

Kandungan Asam Sianida, Bahan Kering Dan Bahan Organik Tepung Biji Karet Hasil Pengukusan

Yatno¹, Rasmi Murni¹, Nelwida¹ dan Efi Novita Yani²

1) Prodi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Jambi

2) Alumni Fakultas Peternakan Universitas Jambi

Alamat Kontak: Jl.Jambi-Ma.Bulian KM 15 Mandalo Darat Jambi 36361

email: yatnoyatno97@yahoo.co.id.

Intisari

Biji karet merupakan salah satu bahan pakan hasil samping berkualitas dari perkebunan karet yang dapat dijadikan pakan ternak unggas maupun ruminansia. Salah satu kelemahan dari bahan pakan tersebut adalah tingginya kandungan asam sianida (HCN) yang dapat menyebabkan keracunan bila dikonsumsi oleh ternak. Salah satu cara untuk mengeliminasi bahkan menghilangkan kandungan antinutrisi tersebut yaitu dengan proses pengukusan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lama waktu pengukusan terhadap penurunan asam sianida maupun perubahan zat makanan lainnya seperti bahan kering dan bahan organik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Data yang diperoleh dilakukan Analisis Ragam, sedangkan uji jarak berganda Duncan digunakan sebagai uji lanjut. Perlakuan yang diterapkan adalah; P0 (tepung biji karet tanpa pengukusan sebagai kontrol), P1 (pengukusan tepung biji karet selama 10 menit), P2 (pengukusan tepung biji karet selama 20 menit) dan P3 (pengukusan tepung biji karet selama 30 menit). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama waktu pengukusan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap HCN tepung biji karet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengukusan semakin signifikan menurunkan kandungan HCN, bahan kering maupun bahan organik tepung biji karet. Dapat disimpulkan bahwa pengukusan tepung biji karet selama 30 menit mampu menurunkan asam sianida 13 kali lebih rendah (9.542 - 0.712%) dibandingkan kontrol

Abstract

Rubber seed is one of by-product from the rubber plantation which has not been widely utilized and applicable as an animal feed for poultry or cow. The Utilization of rubber seed as feed has some weaknesses such as low palatability and containing the cyanide acid as anti-nutritional called linamarine. The aim of this research was to determine the optimum steaming time to reduce cyanide acid content and its influence on the dry matter content and organic compound. The treatment used in experiment include P0 (rubber seed flour without steaming), P1 (rubber seed flour steamed for 10 minutes), P2 (rubber seed flour steamed for 20 minutes) and P3 (rubber seed flour steamed for 30 minutes). Parameters measured were HCN content, dry matter and organic matter. The results showed that cyanide acid content of steamed rubber seed flour significantly decreased 13.105, 2.780 and 0.712% for the length of steaming time 10, 20 and 30 minutes respectively. This research concluded that steaming time rubber seed flour for 30 minutes could reduce the cyanide acid contents 13 times fold lower than those in controls (9.542 - 0.712%).

Key Words : rubber seeds, steam, cyanide acid, dry matter and organic matter.

Pendahuluan

Pakan merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan berhasil tidaknya suatu usaha di dalam bidang peternakan karena setidaknya 70% dari total biaya

produksi adalah untuk pakan. Dengan adanya ketersediaan pakan yang mengandung nilai gizi tinggi, ekonomis, mudah didapat, tidak mengandung racun serta penggunaannya tidak banyak bersaing

dengan kebutuhan manusia merupakan hal penting yang harus ditingkatkan. Biji karet merupakan salah satu bahan pakan hasil sampingan dari perkebunan karet yang belum banyak digunakan dan dapat dijadikan pakan ternak baik untuk ternak unggas maupun ternak ruminansia.

