitian Ternak Klepu.

3. Jadwal Kerja

Kegiatan penelitian Peningkatan Kualitas Jerami sebagai Pakan dalam tahap ke-3 ini akan dilaksanakan dalam waktu 7 bulan sejak dana dicairkan.

Kegiatan mencakup persiapan laboratorium untuk analisis prok simat, komponen serat, dan pencernaan serta mempersiapkan kandang beserta perlengkapannya untuk uji biologis pelet HIDRO MIDI dan pelet FERMILUS.

Jadual kerja secara lengkap disajikan dalam Tabel 19.

Tabel 19.- JADUAL KERJA PENELITIAN TAHAP I/3

Uraian	Bulan ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
Persiapan, laboratorium	XX						
Persiapan kandang	XX						
Penelitian awal		XX					
Penelitian			XXXXXXXXXXXXXXXXXX				
Pengolahan Data				XXXXXXXXXX			
Analisis Data					XXXXXXX		
Laporan Sementara						X	
Seminar							X
Laporan Akhir							XX

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Rahardjo, P. Siagian, Sulistioningsih, H. Priyatno, C. Gunawan, dan Ig. Suharto. 1981. Preliminary Study of the Potency of Agriculture Waste and Agro Industrial Waste as Animal Feedstuffs. Proceeding of the First ASEAN Workshop of the Technology of Animal Feed Production Utilizing Food Waste Material. LKN-LIPI, Bandung.
- Albert, P.K. 1982. Di Lampung Onggok Bakal Menggunung. Kompas Minggu, 9 Mei 1982. PT Gramedia, Jakarta.
- Annison, E.F., dan D. Lewis. 1972. Metabolism in the Rumen. 3rd Ed. Butter and Bunner Ltd. London.
- AOAC. 1978. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Agricultural Chemist. 9th Ed. Washington, D.C.
- Baker, B.P. 1980. Composition, Properties and Uses of Molasses and Related Products. United Molasses Trading Coy. Ltd.
- Bales, C.L., D.W. Kellog dan D.D. Miller. 1979. Comparison of Potassium, Ammonium, Chlorides and Hydroxil Ion on *in vitro* Drymatter Disappearance of Milo Stalks. J. Anim. Sci. 49:1324
- Berger, L., T. Klopfenstein dan R. Britton. 1979. Effect of Sodium Hydroxide on Efficiency of Rumen Digestion. J. Anim. Sci., 49 : 1317.
- Departemen Kesehatan RI. 1979. Laporan Tahunan Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia 1978/1979. Jakarta.
- Dharmala Group. 1986. Cara Pembuatan Pellet Tapioka yang Baik. Surabaya (tidak diterbitkan).
- Djajanegara, A., dan Sitorus. 1983. Problematik Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Makanan Ternak. Jur. Litbang. Pertanian II (2):68 - 73.
- Feed Production School. 1961. Feed Production Handbook. Feed Production School, Inc. Kansas City.
- Fendiarto, D., M.H. Winarno, B. Widianarko, S. Pratiwi, D. Tri-mulyanto, T. Prawoto dan N. Wardayanto. 1984. Pemanfaatan Bolus Sapi sebagai Sumber Mikroba dalam Fermentasi Pembuatan Silase. Lap. Inovatif Produktif. Fak. Peternakan UNDIK. Semarang (tidak diterbitkan).
- Fennema, D.R. 1976. Principle of Food Science (I). Food Chemistry Marcel Dekker, Inc., New York.
- General Laboratory Procedures. 1966. Dept. of Dairy Science. Univ of Wisconsin, Madison.

