



# **PENGOLAHAN PAKAN HIJAUAN RAWA**

**Dr. ACHMAD JAELANI, S.Pt, M.Si**  
**ARINI INDAH SUSILAWATI, S.Pt**

**Universitas Islam Kalimantan Press**  
**2019**

ISBN 978-623-7583-47-9



9 786237 583479

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadiran Illahi rabbi karena atas perkenan-Nya Buku yang berjudul Pengolahan pakan hijauan rawa dapat diselesaikan. Buku ini merupakan kumpulan literature dan pengalaman peneliti sewaktu melakukan penelitian Hibah bersaing, Hibah Kompetitif, dan Hibah Desentralisasi dengan pendanaan dari Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Kemenristekdikti sejak tahun 2013 hingga 2019.

Beruntunglah kami tinggal di Kalimantan, yang dianugerahi lahan rawa, karena ternyata rawa itu sangat potensial sebagai penyedia hijauan bagi ternak ruminansia. Hanya saja kita harus memilah hijauan mana yang palatable dan memiliki nutrisi yang baik bagi ternak. Adapun bagi hijauan yang terdiri atas legume dan rumput yang memiliki keterbatasan dalam pemberian, kita dianugrahi teknologi yang mampu mengurangi bahkan menghilangkan keterbatasan tersebut. Sebut saja perlakuan fisik, kimia dan mikrobiologi bias dilakukan baik sendiri sendiri maupun kombinasinya.

Semoga sumbangan buku ini bermanfaat bagi peternak ruminansia yang memanfaatkan hijauan rawa untuk ternaknya.

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>BAB II KARAKTERISTIK HIJAUAN RAWA</b> .....	3
<b>2.1. Jenis Hijauan rawa</b> .....	3
<b>1. Tanaman Duckweed (family <i>lemnacea</i>)</b> .....	3
<b>2. Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i> Burm)</b> .....	11
<b>3. Kalakai (<i>Stenochlaena palustris</i>)</b> .....	19
<b>2.2. Manfaat Tannin pada Hijauan Rawa</b> .....	23
<b>1. Sifat Fisik dan Kimia Tannin</b> .....	24
<b>2. Manfaat Tanin sebagai <i>Anthelmintika</i>             (anti parasite cacing)</b> .....	25
<b>BAB III TEKNIK PENGOLAHAN PAKAN</b> .....	29
<b>3.1. Silase (ensilage)</b> .....	29
<b>3.2. Hay (pengeringan)</b> .....	30

<b>3.3. Pemanfaatan Kapang dalam Fermentasi Pakan .....</b>	<b>31</b>
<b>3.4. Pembuatan Pakan Komplit Granul .....</b>	<b>33</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>40</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Rawa adalah genangan air tawar atau payau yang luas dan permanen di daratan. Rumput rawa adalah rumput yang habitatnya di daerah yang secara permanen tergenang di air tawar atau payau (SNI 7642, 2010). Hijauan rawa merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak tumbuh di rawa-rawa, sungai, pematang sawah, danau. Keberadaan tanaman ini lebih sering dianggap sebagai gulma yang sangat merugikan manusia karena tanaman ini dapat menyebabkan pendangkalan serta menyebabkan pengurangan/penguapan air dan unsur hara yang besar. Hijauan rawa umumnya memiliki kandungan serat kasar dan kandungan tannin yang cukup tinggi. Namun pada beberapa legume rawa selain tannin yang tinggi juga protein kasarnya tinggi pula. Protein pada ternak ruminansia kecil umumnya terdegradasi di rumen sebelum mencapai abomasum tempat penyerapan nutrisi, akibatnya protein yang mampu dicerna akan berkurang karena rusak selama dalam perjalanan menuju abomasum. Karenanya perlu adanya treatment agar kerusakan protein pada rumen bisa di kurangi, salah satunya adalah dengan menciptakan Protektor Protein dengan menggunakan Tannin. Selain itu tannin juga bermanfaat sebagai anthelmintika (anti parasite) pada kambing, sehingga akan mengurangi penggunaan obat-obatan parasite cacing.

Upaya pemanfaatan sumber pakan lokal menjadi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi ketergantungan kepada impor. Salah satu sumber hijauan pakan yang banyak di daerah pasang surut Kalimantan dan belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak kambing adalah hijauan rawa (Legume dan

Rumput). Kandungan protein hijauan rawa kering adalah 25.2% – 36.5% hampir menyamai protein konsentrat berkisar antara 37.5-44.7 %.

Penggunaan Hijauan rawa sebagai sumber pakan adalah ketersediaan dan perkembangan tanaman ini cukup banyak sepanjang tahun disamping kandungan nutrisi yang cukup baik juga tidak bersaing dengan manusia. Kandungan protein beberapa hijauan rawa kering adalah 25.2 – 36.5 % sedangkan protein konsentrat berkisar antara 37.5- 44.7 %. Kandungan asam amino esensialnya dari protein konsentrat lebih baik jika dibandingkan standar FAO kecuali asam amino methionin (Rusoff et al, 1990). Produksi bahan kering hijauan rawa dengan system panen 2 – 3 kali seminggu menghasilkan 44 ton/ha/thn (leng *et al*, 1994). Disamping potensi produksi yang cukup melimpah, hijauan rawa umumnya tinggi akan kandungan tannin.

Tannin dalam pakan ternak dapat berfungsi sebagai anti parasite/cacing (anthelmintika) dan akan bereaksi langsung dengan cacing dewasa sehingga akan menyebabkan cacing distress, mengurangi faecal egg, menekan perkembangbiakan larva, menginduksi penghambatan fecunditas cacing sehingga telur cacing pada ternak kambing yang terinfeksi menurun. Kandungan Tannin pada beberapa legume rawa adalah lebih dari 2%. Disamping itu Tannin juga akan berikatan dengan protein rumen sehingga menyebabkan imunitas.

## BAB II

### KARAKTERISTIK HIJAUAN RAWA

#### Jenis Hijauan Rawa

Menurut Musa (1988) habitat rawa yang ada di Kalimantan Selatan dapat dibedakan menjadi dua macam selama setahun, yakni saat level air pasang (*high water period*) dengan padang penggembalaan rumput terapung (*floating meadows*) dan pada saat air surut/kering (*low water period*), dimana keadaan padang penggembalaan mulai kering dan hanya bagian tertentu tergenang air.

Tabel 1 . Beberapa Jenis Vegetasi Tumbuhan Di Lahan Rawa Kalimantan Selatan

No.	Nama lokal	Nama latin	Suku
1.	Padi hiyang	<i>Oryza sativa forma</i>	Poaceae
2.	Suntilang	<i>Cynodon dactylon</i> L. Pars	Poaceae
3.	Kumpai minvak	<i>Hymeneche amplexicaulis</i>	Poaceae
4.	Banta	<i>Isachne indica</i> Nees	Poaceae
5.	Kumpai batu	<i>Paspalum</i> Sp.	Poaceae
6.	Kumpai miyang	<i>Panicum</i> Sp.	Poaceae
7.	Kumpai hadangan	<i>Paspalum</i> Sp.	Poaceae
8.	Bura-bura	-	Poaceae
9.	Jajangunan	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Poaceae
10.	Parupuk	<i>Sacharum spontaneum</i>	Poaceae
11.	Purun tikus	<i>Heleocharis dulcis</i> (Burm)	Cyperaceae
12.	Tetuding	<i>Cyperus digitatus</i> Roxb	Cyperaceae
13.	Binderang	<i>Scirpus grossus</i> L.	Cyperaceae
14.	Bundong	<i>Scleria pterora</i> Presl.	Cyperaceae
15.	Kesuangan	<i>Kylinga brevifolia</i>	Cyperaceae
16.	Babarasan	<i>Polygonum barbatum</i> L.	Polygonaceae
17.	Kesisap	<i>Alternanthera sessilis</i> R.BR	Amarantaceae
18.	Babalungan	<i>Heliptropium indicum</i>	Borageneceae
19.	Wawaluhan	-	-
20.	Ilung	<i>Sichornis crassipes</i> Solma	Pontaderiaceae
21.	Belaran	<i>Nerremia</i> Sp.	Convovulaceae
22.	Si Kejut	<i>Mimosa</i> Sp.	Mimosae
23.	Ganggang	<i>Hydrilla</i>	-

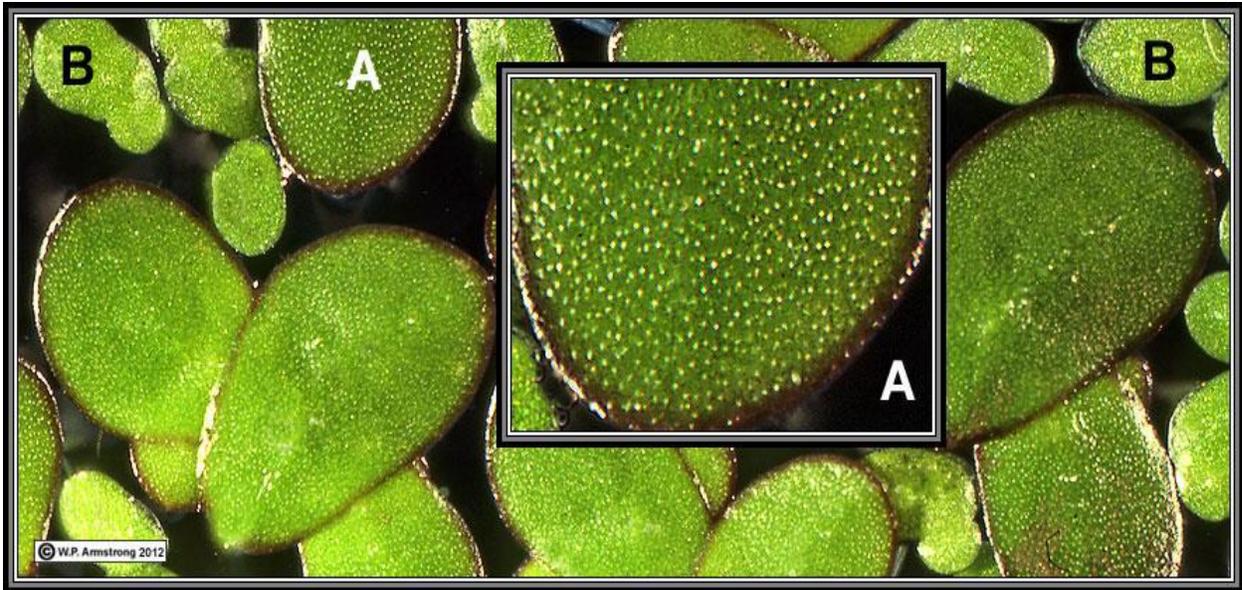
Sumber: Faturrahman (1988) dan Musa (1988)

Dengan melihat pola air rawa, maka pada areal hijauan rawa yang penuh genangan air pada musim hujan (Nopember-April), sedang pada musim kemarau tanahnya kering atau hanya beberapa bagian saja yang dalam airnya. Hasil penelitian Faturrahman (1988) dan Musa (1988) menunjukkan bahwa di lokasi padang penggembalaan di Kecamatan Danau Panggang, telah ditemukan 23 vegetasi tumbuhan, baik tumbuhan yang dapat dimanfaatkan untuk pakan kerbau maupun gulma yang tumbuh disepanjang lahan rawa. Rohaeni *et al.* (2005) melaporkan bahwa tumbuhan/flora yang ada di lahan rawa Danau Panggang sekarang ada sembilan macam, yakni: kumpai minyak (*Hymeneche amplexicaulis* Haes.), kumpai batu (*Paspalum* Sp.) kumpai mining, babatungan (*Heliptropium indicum*), kumpai laki, padi hiyang (*Oryza sativa forma spontanea* L.), suntilang (*Cynodon dactylon* L Pars.) dan enceng gondok (*Sichomis crassipes* Solma). Kehadiran enceng gondok yang populasinya mencapai 50% dapat menutupi/menghambat jalur transportasi air, pendangkalan perairan, pengurangan biota air dan beberapa rumput yang disukai kerbau tertutupi dan mati, sehingga ketersediaannya menjadi berkurang. Beberapa vegetasi tumbuhan yang ada di rawa, dapat dilihat pada Tabel 2. Komposisi botani terdiri atas 70,95% produksi biomassa *Poaceae*, 28,81% produksi biomassa *Cyperaceae* dan 2,34% produksi biomassa lainnya. Dari jumlah vegetasi yang ada, padi hiyang mendominasi (58,89%) dan merupakan rumput yang sangat disukai kerbau. Bentuknya mirip padi, baik batang maupun bunganya dan tingginya dapat mencapai 2 meter dan tumbuh subur. Keistimewaan rumput ini dapat mengikuti tingginya permukaan air rawa, sehingga pada waktu air dalam kerbau masih dapat memakannya (Faturrahman, 1988; Musa, 1988; Sub Balitvet, Bpph Wilayah V, Cabang Dinas Peternakan, 1990).

Pemanfaatan rumput rawa sebagai pengganti rumput unggul oleh peternak tradisional secara langsung dengan sistem gembala atau sebagai sumber hijauan secara cut and carry (rumput potong) merupakan salah satu upaya dalam penyediaan pakan bagi ternak. Namun sebelum diberikan pada ternak harus diketahui dulu komposisi biologis dan kandungan nutrisinya agar kita mengetahui apakah pakan yang diberikan sesuai kebutuhannya dan tidak mengganggu kecernaannya. Komposisi botani dan nilai nutrisi pada vegetasi yang ada di rawa menjadi parameter produksi yang dapat di perhitungkan dengan tepat dan akurat. Kehadiran hijauan rawa lebih sering dianggap sebagai gulma karena dapat menyebabkan pendangkalan dan menyebabkan pengurangan air dan nutrisi yang besar. Produksi rawa kering dengan sistem panen 2-3 kali seminggu menghasilkan 44 ton/ha/tahun (Fahriyani dan Eviyati, 2008); (Badjoeri dan Lukman 2002), tetapi hijauan rawa umumnya tinggi serat kasar dan tanin.

### **1. Tanaman Duckweed (family *lemnacea*)**

Duckweed (family *lemnacea*) merupakan gulma air yang tumbuh dipermukaan air atau tumbuhan hijau kecil yang tumbuh mengapung di permukaan air, pada dasarnya gulma air merugikan manusia tetapi tumbuhan tentunya memiliki peranan yang menguntungkan yaitu berperan sebagai hijauan yang mengikat. Pada kondisi yang ideal, duckweed dapat tumbuh dengan baik dan dapat menutupi seluruh permukaan perairan. Berdasarkan Taksonominya, duckweeds masuk ke dalam kategori monokotil sehingga dapat diklasifikasikan sebagai tumbuhan (macrophytes) dan bukan termasuk kedalam kelompok alga. Lemnaceae sendiri terdiri dari 4 genus : Lemna, Spirodella, Wolffia dan Wolffiella. Di dunia dikenal sekitar 40 spesies dari lemnaceae. Namun duckweed ditemukan melimpah di daerah yang beriklim hangat khususnya di daerah tropis Menurut Wedge dan Burris, (1982) Duckweed merupakan gulma, hidup dominan di setiap wilayah menutupi 40-100% permukaan air sepanjang tahun, reproduksi berlangsung



Sumber : Armstrong (2012)

Gambar 1. Tanaman Duckweed yang tumbuh di rawa-rawa

secara vegetatif, mempunyai kemampuan tumbuh dan berkembang yang sangat tinggi. Duckweed memiliki kandungan protein 17-36,5% dan karbohidrat 32,1-42,9% dari 100% bahan kering (Rusoff *et al.* 1980).