Hasil penelitian Rahmawan dan Mansyur (2008) menunjukkan bahwa pengolahan bungkil biji karet (BBK) dengan cara pengukusan, perebusan dan perendaman dalam air mengalir sangat nyata ($P < 0,01$), kandungan HCN dari BBK hasil perebusan lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan HCN BBK hasil perendaman dalam air mengalir. Kandungan HCN BBK hasil pengukusan dan perebusan dengan waktu sebentar tampak masih tinggi karena pada waktunya sebentar sehingga HCN belum banyak dirombak dan masih terikat kuat dalam bentuk glukosida sianogenik. Semakin lama waktu pengukusan dan perebusan kandungan HCN semakin menurun karena semakin banyak HCN yang dirombak. Penurunan kandungan HCN dari BBK hasil pengukusan dan perebusan, karena HCN dengan adanya pemanasan mudah menguap sebab titik didih HCN rendah yaitu 26°C , sedangkan suhu pengukusan dan perebusan adalah 100°C . Dilihat secara kimiawi BBK hasil pengukusan selama 30 menit mengandung kadar air cukup tinggi (22,07%), protein kasar cukup tinggi (27,35%), lemak kasar paling rendah (15,18%) dan kandungan HCN paling rendah (39,11%).

Bahan makanan yang berbentuk tepung memiliki sifat mudah menyerap air atau higroskopis. Makin halus butir-butir padatan suatu bahan maka akan lebih banyak air yang masuk karena luas permukaan

per satuan berat makin bertambah. Menurut Syarief dan Halid (1990) bahwa bahan pangan berupa tepung mampu mengadsorpsi air lebih banyak karena luas permukaannya makin bertambah. Hasil penelitian mengenai eliminasi tepung biji karet dengan pengukusan belum pernah dilaporkan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai eliminasi tepung biji karet dengan pengukusan diharapkan agar dapat menghilangkan kadar HCN dalam tepung biji karet yang optimal tanpa merubah kandungan nutrisi yang ada dan dapat menghasilkan produk bahan pakan sumber protein berkualitas tinggi yaitu tepung biji karet bebas HCN.

Materi dan metode

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji karet jenis Godang Tapen (GT) umur 20 tahun yang diperoleh dari PT. Agro Karya Abadi Pijoan, Jambi Luar Kota, air bersih yang digunakan untuk pengukusan tepung biji karet, bahan untuk analisis asam sianida yaitu aquades, larutan buffer fosfat, pikrat basa, NaOH 0,1 N dan KCN 1mg/10 ml.

Cara Kerja

Analisis HCN, bahan kering dan bahan organik dilakukan di Laboratorium Fakultas Peternakan, Universitas Jambi. Prosedur kerja dalam pengukuran bahan kering menurut AOAC (1990).

Perhitungan :

$$\% \text{ Air} = \frac{(C+D)-E}{D} \times 100\%$$

$$\% \text{B. Kering} = 100\% - \% \text{K. Air}$$

Prosedur kerja dalam pengukuran bahan organik menurut AOAC (1990).

Perhitungan :

$$\% \text{ Abu} = \frac{(F - C)E}{\dots} \times 100\%$$

$$\% \text{ B. Organik} = 100\% - \% \text{ K. Abu}$$

Analisis HCN menggunakan metode spectrofotometri. Persentase HCN dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{HCN} (\%) = \frac{X}{\text{Berat Sampel}} \times 100$$

$$\text{HCN (ppm)} = \text{HCN} (\%) \times 1000$$

Keterangan : X = Absorban sampel

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Sehingga berjumlah 16 unit. Data yang diperoleh dilakukan Analisis Ragam, sedangkan uji jarak berganda Duncan digunakan sebagai uji lanjut Perlakuan yang diberikan antara lain:

- P0 = kontrol (tepung biji karet tanpa pengukusan)
- P1 = pengukusan (tepung biji karet) selama 10 menit
- P2 = pengukusan (tepung biji karet) selama 20 menit
- P3 = pengukusan (tepung biji karet) selama 30 menit

