

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pakan

Pakan adalah bahan yang dimakan dan dicerna oleh seekor ternak dan mampu menyajikan nutrisi yang penting dalam untuk perawatan tubuh, pertumbuhan dan penggemukan (Blakely dan Bade, 1991). Pakan dibedakan menjadi dua yaitu pakan yang mempunyai serat banyak (pakan kasar) dan sedikit serat (konsentrat). Pakan kasar mempunyai kandungan serat kasar lebih dari 18% dan protein kasar sekitar 10% (Jurgens, 1993). Bahan pakan yang termasuk pakan kasar antar lain rumput, jerami, silase rumput, batang jagung dan akar tanaman (Anggorodi, 1994). Pakan konsentrat adalah pakan yang mempunyai kadar serat kasar rendah, yaitu kurang dari 18%, protein kasar lebih dari 20%, mudah dicerna dan mempunyai nilai gizi yang tinggi (NRC, 1978; Williamson dan Payne, 1993; Anggorodi, 1994). Pemberian pakan konsentrat akan meningkatkan pencernaan pakan, sehingga konsumsi pakan meningkat (Murtidjo, 1990).

Salah satu pakan berserat yang ada di Indonesia adalah jerami kedelai, bahan pakan ini mempunyai kandungan nutrisi 77,14% BK, 6,13% PK, 44,11 % SK, 1,56 LK dan 47,61% TDN (Hartaja *et al.*, 2013). Dedak padi adalah hasil ikutan dari penggilingan padi. Kandungan nutrisi dedak padi menurut Hartadi *et al.* (1997) adalah 86% BK, 9,9% PK, 19,8% SK, 0,23% Ca, 1,16% P dan 57% TDN. Ampas kecap merupakan limbah industri pembuatan kecap yang dapat dikategorikan sebagai bahan pakan sumber protein, karena memiliki protein kasar

lebih dari 20% (Purbowati *et al.*, 1999). Kandungan gizi ampas kecap adalah BK 94,30%; PK 30,29%; abu 15,66%; SK 24,40%; LK 26,47%; BETN 3,12%; TDN 71,15% dan NaCl sebanyak 18-20% (Kuswanto dan Sudarmaji, 1989). *Wheat bran* mempunyai kandungan 90,16% BK, 15,13% PK, 4,65% LK, 4,84% SK, 3,79% Abu, 71,59% BETN (Pangaribowo, 2014).

2.2. Sapi Madura

Sapi Madura termasuk sapi lokal Indonesia yang merupakan plasma nutfah dan harus dikembangkan dalam rangka mendukung industri peternakan sapi potong. Sapi Madura diduga berasal dari hasil persilangan antara sapi Jawa dengan sapi Bali, sedangkan sapi Jawa merupakan hasil persilangan dari *Bos indicus* dan *Bos taurus* (Soehadji, 1993). Sapi Madura memiliki kemampuan adaptasi yang baik meskipun pada kondisi lingkungan yang buruk. Rataan bobot badan pada pola pembibitan peternakan rakyat yang berumur sekitar 1,5–2 tahun 209 kg, dan 3–3,5 tahun mencapai bobot badan 239 kg (Rasyid dan Umiyasih, 1993); dengan tinggi badan masing-masing 105 cm dan 115 cm, dan bobot badan jantan muda sampai dengan 2 tahun rata-rata $209 \pm 24,1$ (177–281) kg (Wijono dan Setiadi, 2004). Penelitian Umar (2015) menunjukkan bahwa dengan pakan yang mengandung PK 13,01 dan TDN 60% sapi Madura mampu mengonsumsi BK pakan sebesar 3,6% dari bobot badan yang memberikan PBBH sebesar 850 gram/hari. Hasil penelitian Umar (2015) menunjukkan bahwa kebutuhan nutrisi sapi Madura sebagaimana tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Nutrien Sapi Madura (Umar, 2015)

BB	PBBH	Sapi Madura			
		BK	BK	PK	TDN
--(kg) --	--(kg) --	--(kg) --	--(%BB) --	--(g) --	--(g) --
150	0,00	2,69	1,80	233	1,48
	0,25	3,20	2,01	291	1,78
	0,50	3,34	2,23	349	2,08
	0,75	3,67	2,45	407	2,38
	1,00	4,00	2,66	465	2,68
200	0,00	3,56	1,78	288	1,71
	0,25	3,97	1,98	365	2,26
	0,50	4,38	2,19	441	2,81
	0,75	4,79	2,39	518	3,35
	1,00	5,20	2,60	595	3,90
250	0,00	4,42	1,77	343	1,94
	0,25	4,92	1,97	438	2,74
	0,50	5,41	2,17	534	3,53
	0,75	5,91	2,36	629	4,33
	1,00	6,40	2,56	724	5,13
300	0,00	5,29	1,76	398	2,17
	0,25	5,87	1,96	512	3,22
	0,50	6,45	2,15	626	4,26
	0,75	7,03	2,34	740	5,31
	1,00	7,61	2,54	854	6,35

