

POTENSI DAN FAKTOR PEMBATAS PEMANFAATAN LIMBAH SEBAGAI PAKAN TERNAK 2

Pemanfaatan limbah sebagai bahan pakan ternak merupakan suatu alternatif bijaksana dalam upaya memenuhi kebutuhan nutrisi bagi ternak. Dua aspek yang terkait dengan pemanfaatan limbah sebagai pakan ternak adalah ketersediaan bahan baku penyusun ransum bagi ternak dengan nilai ekonomis yang tinggi dan membantu mengurangi pencemaran lingkungan.

Limbah sebagai bahan pakan selalu dikaitkan dengan harga yang murah dan kualitas yang rendah, akan tetapi faktanya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum limbah digunakan seperti ketersediaan, kontinuitas pengadaan, kandungan gizi, kemungkinan adanya faktor pembatas seperti zat racun atau zat anti nutrisi, serta perlu tidaknya bahan diolah sebelum dapat digunakan sebagai pakan ternak.

Limbah yang biasanya dapat dijadikan sebagai bahan baku ternak berasal dari limbah pertanian, limbah hasil pertanian, limbah perkebunan, limbah pengolahan hasil pertanian dan perkebunan, limbah ternak dan peternakan, limbah perikanan dan beberapa limbah yang berasal dari rumah tangga. Besaran pemanfaatan limbah sangat tergantung pada potensi limbah baik secara kuantitas maupun kualitas yang dapat dimanfaatkan. Aspek kuantitas terkait dengan jumlah limbah yang dihasilkan dari suatu proses produksi dan persentase penggunaannya sebagai bahan penyusun ransum. Aspek kualitas lebih ditekankan pada nilai nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh ternak untuk meningkatkan produksi dan produktivitas.

POTENSI LIMBAH SEBAGAI BAHAN PAKAN TERNAK

Daya dukung limbah sebagai bahan baku pakan mampu memenuhi 3 aspek pola penyediaan bahan pakan yaitu aspek kuantitas (jumlah), kualitas (mutu) dan kontinuitas (kesinambungan). Pemenuhan aspek kualitas untuk beberapa jenis limbah baru dapat tercapai setelah bahan mengalami beberapa perlakuan.

Tabel 2. Produksi beberapa komoditas pertanian dan perkebunan di Indonesia pada tahun 2004 (ton), jenis dan estimasi produksi limbah (persen) dari produk utama.

Komoditi	Produksi	Jenis Limbah	Estimasi Limbah
Jagung (<i>Zea mays</i>)	11.225.243	dedak	8-10
		tongkol	10
Kedelai (<i>Glycine soya</i>)	723.483	bungkil	70-75
Mangga (<i>Mangifera indica</i>)	1.437.665	biji	50-55
Nenas (<i>Annanas comocus</i>)	709.918	limbah nenas	60-80
Padi (<i>Oryza sativa</i>)	54.088.468	beras pecah	4-5
		dedak	10
		sekam	15-17
		jerami	100
Ubijalar (<i>Ipomoea batatas</i>)	1.901.802	batang+daun	24-65
Ubikayu (<i>Manihot esculenta</i>)	19.424.707	daun	6-8
		onggok	55-59
Kakao (<i>Theobroma cocoa</i>)	644.245	kulit biji	5-10
		kulit buah	70
Kapas (<i>Gossypium spp.</i>)	6.702	bungkil biji	40-45
Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>)	2.065.817	bungkil biji	55-60
Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	3.229.251	bungkil	35-40
Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i>)	11.806.550	lumpur	2
		serat	12
		bungkil inti	2
Tebu (<i>Saccharum officinarum</i>)	2.171.714	bagase	12-15
		pucuk	15-20
		molase	3-4

¹. Deptan. 2006 ². Anonymous. 1988.

Aspek kuantitas didukung oleh produksi limbah dan hasil sampingan yang mengikuti pola produksi, produktivitas dan luas areal tanam dalam menghasilkan produk utama. Jumlah limbah yang dihasilkan meningkat seiring dengan peningkatan salah satu atau ketiga komponen itu. Kesinambungan ketersediaan limbah terjamin selama proses produksi produk utama berjalan sepanjang tahun. Konversi pemanfaatan lahan kurang produktif sebagai lahan pertanian dan perkebunan akan meningkatkan limbah dan hasil sampingan yang dikeluarkan. Tabel 2

menampilkan produksi beberapa komoditi pertanian dan estimasi jumlah limbah yang dihasilkan dari produk utama.

Limbah tanaman padi, baik limbah lapangan maupun limbah pengolahan memberikan kontribusi yang paling besar dalam penyediaan bahan baku pakan. Estimasi limbah yang dikeluarkan dari penanaman padi dengan produksi gabah pada tahun 2004 sebesar 54.088.468 ton (Tabel 2) adalah 2.2 juta ton beras pecah, 5.4 juta ton dedak, 8.7 juta ton sekam dan 54 juta ton jerami.

