

Pengaruh metode pengolahan terhadap senyawa antinutrisi biji asam jawa (*Tamarindus indica*) dan implikasinya bagi pakan ruminansia: kajian literatur

The effect of processing methods on antinutritional compounds of tamarind (*Tamarindus indica*) seeds and their implications for ruminant feed: a review

Veven Raymexen Bonat

Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan,
Universitas Nusa Cendana

Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia.

*Corresponding author: veven.bonat@staf.undana.ac.id

ABSTRACT

Tamarind (*Tamarindus indica*) seeds have potential as an alternative plant-based protein source for ruminant feed due to their high nutritional value. However, their utilization remains limited due to the presence of antinutritional compounds, such as tannins, phytic acid, saponins, and trypsin inhibitors, which reduce digestibility and nutrient availability. This literature review aims to analyze the effects of various processing methods on reducing antinutritional compounds in tamarind seeds and their implications for improving feed quality. The review encompasses five national and international studies that address biological (fermentation and germination) and physical–thermal (soaking, roasting, and steaming) treatments. Results indicate that fermentation is the most effective method for reducing phytic acid and trypsin inhibitors through microbial enzymatic activity, whereas soaking and roasting decrease tannin and saponin contents by more than 70%. Steaming and dry heating produce moderate reductions without compromising protein content. Combining biological and physical–thermal treatments yields the best results in lowering antinutritional compounds while enhancing digestibility and nutritional value. Therefore, tamarind seeds can serve as an economical and sustainable local protein source for ruminant feed formulation.

Keywords: Antinutritional factors, Ruminant feed, *Tamarindus indica*, Treatment method

PENDAHULUAN

Pakan Adalah salah satu faktor krusial yang menentukan tingkat keberhasilan dan produktivitas suatu usaha peternakan (Ali et al., 2023; Wajizah et al., 2015). Pakan merupakan masalah yang perlu ditangani sedini mungkin karena sebagian besar biaya produksi ditentukan oleh pakan. Pakan ruminansia yang berasal dari hijauan sering mengalami kekurangan, terutama pada musim kering sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan ternak (Riswandi et al. 2015). Oleh karena itu, untuk menjamin ketersediaan pakan maka perlu dikembangkan sumber pakan alternatif dengan memanfaatkan berbagai bahan pakan lokal.

Salah satu bahan pakan lokal yang berpotensi adalah biji asam jawa (*Tamarindus indica*). Biji asam jawa dihasilkan dari tumbuhan asam jawa yang merupakan tanaman asli Afrika namun telah menyebar luas ke berbagai negara. Tanaman ini mampu bertahan hidup di daerah kering dan gersang. Tanaman ini telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri

namun belum dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat karena dianggap sebagai limbah. Menurut data Statistik Perkebunan Non unggulan Nasional 2020-2022, produksi asam jawa di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 3.025 ton dengan luas lahan 7.145 Ha. Daerah dengan produksi tertinggi di Indonesia pada tahun 2022 yaitu Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan total produksi 1,299 ton, Provinsi Nusa Tenggara Barat 929 ton, dan Jawa Timur 644 ton. Ly et al. (2017) mengungkapkan di Daerah Nusa Tenggara Timur hanya sekitar 1% dari total produksi biji asam jawa yang dimanfaatkan secara tradisional sebagai pakan ternak namun 99% terbuang.

Biji asam jawa memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi, protein (23,78%), lemak (9,69%), dan serat (6,12%) (Bhattarai et al., 2022). Hal ini menjadikan biji asam jawa sebagai bahan lokal yang dapat menggantikan sebgai bahan impor (Wahyuni & Sjojfan, 2018; Putra & Sjojfan, 2021). Meskipun demikian, pemanfaatan biji asam jawa dalam formulasi pakan masih terbatas karena adanya kandungan senyawa antinutrisi.

