

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kambing Peranakan Ettawa (PE) adalah hasil persilangan kambing Ettawa dengan kambing Kacang asli Indonesia (Prasetyo, 2019). Menurut Utama (2009), kambing PE memiliki bobot lahir 2,8–5 kg, bobot sapih 9–14 kg, kematian prasapih 10–50%, pubertas pada 8–12 bulan, kebuntingan selama 142–156 hari, jarak antara beranak 8–10 bulan, dan laktasi 5–8 bulan. Sodik (2010) juga mengatakan bahwa, indeks reproduksi induk kambing PE adalah 1,56–5,14 anak ekor per tahun, dan rata-rata mortalitas prasapih adalah 6,04%. Peternak di Indonesia masih mengutamakan kambing PE sebagai ternak pedaging, sedangkan kambing PE merupakan kambing tipe dwiguna (daging dan susu) dengan produksi susu yang dapat digunakan untuk ikut membantu memenuhi kebutuhan susu nasional. Sampai saat ini produksi susu nasional hanya mampu memenuhi 20% dari kebutuhan susu nasional. Produksi susu kambing PE saat ini masih beragam yaitu 0,85 kg hari⁻¹ (Sutama, 2009); 0,361 kg ekor⁻¹ hari⁻¹ (Marwah *et al.*, 2010); 1,353 L ekor⁻¹ hari⁻¹ (Sukarini, 2012); 1,5–3 L ekor⁻¹ hari⁻¹ (Laya dan Ilham, 2019) dan 1,400 kg ekor⁻¹ hari⁻¹ (Arief dan Pazla, 2023). Susu kambing memiliki kandungan protein, enzim, dan vitamin A yang tinggi dan tidak mengandung beta-lactoglobulin yang dapat menyebabkan alergi (Rusdiana *et al.*, 2016). Sehingga susu kambing dapat dijadikan alternatif untuk orang-orang yang memiliki laktosa intoleran. Gambaran umum dan taksonomi kambing PE betina dapat dilihat pada Gambar 1.1.1.



Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Class : Mammalia
Ordo : Artiodactyla
Family : Bovidae
Sub family: Caprinae
Genus : Capra
Species : *Capra hircus*

Gambar 1.1.1 Kambing Perah Peranakan Ettawa (PE) Betina
Sumber: Nafiu *et al.* (2020)

Salah satu permasalahan dalam pengembangan ternak kambing PE di Indonesia adalah adanya kesenjangan antara kebutuhan ternak dengan pakan yang tersedia terutama hijauan. Permasalahan ketersediaan hijauan tidak hanya secara kuantitas tetapi juga kualitas, sehingga hal ini akan berpengaruh terhadap kontinuitas dan palatabilitas. Sebagian besar ternak kambing PE di Indonesia dipelihara oleh petani kecil dan sepenuhnya mengandalkan padang rumput dan semak-semak dengan kualitas rendah sebagai sumber hijauan pakan. McDonald *et al.* (2018) menyatakan, konsumsi hijauan ternak dari padang penggembalaan, tidak akan cukup

untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak, karena mengandung serat kasar (SK) dan lignin yang tinggi, tetapi protein kasar (PK) dan total nutrisi tercerna (TDN) yang rendah. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok dan meningkatkan performa kambing PE, diperlukan pakan hijauan alternatif yang berkualitas, berkuantitas, kontinuitas dan memiliki palatabilitas yang tinggi. Salah satu *by-product* perkebunan yang dapat dijadikan hijauan alternatif adalah daun ubi kayu (*Manihot utilisima*). Gambaran umum dan taksonomi ubi kayu terdapat pada Gambar 1.1.2.



Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Classis	: Dicotyledoneae
Ordo	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Genus	: Manihot
Species	: <i>Manihot utilisima</i>

Gambar 1.1.2. Tanaman Ubi Kayu
Sumber: Suryani (2020)

Secara kuantitas dan kontinuitas menurut Banowati *et al.* (2020), ubi kayu di Indonesia memiliki produksi yang cukup tinggi dan menjadi produk pertanian utama serta mudah tumbuh di daerah marginal. Suryani (2020) menyatakan, dengan luas panen rata-rata 849,30 ribu hektar atau 3,79% dari total luas panen dunia menjadikan Indonesia berada di urutan ke delapan sebagai penghasil ubi kayu. Daun ubi kayu dapat dipanen setiap tiga bulan setelah tanam dan menghasilkan 11.786 bahan kering (BK) $\text{kg}^{-1} \text{ha}^{-1}$ (Wanapat, 2002), produksi daun ubi kayu segar adalah 10–40 ton $\text{ha}^{-1} \text{tahun}^{-1}$ atau 10–40% dari tanaman ubi (Sirait dan Simanihuruk, 2010).

Sedangkan secara kualitas, kandungan PK daun ubi tergolong tinggi yaitu 20% (Yuningsih, 2012), 19,8–23,8% (Morgan dan Choct, 2016), 40–48% berat segar atau 24–35% BK (Oresegun *et al.*, 2016) dan 20,5% (Nascimento *et al.*, 2021). Daun ubi kayu mengandung vitamin A, B1, C, kalsium, fosfor, magnesium, betakaroten, karoten, dan zat besi yang penting bagi ternak (Oresegun *et al.*, 2016). Daun ubi kayu selain sebagai sumber protein, juga berfungsi sebagai obat cacing pada ruminansia (Wanapat dan Khampa, 2006), berpotensi menjadi sumber bakteri asam laktat sebagai probiotik bagi ternak (Samedi dan Charles, 2019), dan sebagai penghambat terjadinya mastitis pada ternak perah (Cai *et al.*, 2024). Kandungan nutrisi daun ubi kayu secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.1.1.

Disamping manfaatnya, daun ubi kayu juga masih memiliki kelemahan jika digunakan sebagai alternatif hijauan pakan ternak. Daun ubi kayu mengandung asam sianida (HCN) (Duong *et al.*, 2005) dan tannin (Kiyothong dan Wanapat, 2004). HCN dan tannin merupakan zat antinutrisi yang dapat memberikan efek negative terhadap ternak sehingga menyebabkan penggunaan daun ubi kayu sebagai pakan ternak masih terbatas. HCN dalam daun ubi kayu adalah senyawa karsinogenik yang terdiri dari dua unsur yaitu 95% linamarin dan 5% lotaustralin (Yuningsih, 2012). Kandungan

HCN di dalam daun ubi kayu bervariasi antara, 46 mg kg⁻¹ BK (Wanapat, 2002); 0,44–41,3 mg kg⁻¹ BK (Hidayat *et al.*, 2002); 20–130 mg kg⁻¹ berat segar (Siritunga dan Sayre, 2003); 27,3 mg kg⁻¹ (Santoso dan Aryani, 2007); 9,8–68,5 mg kg⁻¹ (Oresegun *et al.*, 2016) dan 215 mg kg⁻¹ berat segar atau 31 mg kg⁻¹ BK (Artanti *et al.*, 2019). Kadar maksimal HCN yang dapat ditoleransi oleh ternak adalah kurang lebih 2,0 mg kg⁻¹ BB (Bahri dan Tarmudji, 1984); kurang dari 0,5 mg kg⁻¹ BB setiap hari (Simbolon *et al.*, 2016) dan 0,25 mg kg⁻¹ BB setiap hari (Nascimento *et al.*, 2021).

Tabel 1.1.1 Kandungan Nutrisi Daun Ubi Kayu

No	Kandungan	Kadar
1	Bahan Kering (BK)	430,54 g kg ⁻¹
2	Protein Kasar (PK)	198,22 g kg ⁻¹
3	Serat Kasar (SK)	128,91 g kg ⁻¹
4	Abu	74,05 g kg ⁻¹
5	Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)	449,58 g kg ⁻¹
6	Digestible Protein (DP)*	20–30% BK
7	Total Digestible Nutrient (TDN)*	60% BK
8	Neutral Detergent Fiber (NDF)*	29,6% BK
9	Acid Detergent Fiber (ADF)*	24,1% BK
10	Acid Detergent Lignin (ADL)*	4,7% BK
11	Ether Extract (EE)*	5,9 % BK
12	Kalsium (Ca)**	3600–17600 mg kg ⁻¹
13	Fosfor (P)**	1790–6400 mg kg ⁻¹
14	Besi (Fe)**	43–660 mg kg ⁻¹
15	Zinc (Zn)**	16–440 mg kg ⁻¹
16	Mangan (Mn)**	16–610 mg kg ⁻¹
17	Boron (B)**	5,7–35 mg kg ⁻¹
18	Copper (Cu)**	0,7–14 mg kg ⁻¹
19	Nickel (Ni)**	0,8–43 mg kg ⁻¹
20	Aluminum (Al)**	5,3–630 mg kg ⁻¹
21	Titanium (Ti)**	0,12–56 mg kg ⁻¹
22	Magnesium (Mg)**	1760–6500 mg kg ⁻¹
23	Sodium (Na)**	0,4–720 mg kg ⁻¹
24	Kalium (K)**	3100–27000 mg kg ⁻¹
25	Sulfur (S)**	1620–6100 mg kg ⁻¹
26	Vitamin A***	11 000 SI
27	Vitamin B1***	0,12 mg
28	Vitamin C***	275 mg

Sumber : Morgan dan Choct (2016)

* Wanapat (2002)

** Alamu *et al.* (2022)

*** Oresegun *et al.* (2016)

Robson (2007) dan Yuningsih (2012) menyatakan, ternak yang terlalu banyak mengonsumsi HCN akan mengakibatkan darah menjadi merah cerah dan menggumpal, otot gelap, terjadi pendarahan di trakea, paru-paru dan dipermukaan hati apabila dilakukan pemeriksaan post-mortem. Tanda-tanda keracunan HCN biasanya terjadi 15–20 menit setelah dikonsumsi dan kematian sangat sering terjadi 2–3 menit setelah tanda-tanda klinis terjadi. Soto-Blanco dan Górniak (2010); Stephanie dan Purwadaria (2014) menyatakan, daun ubi kayu mengandung HCN

dalam getah, jika dikonsumsi dalam keadaan segar dapat menyebabkan keracunan, peningkatan laju pernapasan, kejang, kelenjar mukosa memerah, dan kematian.

Tannin merupakan kelompok senyawa polifenol yang larut dalam air atau asam kuat (Patra dan Saxena, 2010). Tannin pada daun ubi kayu merupakan tannin terkondensasi. Tannin terkondensasi adalah oligomer atau polimerik yang terdiri dari katekin, epikatekin, galokatekin, dan epigallokatekin serta lebih susah dirusak strukturnya dibandingkan dengan tannin terhidrolisis (Huang *et al.*, 2018). Tannin adalah senyawa polifenolik dengan bobot molekul tinggi yang dapat mengikat protein, ditemukan di berbagai tumbuhan, terutama pada spesies tanaman yang tumbuh di daerah marginal atau habitat kering dan tannin juga merupakan produk sampingan pertanian (Menci *et al.*, 2021). Wanapat (2002) menyatakan, kadar tannin daun ubi kayu sebesar 43 g kg⁻¹ BK, 77–155 g kg⁻¹ BK (Oresegun *et al.*, 2016) dan 110 g kg⁻¹ BK (Fibryansah *et al.*, 2022). Konsumsi tannin dapat ditoleransi oleh ternak adalah kurang dari 50 g kg⁻¹ BK (Mueller, 2006) dan 20–40 g kg⁻¹ BK (Min *et al.*, 2012). Selanjutnya Al-Kindi *et al.* (2016) menyatakan, tannin didalam pakan sebanyak 4% memiliki potensi merugikan pada performans ternak karena menurunkan daya cerna. Selanjutnya, Huang *et al.* (2018) menyatakan, tannin lebih besar dari 50 g kg⁻¹ BK pakan memberikan dampak yang tidak menguntungkan pada produktivitas ternak. Ditambahkan Gerlach *et al.* (2018) menyatakan, tannin sebanyak 30 g kg⁻¹ BK sudah mulai memberikan pengaruh negatif terhadap produksi susu. Aguerre *et al.* (2020) menyatakan, tannin 18 g kg⁻¹ BK pakan dapat mengurangi efisiensi pakan.

Mueller (2006) menyatakan, tannin memiliki efek positif atau negatif terhadap ternak, tergantung pada jumlah, jenis dan struktur kimianya serta komposisi pakan. Selanjutnya Mueller (2006) menyatakan, efek positif tannin yaitu dapat mengurangi jumlah protein yang dicerna dalam rumen dan meningkatkan jumlah protein untuk pencernaan di usus kecil. Tannin dapat meningkatkan ekosistem mikroba usus, meningkatkan kesehatan usus, dan meningkatkan kinerja produktif mikroba, dapat berfungsi sebagai alternatif untuk obat anti-parasit, anti-oksidan, anti-virus, dan anti-inflamasi jika dikonsumsi dalam jumlah yang tepat (Huang *et al.*, 2018; Sharma *et al.*, 2021; Besharati *et al.*, 2022). Ditambahkan Mergeduš *et al.* (2020), Dosis yang tepat dari tannin dapat membantu ternak perah menghasilkan lebih banyak susu menjadikan kualitas susu menjadi lebih baik.