Penggunaan gulma air sebagai sumber pakan adalah ketersediaan dan perkembangan tanaman ini cukup banyak sepanjang tahun disamping kandungan nutrisi yang cukup baik juga tidak bersaing dengan manusia. Kandungan protein duckweed kering adalah 25.2 – 36.5 % dan protein konsentrat berkisar antara 37.5- 44.7 %, Kandungan asam amino esensialnya dari protein konsentrat lebih baik jika dibandingkan standar FAO kecuali asam amino methionin (Rusoff *et al.*, 1990). Produksi bahan kering duckweed dengan system panen 2 – 3 kali seminggu menghasilkan 44 ton/ha/thn (leng *et al.*, 1998). Dengan demikian duckweed berpotensi sebagai sumber protein pakan bagi ternak ruminansia terutama ternak kambing

Penggunaan duckweed, sebagai pakan unggas dan sapi memberikan dampak yang baik. Haustein dkk. (1990) melaporkan bahwa penggunaan duckweed 0, 15, 25 dan 40% dalam ransum menghasilkan produksi dan rata-rata bobot telur yang sama dengan ransum kontrol yang iso energi dan protein telur yang berasal dari leghorn dengan 15 dan 20% duckweed mempunyai kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan telur kontrol, penggunaan duckweed juga dengan nyata meningkatkan pigmentasi kuning.



Gambar 2. Tampilan daun dan akar tanaman duckweed

Duckweed dapat digunakan sebagai pengganti kedelai dan beberapa tepung ikan dalam ransum sapi perah, khususnya di negara-negara yang bahan-bahan tersebut masih di import. Pengolahan limbah dengan menggunakan duckweed mencegah terjadinya kelebihan senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai pencemar pada badan air. Tidak perlu keahlian khusus untuk mengoperasikan dan merawat Instalasi Pengolahan Air

Limbah menggunakan duckweed ini. Dibanding tanaman lain, duckweed ini mempunyai beberapa keunggulan.

Tabel 2. Kandungan Nutrisi Duckweed menurut beberapa Peneliti

Nutrien	A	B	C	D	E	F	G	H
BK (%)	-	6	4.93	-	-	-	8.70	6.57
PK (%)	-	20.4	29.33	24.4	37.6	25.21	29.3	27-80
Calsium (%)	1	1.1	-	1.55	-	-	-	1.22
Phosfor (%)	1.4-3	0.48	-	1.87	-	-	-	1.75
Lemak (%)	4-6	3.8	5.33	2.8	5.5	1.33	4.90	4.09
SK (%)	7-10	9.6	9.6	10.4	9.3	13.52	6.90	10.56
Abu (%)	8-14	15-7	15.03	12.3	14.4	17.99	15.44	14.77
NFE (%)	-	42.9	-	-	32.1	41.95	-	38.98

Keterangan : A = National Academy of Science (1987), B = banerjee dan Matai (1990), C = Rusoff *et al*, (1980)

D = Boyd dan Scarsbook (1985), E= Culley *et al*, (1991), F= Lai dan Pathak (2008), G= Hasan dan Edwards (1999), H= Rostini (2014)

Duckweed mempunyai kandungan nitrogen yang cukup tinggi yaitu 6 – 7 % rendah kadar abu dan tinggi kadar proteinnya sehingga cocok sebagai bahan pakan ternak, dengan keadaan kalium 1.5 – 3.0 % (N.A.S. 1997). Menurut Lai dan Pathlak (2008) telah melakukan percobaan selama 52 hari dengan mengganti 52 % bagian konsentrat dengan duckweed, maka domba yang mendapat ransum basal dan yang mendapat duckweed mempunyai tingkat pencernaan yang berbeda lebih tinggi yang menggunakan duckweed yaitu 73.26 % dan konsumsi pakan 2.29 kg/100 kg.

### Cara Pembiakan Duckweed

Pembiakan Duckweed tidaklah sulit dimana bibit duckweed sebanyak 1 kg ditaburkan diatas kolam berukuran 5x5m, bibit diambil dari daerah rawa/sungai., selanjutnya dibiarkan

tumbuh dalam petak percobaan selama 7 hari, 10, hari 13 hari dan 16 hari. Baru dilakukan pemanenan, kemudian dianalisa 3 Peubah yang diamati adalah Berat kering biomasa, Tingkat Pertumbuhan duckweed, Menghitung Produksi biomasa duckweed, Kandungan nutrisi dan fraksi serat tanaman duckweed . Pengukur tingkat pertumbuhan relative dihitung dengan menggunakan rumus menurut Badjoeri dan Lukman (2002) yaitu :  $RGR = (\ln B_2 - \ln B_1) / (t_2 - t_1)$  Dimana : RGR = Tingkat Pertumbuhan relative ln = Natural log B = Parameter yang diukur t= Waktu dalam hari Menghitung produksi duckweed baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk kering per satuan luas dan waktu tertentu dapat menggunakan rumus sebagai berikut  $P = (B_2 - B_1) / la (t_2 - t_1)$  Dimana : P = Produksi B = Parameter yang diukur la = Luas area T = Waktu HAS

Tingkat pertumbuhan dan produksi duckweed dari beberapa tingkat hari panen bervariasi (Tabel 3) .

Tabel 3. Tingkat pertumbuhan dan produksi duckweed

Keterangan	Umur					Rataan
	0	7	10	13	16	
Rataan Pertumbuhan Relatif (g.hari-1)	0,32	2.26	6.80	20.41	61.32	0.32
Produksi (g.m-2, hari-1 BK)	60	180	540	1620	4860	12

Sumber : Rostini (2016)

Dari Tabel 3 di atas terlihat bahwa tingkat pertumbuhan tanaman duckweed relative pada minggu pertama cukup tinggi yaitu 2.26 g. Hal ini menunjukkan bahwa tiap satu gram keesekon harinya akan bertambah sebanyak 0.32 g per hari, hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Setyawan et al. (2006) yang melaporkan bahwa pertumbuhan relative per hari sebanyak 0.381 g/hari. Leng et al., (1998), mengemukakan bahwa biomasa mencapai dua kali lipat dari bobot panen 7 hari dalam jangka waktu tertentu sedangkan 4 Mbagwu dan Adeniji (1988) melaporkan bahwa per ha dapat diperoleh 129 kg BK dalam

waktu 3 – 7 hari. Produksi tanaman duckweed yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 60 – 4860 g BK, produksi ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Syamsu et al. (2003) yang melaporkan bahwa produksi bahan kering duckweed sebesar 12-15 g. m<sup>-2</sup>, hari-1, sehingga mencapai ±55 ton, ha<sup>-1</sup> .tahun-1 dengan panen 2-3 kali per minggu. Sedangkan Setyawan et al., (2006) yang melaporkan bahwa tanaman duckweed yang tumbuh pada kondisi optimal menghasilkan bobot kering sebesar 27-79 ton. Ha<sup>-1</sup> .tahun-1 . Perbedaan tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman duckweed disebabkan adanya perbedaan kandungan nutrient tempat tumbuh tanaman tersebut, Hal ini sejalan dengan pendapat Setiana (2011) bahwa perumbuhan duckweed sangat dipengaruhi oleh keseimbangan nutrient , pH, dan temperature serta intensitas matahari. Intensitas cahaya berinterkasi dengan temperature , dimana temperature optimum akan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kandungan Nutrisi Duckweed Kandungan nutrisi tanaman duckweed yang dilakukan pemanenan yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda, tersaji pada Tabel 4.

Secara umum kandungan nutrisi duckweed dengan tingkat panen tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, namun ada kecenderungan semakin lama waktu panen menunjukkan penurunan kualitas terutama kandungan nutrisi tanaman gulma air (duckweed).

Tabel 4. Komposisi nutrisi tanaman duckweed yang dipanen dengan waktu yang berbeda

Kandungan Nutrisi	Hari			
	7	10	13	16
Protein Kasar (%)	22.14	25.43	21.32	19.54
Serat kasar (%)	11.34	12.13	13.54	14.43
Lemak kasar (%)	2.65	2.42	2.86	2.98
Abu (%)	25.65	23.76	24.65	21.16
BETN	22.12	25.65	21.43	24.64
NDF	62.3	63.67	64.86	64.98
ADF	37.32	37.67	37.43	38.64
Hemiselulosa	24.98	26,00	27.43	26.34
Selulosa	12.34	11.67	10.00	12.30

Sumber : Jaelani, dkk (2018)

Kandungan nutrisi gulma air menunjukkan hasil yang terbaik pada waktu panen 10 hari yaitu protein sebesar 25.43 % dan kandungan serat kasar sebesar 12.13% sedangkan pada waktu panen 16 hari menunjukkan penurunan kandungan protein yaitu menjadi 19.54 dan peningkatan kandungan serat kasar menjadi 14.43%. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Leng et al.,(1998) yaitu berkisar 40-43%. (Rusoff, 1990) berkisar 25-36% dan Setiana (2011) yang melaporkan kandungan nutrisi duckweed berkisar antara 22.84-27.06%. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena tempat tumbuh dan cara budidaya yang berbeda. Sedangkan Syamsu et al. (2003) yang melaporkan bahwa nutrisi duckweed tergantung pada kandungan nutrient tempat tumbuh dan duckweed mempunyai kemampuan menyerap NH<sub>3</sub> dan mengasimilasikan menjadi protein. Leng et al. (1998) melaporkan bahwa tanaman duckweed mempunyai kemampuan menyerap nutrisi melalui seluruh permukaan daun. Syamy et al. (2000) yang melaporkan bahwa kandungan protein duckweed sebesar 37% mendekati protein bungkil kedele dan lebih tinggi dari kandungan protein eceng gondok dan rumput Alfalfa. Anggorodi (1990) mengemukakan tumbuhan yang memiliki kandungan protein yang tinggi cenderung mempunyai kandungan serat kasar rendah salah satunya tanaman duckweed. Kandungan NDF dan ADF pada hijauan rawa ini dipengaruhi oleh musim, pada saat keadaan surut dimana tanaman kekurangan air maka tanaman cepat tua sehingga kandungan serat kasar menjadi tinggi sehingga berpengaruh terhadap komponen serat. Hal ini sesuai dengan pendapat Susetyo (1980) bahwa Kandungan fraksi serat suatu tanaman dipengaruhi oleh spesies tanaman, iklim, kesuburan tanah, dan manajemen. (Hendrik dan Zeeman 2009) Faktor genetis, spesies hijauan dan faktor lingkungan yaitu tanah dan iklim, sedangkan Taiz dan Zeiger (2002) melaporkan bahwa kandungan struktural setiap komponen serat yang terdapat pada tanaman berbeda tergantung pada kemampuan tanaman memetabolisme terhadap nutrisi dan

hubungannya antar komponen. (Tilman et al., 1998) komponen fraksi serat dipengaruhi jumlah kandungan serat tanaman dan kesuburan tanah dimana tanaman itu tumbuh. Kualitas dan kuantitas dari rumput dipengaruhi oleh suhu dan curah hujan (Reksohadiprodo 1985) Kandungan ADF dan NDF hijauan rawa ini masih dalam area batas normal rumput tropika menurut

## **2. Purun Tikus (*Eleocharis dulcis* Burm)**

Purun tikus adalah tumbuhan liar yang dapat beradaptasi dengan baik pada lahan rawa pasang surut sulfat masam. Purun tikus merupakan tanaman perangkap bagi penggerek batang padi putih dan habitat beberapa jenis musuh alami, seperti predator dan parasitoid. Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) merupakan gulma yang tumbuh dan berkembang di lahan rawa pasang surut yang berlumpur. Purun tikus masuk dalam famili Cyperaceae dan genus *Eleocharis*. Di lahan rawa Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah ditemukan beberapa jenis tumbuhan liar yang termasuk dalam 181 genera dalam 51 famili, yang terdiri atas golongan berdaun lebar 110 spesies, rumput 40 spesies, dan teki 31 spesies.

Purun tikus dapat ditemukan di daerah terbuka di lahan rawa yang tergenang air, pada ketinggian 0-1.350 m di atas permukaan laut. Tumbuhan ini juga banyak ditemui di daerah persawahan dan tergenang air. Purun tikus dapat tumbuh baik pada suhu 30–35°C, dengan kelembapan tanah 98-100%. Tanah yang cocok untuk pertumbuhan purun tikus adalah tanah lempung atau humus dengan pH 6,9-7,3, tetapi juga mampu tumbuh dengan baik pada tanah masam. Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) berakar rimpang di mana pada saat rimpang berumur 6-8 minggu akan membentuk anakan. Pembentukan bunga terjadi setelah anakan muncul di atas permukaan air yang tingginya kurang lebih 15 cm. Setelah berbunga tumbuhan ini akan membentuk rimpang baru pada bagian ujung stolon yang panjangnya

kurang lebih 12.5 cm. Setelah berumur 7-8 bulan rimpang tidak produktif lagi sehingga batang mulai mengering dan perlahan-lahan akan mati.



Gambar 3. Hijauan rawa Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

Secara Morfologi Purun tikus ini mempunyai rimpang pendek dengan stolon memanjang berujung bulat gepeng, berwarna kecoklatan sampai hitam. Batang tegak, tidak bercabang, berwarna keabuan hingga hijau mengilap dengan panjang 50–200 cm dan tebal 2–8 mm. Daun mereduksi menjadi pelepah yang berbentuk buluh, seperti membran yang menyelubungi pangkal batang, kadang-kadang dengan helaian daun rudi meter, ujung daun tidak simetris, berwarna coklat kemerahan sampai lembayung, tanpa lidah daun. Bunganya bulir majemuk, terletak pada ujung batang dengan panjang 2–6 cm dan lebar 3–6 mm, terdiri atas banyak buliran berbentuk silinder, bersifat hermafrodit. Buah berbentuk bulat telur sungsang, berwarna kuning mengilap sampai coklat.

Tabel 5. Komposisi Bagian tanaman, Kandungan Nutrisi, pertumbuhan hijauan Rawa Purun Tikus

No	Karakteristik	Keterangan
1	<b>Komposisi Bagian tanaman</b>	
	Daun (%)	Daun + batang
	Batang (%)	Menyatu (93.5)
	Akar (%)	6.5
2	<b>Tinggi tanaman (cm)</b>	
	Umur 15 hari	34,94 ± 4.9
	Umur 30 hari	52.7 ± 5.4
	Umur 45 hari	67.9 ± 2.0
2	<b>Lokasi Tumbuh</b>	di danau/pinggir sungai
3	<b>Kandungan Nutrisi</b>	
	Kadar air (%)	11.93
	Lemak Kasar (%)	1.01
	Serat kasar (%)	24.48
	Protein kasar (%)	8.67
	Abu (%)	14.66
4	Kecernaan Protein kasar (%)	67,3

Sumber : Jaelani, dkk (2019)

**Komposisi Bagian Tanaman.** Hijauan rawa Purun Tikus yang memiliki batang dan daun yang tegak, agak sulit dibedakan antara batang dan daun. Sehingga diketahui komposisi daun dan batang 93,5% dan akarnya 6,5%. Adapun purun tikus masuk kedalam family *Poaceae*. Hasil pengamatan Fariyani et al., (2008), menunjukkan bahwa lahan rawa lebak ditumbuhi vegetasi tumbuhan yang cukup beragam dengan 12 ragam spesies tumbuhan, 7 diantaranya diklasifikasikan sebagai rumput. Komposisi botani yang ada di rawa, dapat menjadi sumber hijauan pakan ternak, walaupun tidak semua tumbuhan disukai ternak. Ternak akan memilih yang disukai dan tidak mengandung racun. Bucio et al., (2005) menyatakan bahwa kestabilan komunitas tanaman dipengaruhi oleh lingkungan biotik (ternak) dan abiotik (air, tanah dan iklim), sehingga tanaman yang tidak bisa tumbuh pada keadaan tersebut maka spesies lain menggantikan. Tanaman rawa Purun Tikus lebih banyak

tumbuh pada daerah berair. Rohaeni et al., (2005) menyatakan bahwa kestabilan pertumbuhan tanaman dipengaruhi faktor-faktor lingkungan, terutama fluktuasi level air berpengaruh terhadap ekosistem rawa. Komposisi botani di lahan rawa terdiri atas 70,95% produksi biomassa *Poaceae*, 28,81% produksi biomassa *Cyperaceae* dan 2,34% produksi biomassa lainnya. (Suryana et al, 2006).