Senyawa antinutrisi merupakan metabolit sekunder pada tanaman yang bersifat aktif secara biologis dan berfungsi untuk pertahanan melalui aktivitas metabolisme tanaman. Senyawa antinutrisi umumnya tahan terhadap panas dan sulit dihilangkan hanya melalui perlakuan pemanasan (Qureshi and AsmaaHamid 2020). Keberadaan senyawa antinutrisi dapat menghambat pencernaan nutrisi. Inhibitor tripsin dapat menghambat aktivitas enzim proteolitik tripsin pada sistem pencernaan, sehingga menurunkan ketersediaan asam amino dan berpotensi menghambat pertumbuhan ternak (Mijena and Ijara 2024). Tanin, sebagai salah satu komponen fenolik utama, menimbulkan rasa sepat dan menurunkan palatabilitas pakan dengan cara berikatan dengan mineral serta membentuk kompleks dengan protein yang mengganggu proses pencernaan dan penyerapan nutrient (Bhattarai et al., 2022; Putra & Sjojfan, 2021). Sementara itu, asam fitat memiliki kemampuan mengikat mineral esensial seperti kalsium dan fosfor, yang pada akhirnya berdampak negatif terhadap metabolisme dan efisiensi pemanfaatan nutrisi pada ternak (Obasi et al. 2025). Kehadiran senyawa antinutrisi dapat membatasi penggunaan suatu bahan pakan. Oleh karena itu, berbagai metode pengolahan digunakan untuk meningkatkan kandungan nutrisi, memperbaiki pencernaan zat gizi, serta menurunkan aktivitas antinutrisi yang terdapat pada suatu bahan pakan (Yadav and Vibha 2017).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi beberapa metode pengolahan untuk menurunkan senyawa antinutrisi antara lain perendaman, fermentasi, penyangraian, perkecambahan, pengukusan, dan penggorengan. Metode-metode pengolahan ini bekerja melalui proses fisik, kimia, dan biokimia yang dapat memecah senyawa antinutrisi tanpa menurunkan kualitas bahan pakan (Bhattarai et al. 2022). Beberapa penelitian menegaskan bahwa perlakuan panas menurunkan kadar senyawa antinutrisi secara signifikan, yang menjadi kendala utama dalam pemanfaatan biji asam jawa sebagai bahan pakan ruminansia (Putra & Sjojfan, 2021; Wahyuni & Sjojfan, 2018).

Berdasarkan hal tersebut, kajian literatur ini dilakukan untuk menguraikan berbagai metode pengolahan yang dapat menurunkan kadar senyawa antinutrisi pada biji asam jawa serta implikasinya terhadap pemanfaatannya dalam pakan ruminansia.

MATERI DAN METODE

Kajian ini menggunakan pendekatan *systematic literature review* untuk menganalisis pengaruh berbagai metode pengolahan terhadap kandungan senyawa antinutrisi pada biji asam jawa. Sumber data berasal dari lima artikel ilmiah nasional dan internasional terbitan tahun 2015–2025 yang relevan dengan topik yang dikaji. Artikel dipilih berdasarkan pada kriteria membahas biji asam jawa, meneliti pengaruh metode pengolahan terhadap senyawa antinutrisi, dan memuat data empiris yang terverifikasi. Proses kajian dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu identifikasi, seleksi, dan sintesis data. Informasi yang dikaji meliputi

jenis metode pengolahan, dan jenis senyawa antinutrisi. Analisis dilakukan secara dekriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil dari setiap metode yang digunakan. Upaya untuk menjaga validitas kajian maka artikel yang digunakan dibatasi pada artikel peer-reviewed yang memiliki metodologi jelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian literatur mengenai metode pengolahan biji asam jawa menunjukkan bahwa berbagai metode telah banyak diterapkan untuk menurunkan kandungan senyawa antinutrisi. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas beberapa metode pengolahan dalam menurunkan kandungan senyawa antinutrisi pada biji asam jawa. Setiap metode menunjukkan perbedaan hasil tergantung pada jenis perlakuan, kondisi proses, serta senyawa antinutrisi yang diuji. Berdasarkan kajian terhadap beberapa sumber ilmiah, diperoleh data kuantitatif mengenai perubahan kandungan senyawa antinutrisi sebelum dan sesudah perlakuan pengolahan. Hasil kajian disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Efektivitas metode pengolahan secara biologi dalam menurunkan kadar senyawa antinutrisi