Chung *et al.* (1998) menyatakan, tannin dalam jumlah berlebihan dapat mengakibatkan penurunan asupan pakan, laju pertumbuhan, efisiensi pakan, energi bersih yang dapat dimetabolisme, dan kecernaan protein, kerusakan pada lapisan mukosa saluran cerna, perubahan ekskresi kation tertentu, serta peningkatan ekskresi protein dan asam amino esensial. Min dan Hart (2003), tannin dapat mengganggu kecernaan, serta menurunkan kecernaan serat di dalam rumen (Wahyuni *et al.*, 2014). Tannin yang berlebihan dapat menghambat asupan pakan dan mengurangi pencernaan protein dan nutrisi lainnya, menurunkan aktivitas mikroba rumen dan menghambat aktivitas enzim pencernaan sehingga berdampak negatif pada kinerja ternak (Huang *et al.*, 2018; Gerlach *et al.*, 2018 dan Yanza *et al.*, 2021). Sharma *et al.* (2021), tannin dalam jumlah besar dapat menimbulkan efek dari antinutrisi yaitu penurunan daya cerna, efek mutagenik, karsinogenik dan penginduksi, hepatotoksik aktivitas, dan pemicu beberapa penyakit.

Menghilangkan atau menurunkan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu dapat dilakukan dengan cara pengolahan. Menurut Yuningsih (2012), pengolahan dapat menurunkan kandungan HCN, meningkatkan nilai efisiensi daun ubi kayu, konsumsi BK, dan PK. Pengolahan juga dapat meningkatkan kecernaan bahan kering (KCBK), kecernaan bahan organik (KCBO) dan nilai total nutrisi tercerna (TDN) ternak (Wanapat, 2002; Artanti *et al.*, 2019), menurunkan kadar tannin (Hawashi *et al.*, 2019), dan menurunkan SK pakan (Artanti dan Andriani, 2020). Pengolahan harus disesuaikan dengan sifat anti nutrisi yang terkandung dalam bahan pakan tersebut supaya terjadi peningkatan kualitas nutrisi dan kecernaan yang pada akhirnya akan meningkatkan performa ternak.

Sifat HCN tidak stabil dalam air, mudah larut di udara, dan dapat dihilangkan dengan perendaman atau khlorinasi dengan bahan tertentu (Lumbantobing *et al.*, 2020; Stephanie dan Purwadaria, 2014). Berdasarkan hal tersebut, maka perendaman merupakan salah satu cara pengolahan yang efektif dan efisien untuk menurunkan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu. Menurut Huma *et al.* (2008), perendaman dapat mengurangi anti nutrisi asam fitat dan tannin, meningkatkan ketersediaan nutrisi, memenuhi masalah kekurangan protein dan mineral. Svihus (2014) menyatakan, perlakuan perendaman dapat meningkatkan BK, menurunkan rasio makanan, meningkatkan kecernaan protein, lemak, dan abu, serta kandungan energi. Selanjutnya Mori *et al.* (2021), perendaman akan maksimal setelah terlebih dahulu dicincang, degradasi HCN akan meningkat saat direndam dalam air, namun apabila tanpa perusakan fisik sel (dicincang), pelepasan sianida akan menjadi lebih lambat. Tannin adalah kelompok polifenol yang dapat diekstraksi dengan air atau air dengan pelarut seperti metanol, etanol, aseton, natrium hidroksida, dan cairan ionic serta dapat larut dalam air atau asam kuat (Patra dan Saxena, 2010; Das *et al.*, 2020). Efektifitas dan efisiensi perendaman akan dapat ditingkatkan jika ditambahkan bahan yang dapat mengadsorpsi atau mengikat HCN dan tannin.

Salah satu zat yang memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi atau mengikat HCN dan tannin adalah arang aktif. Arang aktif merupakan arang yang mengalami perubahan sifat-sifat fisika, kimia, dan diaktifkan dengan bahan-bahan kimia atau pemanasan pada temperatur tinggi sehingga dapat digunakan sebagai adsorben (Arsad dan Hamdi, 2010; Dewi *et al.*, 2021) dan bersifat netral (Wilson, 2016), kapasitas adsorpsinya tinggi dan stabil secara termal (Manurung *et al.*, 2019), menghambat laju oksidasi racun dan menetralkan zat karsinogenik (Ali *et al.*, 2020). Selanjutnya Mukaromah *et al.* (2020), arang aktif mengadsorpsi anion, kation, dan molekul dari senyawa organik dan anorganik dalam bentuk larutan, padatan, atau gas. Ditambahkan Najmia *et al.* (2021), arang aktif merupakan salah satu teknologi yang murah dan mudah ditemukan serta ramah lingkungan. Karakteristik arang aktif menurut SNI 06-3730-1995 dapat dilihat pada Tabel 1.1.2.

Salah satu jenis arang aktif yang sudah komersial, murah dan mudah didapat serta tidak menimbulkan kerusakan lingkungan adalah arang aktif bambu. Arsad dan Hamdi (2010) menyatakan, arang aktif bambu memiliki angka adsorpsi yang jauh lebih tinggi daripada arang aktif kayu bakau dan tempurung kelapa serta sudah digunakan secara komersial. Selanjutnya Isa *et al.* (2016), arang aktif bambu memiliki rasio luas permukaan yang sangat besar sehingga memiliki kemampuan tinggi untuk

menarik dan menahan (adsorpsi) berbagai macam bahan kimia, mineral, gelombang radio, kelembaban, bau, dan zat berbahaya. Ditambahkan Manurung *et al.* (2019) dan Chaturvedi *et al.* (2023), pembuatan arang aktif bambu hanya memerlukan biaya yang rendah, memiliki daya tarik tinggi, ringan, fleksibel, tahan lama dan bambu mampu berkembang biak di area yang tidak efektif serta hasil arang aktifnya lebih disukai karena memiliki tingkat penyerapan empat kali lipat dan luas permukaan sepuluh kali lebih luas dibandingkan arang aktif yang lain.

Tabel 1.1.2 Karakteristik Arang Aktif

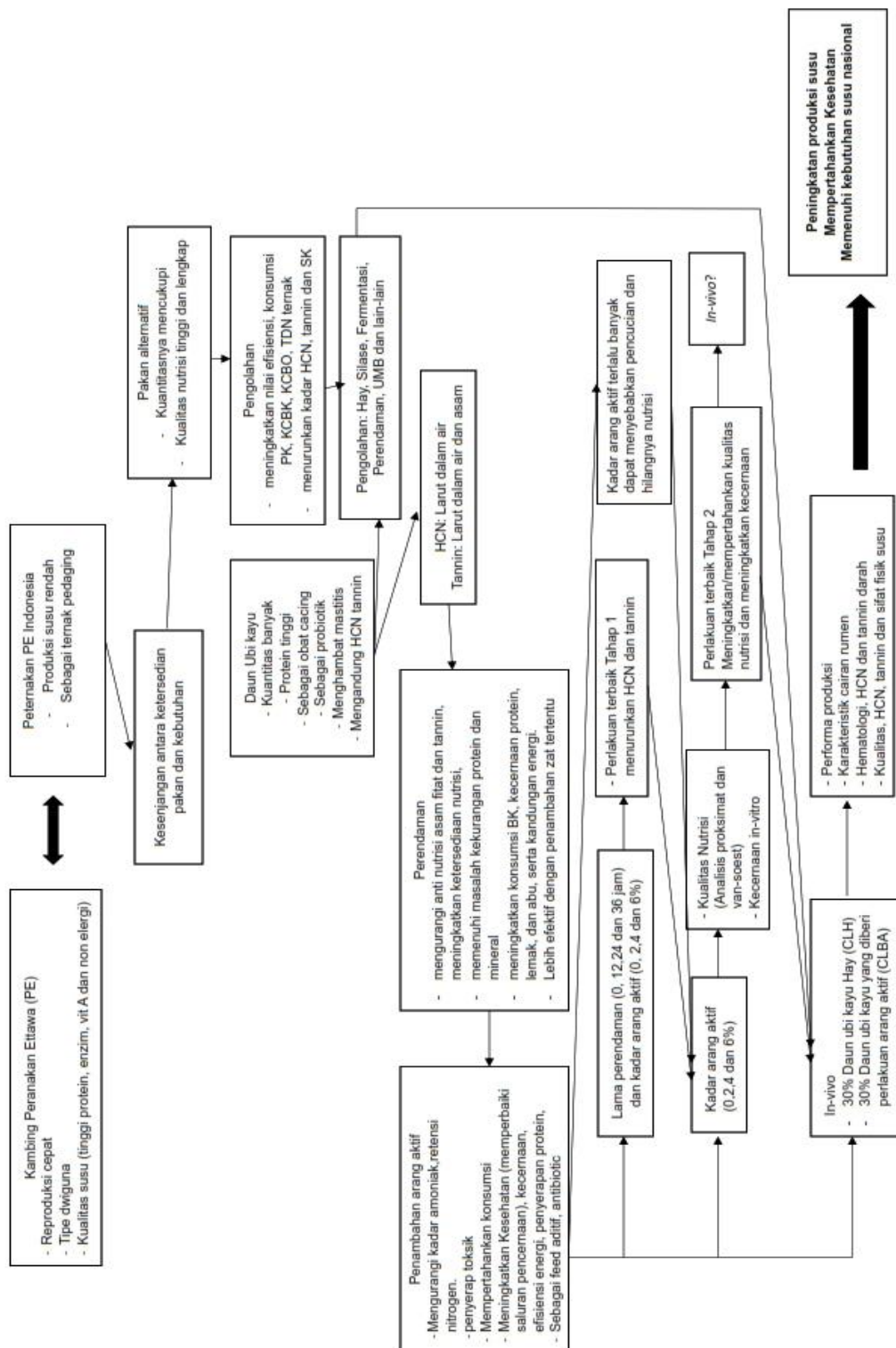
No	Karakteristik	Kadar
1	Kadar Air	Maksimal 15%
2	Kadar Zat Terbang	Maksimal 25%
3	Kadar Abu total	Maksimal 10%
4	Kadar Karbon	Minimal 65%
5	Daya Serap Iod	Minimal 750 mg g ⁻¹
6	Daya Serap MB	Minimal 120 mg g ⁻¹

Sumber: Manurung *et al.* (2019)

Pada bidang peternakan, arang aktif telah diaplikasikan untuk mengurangi kadar amonia, sebagai pakan tambahan, dapat mengnonaktifkan toksin dan memperbaiki saluran pencernaan (Gerlach dan Schmidt, 2012). Wilson (2016) menyatakan, arang aktif dapat menghilangkan efek negatif tannin dan meningkatkan bobot badan ternak. Selanjutnya Kammann *et al.* (2017) menyatakan, arang aktif sebagai pakan aditif dan untuk pengolahan pupuk kandang. Arang bambu juga dilaporkan sebagai penyerap herbisida dan mengurangi bau amonia, benzena, karena pori-pori mikronya yang dapat menekan emisi gas berbahaya dari feses (Rattanawut *et al.*, 2017). Ditambahkan Qomariyah *et al.* (2019), arang aktif dapat digunakan sebagai pengganti antibiotic, meningkatkan efisiensi penggunaan energi karena meningkatkan kecernaan dan menurunkan emisi metana. Schmidt *et al.* (2019), arang aktif dapat digunakan sebagai *feed additive* berpotensi untuk meningkatkan kesehatan ternak, efisiensi pakan, dan mengurangi kehilangan unsur hara.

Qomariyah *et al.* (2023) menyatakan, suplementasi arang aktif sebagai imbuhan pakan dapat meningkatkan performa ternak dengan meningkatkan kecernaan nutrisi, performa pertumbuhan, menurun emisi metana, dan retensi nitrogen. Hassan dan Carr (2021) menyatakan, arang aktif juga dapat mengurangi tannin, meningkatkan penyerapan protein dan kinerja ternak. Arang aktif dalam pengolahan pakan juga dapat meningkatkan penyerapan nutrisi, produksi air susu, dan pertumbuhan hewan, sekaligus mengurangi efek faktor antinutrisi (Jimoh *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2021). Namun, ketepatan lama waktu perendaman dan konsentrasi arang sangat penting untuk menghindari terjadinya efek negatif dari penggunaan arang aktif bambu ini.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis melakukan penelitian dengan judul **“Performa Kambing Perah Peranakan Ettawa Laktasi dengan Pemanfaatan Daun Ubi Kayu (*Manihot utilissima*) yang diberi Perlakuan Arang Aktif Bambu”**. Kerangka konsep pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.3.