**Pertumbuhan.** Pengamatan pada tinggi tanaman dilakukan karena secara karakteristik hijauan rawa ini tegak ke atas sehingga pengukurannya melalui tinggi tanaman. Pada umur pertumbuhan 15, 30 dan 45 hari diperoleh tinggi tanaman masing-masing 34, 94 cm, 52,7 cm dan 67,9 cm.

**Kandungan Nutrisi.** Kandungan nutrisi dari purun tikus ternyata tinggi akan serat kasar yakni 24,48% dan protein kasarnya hanya 8,67%. Nilai ini memang tidak jauh berbeda dari hijauan lainnya, kecuali legume yang tinggi akan protein. Karenanya dalam pembuatan pakan komplit untuk kambing yang memerlukan 16% protein, perlu dikombinasikan dengan bahan legume yang kaya akan protein seperti Indigofera.

**Kecernaan Protein Kasar.** Suatu bahan pakan yang memiliki salah satu kandungan nutrisinya dapat dicerna lebih banyak akan sangat berpengaruh pada efisiensi pakan tersebut. Kecernaan protein merupakan hal yang sangat diperhatikan, karena protein ini akan sangat berpengaruh pada ternak yang bertumbuh maupun sudah berproduksi. Kombinasi bahan pakan komplit, meskipun ada didalamnya ada bahan pakan yang jarang diberikan pada ternak.

### **Manfaat Tanaman Purun Tikus**

**Perbaikan Kualitas Air.** Kualitas air di lahan rawa pasang surut tergolong rendah, yang diindikasikan oleh  $\text{pH} < 3,5$  dan unsur-unsur yang bersifat racun didominasi oleh Fe, Al, dan  $\text{SO}_4$ . Salah satu pendekatan untuk meningkatkan kualitas air di lahan rawa pasang surut

adalah dengan menyaring atau menyerap unsur beracun yang ada di dalam air. Hasil penelitian menunjukkan purun tikus dapat digunakan sebagai biofilter untuk meningkatkan kualitas air. Purun tikus merupakan tumbuhan liar yang tumbuh dan berkembang di lahan rawa pasang surut yang berlumpur (Indrayati 2011). Purun tikus dapat dimanfaatkan sebagai biofilter untuk memperbaiki kualitas air pada musim kemarau dengan menyerap senyawa toksik terlarut seperti Fe dan SO<sub>4</sub> dalam saluran air masuk (irigasi) dan saluran air keluar (drainase). Biofilter adalah teknologi untuk memperbaiki kualitas air dengan mengurangi konsentrasi Fe dan SO<sub>4</sub> dalam air. Purun tikus ditata dan ditanam pada saluran air masuk dan atau keluar untuk mencegah masuknya zat beracun ke sawah. Tanaman purun tikus juga dapat menaikkan pH air sekitar 0,1– 0,3 unit dan menurunkan Fe 6–27 ppm dan SO<sub>4</sub> 30–75 ppm. Selain itu, jaringan akar purun tikus mengandung Fe dan SO<sub>4</sub> masing-masing 2,115% dan 1,534% serta pada batang 0,65% dan 1,71% (Indrayati 2011).

Purun tikus dapat dimanfaatkan sebagai biofilter untuk memperbaiki kualitas air pada musim kemarau dengan menyerap senyawa toksik terlarut dalam saluran air masuk (irigasi) dan saluran air keluar (*drainase*) seperti Fe dan SO<sub>4</sub>. Biofilter adalah teknologi untuk memperbaiki kualitas air dengan mengurangi konsentrasi besi (Fe) dan Sulfat (SO<sub>4</sub>.) dalam air. Purun tikus ditata dan ditanam pada saluran air masuk dan atau keluar untuk mencegah masuknya zat beracun ke sawah. Tanaman ini juga dapat menaikkan pH air 0,1–0,3 unit dan menurunkan 6-27 ppm Fe dan 30–75 ppm SO<sub>4</sub>.

Di lahan rawa Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah ditemukan beberapa jenis tumbuhan liar yang termasuk dalam 181 genera dalam 51 famili, yang terdiri atas golongan berdaun lebar 110 spesies, rumput 40 spesies, dan teki 31 spesies. Vegetasi yang tumbuh dominan di lahan rawa pasang surut dan lebak antara lain adalah purun tikus (*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschell), bulu babi (*Eleocharis retroflata* (Poir) Urb.), kelakai

(*Stenochiaena palutris* (Burm.) Bedd), perupuk (*Phragmites karka*), bundung (*Scirpus grosus*), purun kudung (*Lepironea articulata*), banta (*Leersia hexandra* Sw), bura-bura (*Panicum refens*), ribu-ribu (*Lycodium flexuosum*), tambura (*Ageratum conyzoides* L.), dan patah kamudi (*Sphaeranthus africanus* L.). Beberapa jenis dari tumbuhan liar tersebut berfungsi sebagai inang alternatif hama dan tempat berlindung atau habitat musuh alami, serta sebagai biopestisida, biofilter, biofertilizer, dan bahan obat tradisional (Budiman et al.1988). Purun tikus merupakan tanaman perangkap bagi penggerek batang padi putih dan habitat beberapa jenis musuh alami, seperti predator dan parasitoid (Asikin et al. 2001). Hama penggerek batang padi putih banyak meletakkan telurnya pada batang bagian atas purun tikus. Fungsi lainnya adalah sebagai sumber bahan organik dan biofilter yang mampu menyerap unsur beracun atau logam berat seperti besi (Fe), sulfur (S), merkuri (Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) (Asikin dan Thamrin 2011). Makalah ini membahas manfaat tumbuhan liar purun tikus pada lahan rawa pasang surut.

**Penyerap zat Besi (Fe) dan Sulfat (SO<sub>4</sub>).** Purun tikus secara ekologi berperan sebagai biofilter yang dapat menetralkan unsur beracun dan kemasaman pada lahan sulfat masam dengan menyerap Fe dan SO<sub>4</sub> masing-masing 1.559,50 dan 13,68 ppm (Jumberi et al. 2004). Berdasarkan penelitian Suriadikarta dan Abdurachman (2000), purun tikus dapat menyerap Fe dan Mn sekitar 1.386 dan 923 ppm. Selanjutnya Krisdianto et al. (2006) melaporkan purun tikus dapat menurunkan kandungan Fe dalam tanah pada petak yang ditanami padi yang sumber airnya berasal dari limbah tambang batu bara, dengan serapan Fe rata-rata 1,18 mg/l. Padi yang ditanam bersama purun tikus memiliki jumlah anakan lebih banyak dibandingkan yang ditanam tanpa purun tikus. Menurut Astuti (2008), purun tikus mampu menyerap logam berat Pb dan Cd pada limbah cair kelapa sawit. Penggunaan biofilter merupakan salah satu alternatif mengurangi unsur beracun dan kemasaman pada perairan

umum. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa beberapa tumbuhan liar/gulma air memiliki kemampuan menyerap besi maupun sulfat dalam jumlah besar pada jaringan. Pemilihan biofilter yang digunakan didasarkan pada hasil uji pendahuluan kemampuan tumbuhan liar yang tumbuh baik di lahan

**Penyerap Timbal (Pb).** Timbal masuk ke dalam jaringan tanaman melalui proses penyerapan pasif atau biosorpsi. Proses biosorpsi bersifat bolak-balik dan terjadi dalam waktu yang cepat. Proses ini terjadi pada permukaan sel, baik sel hidup maupun sel mati dari suatu biomassa. Proses biosorpsi akan berlangsung lebih efektif jika didukung oleh pH dan ion lainnya pada media di mana logam berat terendap sebagai garam yang tidak terlarut (Onrizal 2005). Menurut Astuti (2008), purun tikus mampu menyerap timbal dari limbah cair industri kelapa sawit pada akar sebesar 0,32–0,54 ppm dan pada batang 0,24–0,27 ppm. Konsentrasi timbal pada bagian akar lebih tinggi dibandingkan pada bagian batang. Menurut Fidler dan Hay (1991), hal ini terjadi karena akar langsung bersinggungan dengan air limbah dan sedimen yang berada pada bagian dasar perairan. Selain itu, ada usaha untuk melokalisasi bahan toksik yang masuk ke dalam tanaman sehingga dapat mencegah peracunan dan memperlancar proses metabolisme dan logam dapat diikat oleh molekul khelat. Menurut Raka dan Sundra (2002), kepekaan tanaman dalam mengakumulasi logam berat dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran. Menurut Alfian (2001), purun tikus dapat mengakumulasi logam timbal di perairan melalui penyerapan oleh akar. Akar menghasilkan senyawa peptida, yaitu fitokelatein yang lebih banyak dibandingkan dengan bagian daun. Pada tumbuhan, sebagian logam tersebut akan disimpan dalam vakuola dan sebagian lagi diikat oleh fitokelatein. Ion timbal akan diikat oleh atom belerang pada sistein yang ada dalam fitokelatein.

**Penyerap Merkuri (Hg).** Pada kondisi alami, akumulasi Hg pada tumbuhan terjadi melalui dua cara. Pertama, penyerapan pasif yang terjadi ketika ion tersebut terikat dinding sel. Penyerapan terjadi melalui pertukaran ion, yaitu ion monovalen dan divalen pada dinding sel. Menurut Azizah (2009), konsentrasi Hg pada bagian akar purun tikus lebih tinggi dibandingkan pada bagian batang (Gambar 4). Hal ini diduga terjadi karena adanya aliran massa atau difusi oleh akar yang menyerap  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ , sedangkan Hg akan tertinggal di permukaan akar karena tidak diperlukan oleh tumbuhan. Menurut Agustina (2004), akar tumbuhan air memiliki rongga akar (kortek) yang besar sehingga mempercepat penyerapan ion oleh akar. Penyerapan ion oleh akar terjadi secara aktif, yaitu ion masuk melalui epidermis dan selanjutnya ditransportasikan ke sitoplasma atau sel-sel jaringan akar melewati epidermis masuk ke protoplasma antarsel-sel jaringan akar, yaitu kortek, endodermis, perisikel, dan xilem.

**Penyerap Kadmium (Cd).** Kandungan logam berat dalam tanah akan berimplikasi pada adanya logam berat dalam tanaman. Logam berat dalam bentuk ion atau terlarut akan mudah terjerap jaringan tanaman. Bila logam berat terikat oleh tanaman pangan seperti padi maka pencemaran logam berat akan berbahaya bagi kehidupan. Oleh karena itu, upaya mengkhelat logam berat dalam tanah perlu dilakukan guna menghindari terjerapnya logam berat dalam tanaman. Salah satu upaya untuk mengurangi kerusakan tanah akibat tingginya akumulasi logam berat adalah dengan memanfaatkan tanaman yang dapat menyerap logam berat atau dikenal dengan fitoremediasi. Dewi et al. (2009) melaporkan, enam jenis tumbuhan air di lahan rawa (bundung ganal, purun tikus, karapiting, bundung, hiring-hiring, dan purun kudung) berpotensi sebagai hiperakumulator terhadap logam berat kadmium

### **3. Kalakai (*Stenochlaena palustris*)**

Kalimantan Selatan merupakan daerah yang mempunyai sebaran lahan rawa (rawa air tawar dan rawa gambut) yang cukup luas, yaitu 287.000 ha atau rawa gambut mencakup daerah yang luas di dataran rendah Kalimantan dengan taksiran beragam antara 8 % - 11% (MacKinnon dalam MacKinnon dan Artha 1981; Soeprapto dan Driessen 1976 dalam MacKinnon et al 2000) dari seluruh luas wilayah yang ada. Tanah gambut menunjukkan adanya formasi hutan khas dengan flora yang agak terbatas, (Anderson, 1972 MacKinnon et al (2000)). Lahan rawa yang cukup luas itu ditumbuhi oleh berbagai macam jenis paku-pakuan, dan salah satunya tumbuhan Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm F)Bedd). Kalakai di Kalimantan Selatan memiliki sebaran yang sangat banyak dan umumnya belum banyak dimanfaatkan. Pemanfaatan tumbuhan ini hanya untuk sayuran saja dan menurut Soendjoto (2002) dijelaskan bahwa kalakai merupakan makanan bekantan (*Larvatus nasalis*). Pangan fungsional diartikan sebagai kumpulan makanan yang terbukti mampu mempertahankan fungsi biologis, baik tunggal (single) maupun berkali-kali untuk meningkatkan (improve) kesehatan. Fungsi fisiologis yang diberikan antara lain mengatur daya tahan tubuh, mengatur kondisi fisik, mencegah penuaan dan penyakit yang berkaitan dengan makanan. Menurut data TAD (1981) dalam MaCKinnon (2000) kalakai adalah tumbuhan sebagai sumber makanan suku Dayak Kenyah di Long S Barang (Apo Kayan) dan Long Segar (S. Telen) Kalimantan Timur, bagian yang diambil batang dan daun. Secara spesifik, kalakai yang digunakan oleh suku dayak untuk mengobati anemia belum pernah diteliti, tetapi memberikan bukti yang nyata secara empiris (etnobotani).

Kalakai berkhasiat mencukupi Fe pada ibu menyusui dan balita, pereda demam, mengobati sakit kulit, dan juga sebagai pencuci perut. Umumnya kandungan senyawa aktif seperti alkaloid dan steroid diduga berperan bilamana terkait dengan kulit. Selain diduga adanya flavonoid terkait dugaan keberadaan senyawa anti oksidan seperti vitamin A dan C.

Pada bagian lain potensi tersebut mampu dikembangkan sebagai komoditas unggulan atau bahan dasar komoditas industri khususnya industri pangan yang saat ini mengacu pada trend back to nature, perlu diteliti dan dikaji secara ilmiah dengan metodologi yang tepat serta mengacu pada SOP yang berlaku. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi ilmiah tentang potensi tumbuhan kalakai (*Stenochlaena palustris* (Brum. F) Bedd) untuk dijadikan pangan fungsional. Informasi ilmiah adalah sebagai berikut : Golongan senyawa metabolit primer (lemak, protein) dan sekunder (Flavonoid, Steroid, Alkaloid) di dalam jaringan komponen tumbuhan kalakai. Variasi kandungan vitamin dan mineral terutama besi, perlu dianalisa secara kuantitatif untuk dijadikan dasar untuk menjawab empirical studies yang selama ini berkembang di masyarakat tentang peran fungsional kalakai terhadap anemia karena Fe yang dikandungnya.

Kalakai (*Stenochlaena palustris*) sejenis paku-pakuan anggota suku Blechnaceae. Pucuk dan daun muda kalakai sekarang biasa diolah jadi sayuran di berbagai wilayah kalimantan. Nama lain dari kalakai seperti : *miding, mēlat, akar pakis (Mly.)* ; *lambiding (Ac.)* ; *lamidin (Sim.)*; *pau rara (Mand.)* ; *paku limbèh (Min.)* ; *paku hurang (Sd.)* ; *pakis bang (Jw.)* ; *bampèsu, maja-majang (Mak.)* ; *bempèsu, èwèsu (Bug.)*.

Penelitian sebelumnya telah menjelaskan bahwa kalakai atau pakis (daun dan batang) mengandung zat besi yang sangat tinggi sehingga baik digunakan pada penderita anemia (Maharani et al., 2013). Liu et al. (1999) menyebutkan bahwa terdapat 5 (lima) glikosidaflavonol baru dalam daun *Stenochlaena palustris*, dimana satu sampai empat dari kandungan tersebut secara signifikan menunjukkan aktivitas antibakteri gram negatif.