No	Metode Pengolahan	Kondisi Perlakuan	Senyawa Antinutrisi	Sebelum Perlakuan	Setelah Perlakuan	Persentase Penurunan (%)	Referensi
1	Fermentasi	Direbus selama 10 jam kemduain difermentasi selama 4 hari	Asam Fitat (mg/100g)	4,2 ± 0,01	3,6 ± 0,01	14,29	Oluseyi & Temitayo (2015)
			Tanin (mg/100g)	0,1 ± 0,01	< 0,1	0,00	
			Tripsin Inhibitor (mg/100g)	4,7 ± 0,01	0,5 ± 0,01	89,36	
2	Germinasi (Perkecambahan)	Direndam dalam air dengan suhu 100oC, kemudian dilakukan perkecambahan pada suhu ruang selama 20 hari	Asam Fitat (mg/100 g)	4,2 ± 0,01	4,1 ± 0,01	2,38	Oluseyi & Temitayo (2015)
			Tanin (mg/100g)	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,00	0,00	
			Tripsin Inhibitor (mg/100g)	4,7 ± 0,01	3 ± 0,02	36,17	

Berbagai metode pengolahan yang telah diuji menunjukkan efektivitas yang berbeda-beda tergantung pada mekanisme dan kondisi prosesnya. Berdasarkan hasil kajian dari lima artikel utama, metode pengolahan dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu metode biologis (fermentasi dan perkecambahan) dan metode fisik-termal (perendaman, penyangraian, penggorengan, perebusan, dan pengukusan). Kedua metode ini terbukti mampu memperbaiki kualitas nutrisi dan fungsional bahan, sekaligus menurunkan senyawa antinutrisi yang membatasi penggunaannya dalam pakan ternak.

Fermentasi merupakan salah satu metode biologis yang efektif dalam menurunkan kandungan senyawa antinutrisi pada bahan pakan nabati. Berdasarkan hasil penelitian Oluseyi & Temitayo (2015), fermentasi biji asam jawa yang diawali dengan perebusan selama 10 jam menunjukkan penurunan signifikan pada kadar asam fitat, tanin, dan terutama inhibitor tripsin. Kandungan asam fitat menurun dari 4,2 menjadi 3,6 mg/100 g (penurunan 14,29%), sedangkan tanin menurun hingga tidak terdeteksi. Penurunan paling tinggi terjadi pada inhibitor tripsin, yaitu dari 4,7 menjadi 0,5 mg/100 g (penurunan 89,36%). Hasil ini menunjukkan bahwa proses fermentasi mampu mengaktifkan enzim fitase yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti *Lactobacillus* dan *Aspergillus*, yang dapat menghidrolisis ikatan fosfat pada asam fitat. Selain itu, degradasi protein kompleks dan polifenol oleh aktivitas enzim mikroba selama fermentasi berperan dalam menurunkan tanin dan tripsin inhibitor.

Secara fisiologis, penurunan senyawa antinutrisi tersebut meningkatkan ketersediaan mineral seperti Zn, Ca, dan Fe serta memperbaiki pencernaan protein, yang menjadi faktor penting dalam formulasi pakan ruminansia.