Limbah pertanian dan perkebunan mempunyai potensi yang besar sebagai sumber bahan pakan ternak ruminansia yang dicirikan dengan rendah kandungan protein tetapi tinggi kandungan serat. Fraksi serat tersusun atas komponen yang mempunyai sedikit kelarutan dan dapat didegradasi oleh mikroba rumen. Limbah agroidustri kemungkinan besar lebih sesuai digunakan sebagai bahan pakan ternak monogastrik karena mempunyai kandungan serat relatif lebih rendah dan dapat digunakan sebagai sumber protein dan energi. Kesesuaian pemanfaatan limbah sebagai bahan pakan ternak dan kandungan nutrisi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Prioritas pemanfaatan limbah untuk pakan ternak

Sumber	Karakteristik	Ternak
▪ konsentrat protein dan energi (dedak, bungkil kelapa, bungkil kedelai)	energi tinggi protein tinggi	babi, ayam, itik, sapi laktasi
▪ limbah pertanian kualitas baik (daun ubi kayu)	energi tinggi protein tinggi	babi, ayam, itik, sapi laktasi dan digunakan sebagai suplemen
▪ limbah pertanian kualitas sedang (daun ubi jalar)	protein medium	babi, ternak ruminansia, unta dan keledai
▪ limbah pertanian kualitas rendah	protein rendah berserat	ternak ruminansia, unta, keledai

Besaran jumlah limbah yang dapat digunakan dalam ransum sangat ditentukan oleh kualitas limbah dan bahan campuran ransum lainnya, kebutuhan nutrisi ternak, kondisi lingkungan, kondisi ternak dan penampilan ternak yang diharapkan. Daya dukung limbah terhadap penyediaan bahan baku pakan dapat diestimasi dengan melihat kebutuhan bahan kering (Tabel 4), batasan penggunaan (Tabel 5) dalam ransum ternak dan persentase penggunaan limbah (Tabel 6) sebagai bahan pakan ternak.

Tabel 4. Kebutuhan bahan kering ransum ternak per hari

Jenis Ternak	Dewasa	Muda
Ruminansia dan Kuda	8 kg/UT	4 kg/ekor
B a b i	5 000 gr/ekor	2 500 gr/ekor
Unggas	100 gr/ ekor	50 gr/ekor

Tabel 5. Jumlah optimum penggunaan beberapa limbah dalam ransum beberapa jenis ternak

Limbah	Jenis Ternak	Level Optimum
Tepung Darah	babi	3
	unggas	5-15
Ekskreta Unggas	domba	20-30
	sapi	30
	kerbau	30
Bungkil Biji Jarak	domba	10
	domba	30
Kulit Buah Coklat	sapi	35
	sapi muda	20
	sapi jantan	40
Biji Mangga	sapi betina	10
	domba	30
	unggas	15
Serat Sawit	unggas	15
	domba	5
Dedak Nenas	domba	5
	domba	5
Kulit Padi	domba	5
	babi	20-40
	unggas	20
Bungkil Biji Karet	sapi	20-30
	Sapi	10
	unggas	10
Bagase Tebu	babi	5
	ruminansia	30
Bekatul	unggas	5
	babi	5
	ruminansia	30
Dedak	unggas	5
	babi	5
	ruminansia	30
Bungkil Kelapa	unggas	5
	babi	5
	ruminansia	40
Janggal Jagung	ruminansia	10
	ruminansia	10
Jerami Sereal	ruminansia	20
Jerami kacang-kacangan	ruminansia	40

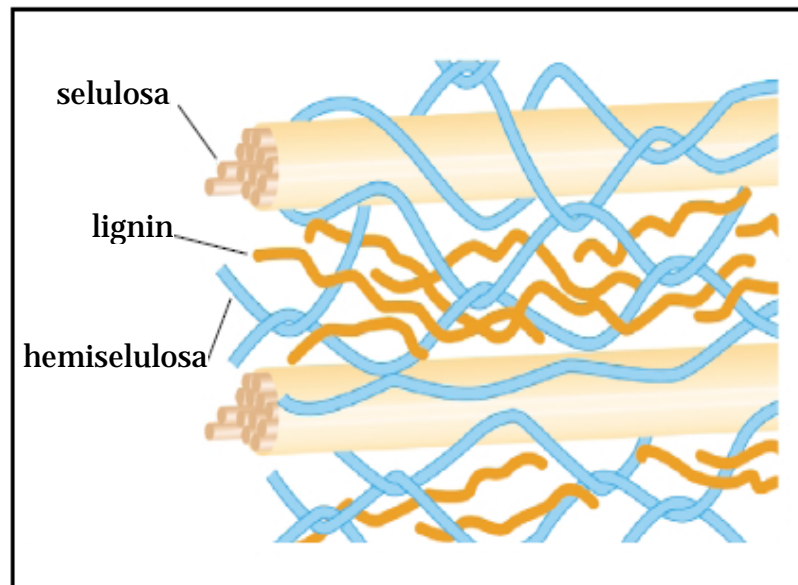
Tabel 6. Produksi bahan kering dan angka penggunaan jerami dan pucuk tanaman