Selain itu, kalakai atau pakis juga mengandung beberapa senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, alkaloid dan keluarga terpenoid (Ho et al., 2010) yang telah terbukti sangat efektif sebagai antioksidan (Dai & Mumper, 2010). Senyawa fenolik seperti

antosianin dan beberapa zat besi paling banyak terdapat pada daun muda dari pakis (Chai et al., 2012). Akar kalakai (*Stenochlaena palustris*) belum banyak diteliti. Data ilmiah yang mendukung efektivitas akar kalakai sebagai antioksidan belum banyak dilakukan sehingga minim informasi pada publikasi ilmiah yang hal tersebut pada bagian akar kalakai. Kalakai merupakan tumbuhan yang tumbuh subur di tanah gambut dan juga ditemukan tumbuh baik di tanah berpasir. Secara karakteristik sifat fisik dan sifat kimianya, terdapat perbedaan yang signifikan antara tanah gambut dan tanah berpasir. Tanah gambut merupakan tanah dengan kandungan organik  $\geq 50\%$  (Mankinendan Gelfer, 1982) bahkan  $\geq 75\%$  (ASTM, 1985).

Tanaman kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.F) Bedd) sangat dikenal oleh masyarakat Kalimantan sebagai tanaman obat karena tanaman tersebut mudah didapat dan memiliki banyak manfaat seperti penambah darah, menunda penuaan, antidiare, dan sayuran yang lezat. Daun kalakai dapat digunakan sebagai obat tradisional karena mengandung golongan senyawa flavonoid dan tanin yang diantaranya berfungsi untuk mencegah kekurangan darah (pencegah anemia), menstruasi teratur dan antidiare serta berkhasiat sebagai pereda demam, dan juga mengobati sakit kulit, meningkatkan ASI, dan dapat mengobati kanker. Kandungan kimia yang terdapat pada kalakai antara lain tanin, flavonoid, steroid, alkaloid, lemak, protein, kalsium, mineral Fe, vitamin C, dan vitamin A.

Berdasarkan taksonominya kalakai disajikan sebagai berikut :

Kingdom: Plantae

Divisi: Pteridophyta

Kelas: Pteridopsida

Ordo: Blechnales

Famili: Blechnaceae

Genus:*Stenochlaena*

Spesies:*S. palustris*



Gambar 4. Tanaman Kalakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.F) Bedd)

Kalakai berkembang secara vegetatif dengan kemampuan yang cukup tinggi. Terdapat perbedaan kecepatan pertumbuhan antara pada musim kemarau dengan musim hujan. Pada musim kemarau kecepatan pertumbuhan kalakai lebih lambat dibanding musim hujan. Hal ini disebabkan adanya perbedaan kemampuan memproduksi biomas dan terbatasnya jumlah air yang dapat dimanfaatkan (Rahajoe dan Kohyama, 2003). Kalakai merupakan salah satu dari beberapa sayuran tradisional khas Kalimantan Tengah. Kalakai biasanya dikonsumsi dalam bentuk sayur. Bagian tanaman yang dipanen adalah bagian pucuk atau ujung dengan panjang sekitar 15 cm. Bagian ini relatif lunak dan mudah

dipatahkan, sedangkan bagian batang yang lebih bawah terksturnya lebih keras. Kalakai memiliki beberapa manfaat, yaitu Kalakai yang berwarna merah sangat potensial untuk mengatasi anemia (kekurangan zat besi). Menurut Irawan et al. (2003) dari analisis gizi diketahui bahwa kalakai merah mengandung Fe yang tinggi (41,53 ppm), Cu (4,52 ppm), vitamin C (15,41 mg/100g), protein (2,36%), beta karoten (66,99 ppm), dan asam folat (11,30 ppm). Secara turun temurun, masyarakat Dayak di Kalimantan Tengah memanfaatkan tanaman kalakai untuk tujuan merangsang produksi ASI bagi ibu-ibu yang baru melahirkan. Hal ini mungkin disebabkan nilai gizi kalakai yang banyak mengandung Fe (Irawan et al., 2003). Unsur Fe diketahui bermanfaat dalam mengatasi masalah anemia, sehingga mengkonsumsi kalakai dapat menambah volume darah, sehingga merangsang produksi ASI.

**Kandungan Bahan Bioaktif Kalakai**

Bahan bioaktif pada kalakai terdiri atas alkaloid, flavonoid, tannin dan steroid disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan bahan bioaktif pada tanaman Kalakai

No	Pemeriksaan	Hasil Pengamatan
1	Alkaloid	+
2	Flavonoid	+
3	Saponin	-
4	Tanin	+
5	Kuinon	-
6	Steroid/Triterpenoid	+

Sumber : Rostinawati dkk. (2018)

Aktivitas ekstrak etanol daun kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.F) Bedd) dalam menghambat pertumbuhan bakteri Gram negatif *Salmonella thypi* lebih peka bila dibandingkan dengan bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus*. Hal ini disebabkan adanya perbedaan struktur dinding sel kedua jenis bakteri tersebut. Dinding sel bakteri Gram positif

terdiri atas beberapa lapisan peptidoglikan yang membentuk struktur yang tebal dan kaku serta mengandung substansi dinding sel yang disebut asam teikoat, sedangkan dinding sel bakteri Gram negatif terdiri atas satu atau lebih lapisan peptidoglikan yang tipis dan membran di bagian luar lapisan peptidoglikan, sehingga dinding sel bakteri Gram negatif lebih rentan terhadap guncangan fisik, seperti pemberian antibiotik atau bahan antibakteri lainnya. Selain itu, perbedaan struktur dinding sel inilah yang menyebabkan kedua jenis bakteri tersebut memberikan respon terhadap pewarnaan Gram. Penghambatan pertumbuhan bakteri disebabkan oleh senyawa kimia yang terkandung pada ekstrak etanol daun kelakai. Daun kelakai mengandung zat aktif berupa alkaloid, flavonoid, dan steroid. Hasil pengujian aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan adanya zona bening di sekitar cakram ekstrak uji. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.F) Bedd) memiliki aktivitas antibakteri yang lebih besar terhadap bakteri *Salmonella thypi* dibandingkan bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini dapat dilihat dari diameter hambat *Staphylococcus aureus* sebesar 17,20 mm sedangkan pada *Salmonella thypi* sebesar 18,16 mm dengan konsentrasi 125.000 µg/mL.

Hasil uji aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol akar kalakai yang tumbuh pada tanah pasir dan tanah gambut memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Hal tersebut ditandai dengan nilai IC<sub>50</sub> pada ekstrak etanol akar kalakai tanah gambut sebesar 19,06 ppm dan ekstrak etanol akar kalakai tanah pasir sebesar 24,40 ppm (Adawyah dan Rizky, 2018)

### **Manfaat Tannin pada Hijauan Rawa**

Pemanfaatan rumput rawa sebagai pengganti rumput unggul oleh peternak tradisional secara langsung dengan sistem gembala atau sebagai sumber hijauan secara cut and carry (rumput potong) merupakan salah satu upaya dalam penyediaan pakan bagi ternak. Namun sebelum diberikan pada ternak harus diketahui dulu komposisi biologis dan kandungan

nutrisinya agar kita mengetahui apakah pakan yang diberikan sesuai kebutuhannya dan tidak mengganggu kecernaannya. Komposisi botani dan nilai nutrisi pada vegetasi yang ada di rawa menjadi parameter produksi yang dapat di perhitungkan dengan tepat dan akurat. Kehadiran hijauan rawa lebih sering dianggap sebagai gulma karena dapat menyebabkan pendangkalan dan menyebabkan pengurangan air dan nutrisi yang besar. Produksi rawa kering dengan sistem panen 2-3 kali seminggu menghasilkan 44 ton/ha/tahun (Fahriyani dan Eviyati, 2008); (Badjoeri dan Lukman 2002), tetapi hijauan rawa umumnya tinggi serat kasar dan tanin.

### **1.Sifat Fisik dan Kimia Tanin.**

Sifat fisika dari tanin adalah sebagai berikut : Apabila dilarutkan ke dalam air, tanin akan membentuk koloid dan akan memiliki rasa asam dan sepat. Apabila dicampur dengan alkaloid dan glatin, maka akan terbentuk endapan.Tanin tidak dapat mengkristal.Tanin dapat mengendapkan protein dari larutannya dan bersenyawa dengan protein tersebut sehingga tidak dipengaruhi oleh enzim protolitik.

Sifat kimia dari tanin adalah sebagai berikut : Tanin merupakan senyawa kompleks yang memiliki bentuk campuran polifenol yang Sulit untuk dipisahkan sehingga sulit membentuk kristal. Tanin dapat diidentifikasi dengan menggunakan kromatografi Senyawa fenol yang ada pada tanin mempunyai aksi adstringensia, antiseptic dan pemberi warna. Fenol yang ada pada tanin, secara biologis dapat berguna sebagai khelat logam. Mekanisme atau proses pengkhelatan akan terjadi sesuai dengan pola substitusi dan pH senyawa fenol itu sendiri. Hal ini biasanya terjadi pada tanin terhidrolisis, sehingga memiliki kemampuan untuk menjadi pengkhelat logam.

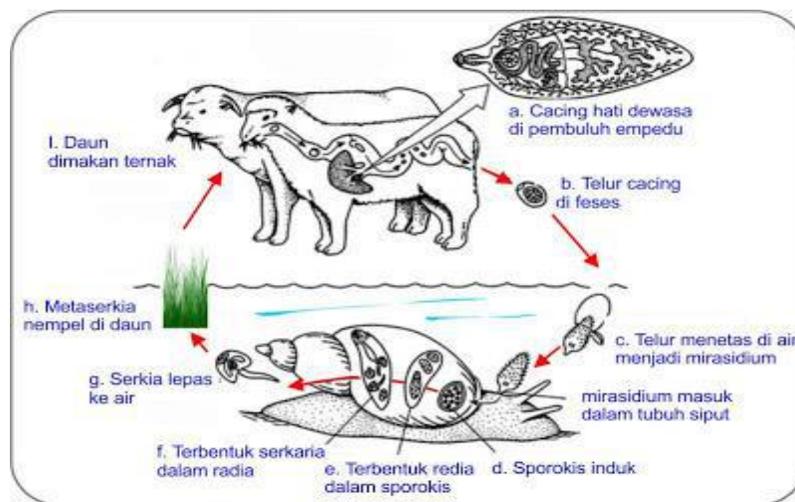
Khelat yang dihasilkan dari tanin ini dapat memiliki daya khelat yang kuat dan dapat membuat khelat logam menjadi lebih stabil dan aman di dalam tubuh. Namun, dalam mengkonsumsi tanin harus sesuai dengan kadarnya, karena apabila terlalu sedikit

(kadarnya rendah) tidak akan memberikan efek, namun apabila mengkonsumsi terlalu banyak (kadar tinggi) dapat mengakibatkan anemia karena zat besi yang ada dalam darah akan dikhelat kuat oleh senyawa tanin tersebut.

## 2. Manfaat Tanin sebagai *Anthelmintika* (anti parasite cacing)

Sebagai senyawa metabolit sekunder, tanin memiliki banyak manfaat dan kegunaan. Manfaat dan kegunaan tanin adalah sebagai berikut : Sebagai anti hama untuk mencegah serangga dan fungi pada tanaman dan pelindung tanaman ketika masa pertumbuhan dari bagian tertentu tanaman, misalnya pada bagian buah, saat masih muda akan terasa pahit dan sepat. Disamping itu Tanin bermanfaat sebagai adstringensia pada GI dan kulit, membantu proses metabolisme dari beberapa bagian tanaman, mengendapkan protein sehingga digunakan sebagai antiseptic, sebagai antidotum (keracunan alkaloid), sebagai reagen pendeteksi gelatin, alkaloid, dan protein.

Anthelmintika adalah tanaman yang mengandung tannin, dimana tannin ini berperan sebagai anthelmintika (anti parasite terutama cacing).



Gambar 5. Siklus Perkembangan cacing pada ternak ruminansia

*Haemonchosis* merupakan penyakit yang disebabkan oleh nematoda *Haemonchus contortus*. *Haemonchus contortus* merupakan cacing yang patogenik, luas penyebaran dan tingkat infeksi dapat mencapai 80%. Penyakit ini pada umumnya menyerang ternak ruminansia, terutama kambing dan domba. Kambing dan domba di Indonesia mudah terserang infeksi saluran pencernaan ini karena pengaruh iklim tropis basah yang sangat menguntungkan untuk kelangsungan hidup dan mempermudah penularannya (Lastuti *et al.*, 2006).

Manifestasi penyakit parasit cacing berbeda dengan penyakit ternak yang disebabkan oleh virus dan bakteri. Kerugian ekonomi pada penyakit virus atau bakteri dapat dengan mudah diketahui oleh adanya kematian ternak, sedangkan kerugian yang disebabkan oleh penyakit parasit adalah berupa terlambatnya pertumbuhan, penurunan produksi, penurunan daya tahan tubuh terhadap penyakit- lain atau gangguan oleh adanya cacing atau larva cacing (Brotowijoyo, 1987; Beriajaya *et al.*, 1995).

Pemberian anthelmintik merupakan satu hal yang mutlak harus diberikan untuk menurunkan infeksi parasit dari tubuh ternak. Pengendalian parasit saluran pencernaan tergantung pada frekuensi pemberian obat cacing (anthelmintik) secara rutin dan teratur. Pemakaian anthelmintik yang salah dalam pengendalian parasit cacing dapat menyebabkan parasit yang resisten terhadap anthelmintik (Jackson and Coop, 2000). Anthelmintik komersial juga mempunyai keterbatasan harga relatif mahal dan suplai terbatas. Adanya fenomena resistensi terhadap anthelmintik, kewaspadaan terhadap residu obat pada makanan dan keterbatasan daya beli masyarakat mendorong peneliti untuk mencari alternatif anthelmintik yang berasal dari hijauan.

Tannin adalah senyawa phenolic yang larut dalam air. Dengan berat molekul antara

500 - 3000 bisa mengendapkan protein dari larutan. Secara kimia tannin sangat kompleks dan biasanya dibagi kedalam dua grup, yaitu hydrolyzable tannin dan condensed tannin. Hydrolyzable tannin mudah dihidrolisa secara kimia atau oleh enzim dan terdapat di beberapa legume tropika seperti *Acasia* Spp. Condensed tannin paling banyak menyebar di tanaman dan dianggap sebagai tannin tanaman. Sebagian besar biji legume mengandung condensed tannin terutama pada testanya. Warna testa makin gelap menandakan kandungan tannin makin tinggi.

Tannin adalah beberapa antioksidan berjenis polifenol (yang mencegah atau menetralkan efek radikal bebas yang merusak) yang menyatu dan mudah teroksidasi menjadi asam tanat. Asam tanat berfungsi membekukan protein yang berefek negatif pada mukosa lambung. Mukosa lambung orang - orang yang secara teratur minum teh (baik itu teh hijau, teh cina, teh hitam) atau kopi yang mengandung banyak asam tanat, biasanya telah menipis karena atrofi. Perubahan atrofi yang kronis atau mag kronis dapat dengan mudah berkembang menjadi kanker lambung. Jenis teh yang dijual sekarang ini banyak yang menggunakan zat - zat kimia pertanian dalam proses penanamannya.

Tannin menyebabkan beberapa tumbuhan dan buah - buah memiliki rasa "pahit". Tannin mudah teroksidasi melalui udara ataupun saat terkena air panas. Lebih dari itu, asam tanat berfungsi membekukan protein. Saat Dr. Hiromi Shinya melakukan pemeriksaan lambung pada orang - orang yang secara teratur meminum teh (teh hijau, teh cina, teh inggris) atau kopi yang mengandung banyak asam tanat, biasanya menemukan bahwa mukosa lambung orang - orang tersebut telah menipis akibat atrofi.

Dari 24 varietas sorgum kandungan tannin berkisar dari 0,05 - 3,67 % (catechin equivalent). Kandungan tannin sorgum sering dihubungkan dengan warna kulit luar yang gelap. Peranan tannin pada tanaman yaitu untuk melindungi biji dari predator burung,

melindungi perkecambahan setelah panen, melindungi dari jamur dan cuaca.