Tabel 2. Efektivitas metode pengolahan secara fisik-thermal dalam menurunkan kadar senyawa antinutrisi

No	Metode Pengolahan	Kondisi Perlakuan	Senyawa Antinutrisi	Sebelum Perlakuan	Setelah Perlakuan	Persentase Penurunan (%)	Referensi
1	Penyangraian	Penyangraian dengan oven elektrik pada suhu 180oC selama 20 menit	Asam Fitat (mg/100g)	4,2 ± 0,01	2,3 ± 0,01	45,24	Oluseyi & Temitayo (2015)
			Tanin (mg/100g)	0,1 ± 0,01	< 0,1	0,00	
			Tripsin Inhibitor (mg/100g)	4,7 ± 0,01	2 ± 0,01	57,45	
2	Penyangraian	Penyangraian pada suhu 110oC selama 15 menit	Tanin (%)	20,04 ± 0,16	8,33 ± 0,10	58,43	Bhattarai et al. (2022)
			Alkaloid (%)	3,49 ± 0,06	3,37 ± 0,04	3,44	
			Saponin (%)	1,04 ± 0,05	1,02 ± 0,05	1,92	
			Asam Fitat (%)	2,92 ± 0,05	2,42 ± 0,11	17,12	
3	Penyangraian	Penyangraian selama 10 menit	Tanin (%)	0,41 ± 0,02	0,34 ± 0,02	17,07	Putra & Sjofjan (2021)
4	Perendaman	Perendaman dengan air pada suhu ruang selama 1 hari	Tanin (%)	20,04 ± 0,16	4,82 ± 0,30	75,95	Bhattarai et al. (2022)
			Alkaloid (%)	3,49 ± 0,06	3,4 ± 0,30	2,58	
			Saponin (%)	1,04 ± 0,05	0,79 ± 0,03	24,04	
			Asam Fitat (%)	2,92 ± 0,05	2,15 ± 0,06	26,37	
5	Perendaman	Perendaman dengan air panas pada suhu 80oC selama 15 menit	Tanin (%)	20,04 ± 0,16	4,05 ± 0,05	79,79	Bhattarai et al. (2022)
			Alkaloid (%)	3,49 ± 0,06	3,22 ± 0,05	7,74	
			Saponin (%)	1,04 ± 0,05	0,5 ± 0,04	51,92	
			Asam Fitat (%)	2,92 ± 0,05	2,1 ± 0,03	28,08	
6	Perendaman	Perendaman selama 12 jam	Tanin (µg/g)	12,22 ± 0,23	9,45 ± 0,42	22,67	Obasi et al. (2025)
			Alkaloid (µg/g)	7,07 ± 0,06	9,12 ± 0,12	Meningkat 29,00	
			Flavonoid (µg/ml)	6,11 ± 1,00	4,3 ± 0,35	29,62	
			Saponin (mg/ml)	3,46 ± 0,56	2,57 ± 0,54	25,72	
7	Penggorengan	Penggorengan dengan media minyak selama 10 menit	Tanin (%)	0,41 ± 0,02	0,3 ± 0,04	26,83	Putra & Sjofjan (2021)
8	Penggorengan	Penggorengan dengan media pasir selama 10 menit	Tanin (%)	0,41 ± 0,02	0,26 ± 0,03	36,59	Putra & Sjofjan (2021)
9	Pengukusan	Pengukusan 10 menit	Tanin (%)	0,2849 ± 0,0001	0,2663 ± 0,000181	6,53	Wahyuni & Sjofjan (2018)