Jerami dan Pucuk dari Tanaman	Produksi Bahan Kering (ton/ha/tahun)	Angka Penggunaan (%)
P a d i	2.5	70
Jagung	6.0	70
T e b u	4.0	80
Ubi Kayu	1.0	30
Ubi Jalur	1.5	80
Kacang Tanah	2.5	60
Kacang Kedelai	2.5	60
Sorgum	6.0	30

FAKTOR PEMBATAS PEMANFAATAN LIMBAH

I. Kandungan Serat Kasar dan Lignin

Kendala utama pemanfaatan limbah pertanian dan perkebunan sebagai pakan ternak adalah nilai nutrisi dan pencernaan yang rendah. Lignin secara fisik dan kimia merupakan faktor utama penyebab ketidakmampuan ternak mencerna bahan pakan. Lignin secara kimia berikatan dengan komponen karbohidrat struktural (Gambar 3) dan secara fisik bertindak sebagai penghalang proses perombakan dinding sel oleh mikroba rumen.



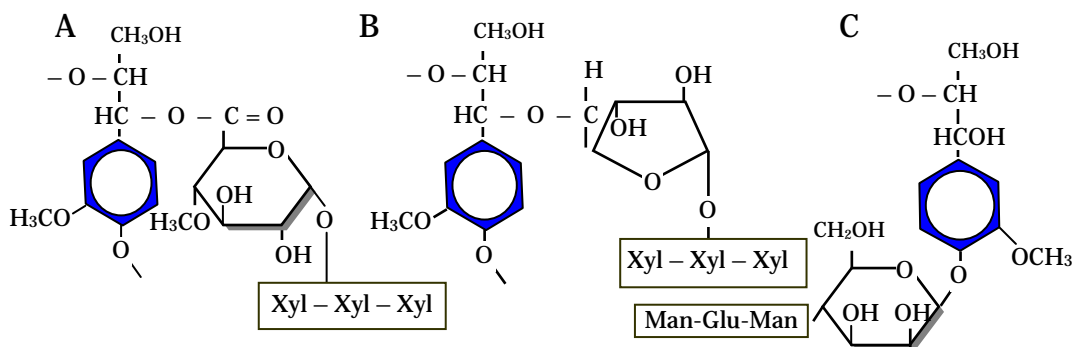
Gambar 3. Hubungan antara lignin, selulosa dan hemiselulosa (Boudet dkk. 2003)

Kandungan serat kasar yang tinggi merupakan faktor pembatas utama pemanfaatan limbah sebagai bahan pakan bagi ternak non ruminansia, berbeda dengan ternak ruminansia yang mampu memanfaatkan selulosa sebagai sumber energi utama dalam menyokong pertumbuhan, produksi dan reproduksi.

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman dan hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan berikatan dengan bahan lain, yaitu lignin dan hemiselulosa membentuk suatu lignoselulosa. Dinding sel tanaman muda terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan pektin. Seiring dengan perkembangannya lignin menjadi bagian dari dinding sel. Lignin berikatan dengan hemiselulosa dan senyawa fenol lainnya melalui ikatan kovalen (Gambar 4) namun ikatan yang terjadi antara selulosa dengan lignin belum diketahui secara lengkap.

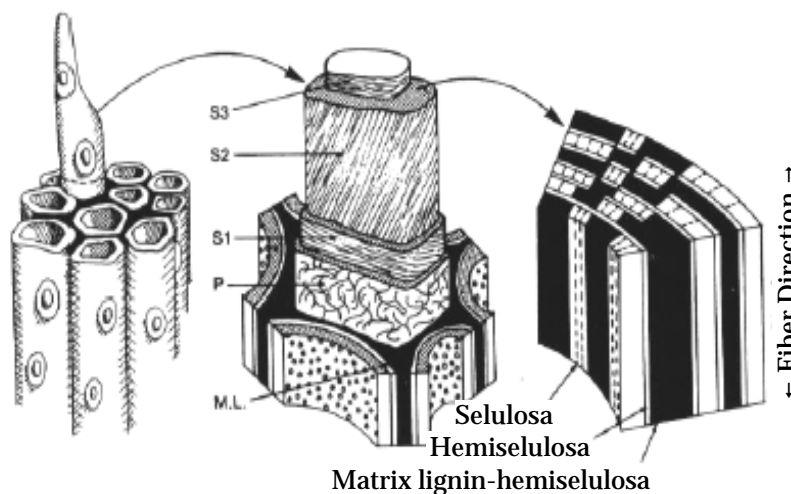
Struktur berkrystal serta adanya lignin dan hemiselulosa disekeliling selulosa merupakan hambatan utama dalam menghidrolisis selulosa. Kristalisasi selulosa dan pengerasan fibril selulosa oleh lignin membentuk suatu senyawa

lignoselulosa yang keras. Efisiensi pemanfaatan selulosa sebagai sumber energi bagi ternak ruminansia sangat tergantung pada kemampuan ternak untuk memutus ikatan yang memproteksi selulosa dari serangan enzim selulase. Selulosa dan hemiselulosa pada lignoselulosa tidak dapat dihidrolisis oleh enzim selulase dan hemiselulase kecuali lignin yang ada pada substrat dilarutkan, dihilangkan atau dikembangkan terlebih dahulu.