Hasil Dan Pembahasan

Kondisi Umum Tanaman Karet

Biji karet yang digunakan untuk penelitian yaitu biji karet

unggul, ada dua jenis karet unggul yang kami temukan selama survey yaitu GT (Gondang Tapen), AVROS (Algemene Vereniging Rubber Planters Oostkust Sumatra). Adapun ciri-ciri dari kedua jenis biji karet tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Data pada Tabel 1 memperlihatkan perbedaan antara jenis biji karet GT 1 dan AVROS 2037. Secara fisik kedua jenis biji karet ini tidak begitu berbeda, hanya ukuran yang sedikit berbeda. Akan tetapi selama survey biji karet yang banyak kami temukan adalah jenis GT dibandingkan AVROS, dan juga kami banyak menemukan biji karet AVROS dalam keadaan busuk. Oleh karena itu bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji karet dengan jenis GT yang diperoleh dari PT. Agro Karya Abadi Pijoan, Jambi Luar Kota. Bentuk fisik dari biji karet GT 1 dan AVROS 2037 dapat dilihat pada Gambar 1.

Data perbandingan berat biji, cangkang dan daging biji karet dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel ini memperlihatkan bahwa rata-rata berat biji karet yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 4,87 gram,

Tabel 1. Ciri-ciri biji karet GT 1 dan AVROS 2037.

Jenis Biji Karet	Ciri-ciri Biji Karet				
	Bentuk	Ukuran	Warna	Warna Mozaik	Bentuk Mozaik
Godang Tapen 1	Bulat, Perut Segitiga	Kecil	Putih Kecoklatan	Coklat Tua	Sambung Menyambung
AVROS 2037	Bulat	Sedang	Putih Kecoklatan	Coklat Tua	Sambung Menyambung

Sumber : Direktorat Jendral Industri Agro dan kimia Departemen Perindustrian 2009



Gambar 1. Bentuk fisik biji karet GT 1 dan AVROS 2037

Tabel 2. Proporsi cangkang dan inti biji karet jenis GT terhadap berat biji karet

No	Biji Karet (gram)	Cangkang		Inti		Kadar air (%)
		gram	%	gram	%	
1.	4.89	1.76	35.99	3.13	64.01	27.80
2.	5.49	1.87	34.06	3.62	65.94	32.04
3.	4.90	1.84	37.55	3.06	62.45	20.92
4.	4.88	1.76	36.07	3.12	63.93	24.04
5.	4.21	1.67	39.67	2.54	60.33	16.93
6.	4.29	1.46	34.03	2.83	65.97	18.73
7.	5.27	1.88	35.67	3.39	64.33	23.60
8.	5.69	1.91	33.57	3.78	66.43	32.01
9.	4.08	1.52	37.25	2.56	62.75	19.92
10.	4.96	1.68	33.87	3.28	66.13	35.36
x	4.87	1.73	35.77	3.13	64.23	25.14

terdiri atas cangkang dan inti biji karet sebesar 35,77% dan 64,23% serta memiliki kadar air sebesar 25,14%. Bila dihitung proporsi masing-masing maka diperoleh inti biji karet 51,25% cangkang 28,58% dan air 20,08%. Data yang diperoleh dari penelitian ini senada dengan pendapat Setyamidjaja (1993) bahwa bobot biji karet rata-rata sebesar 3-5 gram, namun memiliki proporsi cangkang dan inti biji karet yang berbeda. masing-masing sebesar 45-

50% dan 50-55%. Secara teoritis proporsi antara komponen dalam biji karet dipengaruhi oleh varietas dan lokasi tumbuh. Jika varietas yang berbeda maka akan menghasilkan ukuran dan sifat fisik biji karet yang berbeda pula, begitu pula sebaliknya. Tampilan fisik biji karet, cangkang dan inti biji karet disajikan pada Gambar 2.