Perkecambahan merupakan metode alami yang dapat menstimulasi aktivitas enzim endogen pada biji. Berdasarkan penelitian Oluseyi & Temitayo (2015) dan Obasi et al. (2025), proses germinasi menunjukkan variasi hasil tergantung lama dan kondisi perlakuan. Pada germinasi dengan perendaman awal air suhu 100°C dan perkecambahan 20 jam, penurunan asam fitat hanya mencapai 2,38%, sedangkan tanin tidak mengalami perubahan signifikan. Namun, tripsin inhibitor menurun sekitar 36,17%. Penurunan ini disebabkan oleh aktivitas enzim proteolitik dan fitase yang meningkat selama proses perkecambahan, sehingga sebagian senyawa antinutrisi terdegradasi (Narsih and Sesario 2018). Pada penelitian Obasi et al. (2025), germinasi selama 72 jam memberikan efek yang lebih signifikan. Kandungan alkaloid menurun hingga 74,68%, flavonoid 52,7%, dan saponin 42,42%. Penurunan yang relatif besar ini menunjukkan bahwa lamanya perkecambahan sangat memengaruhi efektivitas degradasi antinutrisi. Hal ini disebabkan oleh aktivasi metabolisme sekunder dalam embrio dan hilangnya sebagian senyawa fenolik larut air selama pencucian benih berkecambah. Dari perspektif nutrisi ternak, hasil ini mengindikasikan bahwa biji yang dikecambahkan dalam waktu cukup lama dapat menjadi sumber protein nabati alternatif dengan pencernaan lebih tinggi dan toksisitas rendah.

Penyangraian merupakan proses pemanasan kering yang berperan dalam inaktivasi senyawa antinutrisi melalui denaturasi termal. Penelitian Oluseyi & Temitayo (2015); Bhattarai et al. (2022); Obasi et al. (2025); Putra & Sjojfan (2021) menunjukkan bahwa metode ini cukup efektif menurunkan sebagian besar senyawa antinutrisi. Pada suhu 180°C selama 20 menit, kadar asam fitat menurun 45,24%, dan tripsin inhibitor 57,45%. Hal ini menunjukkan bahwa pemanasan dengan suhu tinggi mampu merusak struktur kompleks asam fitat dan menginaktivasi inhibitor enzim proteolitik. Bhattarai et al. (2022) juga melaporkan bahwa penyangraian pada 110°C selama 15 menit dapat menurunkan tanin hingga 58,43% dan saponin 17,12%. Namun, alkaloid hanya menurun sedikit (3,44%), menunjukkan bahwa senyawa alkaloid lebih tahan panas dibanding senyawa fenolik. Pada penyangraian 120°C selama 30 menit, penurunan flavonoid, saponin, dan alkaloid masing-masing mencapai 20,95%, 26,59%, dan 40,45% (Obasi et al. 2025). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu pemanasan, semakin besar degradasi senyawa antinutrisi, meskipun dengan risiko kerusakan sebagian zat gizi esensial seperti asam amino esensial. Secara keseluruhan, penyangraian merupakan metode fisik yang efektif menurunkan antinutrisi tanpa menimbulkan degradasi berat terhadap struktur biji, sehingga cocok diaplikasikan dalam pengolahan bahan baku pakan. Hasil penelitian Vu et al. (2023) pada kacang adzuki menunjukkan bahwa penyangraian efektif dalam menurunkan kadar senyawa antinutrisi. Peningkatan suhu penyangraian menyebabkan penurunan aktivitas inhibitor tripsin.

Perendaman merupakan perlakuan sederhana namun efektif dalam menghilangkan senyawa antinutrisi yang larut air. Hasil penelitian Bhattarai et al. (2022) menunjukkan bahwa perendaman selama 1 hari menurunkan tanin hingga 75,95%, saponin sebesar 24,04%, dan asam fitat 26,37%. Hal ini karena difusi senyawa fenolik dan fitat ke medium air, serta aktivasi parsial enzim fitase alami pada biji (Godrich et al., 2022; Qureshi & AsmaaHamid, 2020). Selain itu, perendaman dengan air panas (80°C) mempercepat proses difusi dan menghasilkan penurunan tanin sebesar 79,79% serta saponin 51,92%. Namun, perendaman pada suhu terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan jaringan biji dan kehilangan zat gizi yang larut air. Penelitian Obasi et al., (2025) menunjukkan bahwa perendaman selama 12 jam pada suhu ruang masih dapat menurunkan flavonoid dan saponin masing-masing sebesar 29,62% dan 25,72%. Dengan demikian, waktu dan suhu perendaman menjadi faktor kritis dalam menentukan efektivitas reduksi antinutrisi. Dalam konteks pakan ruminansia, metode ini sederhana, hemat energi, dan dapat diterapkan di tingkat peternak untuk meningkatkan palatabilitas serta pencernaan bahan pakan.