- Goering, H.K., dan P.J. van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Application), ARS. USDA Agriculture Handbook, 379 : 1 - 20.
- Hauvinnen, J.A., dan B.F. Gustafson. 1967. Inorganic Sulphate, and Sulphide as Sulfur Donors in the Biosynthesis of Sulfur Amino Acids in Germ Free and Conventional Rats. Biochem. Biophys. Acta. 136: 441.
- Hodge, J.E. dan E.M Osman. 1976. Carbohydrates, dalam Food Chemistry (D.R. Fennema Ed). Marcel Dekker Inc, New York.
- Hungate, R.E. 1966. The Rumen and Its Microbes. Acad Press. N.Y.
- Jackson, M.G. 1977. Rice Straw as Livestock Feed. World Anim. Rev. 23 : 25.
- Klopfenstein, T.J., V.E. Krause, M.J. Jones dan W.Woods. 1972. Chemical Treatment of Low Quality Roughages. J. Anim. Sci., 35 : 418.
- Komar, A. 1984. Teknologi Pengolahan Jerami sebagai Makanan Ternak. Yayasan Dian Grahita. Bandung.
- Loosli, J.K., dan I.W. McDonald. 1968. Non Protein Nitrogen in the Nutrition of Ruminants. FAO, Rome.
- Mc Elhiney, R.R. 1985. Feed Manufacturing Technology III. American Feed Industry Association Inc.
- McManus, W.R., C.C. Choung, dan C.H. Gordon. 1976. Studies on Forage Cell-walls. 2. Condition for Alkali Treatment of Rice Straw and Rice Hulls. J. Agric. Sci., 86 : 453.
- Meyer, C.N. 1973. Food Chemistry. Reinhold Publishing Company Inc Westport, Connecticut.
- Morrison, F.B. 1961. Feed and Feeding. 9th Ed. The Morrison Publishing Coy.
- Moir, R.J. 1970. Implications of the N : S Ratio and Differential Recycling. Symposium Sulphur in Nutrition.
- Murningsih, W., C.I. Sutrisno., N. Suthama, Soelistyono, H.S. 1985. Menaikkan Daya Cerna Jerami Padi secara *in vitro* dengan Menggunakan Berbagai Zat Kimia. Laporan Penelitian. UNDIP. Semarang.
- Nathasatija, E.Y.K.L. 1981. Pembuatan Dodol Sirsak dengan Campuran Tepung Ketan dan Tepung Tapioka, Departemen Teknologi Hasil Pertanian, IPB, Bogor (tidak diterbitkan).
- Nitis. 1981. Raw Materials for Concentrates. Proc. of the First Workshop on the Technology of Animal Feed Production Utilizing Food Waste Materials. Udayana Univ. Denpasar.

- Nusa Consultants. 1977. Proyek Pabrik Pelet dan Perkebunan Ubi Kayu. Feasibility Report PT Dwi Capri Raya Engineering. Jakarta.
- Pacific. 1981. Pelleting Handbook. California Pellet Mill, Ltd. California.
- Paturau, J.M. 1982. By Product of the Cane Sugar Industry. 2nd Ed. Elsevier Scientific Pub. Coy, Amsterdam.
- Pomeranz, Y. 1980. Advanced in Cereal Science and Technology VIII American Association of Cereal Incorporated, St Paul, Minnesota.
- Rexen, F., P. Stiegsen dan V.F. Kristensen. 1976. The Effect of New Alkali Technique on the Nutritive Value of Straw, dalam Swan, H., dan D. Lewis (Ed) Feed Energy Sources of Livestock 1st Ed. Published. Butterworths.
- Schaible, F.J. 1979. Poultry Feed and Nutrition. The AVI Pub. Coy. Inc. Westport, Connecticut.
- Siregar, S.B. 1976. Respon Anak Sapi Perah terhadap Jerami Padi yang diberi Molasses. Bul. LPP. 2: 9 - 12.
- Spewardi, B. 1974. Gizi Ruminansia. Bagian I. Departemen Ilmu Makanan Ternak. IPB. Bogor.
- Soejono, M. 1983. Penanganan Limbah Pertanian sebagai Makanan Ternak. Makalah untuk Latihan Feeder Seed and Forager Development. Fakultas Peternakan UGM, Yogyakarta.
- Steel, R.G.D., dan J.H. Torrie. 1981. Principle and Procedures of Statistics, a Biometrical Approach. 2nd Ed. International Student Ed. McGraw Hill International Book Coy. Tokyo.
- Sutardi, T. 1979. Ikhtisar Ruminologi. Fak. Peternakan IPB. Bogor.
- Sutardi, T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi. Jilid I. Departemen Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan IPB. Bogor.
- Sutardi, T., Manalu, W., R. Djatmiko, S.N.O. Swandiyastuti, N.A. Sigit dan D. Sastradipradja. 1982. Efek Hidrolisa Basa, Pre fermentasi Jamur, Suplementasi Nitrogen-Sulfur, Kalsium Phosphor dan Energi-Protein terhadap Nilai Gizi Jerami Padi. Proc. Seminar Penelitian Peternakan, p.360.
- Sutrisno, C.I. 1981. Pencernaan pada Ruminansia. Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Sutrisno, C.I. 1983. Pengaruh Minyak Nabati dalam Mengatasi Defisiensi Zn pada Sapi yang Memperoleh Ransum Berbahan Dasar Jerami Padi. Disertasi. FPS-IPB. Bogor.