Gambar 1.1.3 Kerangka Konsep Penelitian

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Menganalisis dan mengevaluasi pengaruh perlakuan arang aktif bambu dan lama waktu perendaman terhadap penurunan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu.
2. Menganalisis dan mengevaluasi kualitas nutrisi serta pencernaan *in-vitro* daun ubi kayu yang diberi perlakuan arang aktif bambu.
3. Menganalisis dan mengevaluasi performa kambing perah peranakan Ettawa laktasi dengan pemanfaatan daun ubi kayu (*Manihot utilissima*) yang diberi perlakuan arang aktif bambu.

1.3 Kegunaan Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Manfaat Teoritis: Penelitian ini diharapkan dapat memberikan teori tentang pengolahan *by-product* pertanian yaitu daun ubi kayu yang diberi perlakuan arang aktif bambu dan pemanfaatannya sebagai pakan hijauan ternak khususnya untuk ternak kambing PE laktasi.
2. Manfaat Praktis: Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh pelaku usaha, pemangku kepentingan, dan pihak terkait lainnya dalam bidang peternakan khususnya peternakan kambing PE.
3. Manfaat Bagi Kebijakan: Hasil penelitian ini diharapkan berguna bagi para pengambil kebijakan dalam bidang peternakan, khususnya pada pemanfaatan *by-product* pertanian khususnya daun ubi kayu yang diberi perlakuan arang aktif bambu sebagai hijauan pakan ternak untuk peningkatan performa kambing PE laktasi dalam upaya memenuhi kebutuhan susu nasional.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu

1. **Tahap 1.** Evaluasi kapasitas arang aktif bambu terhadap penurunan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu (*Manihot utilissima*). Penelitian tahap ini bertujuan untuk melihat pengaruh kadar arang aktif bambu dan lama waktu perendaman terhadap penurunan kadar HCN dan tannin daun ubi kayu. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor yaitu faktor A (kadar arang aktif bambu) yang terdiri dari kadar 0%, 2%, 4%, dan 6%, dan faktor B (lama waktu perendaman) yang terdiri dari 0, 12, 24, dan 36 jam dengan 3 kali ulangan. Parameter yang diamati adalah kadar HCN dan tannin daun ubi kayu.
2. **Tahap II.** Uji kualitas nutrisi dan pencernaan *in-vitro* daun ubi kayu (*Manihot utilissima*) yang diberi perlakuan arang aktif bambu. Penelitian tahap ini bertujuan untuk melihat pengaruh kadar arang aktif bambu terhadap kualitas nutrisi dan pencernaan *in-vitro* daun ubi kayu. Penelitian ini menggunakan RAL dengan 4 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan pada penelitian ini berdasarkan hasil terbaik pada penelitian Tahap I yaitu perendaman dengan lama waktu 36 jam dan kadar aktif bambu 0% (P1), kadar arang aktif bambu

2% (P2), kadar arang aktif bambu 4% (P3) dan kadar arang aktif bambu 6% (P4). Parameter yang diamati adalah analisis proksimat (kandungan air (KA), bahan kering (BK), protein kasar (PK), lemak kasar (LK), serat kasar (SK), abu, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan total nutrisi tercerna (TDN)), analisis van-Soest (acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), selulosa dan lignin), serta pencernaan (pencernaan bahan kering (KCBK), dan bahan organik (KCBO)) secara *in-vitro*.

3. **Tahap III.** Performa kambing perah peranakan Ettawa laktasi dengan pemanfaatan daun ubi kayu (*Manihot utilissima*) yang diberi perlakuan arang aktif bambu. Penelitian tahap ini bertujuan menganalisis dan mengevaluasi performa kambing perah peranakan Ettawa laktasi dengan pemanfaatan daun ubi kayu (*Manihot utilissima*) yang diberi perlakuan arang aktif bambu. Penelitian tahap ini dilakukan secara *in-vivo*, dengan lima belas ekor kambing PE laktasi ke-2 dan pada masa laktasi bulan ke-2 atau ke-3, dengan bobot badan rata-rata 45–50 kg ekor⁻¹. Penelitian ini menggunakan RAL dengan 3 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah daun ubi kayu 0% + Hijauan 100 % (P1), hay daun ubi kayu (CLH) 30% + Hijauan 70% (P2) dan Daun ubi kayu yang diberi perlakuan arang aktif bambu (CLBA) 30% + Hijauan 70% (P3). Parameter yang diamati adalah performa produksi (konsumsi BK pakan, produksi susu dan efisiensi produksi susu), karakteristik cairan rumen (pH, VFA dan NH₃), hematologi darah (hematologi darah lengkap, total protein (TP), HCN, dan tannin darah) dan kualitas susu (air, lemak, bahan kering tanpa lemak (BKTL), protein, laktosa, HCN dan tannin susu), serta sifat fisik susu (bau, warna dan rasa).

1.5 Keterbaruan Penelitian

Keterbaruan penelitian ini adalah penggunaan arang aktif bambu untuk adsorpsi zat anti nutrisi seperti HCN dan tannin pada daun ubi kayu. Dengan demikian, daun ubi kayu dapat digunakan sebagai pakan hijauan ternak kambing PE laktasi untuk meningkatkan performa, produksi serta kualitas susu.

Daftar Pustaka

- Adejoro, F. A., Hassen, A., and Thantsha, M. S. (2018). Preparation of acacia tannin loaded lipid microparticles by solid-in-oil-in-water and melt dispersion methods, their characterization and evaluation of their effect on ruminal gas production In Vitro. *PLoS ONE*, 13(10), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206241>
- Aguerre, M. J., Duval, B., Powell, J. M., Vadas, P. A., and Wattiaux, M. A. (2020). Effects of feeding a quebracho–chestnut tannin extract on lactating cow performance and nitrogen utilization efficiency. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 103, Issue 3, pp. 2264–2271). <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17442>
- Al-Kindi, A., Schlecht, E., Schiborra, A., and Joergensen, R. G. (2016). Effects of quebracho tannin extract (*Schinopsis balansae*) and activated charcoal on feed intake and digestibility by goats and their faecal microbial biomass. *Biological Agriculture and Horticulture*, 32(3), 159–169. <https://doi.org/10.1080/01448765.2015.1108869>

- Alamu, E. O., Dixon, A., Eyinla, T. E., and Maziya-Dixon, B. (2022). Characterization of macro and micro-minerals in cassava leaves from genotypes planted in three different agroecological locations in Nigeria. *Heliyon*, 8(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11618>
- Ali, F., Ali, N., Bibi, I., Said, A., Nawaz, S., Ali, Z., Salman, S. M., Iqbal, H. M. N., and Bilal, M. (2020). Adsorption isotherm, kinetics and thermodynamic of acid blue and basic blue dyes onto activated charcoal. In *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100040>
- Arief, and Pazla, R. (2023). Milk Production and Quality of Etawa Crossbred Goats with Non-Conventional Forages and Palm Concentrates. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 18(1), 9–18. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2023.9.18>
- Arsad, E., dan Saibatul Hamdi. (2010). Teknologi Pengolahan dan Pemanfaatan Karbon Aktif untuk Industri. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(2), 43. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v2i2.1146>
- Artanti, O. W., Ridla, M., and Khotijah, L. (2019). The Use of Cassava Leaf (*Manihot esculenta*) with the Different Processing on the Performances of Male Etawa Crossbred Goat. *Ilmiah, Jurnal Terpadu, Peternakan*, 7(2), 223–229.
- Artanti, O., dan Andriani, S. (2020). Penggunaan Daun Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) dengan Pengolahan Berbeda terhadap Blood Urea Nitrogen Kambing Peranakan Etawa Jantan. *Wahana Peternakan*, 4(2), 23–29. <https://doi.org/10.37090/jwp.v4i2.213>
- Bahri, S dan Tarmudji. (1984). Keracunan Sianida pada Ternak dan Cara Mengatasinya. *Balai Penelitian Penyakit Hewan*, 1(1), 61–64.
- Banowati, E., Indriyanti, D. R., Anisykurillah, I., Pratikto, H. H., and Sari, Y. (2020). Increasing the competency of cassava farmers as a revitalization efforts of tapioca industries for food private realization. *International Journal of GEOMATE*, 19(72), 117–122. <https://doi.org/10.21660/2020.72.ICGEO17>
- Besharati, M., Maggolino, A., Palangi, V., Kaya, A., Jabbar, M., Eseceli, H., De Palo, P., and Lorenzo, J. M. (2022). Tannin in Ruminant Nutrition: Review. *Molecules*, 27(23), 1–26. <https://doi.org/10.3390/molecules27238273>
- Cai, Z., Iso-Touru, T., Sanchez, M. P., Kadri, N., Bouwman, A. C., Chitneedi, P. K., MacLeod, I. M., Vander Jagt, C. J., Chamberlain, A. J., Gredler-Grandl, B., Spengeler, M., Lund, M. S., Boichard, D., Kühn, C., Pausch, H., Vilkki, J., and Sahana, G. (2024). Meta-analysis of six dairy cattle breeds reveals biologically relevant candidate genes for mastitis resistance. *Genetics Selection Evolution*, 56(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s12711-024-00920-8>
- Chaturvedi, K., Singhwane, A., Dhangar, M., Mili, M., Gorhae, N., Naik, A., Prashant, N., Srivastava, A. K., and Verma, S. (2023). Bamboo for producing charcoal and biochar for versatile applications. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03715-3>

- Chung, K. T., Wong, T. Y., Wei, C. I., Huang, Y. W., and Lin, Y. (1998). Tannins and human health: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(6), 421–464. <https://doi.org/10.1080/10408699891274273>
- Das, A. K., Islam, M. N., Faruk, M. O., Ashaduzzaman, M., and Dungani, R. (2020). Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. In *South African Journal of Botany* (Vol. 135, pp. 58–70). <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>
- Dewi, R., Azhari, A., dan Nofriadi, I. (2021). Aktivasi Karbon dari Kulit Pinang dengan Menggunakan Aktivator Kimia KOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 12. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3351>
- Duong, N. K., Wiktorsson, H., and Preston, T. R. (2005). Yield and chemical composition of cassava foliage and tuber yield as influenced by harvesting height and cutting interval. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(7), 1029–1035. <https://doi.org/10.5713/ajas.2005.1029>
- Fibryansah, D., Mashur, Supriadi, dan Novariana Sulsialsta'in Ningtya. (2022). Identifikasi Kandungan Tanin dan Saponin Pada Hijauan Pakan Ternak Kerbau Di Desa Lopok Kecamatan Lopok Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Ilmiah Sangkareang Mataram*, 9(3), 7–10.
- Gerlach, H., and Hans-Peter Schmidt. (2012). Biochar in poultry farming. *Ithaka Journal*, August, 262–264. <http://www.ithaka-journal.net/druckversionen/e032012-bc-poultry.pdf>
- Gerlach, K., Pries, M., Tholen, E., Schmithausen, A. J., Büscher, W., and Südekum, K. H. (2018). Effect of condensed tannins in rations of lactating dairy cows on production variables and nitrogen use efficiency. In *Animal* (Vol. 12, Issue 9, pp. 1847–1855). <https://doi.org/10.1017/S1751731117003639>
- Hawashi, M., Altway, A., Widjaja, T., and Gunawan, S. (2019). Optimization of process conditions for tannin content reduction in cassava leaves during solid state fermentation using *Saccharomyces cerevisiae*. In *Heliyon* (Vol. 5, Issue 8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02298>
- Hassan, M. M., and Carr, C. M. (2021). Biomass-derived porous carbonaceous materials and their composites as adsorbents for cationic and anionic dyes: A review. *Chemosphere*, 265. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129087>
- Hidayat, A., Zuraida, N., and Hanarida, I. (2002). the Cyanogenic Potential of Roots and Leaves of Ninety Nine Cassava Cultivars. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 3(1), 25. <https://doi.org/10.21082/ijas.v3n1.2002.25-32>
- Huang, Q., Liu, X., Zhao, G., Hu, T., and Wang, Y. (2018). Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. In *Animal Nutrition* (Vol. 4, Issue 2, pp. 137–150). <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.004>
- Huang, H. J., Lee, Y. H., Hsu, Y. H., Liao, C. Te, Lin, Y. F., and Chiu, H. W. (2021).