Gambar 4. Tipe ikatan antara lignin dan polisakarida. A. benzyl ester, B. benzyl ether, C. fenil glikosida (Kogel-Knabner 2002)

Lignoselulosa merupakan komponen utama tanaman yang menggambarkan jumlah sumber bahan organik yang dapat diperbaharui. Lignoselulosa terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin (Howard dkk. 2003) dan beberapa bahan ekstraktif lain (Taherzadeh 1999). Semua komponen lignoselulosa terdapat pada dinding sel tanaman. Susunan dinding sel tanaman terdiri dari lamela tengah (M), dinding primer (P) serta dinding sekunder (S) yang terbentuk selama pertumbuhan dan pendewasaan sel yang terdiri dari lamela transisi (S_1), dinding sekunder utama (S_2) dan dinding sekunder bagian dalam (S_3) (Gambar 5).

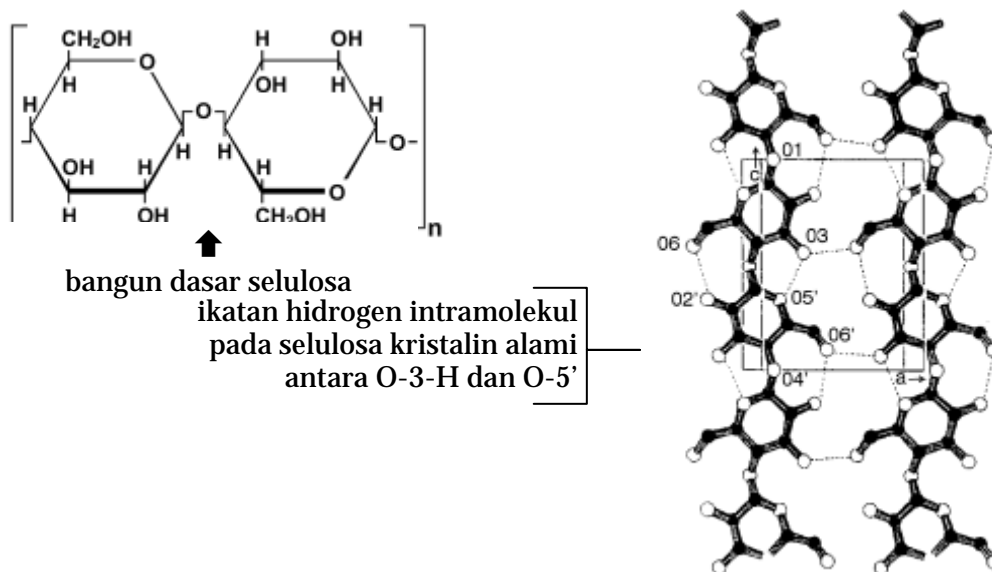


Gambar 5. Konfigurasi dinding sel tanaman (Perez dkk. 2002)

Dinding primer mempunyai ketebalan 0.1-0.2 μ m dan mengandung jaringan mikrofibril selulosa yang mengelilingi dinding sekunder yang relatif lebih tebal (Chahal dan Chahal 1998). Selulosa pada setiap lapisan dinding sekunder terbentuk sebagai lembaran tipis yang tersusun oleh rantai panjang residu β -D-glukopiranososa yang berikatan melalui ikatan β -1,4 glukosida yang disebut serat dasar (*elementary fiber*). Sejumlah serat dasar jika terjalin secara lateral akan membentuk mikrofibril. Mikrofibril mempunyai struktur dan orientasi yang berbeda pada setiap lapisan dinding sel (Perez dkk. 2002). Lapisan dinding sekunder terluar (S_1) mempunyai struktur serat menyilang, lapisan S_2 mempunyai mikrofibril yang paralel terhadap poros lumen dan lapisan S_3 mempunyai mikrofibril yang berbentuk heliks. Mikrofibril dikelilingi oleh hemiselulosa dan lignin (Chahal dan Chahal 1998). Bagian antara dua dinding sel disebut lamela tengah (M) dan diisi dengan hemiselulosa dan lignin. Hemiselulosa dihubungkan oleh ikatan kovalen dengan lignin. Selulosa secara alami terproteksi dari degradasi dengan adanya hemiselulosa dan lignin.

1. Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd dkk. 2002). Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Bangun dasar selulosa (Gambar 6) berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya *van der Waals* (Perez dkk. 2002).