Pakan bertannin tinggi bila digunakan pada ternak akan memperlihatkan penurunan kecepatan pertumbuhan dan menurunkan efisiensi ransum, menurunkan produksi dan meningkatnya kejadian *abnormalitas*. Cara mengatasi pengaruh dari tannin dalam pakan yaitu dengan mensuplementasi DL-metionin dan suplementasi agen pengikat tannin, yaitu gelatin, polyvinylpyrrolidone (PVP) dan polyethyleneglycol yang mempunyai kemampuan mengikat dan merusak tannin. Selain itu kandungan tannin pada bahan makanan dapat diturunkan dengan berbagai cara seperti perendaman, perebusan, fermentasi, dan penyosohan kulit luar.

Untuk membedakan tanin dengan senyawa metabolit sekunder lainnya, dapat dilihat dari sifat-sifat dari tanin itu sendiri. Sifat-sifat tanin, antara lain :

## **BAB III**

### **TEKNIK PENGOLAHAN PAKAN**

#### **3.1. Silase (Ensilase)**

Silase merupakan pakan produk awetan dari hijauan, hasil sampingan pertanian dan agroindustri dengan kadar air tinggi yang dibuat melalui proses ensilase (fermentasi) oleh bakteri asam laktat pada kondisi asam dan anaerob dalam suatu tempat yang biasa disebut silo. Tujuan utama pembuatan silase adalah untuk mengawetkan dan mengurangi kehilangan zat makanan suatu hijauan untuk dimanfaatkan pada masa mendatang, seperti saat musim paceklik. Silase memiliki beberapa kelebihan antara lain pakan lebih awet, tidak memerlukan pengeringan, mengurangi kerusakan pakan akibat pemanasan, memiliki kandungan bakteri asam laktat yang berperan sebagai probiotik dan memiliki kandungan asam organik yang berperan sebagai *growth promotor* serta penghambat penyakit.

Silase merupakan makanan ternak yang dihasilkan melalui proses fermentasi dengan kadar air yang tinggi. Ensilase adalah proses, sedangkan tempat buatannyadinamakan silo (Bolsen, 1993). Ensilase merupakan proses fermentasi asam. Bakteri akan memproduksi asam asetat, asam laktat, dan asam butirat dari gula yang terdapat dalam bahan baku. Hasil akhir ensilase adalah penurunan pH sehingga mencegah pertumbuhan mikroba pembusuk yang mayoritas tidak toleran terhadap kondisi asam (Woolford,1984). Prinsip

utama dalam proses ensilase menurut Mc.Donald etal. (1991) adalah tercapainya kondisi anaerob dan adanya aktivitas mikroorganisme, terutama bakteri asam laktat. Kondisi lingkungan yang asam (pH sekitar 4) akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk sehingga silase dapat disimpan dalam waktu lama tanpa mengalami pembusukan. Proses pembuatan silase

melalui empat fase : (1) fase aerob, (2) fase fermentasi, (3) fase stabil dan (4) fase pengeluaran untuk diberikan pada ternak. Setiap fase mempunyai ciri yang khas, sebaiknya diketahui agar kualitas hijauan sejak dipanen, pengisian ke dalam silo, penyimpanan dan periode pemberian Pada ternak dapat terpelihara dengan baik agar tidak terjadi penurunan kualitas hijauan tersebut (Bolsen, 1993). Woolford (1988) menyatakan bahwa proses ensilase membutuhkan waktu pembentukan asam laktat yang cepat, oleh karena itu perlu dilakukan manipulasi mikroorganisme pembentuk asam laktat yaitu dengan menambahkan bahan aditif.

Silase yang baik diperoleh dengan menekan berbagai aktivitas enzim yang berada dalam bahan baku yang tidak dikehendaki namun dapat mendorong berkembangnya bakteri penghasil asam laktat. Pembuatan silase secara garis besar dibagi menjadi empat tahap, yaitu sebagai berikut :

### **1.Tahap Aerob**

Pada tahap ini berlangsung dua proses yaitu proses respirasi dan proses proteolisis, akibat adanya aktivitas enzim yang berada dalam tanaman tersebut sehingga menghasilkan pH sekitar 6 – 6,5. Sebelum sel-sel di dalam tumbuhan mati atau tidak mendapatkan oksigen, maka mereka melakukan respirasi untuk membentuk energi yang di butuhkan dalam aktivitas normalnya. Respirasi ini merupakan konversi karbohidrat menjadi energi. Respirasi ini di

bermanfaat untuk menghabiskan oksigen yang terkandung beberapa saat setelah bahan di masukan dalam silo. Namun respirasi ini mengkonsumsi karbohidrat dan menimbulkan panas, sehingga waktunya harus sangat di batasi. Respirasi yang berkelamaan di dalam bahan baku silase akan menimbulkan panas yang akan meningkatkan temperatur dapat mempengaruhi kecepatan reaksi serta dapat merusak enzim. Peningkatan tempetarur juga dapat mempengaruhi struktur silase misalnya perubahan warna silase menjadi gelap serta dapat mengurangi kadar karbohidrat yang pada ahirnya bisa menggagalkan proses fermentasi. Pengurangan kadar oksigen yang berada di dalam bahan baku silase, saat berada pada ruang yang kedap udara yg disebut dengan silo merupakan cara terbaik meminimalkan masa respirasi ini. Selain itu, peningkatan temperatur silase dapat dibatasi dengan pemanenan tanaman dengan kadar air yang tepat dan dengan meningkatkan kepadatan silase. Pemadatan silase terkait dengan ketersediaan oksigen di dalam silo, semakin padat silase maka oksigen semakin rendah sehingga proses respirasi semakin pendek.

## **2.Tahap Fermentasi**

Setelah kadar oksigen habis, maka proses fermentasi di mulai. Tahap fermentasi ini berlangsung berlangsung selama 1 minggu sampai 1 bulan ketika kondisi anerob tercapai pada bahan yang diawetkan. Tahap fermentasi ini adalah untuk menurunkan kadar pH di dalam bahan baku silase sampai dengan kadar pH dimana tidak ada lagi organisme yang dapat hidup dan berfungsi di dalam silo.

Pada tahap ini beberapa proses mulai berlangsung, isi sel makanan mulai dirombak. Glukosa difermentasikan menghasilkan asam laktat dan etanol. Produksi asam laktat oleh BAL menurunkan pH (menurunkan keasaman) silase dan menjadi kunci stabilitas serta pengawetan silase. Selain itu proses fermentasi juga dapat meningkatkan temperatur silase.

Kenaikan temperatur tidak akan terjadi jika kondisi silo tertutup rapat dan masih dalam kondisi anaerob. Umumnya temperatur yang baik untuk pembuatan silase berkisar 25 - 50°C. Temperatur dalam pembuatan silase tidak boleh lebih dari 50°C, karena pertumbuhan optimum untuk bakteri asam laktat yaitu sekitar 35°C, sedangkan temperatur yang terlalu rendah (dibawah 25°C) akan menyebabkan tumbuhnya bakteri pembusuk.

### 3. Tahap Stabil

Setelah masa aktif pertumbuhan bakteri asam laktat berakhir, maka ensilase memasuki tahap stabil, ditandai dengan stabilnya pH silase dan hanya sedikit sekali aktivitas mikroba. Pada keadaan inilah bahan baku disebut dalam keadaan awet, sehingga silase dapat di simpan bertahun-tahun selama tidak ada oksigen yang menyentuhnya.



Gambar 6. Tahapan Proses Pembuatan silase

#### **4. Tahap Pengeluaran Silase**

Saat pengeluaran silase yang akan diberikan kepada ternak sebaiknya dilakukan secara hati – hati, karena oksigen secara bebas akan mengkontaminasi permukaan silase yang terbuka, sehingga akan menurunkan lama masa simpan silase. Silase yang tersimpan dalam kondisi tertutup rapat dapat bertahan 4 – 8 bulan.

#### **Kualitas Silase**

Silase yang baik biasanya dipengaruhi dari pemotongan hijauan tepat waktu (menjelang berbunga), pemasukan ke dalam silo dilakukan dengan cepat, pemotongan hijauan dengan ukuran yang memungkinkannya untuk dimampatkan, penutupan silo secara rapat (tercapainya kondisi anaerob secepatnya) dan tidak sering dibuka. Silase yang baik memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Berwarna hijau kekuning-kuningan atau hijau kecoklatan tergantung bahan pembuatan silase
2. Beraroma dan berasa asam
3. Tidak berbau busuk
4. Apabila dipegang terasa lembut dan empuk tetapi tidak basah (berlendir)
5. Tidak menggumpal dan tidak berjamur
6. Bila dilakukan analisa lebih lanjut, kadar keasamannya (pH) antara 3,2-4,5 dengan kadar air antara 50 -75%.

#### **Proses Pembuatan Silase**

1. Siapkan silo (drum, bak, lubang, dll) dan lapisi dengan plastik

2. Siapkan bahan pakan yang akan dibuat silase (hijauan, limbah pertanian, konsentrat, bahan aditif, dll)
3. Layukan hijauan untuk mengurangi kadar air dan dilakukan pemotongan kecil – kecil
4. Campurkan semua bahan yang akan dibuat silase, apabila hijauan terlalu kering tambahkan air sampai kadar air mencapai 40%
5. Masukkan campuran bahan silase ke dalam silo yang telah dilapisi plastik
6. Tekan dengan kuat dan injak – injak bahan silase agar udara di dalam keluar
7. Ikat plastik dengan rapih, rapat dan jangan sampai bocor kemudian tutup silo menggunakan penutupnya dengan rapat
8. Bahan yang dimasukkan selanjutnya diperem (difermentasikan) selama 3 minggu. Setelah itu drum dapat dibuka dan silase dapat diberikan pada ternak. Setelah mengambil silase silo harus ditutup kembali agar udara bebas tidak mengontaminasi silase.



Gambar 7. Tahap Awal pencampuran dedak dengan hijauan pada proses pembuatan silase

Proses yang terjadi pada pembuatan silase :1. Menjaga jangan sampai udara luar masuk dalam wadah drum silo, jika masuk akan terjadi proses pembusukkan. Pada proses ini terjadi perombakan nilai nutrisi hingga ada kemungkinan turun.2. Untuk sementara rumput dalam silo drum masih bernapas dengan udara di sekelilingnya dan menghasilkan  $CO_2 + H_2O + \text{energy panas}$ . 3. Setelah udara dalam drum silo habis, sel sel rumput akan berhenti bernapas dan daun akan mati sehingga terjadilah proses ENSILASE. 4. Adanya pengaruh bakteri, bakteri laktis acid, *treptococcus lantis* dan membentuk asam laktat /susudalam pembuatan silase yang perlu di perhatikan adalah membantu bakteri penolong dengan jalan menambah subtract ( umbi umbian, gamblong, katul ) dan yang perlu di cegah adalah bakteri pembusuk yang terdiri dari bakteri *clostridium sacharo butirat* dan *clostridium tyrobutirat*, yang menghasilkan asam mentega.

Bakteri asam susu asam laktat dapat tumbuh baik bila dalam kondisi an aerob sehingga prosesnya di sebut peragian atau fermentasi, oleh karenanya agar bakteri penolong dapat bekerja optimal maka  $O_2$  harus di keluarkan secara maksimal. Proses pembentukan asam susu berjalan sampai ph 4 asam sehingga perkembangan bakteri *clostridium* akan terhambat, keadaan ini biasanya tercapai setelah 3-4 minggu. Prinsipnya : 1. Mempercepat habisnya  $O_2$ . 2. Mempercepat kondisi asam.

McDonald *et al.* (1991) menyatakan bahwa aditif silase dapat dikelompokan menjadi 2 yaitu aditif stimulan dan aditif penghambat mikroorganisme. Aditif stimulan akan membantu proses fermentasi dan pertumbuhan bakteri asam laktat lebih cepat tercapai. Sedangkan aditif penghambat mikroorganisme digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk seperti *Clostridia* sehingga pakan dapat awet. Aditif tersebut dapat berupa bakteri asam laktat, molases dan asam. Pembuatan silase tidak tergantung pada

musim. Keberhasilan pembuatan silase berarti memaksimalkan nutrisi yang dapat diawetkan (Bolsen, 1993).



Gambar 8. Tahapan lengkap Proses Pembuatan Silase Hijauan



Gambar 9. Silase Bentuk Ball Bundar

Pada proses pembuatan silase, penyimpanan bisa dilakukan dengan pembungkusan menggunakan plastic yang tertutup rapat membentuk ball bundar, atau bisa juga disimpan dalam tong plastic, dimana sebelumnya silase dimasukan dalam kantong plastic yang besar.



Gambar 10. Penyimpanan silase dalam tong besar

### **Pengambilan Silase**

Setelah seminggu atau dua minggu atau 4 minggu silase sudah dapat di ambil, jika ingin di simpan lama dalam hitungan tahun, minimal peram silase 1,5 bulan. Silase di ambil secukupnya saja, missal untuk stock selama 7 hari, lalu di angin anginkan, setelah itu baru bisa di berikan ke ternak. Setelah silase di ambil , jangan lupakan proses penutupan silo, yang rapat agar dalam silo bebas O<sub>2</sub>.

Ciri cirri silase yang baik :

1. Rasa dan bau asam tape caramel
2. Warna hijau dengan sedikit gradasi coklat
3. Tekstur tetap seperti hijau daun
4. Tidak berjamur, tidak berlendir dan tidak menggumpal



Gambar 11. Penampakan tekstur silase daun dan batang jagung yang sudah matang

### **Kriteria silase yang baik**

Untuk melihat hasil silase yang baik perlu dibandingkan dengan standar yang sudah ditetapkan oleh Departemen Pertanian, seperti tersaji pada tabel 7.

Tabel 7. Kriteria Silase yang Baik

Kriteria	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk
Jamur	Tidak ada	Sedikit	Lebih banyak	Banyak
Bau	Asam	Asam	Kurang asam	Busuk
pH	3.2 – 4.5	4.2 – 4.5	4.2 – 4.8	> 4.8
Kadar N-NH <sub>3</sub>	< 10%	10 – 15%	< 20%	> 20%

Sumber: Deptan (1980)

### 3.2. Hay (Hijauan Kering)

*Hay* merupakan hijauan pakan ternak yang sengaja dipotong dan dikeringkan hingga kadar airnya tersisa 12 – 20% agar dapat disimpan dan diberikan kepada ternak pada kondisi tertentu, misalnya digunakan pada musim kemarau. Tujuan utama pembuatan *hay* yaitu untuk mengurangi kadar air dalam bahan pakan sehingga aman untuk disimpan tanpa mengalami kerusakan atau hilangnya nutrisi secara serius. Selain itu dengan pembuatan *hay* dapat digunakan untuk persediaan makanan ternak di musim kering, memanfaatkan hijauan pada saat pertumbuhan terbaik, memanfaatkan hijauan limbah dari tanaman kacang-kacangan dan sebagai pakan dalam perjalanan lintas benua. Untuk mendapatkan *hay* dengan nilai gizi dan palatabilitas yang tinggi, maka hijauan harus dipotong saat menjelang berbunga, selanjutnya hijauan tersebut dikeringkan dengan sinar matahari maupun dengan pengering buatan.

Prinsip pembuatan *hay* yaitu menurunkan kadar air menjadi 12 - 20% dalam waktu singkat dengan panas matahari maupun buatan. Tanaman yang telah dipotong dari kebun kemudian dikeringkan, maka dalam periode pengeringan ini masih terjadi respirasi yang merubah zat pati menjadi glukosa yang akhirnya pecah menjadi H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>, hal inilah yang

mengurangi kualitas dari *hay*. Untuk menghindari hal ini maka pengeringan harus di lakukan secepat mungkin, penyinaran yang singkat dan jangan sampai kehujanan.

Pengeringan adalah proses pemindahan panas dan uap air secara simultan, yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan, yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas (Naynienay, 2007).