Penggorengan (dry frying) dan pengukusan (steaming) merupakan metode termal yang umum diterapkan untuk menurunkan kadar antinutrisi. Pengukusan umumnya ditujukan untuk mengurungkan kadar senyawa antinutrisi yang tahan panas seperti tripsin inhibitor (Yanuartono et al. 2019). Hasil penelitian Putra & Sjojfan (2021) penggorengan selama 10 menit baik menggunakan minyak maupun pasir panas menurunkan kadar tanin masing-masing sebesar 26,83% dan 36,59%. Penurunan ini disebabkan oleh denaturasi protein kompleks dan penguraian sebagian tanin yang bersifat termolabil. Namun, jika dibandingkan dengan fermentasi atau perendaman, efektivitasnya relatif lebih rendah karena tidak melibatkan proses enzimatik. Sementara itu, pengukusan selama 10 menit hanya menurunkan tanin sebesar 6,53% (Wahyuni and Sjojfan 2018). Proses pengukusan yang menggunakan uap air menyebabkan transfer panas yang lebih lembut dibanding pemanasan kering, sehingga sebagian besar senyawa fenolik masih bertahan. Namun, keunggulan pengukusan adalah kemampuannya mempertahankan nilai nutrisi dan mencegah pembentukan senyawa toksik akibat pemanasan berlebih.

Secara keseluruhan, semua metode pengolahan mampu menurunkan kandungan antinutrisi dengan efektivitas berbeda. Metode biologis (fermentasi dan germinasi) lebih unggul dalam menurunkan inhibitor protein (seperti tripsin inhibitor) dan meningkatkan pencernaan protein, sementara metode fisik (penyangraian, perebusan, dan perendaman) lebih efektif dalam menurunkan tanin, saponin, dan asam fitat. Dari sisi penerapan pada pakan ruminansia, penurunan senyawa antinutrisi sangat penting karena tanin dan saponin dapat mengganggu aktivitas mikroba rumen, menurunkan degradasi protein, dan mengurangi konsumsi pakan. Dengan menurunkan kadar senyawa antinutrisi, biji asam jawa dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan protein tambahan yang aman, meningkatkan efisiensi pakan serta menekan biaya produksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, berbagai metode pengolahan seperti fermentasi, perkecambahan, perendaman, penyangraian, penggorengan, dan pengukusan terbukti mampu menurunkan kandungan senyawa antinutrisi pada biji asam jawa dengan efektivitas berbeda tergantung pada mekanisme dan kondisi prosesnya. Metode biologis lebih efektif menurunkan inhibitor protein dan meningkatkan pencernaan, sedangkan metode fisik-termal lebih efisien dalam mengurangi tanin, saponin, dan asam fitat. Secara keseluruhan, pengolahan yang tepat dapat meningkatkan nilai gizi dan keamanan biji asam jawa sebagai bahan pakan alternatif yang potensial bagi ternak ruminansia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali U, Retnani Y, Jayanegara A. (2023). Evaluasi penerapan pengawasan mutu jagung sebagai bahan pakan di Indonesia. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 21(1):56–62.
- Bhattarai S, Karki S, Joshi HS. (2022). Effect of roasting and soaking on Proximate Composition, Anti-nutritional, Antioxidant and Antimicrobial properties of Tamarind Seed Powder. *Research Article J Food Sci Technol Nepal*. 13:2022.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2021). *Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020–2022*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Gadein KA, Mudawi HA, Nour AAM, Eldirany AA. (2024). Physicochemical Characteristics, Antinutritional Factors, and Functional Properties of Tamarind Fruit Pulp and Seeds Powder. *Journal of the Saudi Society for Food and Nutrition*. 17(1):22–29.
- Godrich J, Rose P, Muleya M, Gould J. (2022). The effect of popping, soaking, boiling and roasting processes on antinutritional factors in chickpeas and red kidney beans. *Int J Food Sci Technol*. 58(1):279–289. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16190>