Karet merupakan tanaman berbuah polong (diselaputi kulit yang keras) yang sewaktu masih muda



Gambar 2. Bagian- bagian dari biji karet dan tepung biji karet A (Biji karet utuh), B (Cangkang biji karet), C (Inti biji karet) dan D (Tepung biji karet).

buahnya berpaut erat dengan rantingnya. Buah karet dilapisi oleh kulit tipis berwarna hijau dan didalamnya terdapat kulit yang keras dan berkotak. Tiap kotak berisi sebuah biji yang dilapisi tempurung, setelah tua warna kulit buah berubah menjadi keabu-abuan dan kemudian mengering. Pada waktunya pecah dan jatuh, bijinya tercampak lepas dari kotaknya. Tiap buah tersusun atas dua sampai empat kotak biji. Pada umumnya berisi tiga kotak biji dimana setiap kotak terdapat satu biji. Tanaman karet mulai menghasilkan buah pada umur empat tahun dan akan semakin banyak setiap pertambahan umur tanaman. Sumber biji yang baik adalah pohon yang telah berumur 15 hingga 25 tahun. Pohon pada umur tersebut dapat menghasilkan buah dengan mutu yang baik, sedangkan pada pohon muda menghasilkan biji yang kecil (Setyamidjaja 1993).

Kandungan asam sianida, bahan kering, bahan organik dan perubahan berat tepung biji karet

Pengukusan merupakan proses pemanasan suatu bahan yang memanfaatkan uap air (steaming) yang bertujuan untuk mengubah struktur, mengurangi bahkan menghilangkan kandungan racun suatu bahan. Rataan hasil pengamatan pada proses pengukusan

tepung biji karet tercantum pada Tabel 3.

Asam Sianida (HCN)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama waktu pengukusan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap HCN tepung biji karet. Berdasarkan hasil Uji Jarak Berganda Duncan menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengukusan semakin signifikan menurunkan kandungan HCN tepung biji karet, dimana pada pengukusan 20 dan 30 menit terjadi penurunan HCN yang lebih besar dibandingkan pengukusan selama 10 menit (P1). Penurunan kandungan HCN tepung biji karet dengan lama waktu pengukusan 20 menit (P2) dan 30 menit (P3) masing-masing sebesar 2.780 dan 0.712%. Sedangkan dengan waktu pengukusan 10 menit (P1) mengalami peningkatan HCN dibandingkan dengan kontrol yaitu sebesar 13.105 - 9.542%. Hal ini diduga selama pengukusan 10 menit terjadi kerusakan sel kembali karena adanya pemanasan, dimana enzim linamarase masih aktif bersama linamarin menghasilkan HCN yang lebih banyak sedangkan penguapan HCN sedikit, itulah yang menyebabkan terjadinya peningkatan pada waktu 10 menit. Berbeda dengan pengukusan 20 dan 30 menit yang mampu menonaktifkan enzim

Tabel 3. Kandungan asam sianida, bahan kering, bahan organik dan perubahan berat tepung biji karet hasil pengukusan (bahan kering)

Perlakuan	Peubah			
	Asam Sianida	Bahan Kering	Bahan Organik	Perubahan Berat Bahan
----- % -----				
P0	9.542 ^b ±0.000	70.554 ^a ±0.000	97.122 ^b ±0.000	141.108 ^d ±0.000
P1	13.105 ^a ±0.561	68.303 ^b ±0.150	97.188 ^a ±0.027	146.526 ^c ±0.389
P2	2.780 ^c ±0.890	68.349 ^b ±0.216	97.190 ^a ±0.003	147.325 ^b ±0.570
P3	0.712 ^d ±0.091	68.405 ^b ±0.071	97.196 ^a ±0.046	148.951 ^a ±0.372

Ket: P0 (Tepung biji karet tanpa pengukusan), P1 (Tepung biji karet yang dikukus selama 10 menit), P2 (Tepung biji karet yang dikukus selama 20 menit), P3 (Tepung biji karet yang dikukus selama 30 menit), superskrip yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P>0,05), superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05).

linamarase dan mampu menguapkan HCN dalam jumlah yang lebih besar dengan semakin lamanya waktu pengukusan. Sehingga pada pengukusan 20 dan 30 menit kandungan HCN sudah menurun. Jamarun dan Herawati (2001) melaporkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu pemanasan akan semakin banyak penurunan kandungan HCN karena HCN mudah larut dalam air dan mudah menguap karena panas serta semakin banyak perombakan HCN.