Pengeringan juga didefinisikan sebagai proses pengeluaran air dari bahan sehingga tercipta kondisi dimana kapang, jamur, dan bakteri yang menyebabkan pembusukan tidak dapat tumbuh (Henderson dan Perry, 1976). Menurut Van Arsdel and Copley (1964) pengeringan adalah proses pemindahan kadar air untuk memperoleh kadar air yang aman untuk penyimpanan. Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lebih lama (Hall, 1957). Kandungan kadar air pada hay (baled) supaya aman disimpan adalah <14% (Sokhansanj, 1999). Pengering efek rumah kaca adalah alat pengering berenergi surya yang memanfaatkan efek rumah kaca yang terjadi karena adanya penutup transparan pada dinding bangunan serta plat absorber sebagai pengumpul panas untuk menaikkan suhu udara ruang pengering. Lapisan transparan memungkinkan radiasi gelombang pendek dari matahari masuk ke dalam dan mengenai elemen-elemen bangunan. Hal pendek dari matahari masuk ke dalam dan mengenai elemen-elemen bangunan. Hal ini menyebabkan radiasi gelombang pendek yang terpantul berubah menjadi gelombang panjang dan terperangkap dalam bangunan karena tidak dapat menembus penutup transparan sehingga menyebabkan suhu menjadi tinggi. Proses inilah yang dinamakan efek rumah kaca. (Kamaruddin et al., 1994).



Gambar 12. Hay jerami padi setelah selesai proses pengeringan

Lama pengeringan dipengaruhi oleh sumber panas, suhu, kelembaban dan bentuk fisik hijauan. Hijauan dengan bentuk kasar biasanya lebih lama di keringkan dibandingkan yang halus. Semakin lama proses pengeringan maka akan semakin banyak pula zat gizi pakan yang hilang. Saat penyinaran yang buruk juga akan menyebabkan kerusakan atau kehilangan zat gizi pakan mencapai 50 - 60%, tetapi dalam cuaca yang baik zat gizi pakan hanya hilang 25% saja. Proses pengeringan yang berjalan cepat dan dapat menurunkan kandungan air hingga 15% akan lebih baik dari pada proses pengeringan yang berjalan lambat dan memakan waktu lama. Proses penyimpanan dan pengangkutan juga harus diperhatikan, karena penyimpanan dan pengangkutan yang tidak tepat akan mempengaruhi kualitas *hay*. Karakteristik *hay* yang baik adalah berwarna tetap hijau meskipun ada yang

sedikit kekuningan, bentuk hijauan masih tetap utuh dan tidak mudah patah, tidak kotor, tidak berjamur serta mau dimakan oleh ternak.

### **Proses pengeringan Hay**

Proses pengeringan dalam pembuatan *hay* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu Pengeringan dengan panas buatan dan pengeringan panas matahari. Pengeringan dengan panas buatan biasanya dilakukan di negara dengan empat musim atau sub tropis, sebab lamanya penyinaran matahari lebih pendek di bandingkan negara tropis, dengan suhu pengeringan mencapai 600 - 800° C. Kelebihannya adalah lebih cepat dan praktis. Kekurangannya adalah perlu biaya dan kehilangan Vit D. sedangkan pengeringan dengan panas matahari dilakukan dengan menjemur hijauan di bawah sinar matahari, hijauan hendaknya dibalik setiap 2 jam sekali. Lama pengeringan tergantung tercapainya kandungan air antara 12 – 20%. Usahakan dalam pengeringan daun jangan sampai keriting dan tempat penjemuran di beri alas jangan langsung menyentuh tanah. Tempat menjemur terbaik yaitu dengan para para.

Metode penjemuran dengan panas matahari dapat dilakukan dengan dua cara sebagai berikut :

#### **1. Metode Hampan**

Merupakan metode sederhana, dilakukan dengan cara menghamparkan hijauan yang sudah dipotong di lapangan terbuka di bawah sinar matahari. Setiap hari hampan di balik-balik hingga kering. Hay yang dibuat dengan cara ini biasanya memiliki kadar air 20 – 30% dengan tanda warna kecoklatan.

#### **2. Metode Pod**

Metoda ini dilakukan dengan cara menghamparkan hijauan yang sudah dipotong di lapangan terbuka di bawah sinar matahari dengan menggunakan semacam rak sebagai tempat menyimpan hijauan yang telah dijemur selama 1 – 3 hari (kadar air  $\pm$  50%). Bratzler et al. (1960) menunjukkan bahwa protein hay alfalfa meningkat dengan meningkatnya suhu pengeringan dengan variasi suhu 57°C, 74°C, dan 93°C dengan nilai pencernaan bahan kering pada pengeringan dengan suhu 57 °C dan 74°C lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dari pada suhu 93°C. Lebih lanjut dijelaskan bahwa pada pengeringan hijauan dengan waktu.

Pengawet yang dipakai dalam cara membuat pembuatan Hay yaitu :

- 1) Garam dapur 1-2 % berfungsi untuk : mencegah timbulnya panas karena kandungan uap air, mengontrol atau mengendalikan aktivitas mikroba, menekan dan mengendalikan pertumbuhan jamur
- 2) Amonia cair berfungsi untuk : mencegah timbulnya panas, meningkatkan pencernaan hijauan, memberikan tambahan Nitrogen

Cara membuat hay adalah sebagai berikut :

- 1) Hijauan dipotong dengan mesin *copper*, setelah itu langsung dibawa ke tempat penjemuran.
- 2) Hijauan tersebut disebar tipis dan setiap saat dibolak-balikselama 1-2 jam.
- 3) Usahakan pada penjemuran berlangsung singkat sehingga kadar air menjadi 15-20%.
- 4) Sesudah kering dikumpulkan dan dipres, diikat tali untuk memudahkan tempat penyimpanan.

Kriteria hay yang berkualitas baik yaitu :

- 1) Berwarna tetap hijau meskipun ada yang kekuning-kuningan
- 2) Daun yang rusak tidak banyak
- 3) Bentuk hijauan masih tetap utuh & jelas
- 4) Tidak terlalu kering sebab akan mudah patah

### 3.3. Pembuatan Haylage

*Haylage* merupakan proses lanjutan dari *hay* untuk dijadikan silase (Silase yang dibuat dari *hay* dengan kadar air kurang dari 60 %). Pada dasarnya prinsip pembuatan *haylage* sama dengan pembuatan silase, yaitu melalui proses ensilase (fermentasi) pada kondisi anaerob yang disimpan dalam silo, hanya saja *haylage* dibuat dari hijauan kering (*hay*) sedangkan silase terbuat dari hijauan segar. Adapun tujuan : 1. Untuk meningkatkan palatabilitas hay karena hay mempunyai palatabilitas yang rendah. 2. Memanfaatkan bahan-bahan pakan yang tergolong additive yang masih banyak mengandung air (seperti : Umbi ketela pohon, ampas tapioka, ampas tahu & kulit buah-buahan) karena proses pengeringan bahan-bahan tsb relatif sulit & memerlukan biaya tinggi. 3. Memanfaatkan komponen limbah pertanian yang kondisinya sudah setengah kering agar disukai ternak. Kelemahan Hailase: .Tidak dapat disimpan lama, karena kadar air kurang & sulit membuat silo an-aerob, sehingga perkembangan bakteri asam laktat tidak optimal. 2.pH di atas 4,5 dengan demikian memungkinkan jamur & bakteri clostridia yang memanfaatkan protein untuk tumbuh dalam silo.

Kelebihan hailase: Teknologi hailase memiliki masa depan yang baik, karena :“ Dapat digunakan sebagai pengembangan pakan lengkap dengan memanfaatkan by-product pertanian sebagai sumber serat dan by-product industri pengolahan hasil pertanian sebagai sumber nutrient yang lain (enersi & protein)”



Gambar 13. Perbedaan tampilan Hay (bawah) dan haylage (atas)

Perbedaan utama antara Hay dan Haylage adalah bahwa Hay dipotong dan dikeringkan untuk digunakan sebagai pakan ternak sedangkan haylage adalah pakan ternak hijau yang setelah dikeringkan dilanjutkan dengan fermentasi yang disimpan dalam silo. Kadar air hay tidak lebih dari 12% sementara itu dalam haylage adalah 40-60%. Hay dan haylage adalah dua jenis pengolahan pakan ternak yang digunakan untuk memberi makan ternak pada musim kemarau dan musim dingin (pada negara sub tropis) karena sulit untuk mendapatkan rumput pada saat itu.

Kualitas *haylage* yang dihasilkan dipengaruhi oleh bahan baku *haylage*, jenis silo, bahan pengawet, dan faktor lain yang meliputi pelayuan, perlakuan mekanis, perlakuan pasca panen hijau, struktur tanaman dan kandungan protein. *Haylage* yang baik mempunyai karakteristik antara lain berbau asam, tidak berjamur, tidak berlendir, mempunyai warna yang seragam (hijau kecoklatan) dan teksturnya jelas. Berikut ini contoh proses pembuatan *haylage*:

1. Siapkan hijauan yang telah dikeringkan (*hay*) dan silo yang telah dilapisi plastik
2. Menghamparkan *hay* di atas lantai
3. Memercikkan starter pada *hay* sampai merata untuk mempercepat proses fermentasi
4. Menambahkan air sampai tingkat kebasahan *hay* sesuai untuk di fermentasi
5. Memasukkan campuran *hay* dan starter ke dalam silo dengan cara sedikit demi sedikit dan di padatkan agar udara di dalam keluar
6. Ikat plastik dengan rapih, rapat dan jangan sampai bocor kemudian tutup silo menggunakan penutupnya dengan rapat
7. Diamkan campuran bahan tersebut selama 3 – 4 minggu agar proses fermentasi berlangsung sempurna. Setelah 3 – 4 minggu *haylage* siap diberikan kepada ternak.

#### **3.4. Amoniasi**

Ada tiga sumber amoniak yang dapat dipergunakan dalam proses amoniasi yaitu:  $\text{NH}_3$  dalam bentuk gas cair,  $\text{NH}_4\text{OH}$  dalam bentuk larutan, dan urea dalam bentuk padat. Penggunaan  $\text{NH}_3$  gas yang dicairkan biasanya relatif mahal. Selain harganya mahal, juga memerlukan tangki khusus yang tahan tekanan tinggi minimum (10 bar). Demikian pula halnya dengan larutan amoniak  $\text{NH}_4\text{OH}$  selain harganya relatif mahal juga sukar diperoleh, sehingga pemakaian  $\text{NH}_4\text{OH}$  hanya terbatas di laboratorium

Dibanding cara pengolahan kimia yang lain ( $\text{NaOH}$ ), amoniasi mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

1. Sederhana cara pengerjaannya dan tidak berbahaya
2. Lebih murah dan mudah dikerjakan dibanding dengan  $\text{NaOH}$
3. Cukup efektif untuk menghilangkan aflaktosin khususnya pada jerami
4. Meningkatkan kandungan protein kasar

## 5. Tidak menimbulkan polusi dalam tanah

Satu-satunya sumber  $\text{NH}_3$  yang murah dan mudah diperoleh adalah urea. Urea yang banyak beredar adalah urea yang umumnya digunakan untuk pupuk (Siregar, 1995).

Urea dengan rumus molekul  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  banyak digunakan dalam ransum ternak ruminansia karena mudah diperoleh, harganya murah dan sedikit keracunan yang diakibatkannya dibanding biuret. Secara fisik urea berbentuk kristal padat berwarna putih dan higroskopis. Urea mengandung nitrogen sebanyak 42 – 45%, atau setara dengan protein kasar antara 262 - 281% (Belasco, 1945).

Perlakuan amoniasi dengan urea telah terbukti mempunyai pengaruh yang baik terhadap pakan. Proses amoniasi lebih lanjut juga akan memberikan keuntungan yaitu meningkatkan pencernaan pakan. Setelah terurai menjadi  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$ . Dengan molekul air  $\text{NH}_3$  akan mengalami hidrolisis menjadi  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{OH}^-$ .  $\text{NH}_3$  mempunyai  $\text{pK}_a = 9.26$ , berarti bahwa dalam suasana netral ( $\text{pH} = 7$ ) akan lebih banyak terdapat sebagai  $\text{NH}_4^+$ . Dengan demikian amoniasi akan serupa dengan perlakuan alkali. Gugus  $\text{OH}^-$  dapat merenggut putus ikatan hidrogen antara oksigen karbon nomor 2 molekul glukosa satu dengan oksigen karbon nomor 6 molekul glukosa lain yang terdapat pada ikatan selulosa, lignoselulosa, dan lignohemiselulosa. Telah diketahui bahwa dua ikatan terakhir ini bersifat labil alkali, yaitu dapat diputus dengan perlakuan alkali. Dengan demikian pakan akan memuai dengan lebih mudah dicerna oleh mikroba rumen. Pemuaihan pakan selanjutnya akan melarutkan deposit lignin yang terdapat pada dinding dan ruang antar sel. Berarti amoniasi juga menurunkan kadar zat makanan yang sukar bahkan tidak dicerna oleh ternak yang berakibat meningkatkan pencernaan pakan lebih jauh. Dari hasil percobaan Chuzaemi (1987) dengan level urea yang lebih tinggi yaitu 6 dan 8% secara in vivo selain dapat meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik juga

energinya.

Energi tercerna (DE) meningkat dari 6.7 MJ menjadi 8.32 dan 9.54MJ. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sejono *et al.*, (1986), perlakuan alkali pada bagas dengan menggunakan Urea ( $\text{CO} [\text{NH}_2]_2$ ) sebanyak 6% BK, dapat secara nyata meningkatkan kecernaan bahan kering (BK) dan bahan organik (BO) bagas, yaitu 22.29% menjadi 29.58%, atau terjadi peningkatan kecernaan sebesar 32.7%.

### **3.5. Pembuatan Urea Molases Blok**

Faktor pembatas produksi herbivora terutama untuk daerah tropis adalah defisiensi energi, protein, dan lain sebagainya. Hal ini terkadang terlihat dari produksi yang tidak normal walau makanannya cukup banyak. Dalam keadaan akhir ini mungkin dapat disebabkan oleh ketidakseimbangan atau defisiensi mineral dalam hijauan.

Problem mineral tersebut dapat dibuktikan antara lain dengan meningkatnya calving percentage ( $20 > 100\%$ ), meningkatnya tingkat penambahan berat badan 10 – 25%, dan menurunnya mortalitas akibat penambahan mineral.

Pada umumnya ternak yang dipelihara oleh para peternak, khususnya peternak non komersial maupun komersial adalah kurangnya memperhatikan bagaimana cara pemberian mineral yang cukup. Para peternak biasanya hanya dengan memberikan air garam yang dicampur dengan makanan ternak. Hal ini hanya sebatas pelengkap seandainya ternak tersebut kurang nafsu makan, atau ternak tersebut tidak suka dengan rumput yang diberikan.

Banyak masalah yang dihadapi oleh peternak terhadap ternaknya yang kekurangan mineral. Ini dapat dilihat dari banyaknya ternak yang menjilat tanahnya untuk memakan atap kandangnya sendiri. Agar dapat memenuhi kebutuhan ternak ruminansia untuk produksi secara optimal diperlukan pemberian pakan lengkap atau suplemen. Jenis

suplemen pakan yang mudah dibuat untuk dan praktis pemberiannya adalah suplemen pakan bentuk blok atau biasanya disebut Urea Molasses Blok (UMB)

Molasses sebagai bahan dasar pakan pemacu merupakan bahan pakan yang dapat difermentasi dan mengandung beberapa mineral penting meskipun kandungan posfornya sangat rendah. Disamping itu molasses dapat memperbaiki formula menjadi lebih kompak, mengandung energi yang cukup tinggi, dan dapat meningkatkan palatabilitas serta citarasa. Dengan demikian, aktivitas mikroba rumen akan meningkat.

Urea merupakan bahan pakan sumber nitrogen yang dapat difermentasi. Setiap kilogram urea mempunyai nilai yang setara dengan 2.88 kg protein kasar ( $6.25 \times 46\%$ ). Disamping itu, urea dalam proporsi tertentu mempunyai dampak positif terhadap peningkatan konsumsi serat kasar dan daya cerna.