- Current strategies in assessment of nanotoxicity: Alternatives to in vivo animal testing. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(8). <https://doi.org/10.3390/ijms22084216>
- Huma, N., Anjum, F. M., Sehar, S., Issa Khan, M., and Hussain, S. (2008). Effect of soaking and cooking on nutritional quality and safety of legumes. *Nutrition and Food Science*, 38(6), 570–577. <https://doi.org/10.1108/00346650810920187>
- Isa, S. S. M., Ramli, M. M., Hambali, N. A. M. A., Kasjoo, S. R., Isa, M. M., Nor, N. I. M., Khalid, N., and Ahmad, N. (2016). Adsorption Properties and Potential Applications of Bamboo Charcoal: A Review. *MATEC Web of Conferences*, 78, 2–8. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20167801097>
- Jimoh, M. O., Afolayan, A. J., and Lewu, F. B. (2020). Nutrients and antinutrient constituents of *Amaranthus caudatus* L. Cultivated on different soils. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(12), 3570–3580. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.07.029>
- Kammann, C., Ippolito, J., Hagemann, N., Borchard, N., Cayuela, M. L., Estavillo, J. M., Fuertes-Mendizabal, T., Jeffery, S., Kern, J., Novak, J., Rasse, D., Saarnio, S., Schmidt, H. P., Spokas, K., and Wrage-Mönnig, N. (2017). Biochar as a tool to reduce the agricultural greenhouse-gas burden—knowns, unknowns and future research needs. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(2), 114–139. <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1319375>
- Kiyothong, K., and Wanapat, M. (2004). Growth, hay yield and chemical composition of cassava and stylo 184 grown under intercropping. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(6), 799–807. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.799>
- Laya, N. K., dan Ilham, F. (2019). Hubungan Bobot Badan dan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawa. *Jambura Journal of Animal Science*, 1(1), 13–17. <https://doi.org/10.35900/jjas.v1i1.2600>
- Lumbantobing, R., Napitupulu, M., and Jura, M. R. (2020). Analysis of Cyanide Acid Content in Cassava (*Manihot esculenta*) Based on Storage Time. *Jurnal Akademika Kimia*, 8(3), 180–183. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2019.v8.i3.pp180-183>
- Manurung, M., Ratnayani, O., dan Prawira, R. A. (2019). Sintesis dan Karakterisasi Arang dari Limbah Bambu. *Cakra Kimia*, 7(1), 69–77. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/cakra/article/view/51644/30624>
- Marwah, M. P., Suranindyah, Y. Y., dan Murti, T. W. (2010). Produksi dan komposisi susu kambing peranakan Ettawa yang diberi suplemen daun katu (*Sauropus androgynus* (L) merr) pada awal masa laktasi. *Buletin Peternakan*, 34(2), 94–102.
- Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2010–2037. <https://doi.org/10.1002/jsfa>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Grenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A.,

- and Wilkinson, R. G. (2018). Animal nutrition. In *Animal nutrition* (7th ed.). <https://doi.org/10.5962/bhl.title.155283>
- Menci, R., Coppa, M., Torrent, A., Natalello, A., Valenti, B., Luciano, G., Priolo, A., and Niderkorn, V. (2021). Effects of two tannin extracts at different doses in interaction with a green or dry forage substrate on in vitro rumen fermentation and biohydrogenation. In *Animal Feed Science and Technology* (Vol. 278). <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114977>
- Mergeduš, A., Pšenková, M., and Janžekovič, M. (2020). Tannins and their Effect on Production Efficiency of Ruminants. *Agricultura*, 12(1–2), 1–11. <https://doi.org/10.18690/agricultura.15.1-2.1-11.2018>
- Min, B. R., and Hart, S. P. (2003). Tannins for suppression of internal parasites. *Journal of Animal Science*, 81(14_suppl_2), E102–E109. www.asas.org/symposia/03esupp2/jas2418.pdf%5Cnhttp://dx.doi.org/2003.8114_suppl_2E102x
- Min, B. R., Solaiman, S., Gurung, N., Behrends, J., Eun, J. S., Taha, E., and Rose, J. (2012). Effects of pine bark supplementation on performance, rumen fermentation, and carcass characteristics of Kiko crossbred male goats. *Journal of Animal Science*, 90(10), 3556–3567. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4931>
- Morgan, N. K., and Choct, M. (2016). Cassava: Nutrient composition and nutritive value in poultry diets. *Animal Nutrition*, 2(4), 253–261. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.010>
- Mori, M. B., Astiti, N. M. A. G. R., and Mardewi, N. K. (2021). Utilization of fermented cassava skin ration on carcass weight and percentage of broiler carcass. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012041>
- Mukaromah, A. H., Abja, R., dan Wardoyo, F. A. (2020). Penggunaan Serbuk Arang Aktif Biji Kelor untuk Menurunkan Kadar Nitrit Dalam Air. *Eksergi*, 17(1), 28. <https://doi.org/10.31315/e.v17i1.3291>
- Nafiu, L. O., Pagala, M. A., dan Mogiye, S. L. (2020). Karakteristik Produksi Kambing Peranakan Etawa dan Kambing Kacang pada Sistem Pemeliharaan Berbeda Di Kecamatan Toari, Kabupaten Kolaka. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 8(2), 91–96. <https://doi.org/10.29244/jipthp.8.2.91-96>
- Najmia, H., Mahreda, E. S., Mahyudin, R. P., dan Kissinger, K. (2021). Pemanfaatan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Teraktivasi H₃PO₄ untuk Penurunan Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kondisi pH pada Air Asam Tambang. *Jurnal Enviro Scientea*, 17(2), 21–29.
- Nascimento, T. V. C., Oliveira, R. L., Menezes, D. R., de Lucena, A. R. F., Queiroz, M. A. Á., Lima, A. G. V. O., Ribeiro, R. D. X., and Bezerra, L. R. (2021). Effects of condensed tannin-amended cassava silage blend diets on feeding behavior, digestibility, nitrogen balance, milk yield and milk composition in dairy goats. In *Animal* (Vol. 15, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100015>

- Oresegun, A., Fagbenro, O. A., Ilona, P., and Bernard, E. (2016). Nutritional and anti-nutritional composition of cassava leaf protein concentrate from six cassava varieties for use in aqua feed. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1147323>
- Patra, A. K., and Saxena, J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry*, 71(11–12), 1198–1222. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.05.010>
- Prasetyo, A. F. (2019). Performa Produksi dan Potensi Pendapatan Usaha Ternak Kambing Perah Di Kabupaten Lumajang. *Jurnal Agribisnis*, 20(2), 149–155. <https://doi.org/10.31849/agr.v20i2.2064>
- Qomariyah, N., Ella, A., Nurdin Ahmad, S., Yusriani, Y., Miftakhus Sholikin, M., Rachmanto Prihambodo, T., Retnani, Y., Jayanegara, A., Wina, E., and Permana, I. G. (2023). Dietary biochar as a feed additive for increasing livestock performance: A meta-analysis of in vitro and in vivo experiment. *Czech Journal of Animal Science*, 68(2), 72–86. <https://doi.org/10.17221/124/2022-cjas>
- Qomariyah, N., Retnani, Y., Jayanegara, A., Wina, E., & Permana, I. G. (2019). Utilization of Biochar and Liquid Smoke to Increase Livestock Performance. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 29(4), 171. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v29i4.2077>
- Rattanawut, J., Todsadee, A., and Yamauchi, K. E. (2017). Effects of bamboo charcoal powder including vinegar supplementation on performance, eggshell quality, alterations of intestinal villi and intestinal pathogenic bacteria populations of aged laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 16(2), 259–265. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1283544>
- Ribeiro, K., Pacheco, F., Ferreira, J., Sousa Neto, E., Hastie, A., Krieger, G., Alvares, P., Forti, M., and Ometto, J. (2020). Tropical peatlands and their contribution to the global carbon cycle and climate change. *Global Change Biology*, 27. <https://doi.org/10.1111/gcb.15408>
- Robson, S. (2007). Prussic Acid Poisoning in Livestock. *PrimeFacts*, 417(February), 1–3. http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0013/111190/prussic-acid-poisoning-in-livestock.pdf
- Rusdiana, S., Praharani, L., dan Sumanto, S. (2016). Kualitas dan Produktivitas Susu Kambing Perah Persilangan Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 34(2), 79. <https://doi.org/10.21082/jp3.v34n2.2015.p79-86>
- Samedi, L., and Charles, A. L. (2019). Isolation and characterization of potential probiotic Lactobacilli from leaves of food plants for possible additives in pellet feeding. *Annals of Agricultural Sciences*, 64(1), 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.aas.2019.05.004>
- Santoso, U., dan Aryani, I. (2007). Perubahan Komposisi Kimia Daun Ubi Kayu yang Difermentasi oleh Em4. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 2(2), 53–56. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.2.2.53-56>

- Schmidt, H. P., Hagemann, N., Draper, K., and Kammann, C. (2019). The use of biochar in animal feeding. *PeerJ*, 2019(7), 1–54. <https://doi.org/10.7717/peerj.7373>
- Sharma, K., Kumar, V., Kaur, J., Tanwar, B., Goyal, A., Sharma, R., Gat, Y., and Kumar, A. (2021). Health effects, sources, utilization and safety of tannins: a critical review. *Toxin Reviews*, 40(4), 432–444. <https://doi.org/10.1080/15569543.2019.1662813>
- Simbolon, N., Iswarin Pujaningsih, R., dan Mukodiningsih, S. (2016). Pengaruh berbagai pengolahan kulit singkong terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik secara in vitro, protein kasar dan asam sianida. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26(1), 58–65. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2016.026.01.9>
- Sirait, J., dan Simanihuruk, K. (2010). Potensi dan Pemanfaatan Daun Ubikayu dan Ubijalar Sebagai Sumber Pakan Ternak Ruminansia Kecil. *Wartazoa*, 20(2), 75–84.
- Siritunga, D., and Sayre, R. T. (2003). Generation of cyanogen-free transgenic cassava. *Planta*, 217(3), 367–373. <https://doi.org/10.1007/s00425-003-1005-8>
- Sodiq, A. (2010). Pola Usaha Peternakan Kambing dan Kinerja Produktivitasnya. *Agripet*, 10(2), 1–9.
- Soto-Blanco, B., and Górniak, S. L. (2010). Toxic effects of prolonged administration of leaves of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to goats. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 62(4), 361–366. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2009.05.011>
- Stephanie, and Purwadaria. (2014). Solid Substrate Fermentation of Cassava Peel for Poultry Feed Ingredient. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 23(1), 15–22. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v23i1.955>
- Sukarini, I. A. M. (2012). Produksi dan Komposisi Air Susu Kambing Peranakan Etawah yang diberi Tambahan Konsentrat pada Awal Laktasi. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 9(1), 1–12.
- Suryani, R. (2020). Outlook ubi kayu: Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan. In *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian* ISSN: 1907-1507 (p. 72). https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/OUTLOOK_UBI_KAYU_2020.pdf
- Sutama, I.-K. (2009). Productive and Reproductive Performances of Female. *Wartazoa*, 19(1), 1–6.
- Svihus, B. (2014). Starch digestion capacity of poultry. *Poultry Science*, 93(9), 2394–2399. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03905>
- Wahyuni, I. M. D., Muktiani, A., and Christiyanto, M. (2014). Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik dan Degradabilitas Serat pada Pakan yang Disuplementasi Tanin dan Saponin. *Jurnal Agripet*, 14(2), 115–124.

<https://doi.org/10.17969/agripet.v14i2.1886>

Wanapat, M. (2002). The role of cassava hay as animal feed. *7th Regional Workshop*, July, 21.

Wanapat, M., and Khampa, S. (2006). Effect of cassava hay in high-quality feed block as anthelmintics in steers grazing on ruzi grass. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 19(5), 695–698. <https://doi.org/10.5713/ajas.2006.695>

Wilson, K. (2016). Biochar as Feed Supplement for Cattle. *Pdfs.Semanticscholar.Org*, 12. www.wilsonbiochar.com

Yanza, Y. R., Fitri, A., Suwignyo, B., Hidayatik, N., Elfahmi, Kumalasari, N. R., Irawan, A., and Jayanegara, A. (2021). The Utilisation of Tannin Extract as a Dietary Additive in. *Animals*, 11, 1–25.

Yuningsih. (2012). Keracunan sianida pada hewan dan upaya pencegahannya. *Balai Besar Penelitian Veteriner*, 30, 21–26.

