

## Kesan inokulasi bakteria asid laktik terhadap kualiti silaj batang jagung

(The effect of lactic acid bacteria inoculation on corn stover silage)

Nasyatul Ekma Mohd Hussin, Tosiah Sadi, Mohd Rosly Shaari, Marini Ahmad Marzuki, Dzulfazly Aminuddin, Roslan Othman, Mohd Azlan Mohd Salehhudin, Khairul Azwan Maslan, Hazirah Azman, Md Tasol Sagiman dan Siti Masidayu Mat Saad

### Pengenalan

Silaj merupakan satu kaedah penyimpanan foraj yang popular dan berkesan. Kaedah ini mudah diguna pakai serta berkos rendah terutamanya apabila menggunakan bahan daripada sisa pertanian seperti batang jagung (*Gambar 1*). Terdapat beberapa perkara penting yang perlu dititikberatkan dalam menyediakan silaj jagung bagi mendapatkan hasil yang baik. Antaranya adalah kualiti bahan yang digunakan. Batang jagung yang diterima dari ladang mestilah segar dan perlu diracik mengikut saiz yang sesuai iaitu 3 – 5 cm. Batang jagung yang telah diracik perlu dipadatkan ke dalam tong silaj dengan segera bagi menghasilkan silaj yang berkualiti tinggi. Selain kesegaran, batang jagung juga haruslah mempunyai kandungan lembapan yang kurang daripada 75%. Batang jagung yang mempunyai lembapan yang tinggi atau berat kering yang kurang daripada 30% akan mudah didominasi oleh bakteria *Clostridia* yang mana penguraian protein dan kehilangan berat kering menjadi tinggi serta mengurangkan tahap kehadaman. Namun begitu, berat kering batang jagung juga tidak boleh terlalu tinggi (melebihi 40%) kerana ia akan menyebabkan silaj sukar untuk dipadatkan dan juga mempunyai tahap stabiliti yang rendah.



*Gambar 1. Lambakan sisa batang jagung manis selepas musim penuaian jagung manis*

Selain daripada faktor-faktor di atas, silaj dikatakan mempunyai kualiti yang lebih baik jika proses fermentasi dilakukan dengan lebih pantas iaitu keadaan yang mana kesemua kandungan oksigen telah diguna lalu menghasilkan keadaan anaerobik yang sesuai untuk memulakan aktiviti bakteria fermentatif. Oleh yang demikian, terdapat pelbagai percubaan telah dilakukan bagi mengawal proses fermentasi ini antaranya adalah melalui penambahan silaj inokulan. Tujuan utamanya adalah untuk mempercepatkan proses fermentasi serta memberikan hasil silaj yang lebih berkualiti. Anggaran minimum kadar inokulasi yang diperlukan adalah sebanyak  $10^5$  cfu (*colony forming unit*) per gram foraj segar.

### **Bakteria asid laktik dalam silaj batang jagung**

Terdapat dua jenis kumpulan bakteria asid laktik (*Gambar 2*) yang terlibat dalam proses fermentasi iaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Kumpulan bakteria homofermentatif akan mempercepatkan kadar penurunan pH dalam silaj melalui penghasilan asid laktik, justeru merencatkan percambahan mikroorganisma perosak yang mampu mengurangkan nilai pemakanan silaj. Namun begitu, ia juga dikatakan menjadi penyebab utama kurangnya tahap kestabilan aerobik silaj. Berbeza pula bakteria heterofermentatif yang mana selain menghasilkan asid laktik, bakteria jenis ini juga akan menghasilkan asid asetik dan bahan tambahan lain seperti etanol, asetat dan karbon dioksida.

Aktiviti bakteria homofermentatif dikatakan penting pada awal proses fermentasi. Bakteria ini akan menghasilkan asid bagi mempercepatkan proses penurunan pH lalu merencatkan pertumbuhan bakteria perosak seperti *Clostridia*.

Manakala aktiviti bakteria heterofermentatif pula adalah penting pada akhir proses fermentasi terutamanya ketika proses pembukaan silo kerana asid asetik yang terhasil akan merencatkan atau melambatkan pertumbuhan yis dan silaj yang terhasil akan lebih stabil dan lambat rosak.

Dalam proses homofermentasi, hanya glukosa yang akan digunakan sebagai substrat bagi menghasilkan asid laktik dan tenaga melalui laluan glikolitik Embden-Meyerhoff. Kunci utama bagi proses ini adalah enzim aldolas yang dihasilkan oleh bakteria homofermentatif yang mana pada akhirnya dua adenosin tri-fosfat (ATP) dan dua molekul piruvat dihasilkan. Piruvat ini kemudiannya akan ditukar kepada L- atau D-asid laktik melalui aktiviti enzim dan lebih daripada 90% substrat akan ditukarkan kepada asid laktik semasa proses metabolisme homofermentatif.