Pemanasan pada biji karet akan merusak aktivitas enzim linamarinase sehingga perombakan HCN dari linamarin tidak terjadi (Wanasuria, 1990). Menurut Cereda and Mattos (1996) bahwa asam sianida terbentuk secara enzimatik dari dua senyawa prekursor (bakal racun), yaitu linamarin dan metil linamarin. Kedua senyawa ini kontak dengan enzim linamarase dan oksigen. Enzim linamarase (β -glukosidase) dan hidrosinitrilase terletak di sitosol sedangkan linamarin berada di vakuola sehingga dalam keadaan normal proses perombakan tidak akan terjadi. Apabila biji karet dihancurkan diiris ataupun dikunyah, sehingga terjadi

kerusakan dinding sel jaringannya, tonoplas pecah maka kedua enzim tersebut akan berhubungan dengan linamarin menghasilkan glukosa, aseton dan asam sianida (McMahon *et al.*, 1995).

Asam sianida merupakan salah satu racun yang tergolong kuat dan sangat cepat cara bekerjanya (Murni *et al.*, 2008). HCN akan menyerang langsung dan menghambat sistem antar ruang sel, yaitu menghambat sistem *cytochrome oxidase* dalam sel-sel, hal ini menyebabkan zat pembakaran (oksigen) tidak dapat beredar ke tiap-tiap jaringan sel-sel dalam tubuh. Tanda-tanda keracunan HCN yaitu pernafasan cepat, menggigil, nafas sakit, kejang-kejang, lemah. Dengan sistem keracunan ini maka menimbulkan tekanan dari alat-alat pernafasan dan jika tidak tertolong akan menyebabkan kematian. Tergantung jumlahnya HCN dapat menyebabkan sakit hingga kematian, dosis yang mematikan 0,5-3,5 mg HCN/kg berat badan (Winarno, 2004).

Bahan Kering

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama waktu

pengukusan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bahan kering tepung biji karet. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan menunjukkan bahwa pengukusan (P1, P2, P3) nyata menurunkan kandungan bahan kering tepung biji karet dibandingkan tanpa pengukusan (P0). Pengukusan tepung biji karet dengan lama waktu 10 menit (P1) menghasilkan bahan kering yang relative sama dibandingkan dengan pengukusan selama 20 menit (P2) maupun 30 menit (P3) masing-masing sebesar 68.303, 68.349 dan 68.405%. Hal ini disebabkan karena lamanya waktu pemanasan akan menurunkan kandungan bahan kering. Menurut Jamarun dan Herawati (2001) bahwa bahan kering biji karet cenderung menurun dengan semakin tingginya suhu. Perhitungan bahan kering didasarkan pada seratus persen bahan dikurangi dengan jumlah kadar air, sedangkan perhitungan kandungan zat-zat makanan lainnya didasarkan pada kandungan bahan kering tersebut (Hartadi *et al.*, 1990).

Bahan Organik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama waktu pengukusan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bahan organik tepung biji karet. Berdasarkan hasil Uji Jarak Berganda Duncan menunjukkan bahwa pengukusan (P1, P2, P3) nyata menaikkan kandungan bahan organik tepung biji karet dibandingkan tanpa pengukusan (P0). Pengukusan tepung biji karet dengan lama waktu 10 menit (P1) menghasilkan bahan organik yang relative sama dibandingkan dengan pengukusan selama 20 menit (P2) maupun 30 menit (P3) masing-masing sebesar 97.188, 97.190 dan 97.196%. Hal ini disebabkan karena lamanya waktu pemanasan akan

menurunkan kandungan bahan anorganik tepung biji karet sehingga terjadi peningkatan terhadap bahan organik tepung biji karet. Menurut Swastika (2009) bahwa abu merupakan bahan anorganik (mineral) dalam suatu bahan. Lewu *et al.*, (2010) menyatakan bahwa proses pemasakan mengakibatkan penurunan yang signifikan pada mineral terutama, fosfor, kalsium, kalium dan seng. Menurut Santoso *et al.*, (2006), mineral pada makanan dapat berubah struktur kimianya pada waktu proses pemasakan atau akibat interaksi dengan bahan lain.