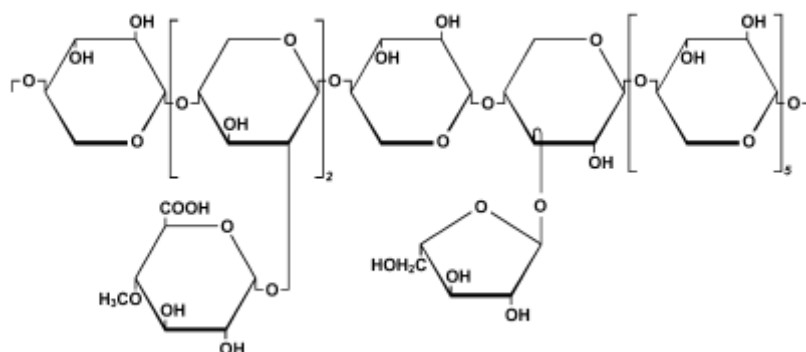


Gambar 6. Unit dasar dan supermolekul selulosa (Kogel-Knabner 2002)

Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkristal dan sisanya bagian amorf. Ikatan β -1,4 glukosida pada serat selulosa dapat dipecah menjadi monomer glukosa dengan cara hidrolisis asam atau enzimatis. Kesempurnaan pemecahan selulosa pada saluran pencernaan ternak tergantung pada ketersediaan enzim pemecah selulosa yaitu selulase. Saluran pencernaan manusia dan ternak non ruminansia tidak mempunyai enzim yang mampu memecah ikatan β -1,4 glukosida sehingga tidak dapat memanfaatkan selulosa. Ternak ruminansia dengan bantuan enzim yang dihasilkan mikroba rumen dapat memanfaatkan selulosa sebagai sumber energi. Pencernaan selulosa dalam sel merupakan proses yang kompleks yang meliputi penempelan sel mikroba pada selulosa, hidrolisis selulosa dan fermentasi yang menghasilkan asam lemak terbang.

2. Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen dengan berat molekul rendah. Jumlah hemiselulosa biasanya antara 15 dan 30 persen dari berat kering bahan lignoselulosa. Hemiselulosa relatif lebih mudah dihidrolisis dengan asam menjadi monomer yang mengandung glukosa, mannososa, galaktosa, xilosa dan arabinosa. Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel. Hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat.



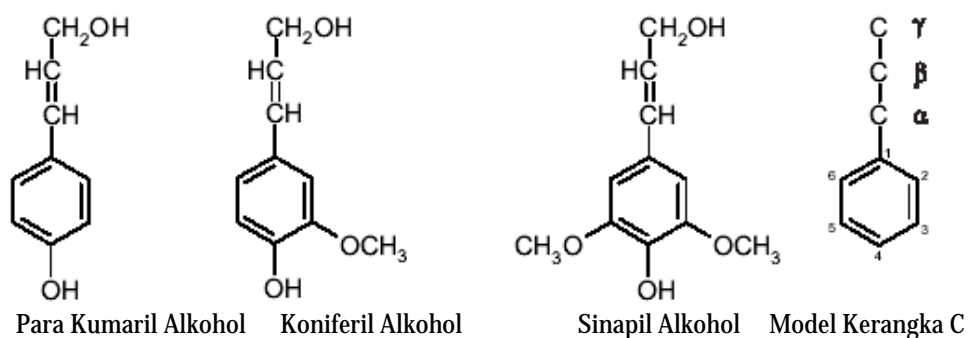
Gambar 7. Molekul hemiselulosa (Kogel-Knabner 2002)

3. Lignin

Lignin merupakan polimer dengan struktur aromatik yang terbentuk melalui unit-unit penilpropan yang berhubungan secara bersama oleh beberapa jenis ikatan yang berbeda. Lignin sulit didegradasi karena mempunyai struktur yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman. Lebih dari 30 persen tanaman tersusun

atas lignin yang memberikan bentuk yang kokoh dan memberikan proteksi terhadap serangga dan patogen. Disamping memberikan bentuk yang kokoh terhadap tanaman, lignin juga membentuk ikatan yang kuat dengan polisakarida yang melindungi polisakarida dari degradasi mikroba dan membentuk struktur lignoselulosa.