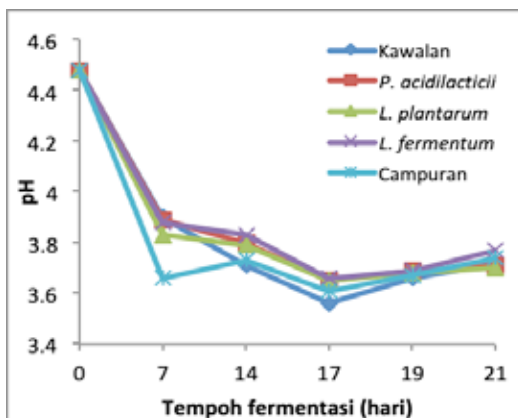
*Gambar 2. Bakteria asid laktik dalam kepekatan  $10^8$  cfu/mL*

Dalam proses heterofermentatif bakteria pula, gula karbon-6 akan dimetabolisme melalui dua kaedah iaitu glikolisis dan fosfoketolas. Namun, terdapat juga keadaan yang mana tiada aldolas yang dihasilkan terutamanya dalam bakteria jenis heterofermentatif tegar. Tanpa enzim aldolas ini, molekul piruvat tidak dapat dihasilkan menerusi proses glikolisis lalu proses fosfoketolas yang menggunakan kaedah dan enzim yang berbeza akan berjalan. Melalui kaedah ini hanya satu molekul asid laktik akan terhasil, selebihnya adalah asid asetik, etanol dan karbon dioksida. Oleh yang demikian, pemilihan inokulan yang sesuai mengikut ciri-ciri foraj adalah penting untuk memastikan silaj yang dihasilkan adalah berkualiti.

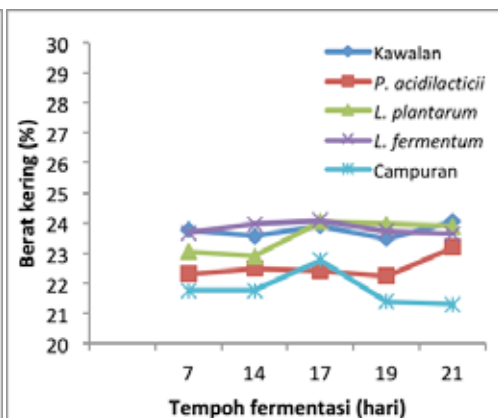
Kesan penambahan bakteria asid laktik [*Lactic acid bacteria* (LAB)] dalam silaj batang jagung (*Gambar 3*) boleh dilihat pada *Rajah 1*, *Rajah 2* dan *Jadual 1*. Terdapat lima kumpulan silaj yang ditambah dengan tiga jenis LAB secara individu dan secara campuran. Bakteria *Pediococcus acidilacticii* digunakan sebagai inokulan dalam kumpulan homofermenter, *Lactobacillus fermentum* sebagai inokulan kumpulan heterofermenter, manakala *Lactobacillus plantarum* sebagai inokulan kumpulan duo-fungsi (fakultatif heterofermenter). Nilai pH, tenaga, proksimat dan serat sepanjang tempoh fermentasi dapat dilihat sedikit berbeza pada setiap kumpulan inokulan. Memandangkan batang jagung mempunyai kapasiti penimbal (*buffering capacity*) yang rendah, pengurangan nilai pH dilihat dapat berlaku dengan mudah (seawal tujuh hari proses fermentasi) bagi kesemua kumpulan silaj. Nilai pH di sepanjang tempoh fermentasi juga tidak berubah secara signifikan. Bakteria jenis homofermentatif dilihat dapat mengurangkan peratus berat kering berbanding dengan kumpulan heterofermentatif. Ini mungkin disebabkan oleh kadar metabolisme gula oleh bakteria homofermentatif



*Gambar 3. Silaj batang jagung LAB setelah 21 hari tempoh fermentasi*



*Rajah 1. Perubahan nilai pH sepanjang 21 hari proses fermentasi silaj batang jagung*



*Rajah 2. Peratus kandungan berat kering silaj sepanjang 21 hari tempoh fermentasi*

Jadual 1. Nilai kandungan bahan nutrisi dalam silaj sepanjang tempoh 21 hari fermentasi menggunakan beberapa kumpulan inokulan