BAB II

EVALUASI KAPASITAS ARANG AKTIF BAMBU TERHADAP PENURUNAN KADAR HCN DAN TANNIN PADA DAUN UBI KAYU (*Manihot utilissima*)

Abstrak

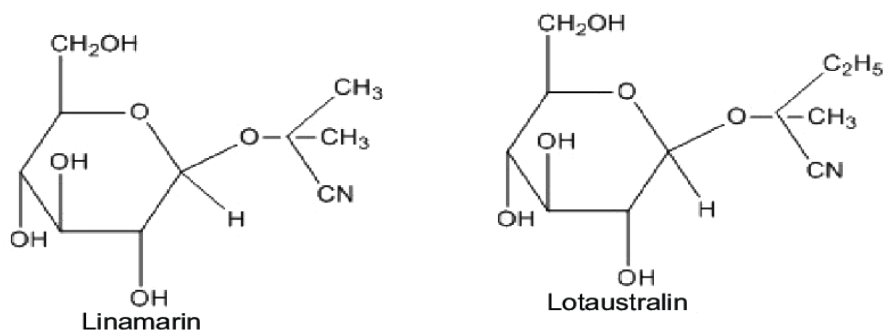
Latar Belakang. Daun ubi kayu merupakan salah satu *by-product* perkebunan yang dapat dijadikan sebagai pakan hijauan ternak alternatif, namun adanya asam sianida (HCN) dan tannin menyebabkan penggunaannya masih terbatas. Perendaman dengan perlakuan arang aktif bambu merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu, sehingga pemanfaatannya dapat dimaksimalkan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kapasitas arang aktif bambu terhadap penurunan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu. **Metode.** Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor yaitu faktor A (kadar arang aktif bambu) terdiri dari 0%, 2%, 4% dan 6%, sedangkan faktor B (lama waktu perendaman) terdiri dari 0, 12, 24, dan 36 jam dengan 3 kali ulangan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin Makassar pada Oktober–November 2023. Parameter yang diamati adalah kadar HCN dan tannin daun ubi kayu. Analisis data menggunakan *Analisis of varian*, jika antara perlakuan menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan *uji Duncans Multiple Range Test* dengan aplikasi SPSS versi 24. **Hasil.** Penurunan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu semakin berbeda nyata hingga kadar arang aktif bambu 6%. Penurunan kadar HCN pada daun ubi kayu semakin berbeda nyata hingga lama waktu perendaman 36 jam, sedangkan tannin berbeda nyata hingga lama waktu perendaman 12 jam. **Kesimpulan.** Kadar arang aktif bambu 2%, 4% dan 6% dan lama waktu perendaman 36 jam dapat digunakan untuk menurunkan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu sampai batas maksimum konsumsi ternak.

Kata kunci: Arang aktif bambu; daun ubi kayu; HCN; lama waktu perendaman; penurunan; tannin.

2.2 Pendahuluan

Kelompok senyawa yang dikenal sebagai sianida terdiri dari gugus siano ($-C\equiv N$), yang dapat ditemukan dalam berbagai bentuk di alam (Luque-Almagro *et al.*, 2011). Pitoi (2015) menyatakan, HCN dapat didegradasi dengan beberapa cara, pertama adalah oksidasi, di mana HCN dapat dioksidasi menjadi sianat (CNO), yang memiliki kadar toksik yang lebih rendah dibandingkan dengan HCN; kedua adalah adsorpsi, yang merupakan proses yang dapat menurunkan konsentrasi senyawa; dan yang terakhir adalah hidrolisis, HCN dikeluarkan dalam bentuk asam format (HCOOH) atau ammonium format (NH₄COOH) dengan mereaksikannya dengan air. Selanjutnya Haque dan Bradbury (2004) menyatakan, jika HCN diproses lebih lanjut, akan terjadi reaksi antara linamarase dan glukosida, yang pada pH di atas 5 akan terurai menjadi hidrogen sianida dan aseton. Ditambahkan Hutami dan Harijono (2014), HCN dapat dihilangkan dengan perlakuan perendaman atau khlorinasi dengan bahan tertentu karena sifatnya yang mudah larut, mudah menguap, dan tidak stabil dalam air. Lumbantobing *et al.* (2020) juga menyatakan, pencucian,

perendaman, pemanasan, dan penguapan adalah beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar HCN. Klasifikasi HCN pada daun ubi kayu dapat dilihat pada Gambar 2.2.1.



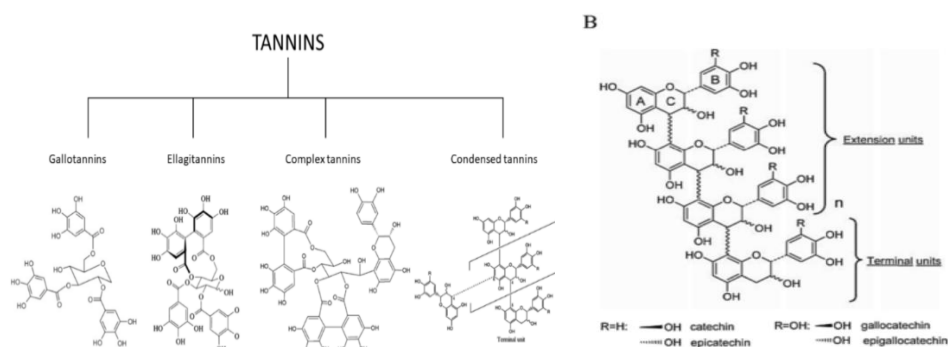
Gambar 2.2.1. HCN pada daun Ubi Kayu (95 % Linamarin dan 5 % Lotaustralin)
Sumber: Botz *et al.* (2016)

Tannin merupakan kelompok senyawa polifenol larut dalam air atau asam kuat (Patra dan Saxena, 2010) dan senyawa polifenol alami yang umumnya ditemukan di berbagai tumbuhan, bersifat astringen (memberi rasa pahit), berperan sebagai zat pertahanan alami pada tumbuhan, membantu melindungi tumbuhan dari serangan hama, dan mempengaruhi rasa serta warna pada tumbuhan (Huang *et al.*, 2018). Menurut Min *et al.* (2012), tannin daun ubi kayu termasuk pada tannin terkondensasi dan memiliki sifat larut dalam asam. Tannin terkondensasi paling umum terdapat pada hijauan legum, pohon, dan semak (Min dan Hart, 2003). Selanjutnya Patra dan Saxena (2010) menyatakan, tannin terkondensasi merupakan kelompok senyawa polifenol yang terbentuk melalui proses kondensasi atau polimerisasi molekul tannin monomer melibatkan penggabungan dua atau lebih molekul tannin monomer menjadi senyawa yang lebih besar serta mampu membentuk ikatan dengan protein. Ditambahkan Huang *et al.* (2018), tannin terkondensasi adalah oligomer atau polimerik yang terdiri dari unit flavonoid (katekin, epikatekin, galokatekin, dan epigallokatekin) serta dianggap sebagai komponen yang bermanfaat dalam jumlah tertentu dan tidak harus sepenuhnya dihilangkan karena bersifat antimikroba, antiparasit, antiviral, antioksidan, antiinflamasi, imunomodulasi, namun dapat menyebabkan efek toksik dalam jumlah berlebihan. Klasifikasi tannin dan struktur kimia tannin terkondensasi dapat dilihat pada Gambar 2.2.2.

Tannin pada daun ubi kayu merupakan tannin terkondensasi, tannin ini lebih sulit dihidrolisis dibandingkan dengan tannin terhidrolisis. Sehingga perlu adanya upaya lebih maksimal untuk menurunkan kadar tannin tersebut. Berdasarkan pendapat Pitoi (2015), penulis menduga penurunan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu akan lebih maksimal jika dilakukan dengan penggabungan dua metode seperti hidrolisis dan adsorpsi. Proses hidrolisis dengan metode perendaman dan adsorpsi dengan adsorbent. Putra (2009) menyatakan, perendaman secara alami dapat mengurangi HCN, karena HCN larut dalam air. Selanjutnya Siqhny *et al.* (2020) menyatakan, semakin lama waktu perendaman,

maka kadar HCN di dalam bahan tersebut akan semakin sedikit. Salah satu zat yang dapat digunakan sebagai adsorbent HCN dan tannin adalah arang aktif.

Arang aktif adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85–95 persen karbon, diaktifkan melalui pemanasan pada suhu tinggi untuk memperluas permukaannya (Dewi *et al.*, 2021). Arang aktif memiliki keunikan yaitu bersifat kristalit, permukaannya yang dimiliki luas dan besar untuk meningkatkan interaksi dengan adsorbat yang akan diserap sehingga kapasitas adsorpsi pori-pori karbon semakin meningkat (Gerlach dan Schmidt, 2012). Ditambahkan Farghly *et al.* (2023), arang aktif mengandung senyawa karbon pirogenik yang kaya karbon organik efektif mengikat racun dan menghilangkan efek negatif pada saluran cerna dan flora usus.

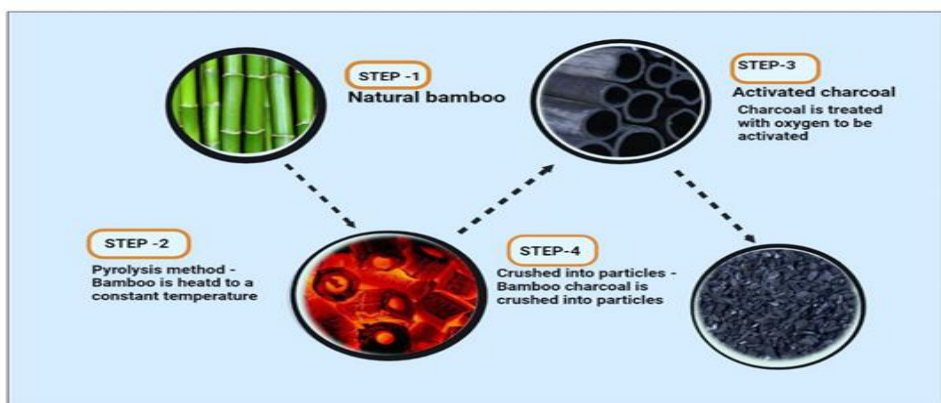


Gambar 2.2.2. a. Klasifikasi Tannin dan Struktur Kimia Tannin Terkondensasi
Sumber: a. Besharati *et al.* (2022), b. Huang *et al.* (2018)

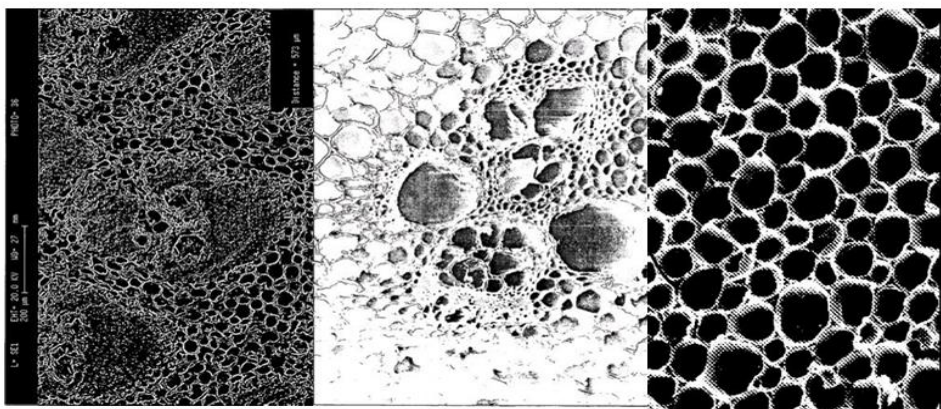
Arang aktif dapat terbuat dari berbagai bahan seperti tempurung kelapa, sekam, cangkang sawit, kayu, bambu dan, lain-lain. Menurut Manurung *et al.* (2019a), bambu adalah salah satu bahan yang dapat digunakan untuk membuat arang aktif dengan kandungan 5% air, 6% zat mudah menguap, 7,33% abu, 81,67% karbon, 1091,426 mg g⁻¹ daya serap iodin, 198,724 mg g⁻¹ methylene blue, 737,74 m² g⁻¹ luas permukaan dan 0,5122 mmol g⁻¹ keasaman permukaan serta adanya gugus fungsi O-H, karbonil, alkuna, dan ester. Selanjutnya Hartati *et al.* (2016) menyatakan, arang aktif bambu mengandung kadar air 3,05%, abu 3,6%, luas permukaan arang aktif 745,2 m² g⁻¹, dan daya serapnya terhadap metilen biru 250 mg g⁻¹. Ditambahkan Manurung *et al.* (2019b), activator H₃PO₄ menghasilkan arang aktif bambu dengan kadar air sebesar 1,11%, kadar zat mudah menguap sebesar 8,13%, kadar abu total sebesar 7,33%, dan kadar karbon sebesar 83,40%, dan bambu juga memiliki daya serap iodin sebesar 1057,75 mg g⁻¹ serta daya serap metilen biru sebesar 472,88 mg g⁻¹. Cara pembuatan arang aktif bambu dan perbedaan pori-pori bambu, arang bambu dan arang aktif bambu dapat dilihat pada Gambar 2.2.4 dan 2.2.5.

