

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Limbah Tanaman Singkong

Tanaman singkong merupakan salah satu jenis tanaman pertanian utama di Indonesia. Tanaman ini termasuk famili Euphorbiaceae yang mudah tumbuh sekalipun pada tanah kering dan miskin serta tahan terhadap serangan penyakit maupun tumbuhan pengganggu (gulma). Tanaman singkong mudah dibudidayakan karena perbanyakannya tanaman ini umumnya dengan stek batang (Soetrisno dkk., 1982).

Tanaman singkong mengandung senyawa sianida yang terdapat dalam getah berwarna putih, yang dalam keadaan alami berikatan dengan glukosida. Hidrogen sianida (HCN) atau *prussic acid* atau sianida adalah senyawa kimia yang bersifat toksik dan merupakan jenis racun yang paling cepat aktif dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan kematian dalam waktu beberapa menit (akut). Senyawa sianida yang ditemukan di alam umumnya dalam bentuk sintetis, terutama dalam bentuk garam [NaCN, KCN, dan Ca(CN)₂]. Bentuk sianida alami ditemukan dalam tanaman yang mengandung sianogen glikosida berikut enzimnya yang berfungsi membantu pelepasan (hidrolisis) sianida (Yuningsih, 2007). Menurut Hendershoot dkk. (1972) yang disitasi oleh Soetrisno dkk. (1981), ada 2 macam glukosida pada tanaman singkong yaitu linamarin (93%) dan lotaustralin (7%).

Jika jaringan sel tanaman dirusak maka enzim linamarase akan memutuskan ikatan senyawa tersebut dan membebaskan asam sianida. Asam sianida akan bersifat racun bagi ternak apabila dikonsumsi berlebihan. Level toksik asam sianida pada sapi dan kerbau adalah 2,2 mg/kg berat badan sedangkan pada kambing dan domba yaitu 2,4 mg/kg berat badan (Anonim, 2010). Adapun kadar asam sianida dalam beberapa jenis/varietas singkong dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kadar asam sianida dalam beberapa jenis/varietas singkong.

No	Jenis / Varietas	Rasa	Kadar HCN (mg/kg)	
			Umbi	Daun
1	Mangi (di tanah subur)	Enak	32	136
2	Mangi (di tanah kering)	Pahit	289	542
3	Betawi	Enak	33	146
4	Valenka	Enak	39	158
5	Singapura	Enak	60	201
6	Basiorao	Agak pahit	82	230
7	Bogor	Agak pahit	90	324
8	Tapi kuru	Pahit	130	230
9	Sao pedro petro	Pahit	206	468

Sumber: Rukmana, 2002.

B. Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri Gram positif berbentuk kokus atau batang, tidak membentuk spora, suhu optimum $\pm 40^{\circ}\text{C}$, pada umumnya tidak motil, bersifat anaerob, katalase negatif dan oksidase positif, dengan asam laktat sebagai produk utama fermentasi karbohidrat. Sifat-sifat khusus bakteri asam laktat adalah mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol, dan garam yang tinggi, mampu memfermentasikan monosakarida dan disakarida (Syahrurachman, 1994).

Proses fermentasi asam laktat dibedakan menjadi dua yakni homofermentatif dan heterofermentatif. Pada proses homofermentatif dihasilkan asam laktat sebagai produk akhir sedangkan proses heterofermentatif menghasilkan asam laktat, asam asetat, etanol, dan CO₂ (Nur, 2005). Perbedaan kedua proses ini terdapat pada enzim yang berperan saat proses glikolisis berlangsung. Pada proses homofermentatif terdapat enzim aldolase dan heksosa isomerase, sedangkan proses heterofermentatif hanya menggunakan enzim fosfoketolase dan menghasilkan CO₂ (Sanchez, 2009).

Habitat dari bakteri asam laktat sangat beragam dan memiliki sifat toleran yang baik terhadap pH, suhu, dan udara. Bakteri asam laktat bisa bertahan hidup pada kondisi pH yang beragam mulai dari pH 4,0 sampai 6,8. Bahkan *Pediococcus damnosus* (*cerevisae*) dapat bertahan pada pH 3,5; bakteri asam laktat dari *Streptococcus sp.* umumnya bertahan pada pH sekitar 4,5 sampai 5,0; sedangkan untuk *Lactobacillus sp.* akan tumbuh subur pada media asam mulai dari pH 4,5 sampai 6,4. Kisaran suhu hidup bakteri asam laktat sangat luas dan beragam mulai dari 5 sampai 50⁰C. Suhu optimum untuk kebanyakan strain yaitu 30⁰C. Umumnya spesies *Lactobacillus sp.* tumbuh pada suhu 15⁰C dan tidak dapat hidup pada suhu 40⁰C. Kecuali *Lactobacillus sp.*, bakteri asam laktat lain dapat hidup lebih baik pada suhu 45⁰C dan tidak bisa tahan pada suhu 15⁰C (Ridla, 2000).