Tempoh fermentasi	ME (%)	ADF (%)	NDF (%)	ADL (%)	EE (%)	CF (%)	CP (%)	Hemiselulosa (%)	Selulosa (%)
Hari ke-7	Kawalan	7.45	33.93	69.40	5.80	33.23	9.07	35.47	28.13
	<i>P. acidilacticii</i>	7.53	37.00	66.33	6.20	33.03	9.03	29.33	30.80
	<i>L. plantarum</i>	7.42	36.80	66.27	8.00	31.67	8.80	29.47	28.80
	<i>L. fermentum</i>	7.72	35.40	66.67	7.90	29.53	9.07	31.27	27.50
Hari ke-14	Campuran	7.71	36.30	66.07	7.43	29.90	9.10	29.77	28.87
	Kawalan	7.41	38.07	67.00	9.60	29.97	7.83	28.93	28.47
	<i>P. acidilacticii</i>	7.49	39.13	63.43	9.60	33.67	8.77	24.30	29.53
	<i>L. plantarum</i>	7.79	35.57	61.27	7.63	26.00	8.27	25.70	27.93
Hari ke-17	<i>L. fermentum</i>	7.57	38.60	58.23	8.80	28.07	9.23	19.63	29.80
	Campuran	7.83	37.70	59.80	8.30	29.90	9.03	22.10	29.40
	Kawalan	7.65	32.40	61.50	6.70	24.80	8.27	29.10	25.70
	<i>P. acidilacticii</i>	7.41	33.57	58.27	7.67	24.03	8.87	24.70	25.90
Hari ke-19	<i>L. plantarum</i>	7.63	32.50	57.57	5.07	24.70	9.23	25.07	27.43
	<i>L. fermentum</i>	7.85	34.00	59.90	6.60	25.83	9.40	25.90	27.40
	Campuran	7.57	35.80	59.43	6.33	25.60	9.20	23.63	29.47
	Kawalan	8.15	35.37	60.83	6.53	24.90	8.20	25.47	28.83
Hari ke-21	<i>P. acidilacticii</i>	8.21	35.93	59.37	7.23	24.93	9.20	23.43	28.70
	<i>L. plantarum</i>	7.80	35.67	59.47	6.10	24.87	8.90	23.80	29.57
	<i>L. fermentum</i>	7.83	34.13	59.93	9.63	25.40	8.77	25.80	24.50
	Campuran	8.17	34.20	56.97	7.87	25.53	9.50	22.77	26.33
Hari ke-21	Kawalan	7.67	32.30	57.83	7.67	24.03	7.97	25.53	24.63
	<i>P. acidilacticii</i>	7.71	33.50	57.87	8.77	24.37	8.47	24.37	24.73
	<i>L. plantarum</i>	7.01	32.73	60.13	8.20	24.30	8.73	27.40	24.53
	<i>L. fermentum</i>	7.63	39.93	50.00	7.73	25.50	9.33	10.07	32.20
Campuran	7.38	33.17	59.63	7.27	25.17	8.60	26.47	25.90	

adalah lebih tinggi dan memerlukan lebih tenaga berbanding dengan kumpulan lain. Peratus kandungan protein kasar dalam kesemua kumpulan didapati berkurangan secara sekata dari hari ketujuh hingga hari ke-21, namun kandungan protein kasar dalam kumpulan kawalan adalah yang terendah iaitu 7.97% berbanding dengan kesemua kumpulan silaj yang dicampur inokulan. Silaj yang ditambah *L. fermentum* pula mengandungi protein kasar yang tertinggi iaitu 9.33% berat kering berbanding dengan kumpulan lain. Kandungan serat pula dilihat menyusut sepanjang tempoh fermentasi dan tidak berbeza secara signifikan antara kesemua kumpulan silaj.

### **Silaj batang jagung sebagai makanan ternakan**

Kesan penambahan inokulan LAB ke dalam silaj perlu diuji di lapangan bagi melihat kesannya terhadap pertumbuhan ternakan ruminan. Hal ini demikian kerana kebanyakan inokulan yang dikenal pasti memberi impak yang baik pada silaj melalui ujian dan analisis di makmal didapati tidak memberi kesan baik seperti yang dijangkakan apabila diuji di lapangan. Pusat Penyelidikan Sains Ternakan MARDI telah menjalankan satu kajian bagi melihat kesan pemberian silaj yang ditambah *L. fermentum* terhadap prestasi pertumbuhan lembu Brakmas. Jumlah lembu yang digunakan dalam kajian ini adalah sebanyak 12 ekor yang dibahagi secara sekata kepada dua kumpulan termasuk kumpulan kawalan. Kesemua ternakan tersebut diletakkan dalam petak individu dan diberi makan mengikut saranan *National Research Council* (NRC) bagi lembu tropika. Jenis makanan yang diberikan adalah silaj jagung dan juga konsentrat pada nisbah 60:40 daripada nilai berat kering. Jumlah makanan yang diberikan dikira berdasarkan 2.6% berat badan. Tempoh kajian yang dijalankan adalah selama 12 minggu tidak termasuk tempoh adaptasi.