Penggunaan arang aktif dalam bidang peternakan, telah memberikan pengaruh positif terhadap ternak. Wahyudi dan Bachrudin (2001) menyatakan, penambahan arang aktif 0,6% dalam konsentrat memberikan pengaruh nyata pada konsumsi pakan, peningkatan kadar protein, dan penurunan Ca feses. Leng *et al.* (2012) menyatakan, pemberian arang aktif hingga 5% dalam pakan dapat

meningkatkan pencernaan nutrisi dari 59,7% menjadi 62,1% yang diuji secara *in-vitro*. Ditambahkan Gerlach dan Schmidt (2012), kadar pemberian arang aktif 0,4–0,6% dalam pakan merupakan kadar terbaik untuk meningkatkan performa ternak. Al-Kindi *et al.* (2016), pemberian arang aktif 3% berfungsi sebagai pakan aditif, meningkatkan konsentrasi C dan rasio C/N pada feses. Chao *et al.* (2016) menyatakan, pemberian arang aktif sebanyak 1% dalam pakan dapat mempercepat penyembuhan diare, dan menurunkan emisi gas H₂S pada ternak. Selanjutnya Vongkhamchanh *et al.* (2018) menyatakan, pemberian arang aktif 1% dalam pakan mengakibatkan bobot badan serta konversi pakan menjadi meningkat pada sapi Kuning Lokal. Qomariyah *et al.* (2019), penambahan arang aktif bambu 0,5–1% dalam pakan kambing dapat meningkatkan pertumbuhan dan penambahan arang aktif 0,6% bahan kering ke dalam pakan sapi lokal untuk meningkatkan bobot badan.



Gambar 2.2.4. Proses Pembuatan Arang Aktif Bambu
Sumber: Chaturvedi *et al.* (2023)



Gambar 2.2.5. Perbedaan Pori-Pori Bambu, Arang, dan Arang Aktif Bambu
Sumber: Isa *et al.* (2016)

Sejauh ini belum ada evaluasi mengenai seberapa besar kapasitas kadar arang aktif bambu dan lama waktu perendaman terhadap penurunan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis

melakukan penelitian dengan judul “Evaluasi kapasitas arang aktif bambu terhadap penurunan kadar HCN dan tannin pada Daun ubi kayu (*Manihot utilissima*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kemampuan arang aktif bambu dalam mengurangi kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu, sehingga dapat digunakan sebagai hijauan untuk ternak kambing PE laktasi secara maksimal.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan dengan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial (RAL faktorial) dua faktor dan tiga kali ulangan, dengan masing-masing faktor sebagai berikut:

- Faktor A = Kadar arang aktif bambu
 - A1: Kadar arang aktif bambu 0%
 - A2: Kadar arang aktif bambu 2%
 - A3: Kadar arang aktif bambu 4%
 - A4: Kadar arang aktif bambu 6%
- Faktor B = Lama waktu perendaman
 - B1: Lama waktu perendaman 0 jam
 - B2: Lama waktu perendaman 12 jam
 - B3: Lama waktu perendaman 24 jam
 - B4: Lama waktu perendaman 36 jam

2.3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober–November 2023. Pembuatan sampel daun ubi kayu yang diberi perlakuan arang aktif bambu dilaksanakan di Laboratorium Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin Makassar serta analisis kadar HCN dan tannin dilaksanakan di Laboratorium Bioternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin Makassar.

2.3.2 Materi Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah timbangan digital, alat pemotong, wadah tempat perendaman, gelas ukur skala 1 liter, saringan, terpal, labu kjeldahl, alat destilasi, erlemeyer, oven, alat titrasi, labu ukur 50 ml, kompor, mikropipet, sentrifug dan spektrofotometer. Bahan yang digunakan adalah daun ubi kayu, arang aktif bambu dengan merek dagang Barson charcoal (Tepung arang bambu, majalengka, jawa barat), air, aquadest, Natrium Hidroksida (NaOH), Amonium Hidroksida (NH₄OH), Silver Nitrat (AgNO₃), folin, Natrium Carbonat (Na₂CO₃), blanko tanin, Aluminium Klorida (AlCl₃) dan Natrium Asetat (CH₃COONa).

2.3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan daun ubi kayu: Daun ubi kayu yang digunakan adalah daun ubi kayu tua (*by-product*).
2. Pemisahan: Daun ubi kayu dipisahkan dari tangkai dan batangnya.

3. Pencacahan: Daun ubi kayu dicacah dengan panjang ± 5 cm. Hal ini dilakukan untuk memaksimalkan proses hidrolisis anti nutrisi HCN dan tannin oleh air dan adsorpsi HCN dan tannin oleh arang aktif bambu pada daun ubi kayu.
4. Persiapan larutan arang aktif bambu: Arang aktif bambu ditimbang berdasarkan perlakuan kadar (0%, 2%, 4% dan 6%).
Sebagai contoh: Perlakuan arang aktif bambu 2% (100 g daun ubi kayu ditambahkan 2 g arang aktif bambu dan air sampai terendam seluruhnya).
5. Perendaman: Daun ubi kayu direndam dalam larutan arang aktif bambu dan didiamkan sesuai perlakuan faktor B (lama waktu perendaman) yaitu 0, 12, 24, dan 36 jam.
6. Pencucian: Pencucian dilakukan dengan air mengalir agar arang aktif bambu yang sudah mengadsorpsi HCN dan tannin tidak ikut bersama daun.
7. Penirisan: Setelah pencucian, daun ubi kayu ditiriskan menggunakan saringan dan dibiarkan hingga airnya kering.

2.3.4 Parameter yang Diamati

2.3.4.1 Kadar HCN

Kadar HCN diukur menggunakan metode destilasi uap menurut AOAC (1984), dengan langkah kerja sebagai berikut:

1. Masukkan 10–20 g sampel yang telah dihaluskan ke labu Kjeldahl;
2. Tambahkan 100 mililiter aquadest dan direndam selama dua jam;
3. Selanjutnya ditambahkan 100 mililiter aquadest dan dilakukan destilasi;
4. Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang diisi dengan 20 mililiter NaOH 5%;
5. Setelah destilat mencapai 150 mililiter;
6. Kemudian ditambahkan 8 ml NH_4OH dan 5 ml KI 5%;
7. Destilat kemudian di titrasi dengan AgNO_3 0,02 N sampai menjadi keruh; dan
8. Kadar HCN dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{HCN} = \frac{\text{Volume titrasi} \times 0,54}{\text{Berat sampel (g)}} \times 100\%$$

9. Jika dikonversi ke g kg^{-1} maka,
Massa dalam g = total massa dalam g $\times$ (persentase massa $\div$ 100)

2.3.4.2 Kadar Tanin

Kadar tannin diukur menggunakan spektrofotometri serapan atom menurut Harborne (2006), dengan langkah kerja sebagai berikut:

1. Masukkan $\pm 0,5$ g sampel yang telah dihaluskan ke dalam labu ukur 50 mililiter;
2. Tambahkan air panas hingga tanda garis dan tunggu hingga air menjadi dingin;
3. Kocok labu ukur, saring, dan ambil filtrat sebanyak 0,5 mililiter dengan pipet;
4. Tambahkan 4,5 ml aquadest;
5. Tambahkan 0,25 ml folin dan 0,5 ml larutan natrium karbonat jenuh;
6. Aduk semua campuran dan diamkan di tempat gelap selama tiga puluh menit;
7. Pengukuran dilakukan dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 680 nm; dan
8. Gunakan tannin acid untuk membuat blanko dan kurva standar.

2.3.5 Analisis Data

Data di analisis dengan Analisis of varian (*Anova*) dengan interval kepercayaan 95%. Jika antara perlakuan menunjukkan pengaruh nyata, uji Duncans Multiple Range Test (DMRT) dilakukan dengan tingkat signifikansi 0,05 menggunakan program SPSS versi 24.

2.4 Hasil dan Pembahasan

2.4.1 Asam Sianida (HCN)

Kadar HCN daun ubi kayu yang diberi perlakuan kadar arang aktif bambu dan lama waktu perendaman dapat dilihat pada Tabel 2.4.1.

Tabel 2.4.1 Kadar HCN Daun Ubi Kayu yang Diberi Perlakuan Kadar Arang Aktif dan Lama Waktu Perendaman (g kg⁻¹BK)

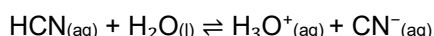
Faktor A: (%)	Faktor B: (jam)				Rata-rata
	0	12	24	36	
0	0,075±0,000	0,066±0,012	0,052±0,007	0,047±0,004	0,060±0,013 ^c
2	0,074±0,000	0,059±0,005	0,051±0,022	0,039±0,001	0,056±0,016 ^b
4	0,071±0,013	0,057±0,008	0,051±0,007	0,036±0,003	0,054±0,015 ^b
6	0,064±0,010	0,052±0,002	0,046±0,004	0,028±0,002	0,045±0,011 ^a
Rata-rata	0,071±0,011 ^d	0,058±0,008 ^c	0,050±0,011 ^b	0,037±0,007 ^a	0,054±0,015

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan berbeda nyata.

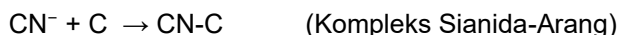
Dari Tabel 2.4.1 dapat dilihat bahwa kadar HCN daun ubi kayu pada penelitian ini berkisar antara 0,028 sampai 0,075 g kg⁻¹BK. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa kadar arang aktif bambu berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar HCN daun ubi kayu. Hasil uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) menunjukkan bahwa kadar HCN daun ubi kayu pada kadar arang aktif bambu 6% berbeda nyata dengan kadar arang aktif bambu 0%, 2% dan 4%, namun kadar HCN daun ubi kayu pada kadar arang aktif bambu 2% tidak berbeda nyata dengan 4%. Dari Tabel 2.4.1 juga dapat dilihat bahwa lama waktu perendaman berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar HCN daun ubi kayu. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa, setiap perlakuan berbeda nyata terhadap kadar HCN daun ubi kayu.

Hasil analisis varian secara interaksi kadar arang aktif bambu dan lama waktu perendaman tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar HCN daun ubi kayu. Hal ini menunjukkan bahwa faktor kadar arang aktif bambu ataupun faktor lama waktu perendaman tidak saling mempengaruhi secara signifikan, dengan kata lain kedua faktor mempengaruhi kadar HCN daun ubi kayu secara independent. Pengaruh independent tersebut dapat dilihat pada faktor lama waktu perendaman lebih besar mempengaruhi penurunan kadar HCN daun ubi kayu dibandingkan dengan faktor kadar arang aktif bambu. Pada faktor kadar arang aktif bambu, terdapat 2 perlakuan yang tidak berbeda nyata yaitu pada perlakuan kadar arang aktif bambu 2% dan 4%. Sedangkan pada faktor lama waktu perendaman, setiap perlakuan 12, 24 dan 36 jam berbeda nyata. Hal tersebut mengakibatkan hasil analisis varian secara interaksi tidak berpengaruh nyata.

Penurunan kadar HCN pada daun ubi kayu pada penelitian ini dimulai dari efek perendaman. Perendaman mengakibatkan HCN terhidrolisis dan ikatan HCN merenggang di dalam daun ubi kayu. Hal tersebut mengakibatkan ikatan HCN menjadi lemah, dan proses difusi juga menyebabkan air semakin banyak masuk ke dalam sel daun ubi kayu. Banyaknya air di dalam sel daun ubi kayu mengakibatkan HCN keluar dari sel, sehingga kadar HCN daun ubi kayu menjadi menurun. Sighny *et al.* (2020) menyatakan, perendaman menyebabkan terjadinya proses difusi, sehingga HCN keluar dari sel, selanjutnya terjadi perombakan atau penguraian HCN. Pada saat HCN keluar dari sel daun ubi kayu, HCN bereaksi dengan air. Reaksi tersebut disebut dengan teori Bronsted-Lowry yaitu:



CN^- memiliki sifat basa lemah sehingga akan lebih mudah diadsorpsi oleh arang aktif bambu. Arang aktif bambu yang memiliki atom karbon (C) dan menadsorpsi CN^- , menyebabkan terjadinya reaksi yaitu:



Kompleks ini sangat stabil dan tidak dapat lagi bereaksi dengan air atau udara sehingga CN^- akan tetap teradsorpsi oleh arang aktif bambu. Setelah CN^- teradsorpsi oleh arang aktif bambu, maka konsentrasi CN^- di dalam air perendaman akan berkurang. Gerlach dan Schmidt (2012) menyatakan, arang aktif memiliki kapasitas adsorpsi dengan pori-pori karbon. Arang aktif bambu dapat berfungsi sebagai katalis atau reaktan dalam reaksi kimia dengan HCN, menghasilkan senyawa yang lebih stabil atau netral. Selanjutnya Manurung *et al.* (2019); Ali *et al.* (2020) menyatakan, kapasitas adsorpsi arang aktif bambu sangat tinggi dan stabil secara termal sehingga dapat menjadi adsorben yang baik dan menghambat laju oksidasi racun sehingga menetralkan zat karsinogenik.