Penambahan inokulan bakteri asam laktat (1 % dan 2 %) belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap warna, bau, dan tekstur silase rumput gajah (Subekti dkk., 2013). Penambahan inokulan bakteri asam laktat sebanyak 3%

(v/b) merupakan perlakuan terbaik yang memengaruhi kualitas silase rumput tropika (rumput gajah dan rumput raja) (Santoso dkk., 2009).

Prinsip utama pengaruh inokulan bakteri asam laktat terhadap silase yakni dapat meningkatkan laju fermentasi dan peningkatan produk-produk fermentasi. Jika inokulan bakteri asam laktat mendominasi fermentasi, maka pertumbuhannya yang cepat dan akan menyebabkan pH mulai menurun. Konsentrasi asam laktat akan meningkat dibandingkan dengan asam asetat dan etanol. Asam laktat memiliki sifat asam yang lebih kuat dari asam asetat, maka pH akan turun lebih cepat dan inokulasi yang berhasil akan menghasilkan pH akhir yang rendah. Penurunan pH yang lebih cepat mungkin menyebabkan berkurangnya pemecahan secara enzimatik dari hemiselulose, sementara itu pH rendah dapat meningkatkan hidrolisis dari hemiselulosa (Muck, 1993).

Sejumlah bakteri telah diteliti, termasuk diantaranya adalah bakteri asam propionat dan bakteri asam laktat. Bakteri asam propionat merupakan bakteri yang pertama kali dieksplorasi karena asam propionat merupakan inhibitor yang baik pada kapang dan khamir. Namun, sejauh ini bakteri tersebut tidak terlalu efektif di dalam silase karena bakteri asam laktat umumnya menyebabkan pH turun terlalu cepat yang menyebabkan bakteri asam propionat tidak dapat bertahan. Inokulan bakteri asam laktat akan menghambat produksi toksin dan berpengaruh positif terhadap lingkungan rumen sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ternak (Ratnakomala, 2009).

Pemanasan atau kerusakan pada silase sering diinisiasi oleh khamir dan kadang-kadang bakteri asam asetat. Kebanyakan mikroba perusak lebih menyukai dan

tumbuh lebih cepat pada substrat yang mengandung kadar gula tinggi dibandingkan dengan dengan produk-produk fermentasi (Weinberg dan Muck,1996).

Silase yang dihasilkan dengan penambahan inokulan asam laktat dapat diidentifikasi dari karakteristik fermentasinya yaitu ditunjukkan dengan pH rendah (mendekati 3,7—4,2), mengandung asam laktat dalam konsentrasi cukup tinggi (sekitar 8—12 %), dan hanya sedikit mengandung asam format, asetat, propionat dan butirat. Biasanya juga mengandung manitol dan etanol yang diproduksi oleh bakteri asam laktat heterofermentatif dan *yeast* dalam jumlah sedikit (Ridla, 2000).

Fariani dkk. (2010) melaporkan bahwa dalam cairan rumen yang diinokulasikan pada media yang mengandung sianida terdapat bakteri yang mampu mendegradasi sianida tersebut. Bakteri tersebut adalah bakteri asam laktat gram negatif dan katalase negatif. Sandi dkk. (2010) menyatakan bahwa bakteri asam laktat (*Leuconostoc mesenteroides*) dapat menurunkan kandungan asam sianida pada silase berbahan baku singkong (kulit, onggok, umbi, dan daun). Bakteri asam laktat menghasilkan enzim β -glukosidase dan hidrosinitriliase yang mampu melepaskan sianida.

Pengawetan dalam bentuk silase pada limbah tanaman singkong dapat mengurangi beberapa risiko. Kavana dkk. (2005) melaporkan bahwa proses ensilase sangat efektif mengurangi kandungan asam sianida yang merupakan racun bagi ternak yang terkandung pada daun singkong dari level berbahaya 289 mg/kg menjadi level aman 20 mg/kg bahan kering sesudah tiga bulan.

C. Tepung Gaplek

Tepung gaplek merupakan hasil dari pengeringan singkong yang kemudian dihaluskan. Tepung gaplek merupakan bahan pakan yang termasuk dalam kelas sumber energi dengan total nutrisi yang dapat dicerna cukup besar yaitu 78,50 % (Fathul dkk., 2013). Disebabkan tingginya kandungan pati pada tepung gaplek maka diharapkan dapat menjadi sumber energi bagi pertumbuhan bakteri asam laktat sehingga proses penurunan pH silase berlangsung lebih cepat.

Penggunaan tepung gaplek sebanyak 5% pada pembuatan silase rumput kolonjono mampu mempertahankan bahan kering silase yang dihasilkan (Kurnianingtyas, 2012). Tepung gaplek memiliki bahan kering 83,62%, protein kasar 3,31%, lemak 0,16%, serat kasar 1,74%, abu 1,50%, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen 93,29% (Fathul dkk., 2013).