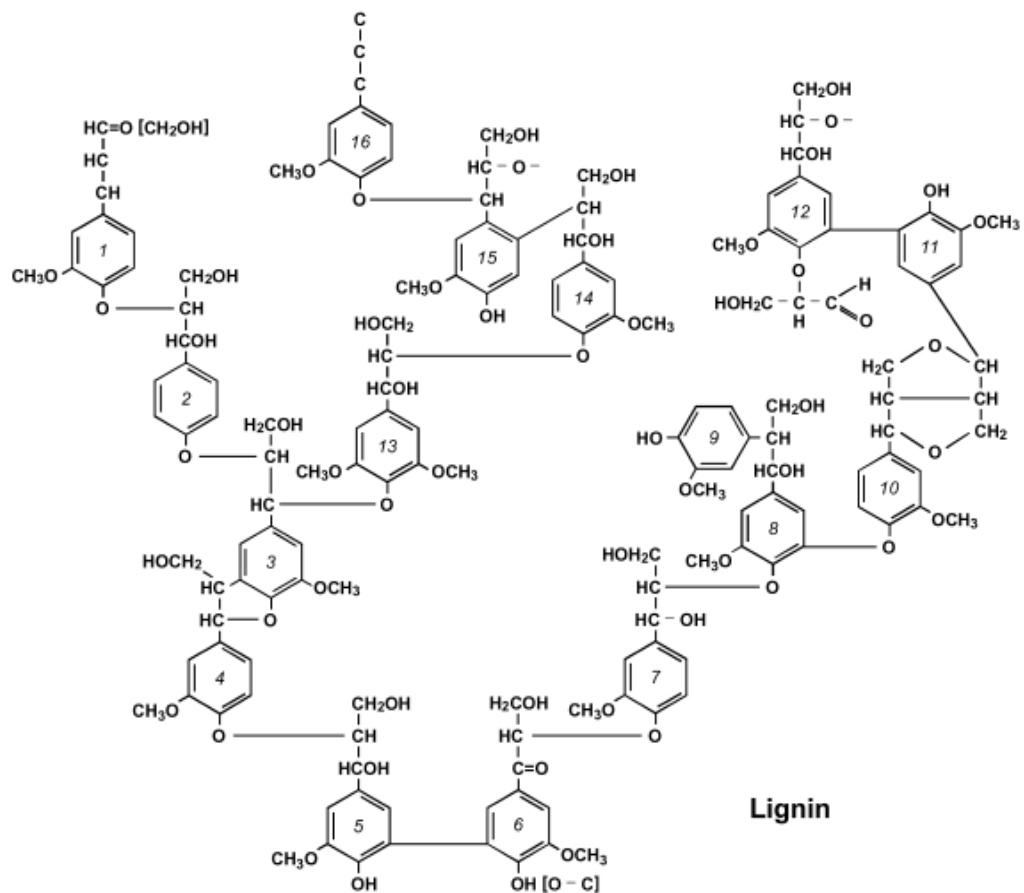
Lignin terutama terkonsentrasi pada lamela tengah dan lapisan S₂ dinding sel yang terbentuk selama proses lignifikasi jaringan tanaman. Lignin tidak hanya mengeraskan mikrofibril selulosa, juga berikatan secara fisik dan kimia dengan hemiselulosa.



Gambar 8. Satuan penyusun lignin (Steffen 2003)

Lignin terbentuk melalui polimerasi tiga dimensi derivat (Gambar 8) dari sinamil alkohol terutama p-kumaril, coniferil dan sinafil alkohol dengan bobot molekul mencapai 11.000 (Gambar 9). Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan terhadap hidrolisis karena adanya ikatan arilalkil dan ikatan eter.

Pembentukan lignin terjadi secara intensif setelah proses penebalan dinding sel terhenti. Pembentukan dimulai dari dinding primer dan dilanjutkan ke dinding sekunder. Faktor lignin dalam membatasi fermeabilitas dinding sel tanaman dapat dibedakan menjadi efek kimia dan efek fisik. Efek kimia, yaitu hubungan lignin-karbohidrat dan asetilasi hemiselulosa. Lignin secara fisik membungkus mikrofibril dalam suatu matriks hidrofobik dan terikat secara kovalen dengan hemiselulosa. Hubungan lignin karbohidrat berperan dalam mencegah hidrolisis selulosa.



Lignin

Gambar 9. Struktur lignin (Kogel-Knabner 2002)

4. Silika

Silika merupakan unsur struktural untuk melengkapi lignin dalam memperkuat dan mengeraskan dinding sel. Silika terdapat dalam dinding sel dan mengisi ruang antar sel. Pada tanaman sereal kandungan abu yang tinggi biasanya sejalan dengan kadar silikanya. Kandungan silika pada tanaman tergantung pada jenis tanaman, tanah, ketersediaan air dan iklim. Peran silika (silifikasi) dan lignin (lignifikasi) dalam memperkuat tanaman lebih tinggi bersama-sama dibanding sendiri-sendiri.

II. Antinutrisi dan Kontaminan

Lignin merupakan faktor utama dalam membatasi nilai nutrisi dan pencernaan bahan pakan kasar. Beberapa tanaman juga mempunyai mekanisme internal lain untuk mempertahankan diri dari faktor eksternal. Tanaman dapat menghasilkan substansi yang bersifat toksin (Tabel 7) bagi organisme lain dan membatasi nilai nutrisi bahan. Substansi itu bekerja sebagai inhibitor baik dengan mengganggu proses metabolisme ternak maupun menghambat kerja bakteri rumen.