Wilson (2016) menyatakan, arang aktif bersifat netral namun dapat mengadsorpsi senyawa asam atau basa. Selanjutnya Ali *et al.* (2020) menyatakan, arang aktif memiliki kemampuan untuk menghentikan laju oksidasi racun dan menetralkan asam. Mukaromah *et al.* (2020), arang aktif dapat mengadsorpsi bahan organik dan anorganik, seperti larutan, padatan, dan gas. Ditambahkan Farghly *et al.* (2023), arang aktif mengandung senyawa karbon pirogenik yang kaya karbon organik, efektif mengikat dan menghilangkan efek negative racun. Selanjutnya, air perendaman dapat kembali merombak HCN yang masih tersisa di dalam daun ubi kayu sampai larutan arang aktif bambu berada pada titik jenuh. Menurut Maciel *et al.* (2023), jika larutan mengandung terlalu banyak adsorbat, maka adsorben akan mencapai titik jenuh dan tidak mampu lagi mengadsorpsi.

Dari Tabel diatas juga dapat dilihat bahwa kadar HCN daun ubi kayu pada perlakuan kadar arang aktif bambu 2% dan 4% tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif bambu pada kadar 2% dan 4% telah mencapai titik jenuh sehingga tidak ada situs aktif yang dapat mengadsorpsi HCN. Ketika kadar arang aktif bambu ditingkatkan menjadi 6% terlihat bahwa arang aktif bambu masih

mampu mengadsorpsi HCN karena dengan penambahan kadar, maka situs aktif yang tersedia juga menjadi lebih banyak, sehingga kadar HCN dapat diadsorpsi kembali. Kurniawan *et al.* (2014) menyatakan, arang aktif bersifat sebagai adsorben tergantung pada jenis dan jumlah adsorpt, besar atau volume pori-pori dan luas permukaan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil Wanapat (2002), daun ubi kayu kering dengan HCN 0,046 g dan hay daun ubi kayu dengan HCN 0,038 g, dan Artanti *et al.* (2019) daun ubi kayu kering dengan HCN 0,031 g dan silase daun ubi kayu dengan HCN 0,073 g. Hasil penelitian ini jauh lebih rendah daripada hasil penelitian Santoso dan Aryani (2007), dimana HCN daun ubi kayu difermentasi EM4 2% dan 4%, masing-masing 0,38 g dan 0,48 g dan Dung *et al.* (2010), dimana daun ubi kayu dengan HCN 0,13 g turun dari 0,075 g menjadi 0,028 g kg^{-1} BK, atau sekitar 63,76%. Hasil penelitian Wanapat (2002), hay daun ubi kayu dengan 16,67% dan Obob (2006), perendaman 24 jam mengurangi 39,6% kadar HCN dan perendaman lebih dari 28 jam mengurangi 49,9% kadar HCN.

2.4.2 Tannin

Kadar tannin daun ubi kayu yang diberi perlakuan kadar arang aktif bambu dan lama waktu perendaman dapat dilihat pada Tabel 2.4.2

Tabel 2.4.2 Kadar Tannin Daun Ubi Kayu yang Diberi Perlakuan Kadar Arang Aktif Bambu dan Lama Waktu Perendaman ($\text{g kg}^{-1}\text{BK}$)

Faktor A: (%)	Faktor B: (jam)				Rata-rata
	0	12	24	36	
0	234,00 $\pm$ 0,00	75,50 $\pm$ 0,08	70,30 $\pm$ 0,42	72,00 $\pm$ 0,14	112,95 $\pm$ 0,75 ^b
2	208,00 $\pm$ 0,00	68,00 $\pm$ 0,00	63,00 $\pm$ 0,00	57,00 $\pm$ 0,00	99,00 $\pm$ 0,00 ^a
4	211,00 $\pm$ 0,00	67,80 $\pm$ 0,06	64,00 $\pm$ 0,00	53,00 $\pm$ 0,00	98,95 $\pm$ 0,68 ^a
6	225,67 $\pm$ 0,13	63,00 $\pm$ 0,22	54,50 $\pm$ 0,01	52,00 $\pm$ 0,00	98,79 $\pm$ 0,77 ^a
Rata-rata	219,67 $\pm$ 0,12 ^b	68,57 $\pm$ 0,11 ^a	62,95 $\pm$ 0,19 ^a	58,50 $\pm$ 0,10 ^a	102,42 $\pm$ 0,70

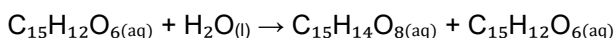
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan berbeda nyata.

Dari Tabel 2.4.2 dapat dilihat bahwa kadar tannin daun ubi kayu pada penelitian ini berkisar antara 52,00 sampai 234,00 $\text{g kg}^{-1}\text{BK}$. Faktor kadar arang aktif bambu berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap kadar tannin daun ubi kayu. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa tannin daun ubi kayu berbeda nyata pada kadar arang aktif 0% dengan 2%, 4% dan 6%, namun kadar tannin daun ubi kayu pada kadar arang aktif bambu 2% tidak berbeda nyata dengan 4% dan 6%. Dari Tabel 2.4.2 juga dapat dilihat bahwa lama waktu perendaman pengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap kadar tannin pada daun ubi kayu. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa kadar tannin daun ubi kayu berbeda nyata pada lama waktu perendaman 0 jam dengan 12jam, 24 jam dan 36 jam, namun kadar tannin daun ubi kayu pada lama waktu perendaman 12 jam tidak berbeda nyata 24 jam dan 36 pada daun ubi kayu.

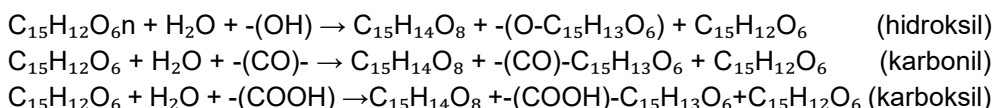
Hasil analisis interaksi antara faktor kadar arang aktif bambu dan faktor lama waktu perendaman tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap kadar tannin pada

daun ubi kayu. Hal ini disebabkan oleh, kadar arang aktif bambu 2, 4 dan 6% yang tidak berbeda nyata dan lama waktu perendaman 12, 24 dan 36 jam juga tidak berbeda nyata terhadap kadar tannin daun ubi kayu. Hal ini menunjukkan bahwa faktor kadar arang aktif bambu ataupun faktor lama waktu perendaman tidak saling mempengaruhi secara signifikan, dengan kata lain kedua faktor mempengaruhi kadar tannin daun ubi kayu secara independent. Pengaruh independent tersebut dapat dilihat pada faktor lama waktu perendaman lebih besar mempengaruhi penurunan kadar tannin dibandingkan dengan faktor kadar arang aktif bambu.

Penurunan kadar tannin pada daun ubi kayu pada penelitian ini juga dimulai dari efek perendaman. Tannin pada daun ubi kayu merupakan tannin terkondensasi. Menurut Huang *et al.* (2018), tannin terkondensasi lebih sulit dihidrolisis karena memiliki struktur yang lebih kompleks dan berat molekul yang lebih tinggi. Tannin yang terdapat dalam daun ubi kayu berada dalam bentuk terikat dengan protein atau polisakarida dalam sel tanaman dan memiliki sifat hidrofobik (tidak larut dalam air). Reaksi tannin terkondensasi dengan air yaitu:



Tannin terkondensasi tidak mudah terhidrolisis oleh air kecuali ditambahkan zat asam atau basa. Perlakuan arang aktif bambu pada penelitian dapat membantu meningkatkan reaksi air dengan tannin melalui sifat kimia permukaan arang aktif bambu, seperti gugus fungsional (hidroksil, karbonil, atau karboksil). Reaksi tannin terkondensasi yang dihidrolisis oleh air dengan bantuan gugus hidroksil karbonil, atau karboksil dari arang aktif bambu yaitu:

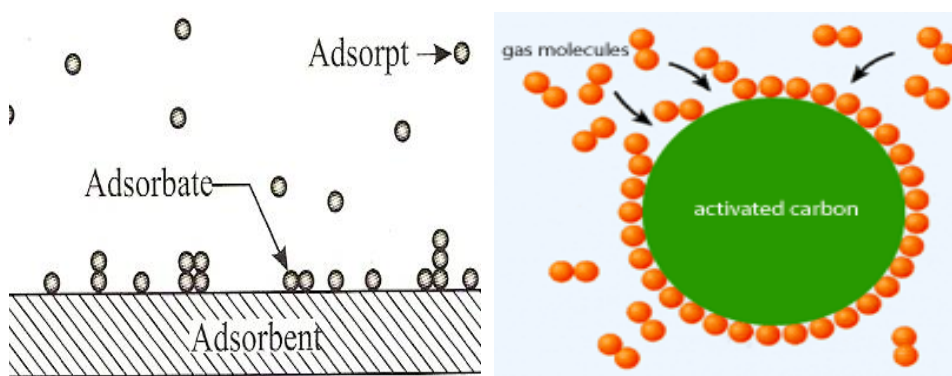


Gugus fungsional pada arang aktif bambu dapat memperlemah ikatan internal dalam molekul tannin terkondensasi dan membuat tannin lebih rentan terhadap reaksi degradasi dengan air. Melemahnya ikatan tannin akibat arang aktif dan ditambah dengan air dapat memfasilitasi hidrolisis gugus ester atau ikatan eter pada tannin untuk mengurangi kompleksitas struktur molekulnya dan menyebabkan perubahan dalam struktur kimiawi atau fisik pada tannin sehingga tannin dapat dipecah. Menurut Istiana dan Prasetya (2020), arang aktif dapat menyebabkan melambatnya laju tannin karena dengan menyebabkan jumlah situs aktif tannin semakin berkurang, sehingga kadar tannin pada bahan akan menurun. Setelah ikatan tannin menjadi lemah, maka air akan dapat menyerap ke struktur tannin, sehingga terjadi difusi dan tannin juga akan keluar dari daun ubi kayu. Chung *et al.* (1998) menyatakan, penurunan kadar tannin disebabkan oleh molekul tannin bergerak dari area konsentrasi tinggi (di dalam sel daun) menuju area konsentrasi rendah (air rendaman) melalui difusi.

Semakin lama waktu perendaman akan mengakibatkan semakin lama proses difusi dan semakin banyak tannin yang keluar dari daun ubi kayu sampai

lama waktu perendaman 12 jam. Tannin dapat dihidrolisis dan keluar dari daun ubi kayu sehingga dapat diadorbsi oleh arang aktif bambu. Meningkatnya lama waktu perendaman menjadi 24 jam menjadi 36 jam tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap kadar tannin. Hal ini juga disebabkan oleh tannin terkondensasi pada daun ubi kayu serta gugus fungsionalnya belum maksimal dapat meningkatkan reaksi air dengan tannin walaupun dengan lama waktu perendaman 36 jam. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan tannin pada tannin terkondensasi tidak seluruhnya dapat dihidrolisis atau di adsorpsi menggunakan arang aktif bambu. Salah satu hal yang terpenting adalah tannin memiliki efek positif pada ternak, sehingga tujuan utama dalam pengolahan pakan yang mengandung tannin yang tinggi adalah menurunkan kadar tannin sampai batas toleransi konsumsi ternak.

Secara umum cara kerja arang aktif bambu dalam mengadsorpsi HCN dan tannin dapat dilihat pada Gambar 2.4.1.



Gambar 2.4.1. Proses Adsorpsi HCN dan Tannin dengan Arang Aktif Bambu
Sumber: <https://webduniakimia.blogspot.com/>

Kadar tannin daun ubi kayu pada penelitian sudah mendekati batas toleransi konsumsi ternak yaitu kurang dari 50 g kg⁻¹BK (Mueller, 2006; Huang *et al.*, 2018) dan hasil penelitian ini hampir sama dengan hasil penelitian Wanapat (2002) daun ubi kayu kering dengan 43 g tannin dan Sirait dan Simanihuruk (2010) hay daun ubi kayu dengan tannin 49–55 g. Kadar tannin pada hasil penelitian ini menurun dari 234,00 menjadi 52,00 g kg⁻¹BK atau 77,78%. Penurunan kadar tannin ini lebih besar daripada hasil penelitian Rawat dan Sigh (2022), perendaman dengan air panas (60°C) selama 23,8 jam dengan kadar tannin 56,57%; Adeleke *et al.* (2017), kandungan tannin kacang tanah berkurang drastis sebesar 99% dengan lama perendaman 48 jam. Selanjutnya Hawashi *et al.* (2019), kandungan tannin pada daun ubi kayu setelah difermentasi selama tiga hari dengan *Saccharomyces cerevisiae* mengalami penurunan sebesar 89,32%.

2.4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlakuan kadar arang aktif bambu 2%, 4%, dan 6% dan lama waktu perendaman 36 jam dapat menurunkan kadar HCN dan tannin pada daun ubi kayu hingga batas maksimum konsumsi ternak.

2. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut tentang kualitas nutrisi dan pencernaan daun ubi kayu ini, untuk mendapatkan perlakuan terbaik yang dapat menurunkan kadar HCN dan tannin serta meningkatkan kualitas dan pencernaan daun ubi kayu.