Keterangan : BB: Bahan Kering ; PBBH: Pertambahan Bobot Badan Harian ; PK: Protein Kasar ; TDN: *Total Digestible Nutrients*

2.3. Rumen

Rumen merupakan alat pencernaan yang didalamnya terdapat mikroorganisme untuk melakukan fermentasi pakan yang dikonsumsi oleh ternak ruminansia (Soebarinoto *et al.*, 1991). Proses fermentasi dalam rumen terjadi pada kondisi anaerob, dengan tekanan osmose dalam rumen mirip tekanan darah. Kondisi fisiologis rumen yang sesuai untuk proses fermentasi adalah pH dalam 5,5

– 7,0 dengan suhu di dalam rumen berkisar antara 38-42°C (Theodorou dan France, 1993; Prawirokusumo, 1994).

Kondisi fisiologis rumen memiliki peran penting terhadap proses pencernaan pakan. Proses fermentasi pakan dalam rumen dapat berjalan dengan baik apabila kondisi fisiologis rumen mendukung, sehingga mikroorganisme yang ada di dalamnya dapat hidup dan dapat melakukan proses fermentasi (Arora, 1995). Prawirokusumo (1994) menyatakan bahwa kondisi fisiologis rumen yang sesuai untuk proses fermentasi adalah pH 5,5 – 7,0, temperatur di dalam rumen yaitu 38° – 42°C dan kondisi *anaerob*.

Kondisi fisiologis rumen dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi fisiologis rumen diantaranya adalah absorpsi asam lemak, amonia dan saliva, absorpsi asam lemak dan amonia di dalam rumen berfungsi untuk mempertahankan pH di dalam rumen sehingga pH nya sesuai untuk proses fermentasi pakan (Arora, 1995). Kamal (1994) menyatakan bahwa saliva bagi ruminansia mempunyai fungsi penting untuk menjaga pH rumen, sebab asam yang terbentuk selama proses fermentasi dapat menurunkan pH rumen hingga mencapai 2,5 – 3,0.

2.4. Mikroorganisme Rumen

Mikroba yang terdapat dalam rumen dibagi menjadi empat jenis mikroorganisme *anaerob*, yaitu bakteri, protozoa, fungi dan mikroorganisme lainnya. Penghuni rumen yang fungsional paling penting adalah bakteri, dalam 1 ml cairan rumen terkandung 10^9 sampai 10^{10} sel dan merupakan 5-10% massa

kering isi perut besar (Schlegel, 1994). Jumlah protozoa dalam rumen lebih sedikit bila dibandingkan dengan jumlah bakteri, yaitu sekitar 10^6 sel/ml. Ukuran tubuhnya lebih besar dengan panjang tubuh berkisar antara 20-200 mikron, oleh karena itu biomassa total dari protozoa hampir sama dengan biomassa total bakteri (McDonald *et al.*, 2002). Bakteri merupakan biomassa terbesar di dalam rumen, terdapat sekitar 50% dari total bakteri hidup bebas dalam cairan rumen dan sekitar 30-40% menempel pada partikel makanan. Bakteri rumen memiliki fungsi yang sangat penting terhadap fermentasi serat dan tanaman berpolimer (Arora, 1995). Bakteri mengurai karbohidrat polimer dalam pakan menjadi senyawa sederhana seperti asam lemak dan alkohol dari selulosa, amilum, fruktosan dan xilan (Schlegel, 1994). Bakteri rumen spesies tertentu seperti *Ruminococcus flavifaciens*, *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrisolvans*, dan *Selenomonas ruminantium* berperan dalam fermentasi pregastrik membentuk asetat, propionat, butirrat, CO₂ dan hidrogen. Fermentasi akan diikuti meningkatnya pertumbuhan mikroba dan sintesis protein sel sebagai sumber protein untuk ternak (Arora, 1995).

Faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas populasi mikroba rumen adalah temperatur, pH, kapasitas buffer, tekanan osmotik, kandungan bahan kering dan potensial oksidasi reduksi (Dehority, 2004). Pola pertumbuhan bakteri dan protozoa rumen dipengaruhi oleh pola fermentasi yang ditunjukkan oleh proporsi molar VFA dan pH rumen (Arora, 1995). Perkembangan populasi mikroba rumen terutama bakteri akan dibatasi oleh kadar amonia cairan rumen yang rendah, karena ini sangat diperlukan oleh bakteri

sebagai sumber N untuk membangun sel tubuhnya. Bakteri rumen spesies-spesies bakteri dan protozoa yang berbeda saling berinteraksi melalui hubungan simbiosis dan menghasilkan produk - produk yang khas seperti selulosa, hemiselulosa, dan pati melalui pencernaan polimer tumbuhan (Schlegel, 1994).