Perubahan Berat Tepung Biji Karet

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama waktu pengukusan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap perubahan berat bahan tepung biji karet. Berdasarkan hasil Uji Jarak Berganda Duncan menunjukkan semakin lama waktu pengukusan semakin signifikan menaikkan berat tepung biji karet. Pengukusan tepung biji karet dengan lama waktu 10 menit, 20 menit dan 30 menit masing-masing sebesar 146.526, 147.325 dan 148.951%. Sehingga mengalami persentase kenaikan antara P1, P2 dan P3 masing-masing sebesar 3.84, 4.41 dan 5.56%. Hal ini disebabkan karena semakin lama pengukusan mengakibatkan pertambahan berat pada tepung biji karet. Menurut Fardiaz (1996) bahwa pengukusan dapat menyebabkan gangguan pada dinding sel dan melonggarkan jaringan bahan.

Kesimpulan

Pengukusan tepung biji karet selama 30 menit mampu menurunkan asam sianida 13 kali lebih rendah (9.542 - 0.712%) dibandingkan kontrol.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M Dikti yang telah membiayai penelitian melalui Penelitian Fundamental No.Kontrak 3515/UN21.6/PL/2013, tanggal 4 Maret 2013.

Daftar Pustaka

- A.O.A.C. 1990. Official methods of analisis. 15 th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington D.C.
- Cereda, M.P. and M.C.Y. Mattos, 1996. Linamarin - The Toxic Compound of Cassava, *Journal of Venomous Animals and Toxins*, 2, 1, 6 - 12.
- Direktorat Jenderal Industri Agro dan Kimia Departemen Perindustrian, 2009. Gambaran Sekilas Pohon Industri Karet [Online]. Diperoleh dari www.depperin.go.id/PaketInformasi/Karet. Diakses pada 20 Maret 2013.
- Fardiaz, D. 1996. Sterilisasi dan keamanan pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Hartadi, H. S., S. Reksodiprodjo, A. D., Tillman, 1990. Tabel Komposisi Pakan Untuk Indonesia, cetakan ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Jamarun. N dan Herawati R. 2001. Pengaruh suhu dan lama perendaman terhadap kandungan protein kasar, serat kasar, dan HCN biji karet. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas. Padang.
- Lewu MN, Adebola PO, Afolayan A.J. 2010. Effect cooking on the mineral contents and anti-nutritional factor in seven accessions of *Colocasia esculenta* (L.) schott growing in South Africa. *Journal of Food Composition and Analysis* 23:398-393.
- McMahon, J. M., W. L. B. White and R. T. Sayre. 1995. Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of Experimental Botany*. 46 (288) : 731-741.
- Rahmawan, O. dan Mansyur. 2008. Detoksifikasi HCN dari bungkil biji karet (BBK) melalui berbagai perlakuan fisik. Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Santoso J, Satako G, Yumiko YS, Takeshi S. 2006. Mineral content of Indonesian seaweed solubility affected by basic cooking. *Journal of Food Science and Technology* 12 (1): 59-66.
- Setyamidjaja. 1993. Karet budidaya dan pengolahan. Kanisius. Yogyakarta.
- Swastika, N.D. 2009. Stabilisasi Tepung Bekatul melalui Metode Pengukusan dan Pengeringan Rak serta Pendugaan Umur Simpannya. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Syarief, R. Dan H. Halid. 1990. Buku dan Monograf Teknologi Penyimpanan Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan, Bogor.
- Wanasuria, S.1990. Pengolahan Pangan dalam memerangi pakan impor. *Poultry Indonesia* No: 125 th IX. Mei.
- Winarno, F.G. 1993. Pangan, Gizi, Teknologi, dan Konsumen. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.