Daftar Pustaka

- Adeleke, O. R., Adiamo, O. Q., Fawale, O. S., and Olamiti, G. (2017). Effect of processing methods on antinutrients and oligosaccharides contents and protein digestibility of the flours of two newly developed bambara groundnut cultivars. *International Food Research Journal*, 24(5), 1948–1955.
- Al-Kindi, A., Schlecht, E., Schiborra, A., and Joergensen, R. G. (2016). Effects of quebracho tannin extract (*Schinopsis balansae*) and activated charcoal on feed intake and digestibility by goats and their faecal microbial biomass. *Biological Agriculture and Horticulture*, 32(3), 159–169. <https://doi.org/10.1080/01448765.2015.1108869>
- Ali, F., Ali, N., Bibi, I., Said, A., Nawaz, S., Ali, Z., Salman, S. M., Iqbal, H. M. N., and Bilal, M. (2020). Adsorption isotherm, kinetics and thermodynamic of acid blue and basic blue dyes onto activated charcoal. In *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100040>
- Artanti, O. W., Ridla, M., and Khotijah, L. (2019). The Use of Cassava Leaf (*Manihot esculenta*) with the Different Processing on the Performances of Male Etawa Crossbred Goat. *Ilmiah, Jurnal Terpadu, Peternakan*, 7(2), 223–229.
- Bahri, S., dan Tarmudji. (1984). Keracunan Sianida pada Ternak dan Cara Mengatasinya. *Balai Penelitian Penyakit Hewan*, 1(1), 61–64.
- Besharati, M., Maggolino, A., Palangi, V., Kaya, A., Jabbar, M., Eseceli, H., De Palo, P., and Lorenzo, J. M. (2022). Tannin in Ruminant Nutrition: Review. *Molecules*, 27(23), 1–26. <https://doi.org/10.3390/molecules27238273>
- Botz, M. M., Mudder, T. I., and Akcil, A. U. (2016). Cyanide Treatment: Physical, Chemical, and Biological Processes. *Gold Ore Processing: Project Development and Operations, January*, 619–645. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63658-4.00035-9>
- Cardoso-Gutierrez, E., Aranda-Aguirre, E., Robles-Jimenez, L. E., Castelán-Ortega, O. A., Chay-Canul, A. J., Foggi, G., Angeles-Hernandez, J. C., Vargas-Bello-Pérez, E., and González-Ronquillo, M. (2021). Effect of tannins from tropical plants on methane production from ruminants: A systematic review. In *Veterinary and Animal Science* (Vol. 14). <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100214>
- Chao, N. Van, Thong, H. T., Quynhchau, H. Le, Tam, V. T., and Rui, Z. (2016). Effects of charcoal and wood vinegar dietary supplementation to diarrhea incidence and faecal hydrogen sulfide emissions in pigs. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(9), 707–713.

- Chaturvedi, K., Singhwane, A., Dhangar, M., Mili, M., Gorhae, N., Naik, A., Prashant, N., Srivastava, A. K., and Verma, S. (2023). Bamboo for producing charcoal and biochar for versatile applications. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03715-3>
- Chung, K. T., Wong, T. Y., Wei, C. I., Huang, Y. W., and Lin, Y. (1998). Tannins and human health: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(6), 421–464. <https://doi.org/10.1080/10408699891274273>
- Dewi, R., Azhari, A., dan Nofriadi, I. (2021). Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia Koh. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 12. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3351>
- Dung, N. T., van Binh, D., Mui, N. T., and Preston, T. R. (2010). Effect of cassava hay supplementation on milk production in lactating goats. *Livestock Research for Rural Development*, 22(3), 45.
- Farghly, M. F. A., Elsaygher, M. A., Jghef, M. M., Taha, A. E., Abd El-Hack, M. E., Jaremko, M., El-Tarabily, K. A., and Shabaan, M. (2023). Consequences of supplementing duck's diet with charcoal on carcass criteria, meat quality, nutritional composition, and bacterial load. *Poultry Science*, 102(1), 102275. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102275>
- Gerlach, H., and Hans-Peter Schmidt. (2012). Biochar in poultry farming. *Ithaka Journal*, August, 262–264. <http://www.ithaka-journal.net/druckversionen/e032012-bc-poultry.pdf>
- Haque, M. R., and Bradbury, J. H. (2004). Preparation of linamarin from cassava leaves for use in a cassava cyanide kit. *Food Chemistry*, 85(1), 27–29. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.06.001>
- Harborne, J. . (2006). *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan* (Kosasih Padmawinata & I. Soediro (eds.); Alih bahas). Institut teknologi bandung. https://opac.poltekkestasikmalaya.ac.id/index.php?p=show_detail&id=878&keywords=
- Hartati, R., Anita, S., and Bali, S. (2016). Potensi Arang Aktif Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Sebagai Adsorben Ion Zn²⁺ Dan SO₄²⁻ Dalam Air Sumur Bor Buruk Bakul, Bengkalis. *Repository University Of Riau*, 3(1991), 1–10.
- Hawashi, M., Altway, A., Widjaja, T., and Gunawan, S. (2019). Optimization of process conditions for tannin content reduction in cassava leaves during solid state fermentation using *Saccharomyces cerevisiae*. In *Heliyon* (Vol. 5, Issue 8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02298>
- Huang, Q., Liu, X., Zhao, G., Hu, T., and Wang, Y. (2018). Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. In *Animal Nutrition* (Vol. 4, Issue 2, pp. 137–150). <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.004>
- Hutami, F. D., and Harijono. (2014). Effect of Solution Replacement and NHCO 3

- Concentration on Cyanide Content Reduction in Cassava Flour Processing. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 220–230.
- Isa, S. S. M., Ramli, M. M., Hambali, N. A. M. A., Kasjoo, S. R., Isa, M. M., Nor, N. I. M., Khalid, N., and Ahmad, N. (2016). Adsorption Properties and Potential Applications of Bamboo Charcoal: A Review. *MATEC Web of Conferences*, 78, 2–8. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20167801097>
- Istiana, S., and Prasetya, T. (2020). Preparasi Arang Aktif Trembesi Magnetit Untuk Adsorpsi Senyawa Tannin Dalam Limbah Cair. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(1), 17–23.
- Kurniawan, R., Luthfi, M., dan Wahyunanto, A. (2014). Karakterisasi Luas Permukaan Bet (Braunanear , Emmelt dan Teller) Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 2(1), 15–20. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/168>
- Leng, R. A., Inthapanya, S., and Preston, T. R. (2012). Biochar lowers net methane production from rumen fluid in vitro. *Livestock Research for Rural Development*, 24(6), 10.
- Lumbantobing, R., Napitupulu, M., and Jura, M. R. (2020). Analysis of Cyanide Acid Content in Cassava (*Manihot esculenta*) Based on Storage Time. *Jurnal Akademika Kimia*, 8(3), 180–183. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2019.v8.i3.pp180-183>
- Luque-Almagro, V. M., Merchán, F., Blasco, R., Igeño, M. I., Martínez-Luque, M., Moreno-Vivián, C., Castillo, F., and Roldán, M. D. (2011). Cyanide degradation by *Pseudomonas pseudoalcaligenes* CECT5344 involves a malate: Quinone oxidoreductase and an associated cyanide-insensitive electron transfer chain. *Microbiology*, 157(3), 739–745. <https://doi.org/10.1099/mic.0.045286-0>
- Maciel, A. C., da Silva Pena, R., do Nascimento, L. D., de Oliveira, T. A., Chagas-Junior, G. C. A., and Lopes, A. S. (2023). Health exposure risks and bioremediation of cyanide in cassava processing effluents: An overview. *Journal of Water Process Engineering*, 55(April). <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104079>
- Manurung, M., Ratnayani, O., dan Prawira, R. A. (2019). Sintesis dan Karakterisasi Arang dari Limbah Bambu. *Cakra Kimia*, 7(1), 69–77. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/cakra/article/view/51644/30624>
- Manurung, M., Sahara, E., dan Sihombing, P. S. (2019). Pembuatan Dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) Dengan Aktivator H₃PO₄. *Jurnal Kimia*, 13(1), 16. <https://doi.org/10.24843/jchem.2019.v13.i01.p03>
- Min, B. R., and Hart, S. P. (2003). Tannins for suppression of internal parasites. *Journal of Animal Science*, 81(14_suppl_2), E102–E109. www.asas.org/symposia/03esupp2/jas2418.pdf%5Cnhttp://dx.doi.org/2003.8114_suppl_2E102x

- Min, B. R., Solaiman, S., Gurung, N., Behrends, J., Eun, J. S., Taha, E., and Rose, J. (2012). Effects of pine bark supplementation on performance, rumen fermentation, and carcass characteristics of Kiko crossbred male goats. *Journal of Animal Science*, 90(10), 3556–3567. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4931>
- Mori, M. B., Astiti, N. M. A. G. R., and Mardewi, N. K. (2021). Utilization of fermented cassava skin ration on carcass weight and percentage of broiler carcass. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012041>
- Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2010–2037. <https://doi.org/10.1002/jsfa>
- Mukaromah, A. H., Abja, R., dan Wardoyo, F. A. (2020). Penggunaan Serbuk Arang Aktif Biji Kelor untuk Menurunkan Kadar Nitrit Dalam Air. *Eksergi*, 17(1), 28. <https://doi.org/10.31315/e.v17i1.3291>
- Nascimento, T. V. C., Oliveira, R. L., Menezes, D. R., de Lucena, A. R. F., Queiroz, M. A. Á., Lima, A. G. V. O., Ribeiro, R. D. X., and Bezerra, L. R. (2021). Effects of condensed tannin-amended cassava silage blend diets on feeding behavior, digestibility, nitrogen balance, milk yield and milk composition in dairy goats. In *Animal* (Vol. 15, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100015>
- Oboh, G. (2006). Nutrient enrichment of cassava peels using a mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus* spp solid media fermentation techniques. *Electronic Journal of Biotechnology*, 9(1), 46–49. <https://doi.org/10.2225/vol9-issue1-fulltext-1>
- Patra, A. K., and Saxena, J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry*, 71(11–12), 1198–1222. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.05.010>
- Pitoy, M. M. (2015). Sianida: Klasifikasi, Toksisitas, Degradasi, Analisis. *JURNAL MIPA UNSRAT*, 1(4).
- Putra, I. N. K. (2009). Efektifitas Berbagai Cara Pemasakan Terhadap Penurunan Kandungan Asam Sianida Berbagai Jenis Rebung Bambu. *Agrotekno*, 15(2), 40–42. <http://cybermed.cbn.net.id/cbprtl/cybermed/>.
- Qomariyah, N., Retnani, Y., Jayanegara, A., Wina, E., and Permana, I. G. (2019). Utilization of Biochar and Liquid Smoke to Increase Livestock Performance. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 29(4), 171. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v29i4.2077>
- Santoso, U., dan Aryani, I. (2007). Perubahan Komposisi Kimia Daun Ubi Kayu yang Difermentasi oleh EM4. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 2(2), 53–56. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.2.2.53-56>
- Simbolon, N., Iswarin Pujaningsih, R., dan Mukodiningsih, S. (2016). Pengaruh

- berbagai pengolahan kulit singkong terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik secara in vitro, protein kasar dan asam sianida. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26(1), 58–65. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2016.026.01.9>
- Siqhny, Z. D., Sani, E. Y., dan Fitriana, I. (2020). Pengurangan Kadar HCN pada Umbi Gadung Menggunakan Variasi Abu Gosok dan Air Kapur. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 15(2), 1. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v15i2.2620>
- Sirait, J., dan Simanihuruk, K. (2010). Potensi dan Pemanfaatan Daun Ubi kayu dan Ubi jalar Sebagai Sumber Pakan Ternak Ruminansia Kecil. *Wartazoa*, 20(2), 75–84. www.ciat.cgiar.org/asiacassava/pdf/7thregional_work_shop_2002/504.pdf.
- Tweyongyere, R., and Katongole, I. (2002). Cyanogenic potential of cassava peels and their detoxification for utilization as livestock feed. *Veterinary and Human Toxicology*, 44(6), 366–369.
- Vongkhamchanh, B., Preston, T. R., Leng, R. A., Van An, L., and Hai, D. T. (2018). Effect of biochar on growth performance of local “yellow” cattle fed ensiled cassava roots, fresh brewers’ grains and rice straw. *Livestock Research for Rural Development*, 30(9).
- Wahyudi, L., dan Bachrudin, Z. (2001). Pengaruh Penambahan Arang Aktif Pada Konsentrat Terhadap Kinerja Ternak dan Komposisi Kimia Feses Kambing Peranakan Ettawa. *Repository Universitas Gadjah Mada*, 0–1.
- Wanapat, M. (2002). The role of cassava hay as animal feed. *7th Regional Workshop, July*, 21.
- Wilson, K. (2016). Biochar as Feed Supplement for Cattle. *Pdfs.Semanticscholar.Org*, 12. www.wilsonbiochar.com