Pakan yang diberi nama Molasses Blok atau Urea Molasses Blok (UMB) mempunyai keistimewaan, yaitu dapat membangkitkan gairah pada hewan ternak yang memakannya, hingga sangat cepat berkembang biak. Bahan yang digunakan untuk pembuatan UMB merupakan campuran yang sangat mudah didapatkan di mana-mana, dan bisa dibuat oleh masyarakat peternak dengan mudah. Bagi para peternak adanya sumbangan berharga ini sungguh-sungguh dapat membantu cara-cara tradisional.

Penggunaan UMB ini sangat sesuai di wilayah tropis, dimana ternak ruminansia umumnya diberi pakan dari sisa pakan, sisa-sisa tanaman, atau limbah pertanian. Pada umumnya pakan yang diberikan tersebut berkualitas rendah dengan kandungan nutrisi terbatas. Mengatasi hal tersebut dapat digunakan suplemen sebagai tambahan bagi hijauan, juga sumber pakan serat lainnya, seperti jerami padi dan limbah tanaman pertanian lainnya.

### **Tahapan Pembuatan Urea Molasses Blok (UMB)**

- Masing-masing bahan ditimbang sesuai dengan komposisi yang akan dibuat.
- Pencampuran bahan dimulai, dimulai dari bahan yang memiliki jumlah yang sedikit, diaduk merata kemudian dicampurkan lagi dengan bahan yang jumlahnya banyak, diaduk lagi hingga merata atau homogen.
- Masukkan adonan kedalam cetakan kemudia dipres padat berbentuk blok.
- Setelah dipres UMMB di taruh diatas rak (diangin-anginkan) dan rak diletakkan pada tempat yang kering (tidak lembab) serta tidak terkena sinar matahari dan hujan secara langsung.
- Setelah kering, kemudian langsung dikemas dan langsung diberikan kepada ternak.

### **Pemberian UMB kepada Ternak**

- Masukkan UMB ke dalam kotak kayu sesuai ukuran petak UMB.
- Letakkan kotak UMB dibagian depan tengah pada jatak yang mudah terjangkau oleh ternak. Upayakan penempatan kotak tidak mudah terlepas
- Kotak diisi lagi bila UMB sudah habis.
- Diupayakan pada waktu pemberian UMB, pakan hijauan selalu tersedia.

Tabel 8. Komposisi Urea Molasses Blok

Komposisi	Bagian/100 kg campuran (%)
Molasses	36.0
Dedak padi	38.0
Urea	10.0
Semen	8.0
Garam	1.9
DCP*	2.0
Mineral**	0.1
Air	4.0
Total	100

Pemberian pakan pemacu akan meningkatkan konsentrasi ammonia yang terdapat didalam rumen dari 60 – 100 mg/liter menjadi 150 – 250 mg/liter. Hal ini akan meningkatkan populasi mikroorganisme rumen. Dengan meningkatnya populasi mikroorganisme rumen, kebutuhan serat kasar sebagai media hidupnya juga akan meningkat. Hal ini akan merangsang ternak untuk mengkonsumsi bahan kasar sebanyak lebih dari 30% dari keadaan normalnya. Dengan meningkatnya konsumsi pakan, maka produksi ternak (daging, bulu, susu atau tenaga) akan meningkat pula.

Jumlah pemberian pakan pemacu kepada ternak ruminansia dapat disesuaikan dengan jenis dan berat badan ternak. Untuk ternak ruminansia kecil (domba dan kambing), jumlah pemberian pakan pemacu setiap hari tidak lebih dari 4 gram untuk setiap berat badan, sedangkan untuk ternak ruminansia besar, pemberian pakan pemacu adalah sebanyak 2 gram untuk setiap berat badan ternak sapi dan 3.8 gram untuk setiap berat badan ternak kerbau. Jumlah pemberian pakan pemacu tersebut merupakan patokan bagi ternak-ternak yang sudah terbiasa mengkonsumsi pakan pemacu. Apabila ternak

belum terbiasa mengkonsumsinya, jumlah pemberian harus dilakukan secara bertahap seperti pada Tabel 3 berikut

Tabel 9. Pemberian UMB pada ternak Ruminansia

Waktu Pemberian	Jumlah Pemberian (gr/ekor/hari)	
	Domba dan Kambing	Sapi dan Kerbau
Minggu I	30	200
Minggu II	60	400
Minggu III	100	600
Minggu IV	Sesuai dengan patokan	

Sumber: Wahyuni (2008)

Pemberian pakan pemacu sangat cocok bagi ternak ruminansia yang digembalakan dan diberi sisa tanaman pangan seperti jerami atau bahan pakan yang kandungan proteinnya sangat rendah (Wahyuni, 2008).

### 3.8. Pemanfaatan Kapang dalam Fermentasi Pakan

#### 3.8.1. *Trichoderma harzianum*

Kapang *Trichoderma harzianum* mampu secara spesifik menghasilkan enzim selulase yang potensial untuk mendegradasi bahan lignoselulotik menjadi glukosa dan meningkatkan kandungan protein di dalam biomassa. Enzim-enzim yang dihasilkan dari golongan kapang diproduksi melalui proses fermentasi media padat (Darwis *et al.* 1990).

Pada sebuah penelitian ditemukan bahwa *Trichoderma sp.* merupakan salah satu jamur yang dapat menjadi agen biokontrol karena bersifat antagonis bagi jamur lainnya, terutama yang bersifat patogen. Aktivitas antagonis yang dimaksud dapat meliputi persaingan, parasitisme, predasi, atau pembentukan toksin seperti antibiotik. Untuk keperluan bioteknologi, agen biokontrol ini dapat diisolasi dari *Trichoderma* dan digunakan untuk menangani masalah kerusakan tanaman akibat patogen. Kemampuan dan mekanisme *Trichoderma sp.* dalam menghambat pertumbuhan patogen secara rinci bervariasi pada setiap spesiesnya. Perbedaan

kemampuan ini disebabkan oleh faktor ekologi yang membuat produksi bahan metabolit yang bervariasi pula *Trichoderma sp.* memproduksi metabolit yang bersifat volatil dan non volatil. Metabolit non volatil lebih efektif dibandingkan dengan yang volatil. Metabolit yang dihasilkan *Trichoderma sp.* dapat berdifusi melalui membran dialisis yang kemudian dapat menghambat pertumbuhan beberapa patogen. Salah satu contoh metabolit tersebut adalah monooksigenase yang muncul saat adanya kontak antar jenis *Trichoderma sp.*, dan semakin optimal pada pH 4. Ketiadaan metabolit ini tidak akan mengubah morfologi dari *Trichoderma* namun hanya akan menurunkan kemampuan penghambatan patogen (Hasanuddin, 2003).

Dalam proses fermentasi dengan menggunakan *Trichoderma sp* ini, dapat menyediakan N sebagai protein untuk mikroorganisme lain yang saling menguntungkan. Adapun bakteri *Lactobacillus sp* yang dapat menggunakan  $\text{NH}_3$  sebagai sumber N untuk mengubah asam alfa ketoglutarat menjadi asam glutamat yang penting untuk sintesis asam aspartat, alanin, tyrosin, leusin, isoleusin dan valin (Barrows, 1961).

Salah satu produk fermentasi yang didalamnya terjadi perubahan bahan organik yang kompleks menjadi senyawa lebih sederhana oleh adanya kegiatan enzim dan senyawa-senyawa yang dihasilkan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Perubahan-perubahan yang terjadi dapat pula memperbaiki nilai gizi dari produk tersebut (Akhirany, 2003).

Pemberian fungi *Trichoderma sp* salah satu cara yang digunakan untuk meningkatkan nilai gizi. Nilai gizi *Trichoderma sp* pada sekam padi memiliki kandungan protein kasar berkisar 7,86% (Wahyuni, 2007). Kandungan protein kasar 5,35% (Riski, 2006), kadar bahan organik 76,52% (Supriyati, dkk. 2010).

*Trichoderma sp* pada pengolahan bahan pakan yang akan dilakukan adalah dengan proses fermentasi, yang memanfaatkan kapang penghasil enzim, sehingga diharapkan dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh *Trichoderma sp* dapat mendegradasi dan meningkatkan kandungan nutrisi (Volk, 2004). Sedangkan menurut Gilbert dan Tsao (1983) menyatakan bahwa penggunaan fungi *Trichoderma sp* dalam proses pengolahan bahan pakan memiliki kelebihan antara lain, protein enzim yang dihasilkan oleh kapang tersebut kualitas yang sangat baik jika dibandingkan dengan jenis kapang lainnya sehingga dapat meningkatkan kualitas kandungan nutrisi yang akan digunakan sebagai sumber protein untuk ternak ruminansia.

### **3.8. Pembuatan Pakan Granul**

Pembuatan pakan lengkap granul, beberapa tahap proses produksi diikuti dengan mengurangi ukuran bahan menjadi seragam, mencampur bahan pakan, pembasahan, penyaringan, pemisahan partikel granul dan pengeringan. Bahan yang digunakan tergantung ketersediaan bahan pakan tersebut, seperti misalnya 50% legume indigofera legume, 20% hijauan rawa purun tikus, 10% tepung kanji, dedak padi 16%, molase 2,5%, dan 200 g garam.

Proses pengolahan pakan komplit granul termodifikasi terdiri dari tahap-tahap yaitu:

- a. Penyiapan pemanenan hijauan rawa diteruskan dengan pelayuan, Pengeringan, pengecilan ukuran dan penggilingan.
- b. Pencampuran tepung hijauan rawa dengan legume indigofera, tepung kanji, dedak halus, molasses dan garam.
- c. Pembuatan pakan komplit granul termodifikasi menggunakan mesin granulator.

- d. Penyaringan (screening) granul yang terbentuk kedalam 3 klasifikasi ukuran. Ukuran yang terbanyak yang digunakan sebagai pakan komplit granul yang akan diberikan pada ternak kambing.
  - e. Pengeringan pakan komplit granul di bawah sinar matahari dan penyimpanan dalam box container plastik yang tertutup rapat.
3. Proses produksi pakan komplit granul sesuai klaim 1, disimpan dalam box container ukuran 60 liter dengan ukuran 80 x 40 x 40 cm, disimpan di tempat suhu ruang selama 3 minggu.
  4. Proses produksi pakan komplit granul sesuai klaim 1, pembuatan dilakukan setiap pemasukan ke mesin granul dengan kapasitas 125 kg/jam.
  5. Proses produksi pakan komplit granul sesuai klaim 1, pembasahan dilakukan dengan pemberian campuran larutan molases, tannin dan air dengan perbandingan 1 : 0,1 : 3
  6. Proses produksi pakan komplit granul sesuai klaim 1, penyaringan granul yang terbentuk terdiri atas 3 ukuran, kasar, halus dan sedang.
  7. Produk pakan komplit granul yang dihasilkan melalui proses pada klaim 1 dicirikan dengan kandungan nutrien berupa kadar air 6,18%, Lemak kasar 3,04%, protein kasar 16,57%, serat kasar 23,60%, kalsium 1,25%, fosfor 0,55%, bahan organik 13,41%.



Gambar 14. Mesin Granulator untuk pembuatan pakan bentuk granul

### **Kandungan Nutrisi pakan komplit granul dari hijauan rawa**

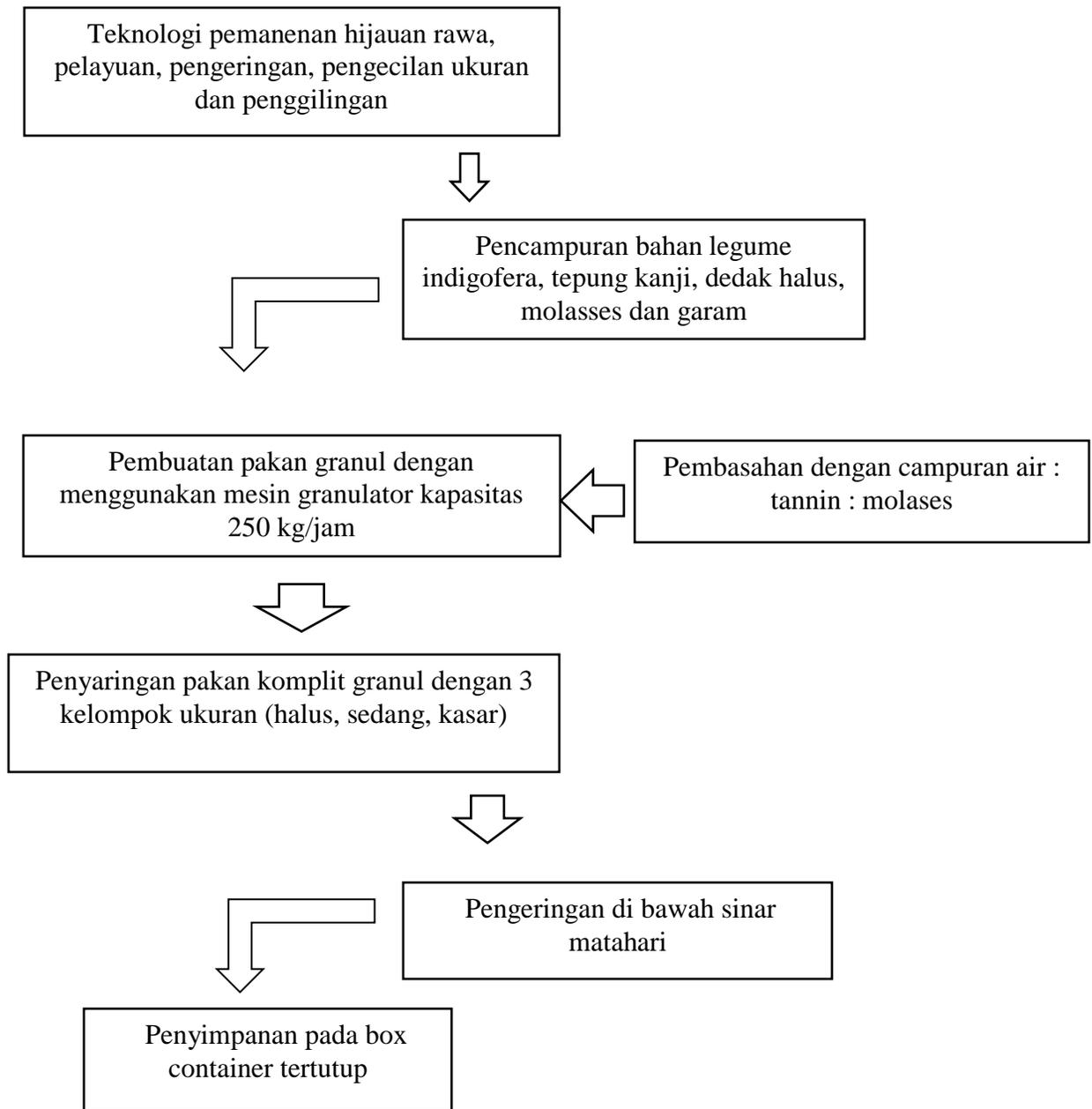
Pakan komplit berbentuk granul dari hijauan rawa, dilakukan analisis proksimat dan kandungan tanninnya. Adapun hasilnya disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kandungan Nutrisi Pakan Komplit granul

No.	Jenis nutrisi	Kandungan (%)
1.	Kadar air	6,18
2.	Serat kasar	23,60
3.	Protein Kasar	16,57
4.	Lemak kasar	3,04
5.	Bahan Organik	13,41
6.	Tannin*	1,261

Sumber : Hasil analisis laboratorium BARISTAN Banjarbaru (2018)

\*Hasil analisis laboratorium makanan ternak BPT Ciawi, Bogor (2018)



Gambar 1. Proses pembuatan pakan komplit granul

Dilihat dari kandungan nutrisi protein kasar mencapai 16,57% dengan Serta Kasar 23,60%. Dengan kondisi ini maka pakan granul ini bisa digunakan sebagai pakan ruminansia baik kecil bmaupun besar.