- Sutrisno, C.I. 1985. Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Pakan. dalam Kumpulan Makalah. Badan Penerbit UNDIP. Semarang. p.269 - 282.
- Sutrisno, C.I., dan B. Sulistiyanto. 1991. The Effect of Rice Straw Silage (by Rumen Contain Starter) on Cattle Production Performance. Proc. Inter. Seminar on Livestock Production and Nutrition in the Tropic. p. 214 - 217.
- Sutrisno, C.I., dan B. Sulistiyanto. 1992. Pengaruh Penggunaan Jerami Padi Terfermentasi dengan Bolus sebagai Sumber Mikroba terhadap Penampilan Darah Sapi PO Jantan. Proc. Seminar Teknologi Fermentasi. p. 134 - 142.
- Sutrisno, C.I., G. Pratiwiwardjo, Nurwantoro, S. Mukodiningsih dan B. Sulistiyanto. 1992. Identifikasi Kelompok-kelompok Mikrobial dari Bolus berbagai Ruminansia. Bul. Sintesis III (2):2 - 6.
- Sutrisno, C.I., B. Sulistiyanto, S. Widyati, Ag. Soemantri, Nurwantoro, Surahmanto, Mukodiningsih, Tristiarti, Nisyanhuri, Wiluto, dan A. Djabidi. 1993. Peningkatan Kualitas Jerami sebagai Pakan. Laporan Tahap I. Penelitian Hibah Bersaing. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Tilley, J.M.A., dan Terry. 1963. A Two-stage Technique for the *in vitro* Digestion of Forage Crops. J. Brith. Grass Land Soc. 18: 528 - 532.
- Tilman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, dan S. Ledosoekojo. 1984. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gajah mada Univ. Press. Yogyakarta.
- Tjokroadikoesoemo, P.S. 1986. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. Penerbit Yayasan Obor Indonesia PT Gramedia. Jakarta.
- van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, The Cellulolytic Fermentation and the Chemistry of Forages and Plant Fibers. Cornell Univ. Press. London.
- Whiteman, P.C. 1974. The Effect of Temperature on the Vegetatif Growth of Six Tropical Legume Pasture. J. Expt. Agric. Anim. Husb. 8 : 528 - 532.
- Widharto, D. 1990. Pemanfaatan Urea Molasses Block untuk Pemenuhan Gizi Ternak. Peternakan Indonesia 64 : 32 - 33
- Willis, C.M., G.T. Stallcup, dan D.L. Kreider. 1980. Influence of Sodium-hydroxide and Enzyme Addition on Nutritive Value of Rice Straw. J. Anim. Sci. 52 : 303 - 308.