Selepas tamat tempoh kajian, didapati bahawa silaj yang ditambah *L. fermentum* mampu meningkatkan berat badan lembu sebanyak 17.57% berbanding dengan kumpulan kawalan (*Jadual 2*). Peningkatan yang sama juga dilihat berlaku kepada nilai purata kenaikan berat badan harian [*average daily gain* (ADG)] manakala nilai kadar penukaran makanan [*feed conversion ratio* (FCR)] didapati telah berkurang sebanyak 14.72%. Ini menunjukkan terdapat peningkatan kecekapan kadar penukaran makanan kepada daging yang mana jumlah pengambilan makanan akan berkurang dan secara tidak langsung akan mengurangkan kos makanan.

Jadual 2. Kesan penggunaan silaj jagung dalam rangsum makanan terhadap prestasi pertumbuhan lembu Brakmas

	Silaj LAB			Silaj kawalan			Peratus peningkatan akhir (%)
	Minggu ke-4	Minggu ke-8	Minggu ke-12	Minggu ke-4	Minggu ke-8	Minggu ke-12	
Kenaikan berat badan (kg)	19.2	41.9	62.9	19.6	35.1	53.5	17.57
Purata kenaikan berat harian (ADG) g/hari	685.7	748.2	748.8	700	650	636.9	17.48
Kadar pertukaran makanan (FCR)		11.95			13.59		-14.72

### Kesimpulan

Penggunaan inokulan akan mempercepatkan proses fermentasi dan juga dapat meningkatkan kestabilan aerobik silaj. Inokulan daripada kumpulan homofermentatif akan banyak membantu pada awal proses fermentasi melalui penghasilan asid laktik yang akan menurunkan nilai pH dengan lebih baik. Dengan itu, proses fermentasi dapat berjalan dengan lebih cepat dan jumlah mikrob perosak seperti *Clostridia* dapat dikurangkan. Melalui penggunaan inokulan ini juga, jumlah berat kering dan tenaga dalam silaj batang jagung dapat dikurangkan. Berlainan pula bagi bakteria heterofermentatif yang mana bakteria jenis ini lebih berguna dalam fasa fermentasi terutamanya bagi mewujudkan kestabilan aerobik yang lebih baik melalui perencatan yis dan kulat bagi mengelakkan kerosakan berlaku pada silaj yang terhasil. Dalam kajian yang dijalankan, penggunaan *L. fermentum* sebagai bakteria inokulan bagi silaj jagung didapati mampu untuk mengekalkan kandungan protein kasar yang lebih baik berbanding dengan kumpulan kajian yang lain. Selain itu, bakteria inokulan ini juga dilihat dapat menghasilkan kesan yang baik ke atas kenaikan berat dan purata kenaikan berat badan harian lembu Brakmas.

### Bibliografi

- Kandler O. (1983). Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 49: 209 – 224
- Liu Q.H., Shao T. dan Zhang J.G. (2013). Determination of aerobic deterioration of corn stalk silage cause by aerobic bacteria. *Animal Feed Science and Technology* 183: 124 – 131
- Thiago C.S., Leandro D.S., Edson M.S., Juliana S.O. dan Alexandre F.P. (2017). Importance of the fermentation to produce high quality silage. *Fermentation Process. Intech Open science*: 3 – 21