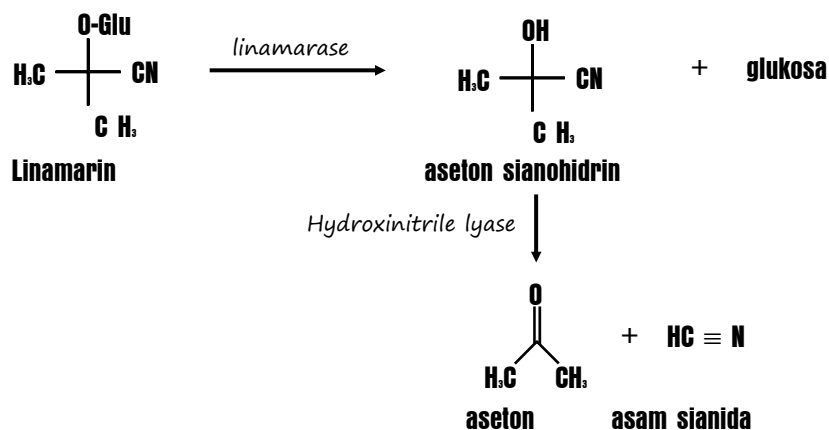
Tabel 7. Beberapa Faktor Pembatas Penggunaan Limbah

Tipe Bahan Pakan	Toksin Utama
Limbah, daun dan batang pisang	Tannin
Daun, kulit singkong	HCN (17,5 mg/100g daun)
Bungkil jarak	Asam Ricinoleat (0,2%)
Kulit biji coklat	Theobromine
Kulit + pulp kopi	Kafein dan tannin (2,8% BK)
Bungkil biji kapas	Gosipol (0.05-0.20%)
Kapok	Asam sikloponopenoid
Biji Mangga	Tannin (5-10%)
Lumpur sawit	Abu (12-26%)
Bungkil biji karet	HCN (9 mg/100g)
Daun teh sisa	Tannin (12%)

1. Sianogen

Sianogen merupakan kelompok senyawa sekunder yang terdapat pada tanaman dalam bentuk sianogen glukosida. Terdapat 3 jenis sianogen yang telah berhasil diidentifikasi yaitu amygladin (*benzaldehyde cyanohidrin glucoside*), dhurin (*p-hydroxibenzaldehyde cyanohidrin glucoside*) dan linamarin (*acetone cyanohidrin glucoside*). Amygladin banyak terdapat pada biji buah-buahan, dhurin pada sorgum dan linamarin pada ketela pohon. Toksisitas sianogen tergantung pada hasil hidrolisis sianogen menjadi asam sianida (HCN).

Sifat racun sianida bukan dalam bentuk asam sianida tetapi dalam bentuk ion sianida (CN⁻). Linamarin pada ketela pohon oleh enzim *linamarase* dihidrolisis dan menghasilkan asam sianida (Gambar 10). Keracunan sianida terjadi karena sianida bersenyawa dengan sitokrom oksidase sehingga sel jaringan tidak dapat menggunakan oksigen. Tingkat keracunan HCN pada ternak tergantung pada kandungan HCN dalam pakan, jumlah pakan yang dikonsumsi dan kondisi ternak. Kandungan HCN dapat dihilangkan atau dikurangi jumlahnya dengan perlakuan pengeringan, pemotongan, perendaman, pengukusan dan fermentasi.



Gambar 10. Katabolisme linamarin pada ketela pohon (Siritunga dkk. 2004)

2. Gosipol

Gosipol ($\text{C}_{30}\text{H}_{30}\text{O}_8$) merupakan senyawa toksik yang terdapat pada kelenjar pigmen biji, akar dan daun tanaman kapas. Gosipol biji kapas ada dua macam yaitu gosipol bebas yang bersifat racun dan gosipol terikat yang tidak berbahaya. Gosipol memiliki gugus fungsional yang reaktif terhadap senyawa di dalam tubuh, terutama yang memiliki gugus amina dan ion besi sehingga mengganggu reaksi biokimia tubuh.

Jumlah gosipol bebas dalam biji kapas sangat beragam yang dipengaruhi oleh spesies tanaman, iklim, tanah dan pemupukan. Biji kapas utuh lebih banyak mengandung gosipol bebas. Kandungan gosipol bungkil biji kapas tergantung pada teknik ekstraksi yang digunakan. Pengepresan ditambah penggunaan panas akan meningkatkan pengikatan protein sehingga terjadi konversi gosipol bebas (bentuk toksis) menjadi bentuk terikat. Ekstraksi dengan pelarut tanpa menggunakan panas kandungan gosipol bebas pada bungkil 10 kali lebih tinggi dibandingkan pengepresan dengan panas.

Gosipol mempengaruhi kerja hati, jantung, saluran reproduksi, abomasum dan ginjal. Ternak monogastrik sangat rentan terhadap keracunan gosipol. Ternak ruminansia mempunyai toleransi yang lebih tinggi terhadap kandungan gosipol bebas karena gosipol berikatan dengan protein di dalam rumen.