- Ly J, Sjojfan O, Djunaidi IH, Suyadi. (2017). Effect of Processing Methods on Nutrient and Tannin Content of Tamarind Seeds. *Tropical Drylands*. 1(2):78–82. <https://doi.org/10.13057/tropdrylands/t010203>
- Mijena D, Ijara F. 2024. Livestock Feed Anti-Nutritional Components: A Review. *Journal of Nutrition and Food Processing [Internet]*. 7(6):1–11. <https://doi.org/10.31579/2637-8914/231>
- Narsih, Sesario R. (2018). Penurunan Senyawa Antinutrisi Pada Biji Jagung Dengan Berbagai Metoda Decrease Antinutrition Compounds in Corn Seeds with Various Methods. *Jurnal Teknologi Pangan*. 9(1):45–50.
- Obasi BC, Sallau U, Buraimoh JO. (2025). Effect of Different Processing Methods on the Microbiological, Mineral, and Phytochemical Composition of Tamarind Seed Flour. *Greener Journal of Life Sciences [Internet]*. 7(1):12–20. <https://doi.org/10.15580/gjls.2025.1.123124212>
- Oluseyi EO, Temitayo OM. (2015). Chemical and functional properties of fermented, roasted, and germinated tamarind (*Tamarindus indica*) seed flours. *Nutr Food Sci*. 45(1):97–111. <https://doi.org/10.1108/NFS-11-2013-0131>
- Putra EA, Sjojfan O. (2021). Evaluasi Kandungan Nutrisi, Tanin, dan Densitas Biji Asam (*Tamarindus indica*) Hasil Penggorengan sebagai Bahan Pakan Unggas. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*. 23(2):144–150. <https://doi.org/10.25077/jpi.23.2.144-150.2021>
- Qureshi S, AsmaaHamid. (2020). Effect of overnight soaking and boiling on phytic acid, tannins, saponins, and proximate composition in legumes. *Journal of Pure and Applied Agriculture [Internet]*. 5(3):2617–8680. <http://jpaa.aiou.edu.pk/>
- Riswandi, Muhakka, Lehan M. (2015). Evaluasi Nilai Kecernaan Secara In Vitro Ransum Ternak Sapi Bali yang Disuplementasi dengan Probiotik Bioplus. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 4(1):35–46.
- Vu LTK, Nguyen NTM, Tran NTH, Vo AHN. (2023). Effects of Roasting Temperature on Anti-Nutritional Factors and Antioxidant Property of Adzuki Bean (*Vigna angularis*) Flour. *Journal of Technical Education Science* (80): 70–76. <https://doi.org/10.54644/jte.80.2023.1494>
- Wahyuni F, Sjojfan O. (2018). Pengaruh Pengukusan Terhadap Kandungan Nutrisi Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L) Sebagai Bahan Pakan Unggas. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*. 19(2):139–148. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2018.019.02.8>
- Wajizah S, Usman Y, Mariana E. (2015). Evaluasi Nilai Nutrisi dan Kecernaan In Vitro Pelepah Kelapa Sawit (Oil Palm Fronds) yang Difermentasi Menggunakan *Aspergillus niger* dengan Penambahan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. *Agripet*. 15(1):13–19.
- Yadav L, Vibha B. (2017). Effect of soaking and roasting on anti-nutritional components of chickpea (Pratap-14). *The Bioscan: An International Quarterly Journal of Life Sciences*. 12(1):771–774.
- Yanuartono, Nururrozi A, Indarjulianto S, Purnamaningsih H, Raharjo S. (2019). Traditional methods of processing livestock feed to reduce antinutrient factor content: a brief review. *Jurnal Ilmu Ternak*. 19(2):13–23. <https://doi.org/10.24198/jit.v19i2.23974>