### Kualitas fisik pakan komplit granul

Pakan komplit berbentuk granul untuk pakan ternak masih belum familiar. Bentuk pakan ini merupakan bentuk yang hamper mirip dengan pellet namun lebih remah karena tidak ada proses pengepresan, sehingga pakan mudah dihancurkan. Untuk membuat pakan berbentuk granul memang dibutuhkan bahan yang berfungsi sebagai perekat agar pakannya masih bisa berbentuk butiran namun tidak cepat terburai (hancur).

Tabel 11. Kualitas Fisik Pakan Granul Berbahan Dasar Hijauan Rawa Purun Tikus

No	Kualitas Fisik	Karakteristik granul		
		Kasar	Medium	Halus
1	Kadar air (%)	11,54±1,37	10,32±1,17	10,38±2,19
2	Diameter (mm)	0,730±0,07 <sup>a</sup>	0,580±0,03 <sup>ab</sup>	0,280±0,03 <sup>b</sup>
3	Sudut Tumpukan (°)	35,0±5,32 <sup>a</sup>	44,2±4,70 <sup>b</sup>	48,3±3,92 <sup>b</sup>
4	Kerapatan Tumpukan (g/ml)	0,280±0,03 <sup>a</sup>	0,272±0,03 <sup>a</sup>	0,286±0,02 <sup>a</sup>
5	Kerapatan Pemadatan Tumpukan (g/ml)	0,341±0,02 <sup>b</sup>	0,389±0,03 <sup>b</sup>	0,347±0,06 <sup>b</sup>
6	Persentase Kehalusan (%)	24,46±8,15 <sup>c</sup>	70,07±16,92 <sup>b</sup>	5,47±1,03 <sup>a</sup>

Sumber : Jaelani *et. al* (2018)

Dilihat dari tabel 11 tentang kualitas fisik pakan komplit granul yang berbahan dasar hijauan rawa purun tikus, diperoleh hasil bahwa untuk kadar air tidak menunjukkan perbedaan pada tiga karakteristik granul (kasar, medium dan halus). Hal ini disebabkan bahwa hijauan rawa purun tikus yang dijadikan basis pakan komplit memiliki kadar air yang relatif sama, sehingga baik bentuk granulnya kasar, medium maupun kasar, kadar airnya secara statistic tidak menunjukkan

perbedaan. Hal ini berarti pakan granul bagaimanapun ukuran kasar, medium maupun halus memiliki kemampuan menyerap uap air yang relative sama. Kadar air yang rendah sangat bermanfaat bagi industry pakan.



Gambar 15. Saringan untuk ukuran granul yang diinginkan

Untuk memperoleh ukuran partikel granul yang diinginkan dilakukan penyaringan menggunakan ukuran yang berbeda. Diameter saringan akan sangat menentukan ukuran granul seperti disajikan pada tabel 12.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Rizki, M.I., 2018. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Akar Kalakai (*Stenochlaena palustris* Bedd) Asal Kalimantan Tengah. *Jurnal Pharmascience*, Vol. 05 , No.01, Februari 2018, hal: 71 - 77 ISSN-Online. 2460-9560 <http://jps.unlam.ac.id/>
- Agustina, L. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Amalia, R. N. 2010. Kajian silase daun ubi kayu (*Manihot esculenta*) dengan berbagai zat aditif terhadap pencernaan *in vitro*. Fakultas Peternakan Institut pertanian Bogor. (Skripsi).
- Anggorodi. 1990. Ilmu Makanan Ternak Umum. Jakarta: Gramedia. Adeniji M. 1988. Pemanfaatan tumbuhan kumpai dari danau semayang sebagai pakan sapi. *Jurnal tropic Animal agriculture*. 27 (2) : 125-133.
- Asikin, S. dan M. Thamrin. 2000. Purun tikus sebagai pengendali hama penggerek batang padi putih di lahan pasang surut. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru.
- Asikin, S., M. Thamrin, dan A. Budiman. 2001. Purun tikus *Eleocharis dulcis* (Burm. F.) Henschell sebagai agensia pengendali hama penggerek batang padi putih dan konservasi musuh alami di lahan rawa pasang surut. Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati dan Sistem Produksi Pertanian, Cipayung, 16–18 November 2000. Perhimpunan Entomologi Indonesia, Bogor.
- Asikin, S. dan M. Thamrin. 2003c. Tumbuhan liar rawa purun tikus sebagai habitat serangga musuh alami. Makalah disampaikan pada Seminar Mingguan Juli 2003. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC) 1999 *Official Methods of Analysis*. Ed ke-16. Washington: AOAC International
- Alfian, Z. 2001. Merkuri, antara manfaat dan efek penggunaannya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. <http://www.perpustakaan.menlh.go.id>. [19 April 2008].
- Aribawa, I.B. 2001. Pengaruh dosis kapur dan bahan organik purun tikus terhadap perubahan sifat kimia tanah dan hasil padi di lahan sulfat masam. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Asikin, S. dan M. Thamrin. 2004. Purun tikus sebagai pengendali hama penggerek batang padi putih di lahan pasang surut. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru.

- Astuti, D.T. 2008. Kemampuan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) yang Ditanam pada Media Limbah Cair Kelapa Sawit. Skripsi. Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Azizah, N. 2009. Kontaminasi Merkuri (Hg) pada Purun Tikus yang Tumbuh di Tanah Sulfat Masam Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala. Skripsi. Program Studi Biologi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Badjoeri M dan Lukman 2002 *Pemanfaatan tumbuhan kumpai dari danau semayang sebagai pakan sapi* J. Tropic Anim. Agric. 27 (2) : 125-133. 2002
- Budiman, A., M. Thamrin, dan S. Asikin. 1988. Beberapa jenis gulma di lahan pasang surut Kalimantan Selatan dan Tengah dengan tingkat kemasaman tanah yang berbeda. Prosiding Konferensi IX HIGI, Bogor 22– 24 Maret 1988.
- Badan Pusat Statistik Direktorat Jendral Tanaman Pangan 2010 *Luas Lahan Rawa di Indonesia*, Departemen Pertanian. Jakarta
- Bucio, R. D, Cook R. G, Cooke. M. A, 2005. An Auxin transport independent pathway is involved in phosphate stress-induced root architectural alternation in arabidopsi. J. Plant Physiologi. 71:421-425
- Cakra, IG LO, Duarsa, M.A.P, dan Putra, S. 2104. Kecernaan Bahan Kering dan Nutrien Ransum kambing Peranakan Ettawah yang diberi Hijauan Beragam Dengan Aras Konsentrat “Molmix” yang Berbeda. Majalah Ilmiah Peternakan. Vol 17 No. 1
- Chai TT., Panirchellvum E., Ong H., dan Wong F., 2012. Phenolic Contents and Antioxidant Properties of *Stenochlaena palustris*, an edible Medicinal Fern. Botanical Studies, 53: 439-446.
- Chuzaemi, S. dan M.Soejono. 1987Pengaruh Urea Amoniasi Terhadap Komposisi Kimia dan Nilai Gizi Jerami Padi untuk Ternak Sapi Peranakan Onggole. Dalam : Proceedings Limbah Pertanian Sebagai Pakan dan Manfaat Lainnya, Grati.
- Darnaedi D., dan Praptosuwiryo, TN.,2003. *Stenochlaena palustris* (Burm.f.) Bedd. In: de Winter, W.P dan Amoroso. V.B (Editors): Plant Resources Of SouthEast Asia 15 (2), Cryptogams: Fren and fern allies. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. pp 186-188.
- Fahriani A dan Eviyati 2008 *Potensi Rumput Rawa sebagai pakan ruminansia : produksi , daya tampung dan kandungan fraksi seratnya*. J. Indonesia Trop. Anim. Agric. N0 33(4) Desember

- Faturrahman 1988 *Analisis Vegetasi dan Produktivitas Rumput Rawa di Kecamatan Danau Panggang Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan*, Karya Ilmiah, Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor Bogor
- Hanafi, N. D. 2008. *Teknologi Pengawetan Pakan Ternak*. Universitas Sumatera Utara.
- Halida Suryadini, 2018. Uji Parameter Standar Dan Penapisan Fitokimia Pada Daun Steril Kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.F.) Bedd.) Menggunakan Ekstraksi Bertingkat. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa* Volume 2 No 1 halaman 40 – 51
- Hardiansyah. 1995. Jenis tumbuhan palatable dan kemelimpahannya pada padang penggembalaan kerbau rawa (*Bulbalus bubalis* Linn) di Desa Pandak Daun Kecamatan Daha Utara Kabupaten HSS. *Inovasi Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Rawa*. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Hendrik ATWM and Zeeman G. 2009. Pretreatment to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass. *Bioresour teknol* 110:10-18
- Indrayati, L. 2011. Purun tikus berpotensi perbaiki kualitas air di rawa pasang surut. Dalam *Inovasi Sumber Daya Lahan Dukung Swasembada Pangan*. Sinar Tani No. 3400 Tahun XLI, Edisi 6–12 April 2011.
- Jaelani A, Rostini T, Zakir M I and Jonathan 2014 *Pengaruh Penggunaan Hijauan Rawa Fermentasi Terhadap Kinerja Kambing Kacang (Capra hircus)*. *Jurnal Sains Peternakan* Vol. 12 No. 2, Hal 76-85. Fakultas Peternakan Universitas Negeri Surakarta.
- Jaelani A., Malik, A., Ni'mah G.K, Djaya, MS. 2018. The Physical Complete Feed of Modified Granules Made From Legumes and Swamp Forage For Goat Feed. The 1<sup>st</sup> International Conference of Food and Agriculture. Nusa Dua Bali
- Jaelani, A., Djaya, S. dan Rostini, T. 2018. Produktivitas gulma air (Duckweed) Sebagai Sumber pakan. *Seminar Nasional LIPI*, Jakarta
- Jaelani A., Malik, A., Ni'mah G.K, Djaya, MS. 2018. Evaluasi Komposisi Botani dan Nutrisi Rumput Rawa Kalakai (*Stenochlaena palustris*) dan Hijauan Rawa Purun Tikus (*Heleocharis dulcis* Burm) di Kecamatan Cerbon Kabupaten Barito Kuala
- Jumberi, A., M. Sarwani, dan Koesrini. 2004. Komponen teknologi pengelolaan lahan dan tanaman untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi di lahan sulfat masam. Dalam T. Alihamsyah dan N. Izzuddin (Ed.). *Laporan Tahunan 2003*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru. hlm. 9– 14.
- Leng RA, Stambolie JH, and Bell R. 1998. Duckweed - a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Nutritional Research Reviews*. 3:277-303

- Lili, N., Suhardono dan A. Priadi. 2006. Kerbau Rawa di Kalimantan Selatan: Permasalahan, Penyakit dan Usaha Pengendalian. Balai Besar Penelitian Veteriner. Wartazoa Vol. 16 No. 4 Th. 2006
- Musa A F 1988 *Mengenal Rumput Terapung Daerah Rawa Kalimantan Selatan. Majalah Swadesi Peternakan Indonesia*, Edisi Juni, Jakarta
- Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Kalimantan Selatan. Fitler, A.N. dan R.K.M. Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Rahmat dan B. Harianto. 2012. 3 Jurus Sukses Menggemukkan Sapi Potong. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Rukmana, R. 2005. Budidaya Rumput Unggul Hijauan Makanan ternak. Kanisius, Yogyakarta.
- Reksohardiprojo, S. 1985. Produksi Tanaman Hijauan Makanan Ternak Tropik. BPT, Yogyakarta. Rusoff L L, Blackeney EW and Culley DD. 1990 Duckweeds (Lemnaceae Family): a potential source of protein and amino acids. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 28:848-850
- Setiana MA. 2011. Pola Penyediaan Tanaman Pakan Ternak sapi Pedaging di Kampung Cikoang. Kecamatan ujung Jaya Sumedang. Seminar Nasional Pengembangan Sistem Produksi dan Pemanfaatan Sumberdaya Lokal untuk Kemandirian Pangan asal Ternak. Fakultas Peternakan Unpad. Bandung.
- Setyawan AD, Setyaningsih S, dan Sugiyarto. 2006. Pengaruh jenis dan kombinasi tanaman Sela terhadap Diversitas dan Biomasa Gulma di bawah tegakan Sengon (*Paraserienthes falcataria* L. Nielsen) di resort Pemangkuan hutan jatirejo Kediri. J. Biosmart. 8:27-32
- Siregar, S.B. Pengawetan Pakan Ternak, 1995. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Syamsu JA, Lily AS, Mudikdjo JH, dan Said EG. 2003. Daya dukung limbah pertanian sebagai sumber pakan ternak ruminansia di Indonesia .wartazoa. 13(1):30-37
- Steel RGD, dan Torrie JH. 1999. Statistics Principles and Procedures.2 ED .Translation: B. Sumantri. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Susetyo S. 1980. Tata Laksana Padang Pengembalaan. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rostini T, dan Jaelani A 2015 *Pemanfaatan Hijauan Rawa Sebagai Pakan Ternak di Kelompok Banua Raya*. Jurnal Al Ikhlas Vol. 1 No. 1 Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Islam Kalimantan, Banjarmasin

- Rostini, T. 2015. Perbedaan Produktivitas Leguminose Rawa di Danau Panggang Kalimantan Selatan sebagai Hijauan Pakan. MAB Banjarmasin.Fakultas Pertanian Universitas Islam Kalimantan. Al Ulum Sains dan Teknologi Vol.1 No.1 Nopember 2015
- Rohaeni, E. S., I. S. Danu, dan A. Subhan. 2005. Profil Usaha Ternak Kambing di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan. Lokakarya Nasional Kambing Potong. Balai Besar Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan. Hlm 165- 170
- Rohaeni, E.S., A. Darmawan, R. Qomariah, A.Hamdan Dan A.Subhan. 2005. Inventarisasi Dan Karakterisasi Kerbau Rawa Sebagai Plasma Nutfah. Laporan Hasil Pengkajian.Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Selatan. Banjarbaru.
- Rostinawati dkk.: Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.F) Bedd) Salmonella typhi dan Staphylococcus aureus dengan Metode Difusi Agar CLSI M02-A11. Pharmauho Volume 3, No. 1, Hal. 1-5 Majalah Farmasi, Sains, dan Kesehatan ISSN 2442-9791
- Standar Nasional Indonesia. 2010. Klasifikasi Penutup Lahan. Jakarta. Indonesia
- Suadnyana I W 1998 *Pengaruh kandungan air dan ukuran partikel terhadap perubahan sifat fisik pakan lokal sumber protein*. Skripsi. Fakultas Peternakan. IPB
- Sukmawan, Liman dan Erwanto. 2012. Pengaruh Penamabahan Konsentreat dengan Kadar Protein Kasar yang Berbeda Pada ransum Basal Terhadap Kecernaan Protein Kasar dan Kecernaan Serata Kasar Pada Kambing Boerawa Pasca Sapih. Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
- Steel R G D and Torrie J H 1993 *Prinsip dan Prosedur Statistik*. Ed ke-2. Sumantri B, Penerjemah. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Taiz L, dan Zeiger E. 2002. Plant Physiology. 3 rd ED. Sinauer Association,Inc Tillman AD, Hartadi H, Reksohadiprodjo R, Prawirokusumo S, dan .Lebdosoekojo S. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Fak Peternakan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Thamrin, M. dan S. Asikin. 2005. Senyawa kandungan purun tikus (*Eleocharis dulcis*). Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru.
- Wahyuni TH, 2008. Bahan Pakan Ternak. Pengembangan Departemen Fakultas Pertanian USU. Universitas Sumatera Utara 2008.
- Waller P.J. 1996. Worm control of livestockthe biological alternative. Workshop on the Sustainable Parasite Control in Small Ruminants, Bogor, Indonesia, 22–25 April 1996. p. 160–164.

Yusandi. 2008. Kajian mutu dan palatabilitas silase dan hay ransum komplit berbasis sampah organik primer pada kambing Peranakan Etawah. Program Pascasarjana Institut pertanian Bogor. (Tesis).