D. Deskripsi Silase

Silase merupakan pakan ternak yang sengaja disimpan dan diawetkan dengan proses fermentasi dengan maksud untuk mendapatkan bahan pakan yang masih bermutu tinggi serta tahan lama agar dapat diberikan kepada ternak pada masa kekurangan pakan ternak (Ahlgren, 1956). Pembuatan silase dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu:

1. hijauan yang cocok dibuat silase adalah rumput, tanaman tebu, tongkol gandum, tongkol jagung, pucuk tebu, batang nenas, dan jerami padi;
2. penambahan zat aditif untuk meningkatkan kualitas silase. Beberapa zat aditif adalah limbah ternak (*manure* ayam dan babi), urea, air, dan molases. Aditif

digunakan untuk meningkatkan kadar protein atau karbohidrat pada material pakan. Biasanya kualitas pakan yang rendah memerlukan aditif untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak;

3. kadar air yang tinggi berpengaruh dalam pembuatan silase. Kadar air yang berlebihan menyebabkan tumbuhnya jamur dan akan menghasilkan asam yang tidak diinginkan seperti asam butirat. Kadar air yang rendah menyebabkan suhu menjadi lebih tinggi dan pada silo mempunyai resiko yang tinggi terhadap kebakaran (*Pioneer Development Foundation, 1991*).

Proses fermentasi silase memiliki 4 tahapan, yaitu:

1. fase aerobik, normalnya fase ini berlangsung sekitar 2 jam yaitu ketika oksigen yang berasal dari atmosfer dan yang berada di antara partikel tanaman berkurang. Oksigen yang berada diantara partikel tanaman digunakan oleh tanaman, mikroorganisme aerob, dan fakultatif aerob seperti *yeast* dan *enterobacteria* untuk melakukan proses respirasi;
2. fase fermentasi, fase ini merupakan fase awal dari reaksi anaerob. Fase ini berlangsung dari beberapa hari hingga beberapa minggu tergantung dari komposisi bahan dan kondisi silase. Jika proses silase berjalan sempurna maka bakteri asam laktat sukses berkembang. Bakteri asam laktat pada fase ini menjadi bakteri predominan dengan pH silase sekitar 3,8—5;
3. fase stabilisasi, fase ini merupakan kelanjutan dari fase kedua; fase *feed-out* atau fase aerobik. Silo yang sudah terbuka dan kontak langsung dengan lingkungan maka akan menjadikan proses aerobik terjadi (Stefani dkk., 2010).

Materi tumbuhan akan tetap aktif secara biologis pada saat ensilase. Terdapat tiga kategori aktivitas tanaman yang sangat penting terhadap kualitas silase, yaitu respirasi, pemecahan protein (proteolisis), dan pemecahan hemiselulosa (aktivitas hemiselulase). Respirasi merupakan suatu proses dimana tanaman menggunakan energi untuk pertumbuhan dan metabolisme tanaman. Pada proses ini dibutuhkan gula dan oksigen yang kemudian akan menghasilkan energi, panas, dan air. Respirasi tanaman berguna untuk menghilangkan oksigen dan menciptakan lingkungan yang anaerobik (Ratnakomala, 2009).

Akan tetapi, respirasi yang berlebihan tidak diharapkan karena hal tersebut dapat mengurangi kandungan energi dari silase akibat meningkatnya pembentukan panas dan menghabiskan gula yang diperlukan untuk fermentasi bakteri asam laktat. Pada saat silo dalam kondisi anaerobik, sel-sel tanaman akan terurai (lisis) dalam beberapa jam. Pada saat lisis banyak enzim yang akan keluar termasuk diantaranya protease dan hemiselulase. Kedua enzim ini akan mengakibatkan penurunan kandungan nutrisi silase (Ratnakomala, 2009).

Karakteristik silase yang baik yakni:

1. warna silase, silase yang baik umumnya berwarna hijau kekuningan atau kecoklatan, sedangkan warna yang kurang baik adalah coklat tua atau kehitaman;
2. bau, sebaiknya bau silase agak asam atau tidak tajam, bebas dari bau manis, bau ammonia, dan bau H₂S;
3. tekstur, kelihatan tetap dan masih jelas. tidak menggumpal, tidak lembek, dan tidak berlendir;

4. keasaman, kualitas silase yang baik mempunyai pH 4,5 atau lebih rendah dan bebas jamur (Utomo, 1994).

Kualitas silase dapat dinyatakan dengan nilai fleigh (NF) dan dihitung

berdasarkan formula Kilic (1984): $NF = 220 + (2 \times \% BK - 15) - (40 \times pH)$.

Kriteria penilaian kualitas silase menurut nilai fleigh dibedakan menjadi: 85—100

menyatakan kualitas silase sangat baik; 60—80 untuk silase berkualitas baik;

55—60 digolongkan agak baik; 25—40 tergolong berkualitas sedang; dan <20

tergolong sangat buruk.

Penilaian kualitas silase berdasarkan ada tidaknya jamur, pH, aroma, dan

kandungan N-NH₃ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria penilaian silase.

Kriteria Penilaian Silase	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
Jamur	Tidak ada	Sedikit	Lebih banyak	Banyak
Bau	Asam	Asam	Kurang asam	Busuk
pH	3,2 – 4,2	4,2 – 4,5	4,5 – 4,8	> 4,8
Kadar N-NH ₃	< 10%	10 – 15%	< 20%	> 20%

Sumber: Departemen Pertanian, 1980.