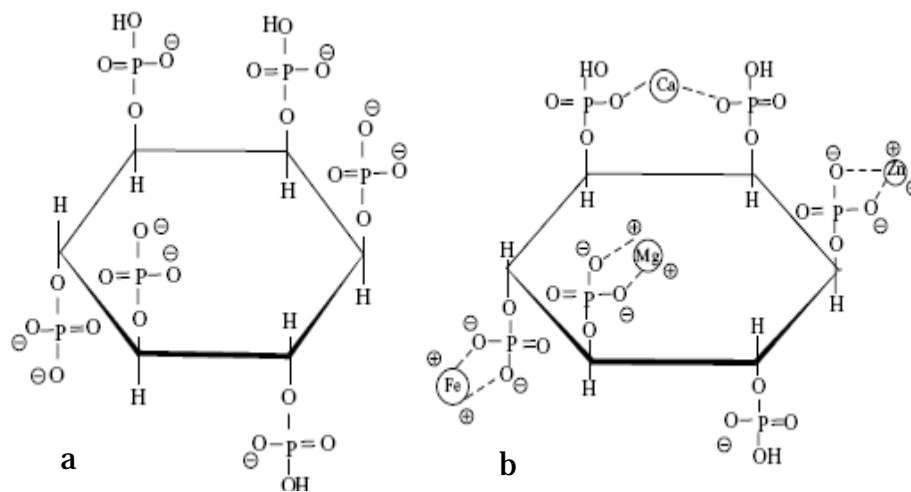
3. Aflatoksin

Aflatoksin terutama terdapat pada bungkil kelapa, bungkil kacang tanah, biji kapas, bungkil biji kapas dan singkong yang telah lama disimpan. Aflatoxin dihasilkan oleh jamur *Aspergillus flavus* dan *A. Parasiticus*. Kapang *A. flavus* lebih banyak mengkontaminasi biji kapas sementara *A. paraticus* lebih umum terdapat pada bungkil kacang tanah. Kapang *A. flavus* pada kondisi tertentu juga menghasilkan *Cyclopiazonic acid* (CPA). Aflatoksin menimbulkan keracunan dan menurunkan produktivitas ternak.

Keracunan aflatoksin dapat dihindari dengan penyimpanan yang baik.

4. Fitat

Fitat merupakan senyawa siklik yang terdiri dari 6 grup fosfat (Gambar 11a) dengan rumus kimia $C_6H_{18}O_{24}P_6$. Fitat berperan sebagai cadangan fosfor yang terdapat pada sereal dan legum. Kandungan fitat dalam tanaman tergantung pada fosfat yang tersedia dimana kelebihan fosfat disimpan dalam bentuk garam fitat. Kandungan fitat pada legum sekitar 5% dari bahan kering (Shi dkk. 2004). Fitat mempunyai sifat sebagai *chelating agent* terutama terhadap ion bervalensi 2 seperti Mg, Ca, Fe dan Zn (Gambar 11b) yang dapat mengurangi ketersediaan mineral.



Gambar 11. Struktur fitat (a) dan *chelate* fitat (b) pada pH netral (Shi dkk. 2004)

Fitat dapat dianggap sebagai antinutrisi karena mempunyai pengaruh yang merugikan. Fitat dapat menurunkan ketersediaan mineral yang terikat dan menghambat pertumbuhan. Fitat dari tanaman berikatan dengan mineral esensial dalam saluran pencernaan menyebabkan mineral tidak dapat diabsorpsi.

5. Tannin

Tannin merupakan senyawa polifenol yang mempunyai sifat dapat berikatan dengan protein atau polimer lain (selulosa, hemiselulosa, pektin) untuk membentuk senyawa kompleks yang stabil. Tannin yang dikandung tanaman berkisar dari 16 sampai 35 persen dan dapat menurunkan palatabilitas ransum dan pencernaan protein.

III. Kadar Air, Faktor Geografis dan Musim

Beberapa jenis limbah yang dihasilkan dari pengolahan hasil pertanian memiliki kandungan air yang sangat tinggi. Limbah agroindustri cenderung lebih disukai oleh ternak dan kaya akan

zat makanan, tetapi karena mengandung air yang tinggi bahan cenderung cepat mengalami fermentasi dan busuk kecuali segera dikeringkan atau diolah. Ampas tahu, ampas bir dan onggok merupakan contoh limbah yang mempunyai kadar air tinggi dan cepat mengalami kerusakan. Bahan pakan dengan kadar air yang tinggi merupakan media yang sempurna bagi pertumbuhan jamur, kapang dan bakteri.

Lokasi limbah yang dihasilkan dari suatu proses produksi sering terkonsentrasi pada suatu daerah. Pemanfaatan limbah di daerah lain memerlukan pengumpulan, pengangkutan dan pengolahan pendahuluan yang memerlukan biaya.

Kendala lain adalah beberapa jenis limbah dihasilkan secara musiman mengikuti pola tanam produk utama. Limbah jenis ini sering tersedia secara bersamaan diberbagai daerah sehingga memerlukan perlakuan dan fasilitas penyimpanan agar dapat digunakan dikemudian hari.