## Ringkasan

Jagung manis adalah tanaman yang popular di Malaysia. Sisa batang jagung yang terhasil selepas musim penuaian jagung masih mengandungi sumber nutrien yang baik dan sesuai untuk dijadikan sebagai makanan lembu. Penambahan bakteria asid laktik (LAB) dapat meningkatkan kualiti silaj. Semasa proses fermentasi silaj, LAB akan menghasilkan asid laktik, justeru menurunkan nilai pH dengan lebih cepat berbanding dengan proses fermentasi biasa. Keadaan yang berasid ini juga akan menghalang percambahan mikroorganisma perosak bagi membolehkan nilai pemakanan silaj dipelihara. Terdapat dua kumpulan bakteria fermentasi laktik iaitu bakteria homofermentatif dan bakteria heterofermentatif. Bacteria homofermentatif menghasilkan asid laktik sebagai produk fermentasi utama mereka manakala bakteria heterofermentatif menghasilkan asid laktik, etanol, asetat dan karbon dioksida. Satu kajian telah dijalankan untuk memeriksa kesan bakteria asid laktik terhadap kualiti silaj batang jagung yang mana silaj jagung tersebut disediakan dengan menggunakan sistem fermentasi bersaiz kecil (dalam tong plastik 5 L) dan sebanyak  $10^5$  bakteria per gram foraj dimasukkan bagi setiap kumpulan yang berbeza. Silaj dibuka setiap minggu selama tempoh 21 hari fermentasi. Komposisi kimia termasuk proksimat, tenaga dan serat telah ditentukan. Kajian awal telah dijalankan bagi mengenal pasti kesan silaj yang ditambah LAB terhadap prestasi pertumbuhan lembu Brakmas. Sebanyak enam ekor lembu jantan pada usia 18 bulan telah digunakan bagi setiap kumpulan. Konsentrat diberikan sebanyak 40% daripada berat kering, manakala silaj jagung pula diberikan sebanyak 60% daripada berat kering. Melalui analisis yang dijalankan didapati bahawa penambahan LAB dalam silaj jagung dapat mengekalkan lebih banyak kandungan protein kasar berbanding dengan silaj yang tidak dirawat. Melalui kajian ini juga sebanyak 17% peningkatan telah dilihat terhadap jumlah kenaikan berat badan dan ADG bagi lembu yang menerima silaj terawat iaitu 748 g/hari berbanding dengan 636 g/hari pada kumpulan kawalan. Manakala nilai FCR telah berjaya dikurangkan kira-kira 14% berbanding dengan kumpulan kawalan yang membawa kepada kurangnya pemberian makanan dan memberikan kos pengeluaran yang lebih baik. Kesimpulannya, penambahan mana-mana kumpulan LAB dapat memelihara lebih banyak protein kasar dalam silaj batang jagung, justeru dapat meningkatkan prestasi pertumbuhan lembu.

## Summary

Sweet corn is a popular crop in Malaysia. After its cobs have been harvested, the stover still remains as a good source of nutrients, suitable for cattle feeding. Silage inoculants can enhance silage quality, nutritional recovery and shelf life of the inoculated product. During silage fermentation process, LAB will produce lactic acid as their main product, thus reducing the pH more rapidly and inhibiting the spoilage by microorganism proliferation allowing the silage nutritive values to be preserved. There are two types of lactic bacteria fermentation groups, homofermentative bacteria and heterofermentative bacteria. Homofermentative bacteria produce mainly lactic acid as their fermentation product, whereas heterofermentative bacteria produce lactic acid and other additional substances such as ethanol, acetate and carbon dioxide. A study had been conducted to examine the effects of lactic acid bacteria inoculants on the quality of corn stover silage. Corn silage was prepared using a small-scale system of silage fermentation with the addition of different groups of LAB to  $10^5$ /g fresh stover. Silages were opened at 21 days of fermentation. The chemical composition including proximate, energy and fiber were determined. The effect of LAB-treated silage on growth performance was conducted on male Brakmas cattle. Six

animals of male cattle at the age of 18-month per group were used, which is fed based on 2.6% DM of body weight. Feed concentrates was given at 40% DM, whereas corn silage was given at 60% DM basis. The addition of lactic acid bacteria in corn silage preserves more crude proteins than untreated silage. The study also showed an improvement of approximately 17% of weight gain and average daily gain (ADG) on male Brakmas cattle fed with *L. fermentum* treated silage compared to control group which are 748 g/day and 636 g/day, respectively. Whereas the FCR value was reduced approximately about 14% compared to control group which lead to less feed and better production cost. As a conclusion, the addition of any fermentative group of lactic acid bacteria could preserve more crude proteins in corn stover silage, thus could improve growth performance of cattle.

### **Pengarang**

Nasyatul Ekma Mohd Hussin  
Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor  
E-mel: nasyatul@mardi.gov.my

Tosiah Sadi (Dr.)  
Pusat Penyelidikan Sains Tanah, Air dan Baja, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Mohd Rosly Shaari (Dr.), Siti Masidayu Mat Saad, Md Tasol Sagiman dan  
Hazirah Azman  
Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Marini Ahmad Marzuki (Dr.)  
Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, MARDI Kemaman  
Peti Surat 44, 24007 Kemaman, Terengganu

Dzulfadzly Aminudin, Roslan Othman, Mohd Azlan Mohd Salehuddin dan Khairul  
Azwan Maslan  
Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, MARDI Kluang  
Beg Berkunci No. 525, 86009 Kluang, Johor