Protozoa merupakan mikroorganisme yang ada dalam rumen dengan jumlah lebih sedikit jika dibandingkan dengan jumlah bakteri yaitu sekitar 1 juta/ml (McDonald *et al.*, 2002). Protozoa bersifat anaerob, apabila kadar oksigen atau pH isi rumen tinggi, maka protozoa tidak dapat membentuk *cyste* untuk mempertahankan diri dari lingkungan yang jelek, sehingga dengan cepat akan mati (Arora, 1995). Pada ruminansia, protozoa yang bersilia berkembang di dalam rumen dan membantu pencernaan zat - zat makanan dari rumput - rumputan yang kaya akan serat kasar. Protozoa jenis Holotrica terutama memecah gula terlarut seperti glukosa, maltosa, sukrosa dan pati terlarut dan melepaskan asam asetat, asam butirrat, asam laktat, CO₂, H₂ dan amilopektin. Amilopektin sebagai simpanan energi bagi protozoa digunakan apabila substrat dalam lingkungan rumen berkurang (Dehority, 2004).

Keadaan kelaparan atau kekurangan pakan jangka lama merupakan faktor utama penyebab berkurangnya jumlah protozoa. Rendahnya pH mengurangi populasi protozoa secara drastis. Protozoa mempunyai kemampuan sangat kecil untuk mensintesa asam amino dan vitamin B kompleks. Protozoa memperoleh dua golongan zat makanan tersebut dari bakteri dan dapat menghidrogenasi asam - asam lemak tak jenuh menjadi asam lemak jenuh (Arora, 1995). Sebagian besar protozoa memakan bakteri untuk memperoleh sumber nitrogen dan mengubah

protein bakteri menjadi protein protozoa, bersamaan dengan itu memperoleh tambahan sumber protein dan pati dari ingesta rumen (Dehority, 2004).

2.5. Konsentrasi *Volatile Fatty Acids* Cairan Rumen

Proses fermentasi dalam rumen akan menghasilkan VFA yang sebagian besar berupa asam asetat, propionat, dan butirrat (Arora, 1995). Produksi VFA di dalam cairan rumen dapat digunakan sebagai tolak ukur fermentabilitas pakan (Hartati, 1998). Kerangka karbon dari VFA digunakan mikroba untuk mensintesis protein mikroba kemudian sebagian dari VFA akan diserap langsung melalui dinding rumen dan dimanfaatkan sebagai sumber energi (Parakkasi, 1999; Yulianti, 2010). Sutardi (1978) menyatakan bahwa kisaran VFA cairan rumen yang mendukung pertumbuhan mikroba yaitu 80 sampai 160 mM / 80-160 mmol/l.

VFA rumen masih mengalami peningkatan pada jam ke-0 sapi ke-6 setelah pemberian pakan (Restitrisnani, 2010). Konsentrasi VFA cairan rumen sapi Madura jantan yang diberi pakan rumput gajah dan konsentrat pada jam ke 0, 3 dan 6 setelah pemberian pakan menunjukkan rata-rata sebesar 24,43; 35,46; 30,29 (mmol/l) (Pangaribowo, 2014). Konsentrasi VFA cairan rumen sapi PO dan PFH jantan yang diberi pakan 60% konsentrat dengan pakan basal jerami padi pada jam ke 3 setelah pemberian pakan sebesar 40,00 dan 34,58 mM (Kusuma *et al.*, 2007). Penurunan konsentrasi VFA total disebabkan terjadinya absorpsi VFA oleh dinding rumen serta pemanfaatan VFA sebagai kerangka karbon untuk sintesis protein mikroba rumen (Nuswantara 2006).

Ternak ruminansia mengkonsumsi pakan dalam jumlah tinggi mengakibatkan peningkatan jumlah VFA (Arora, 1995). Tinggi dan rendahnya produksi VFA dipengaruhi oleh tingkat fermentabilitas bahan pakan, jumlah karbohidrat yang mudah larut, pH rumen, pencernaan bahan pakan, jumlah serta macam bakteri yang ada di dalam rumen (Arora, 1995). Faktor faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi VFA yaitu komposisi pakan, kadar protein ransum, perbandingan konsentrat yang dikonsumsi dan frekuensi pemberian pakan (Soebarinoto *et al.*, 1991; Forbes dan France, 1993).

Rasio asetat propionat sering digunakan sebagai indikator kualitas pakan dan tingkat pemanfaatan di dalam rumen, semakin kecil nilai A/P rasio maka pakan yang dimanfaatkan menjadi produktivitas akan semakin efisien (Soebarinoto *et al.*, 1991). Rasio A/P yang semakin rendah mengindikasikan tingginya sintesis glukosa di dalam tubuh ternak (Soeparno, 1994; McDonald *et al.*, 2002). Pemberian pakan hijauan kasar akan menyebabkan konsentrasi asam asetat naik, sedangkan pemberian konsentrat dalam ransum akan menyebabkan naiknya asam propionat. Propionat merupakan senyawa glukogenik yang tidak semua jaringan tubuh mampu mengoksidasinya, sehingga memiliki nilai kemanfaatan yang tinggi (McDonald *et al.*, 2002). Indikator dalam menilai efisiensi pakan yang dimanfaatkan di dalam rumen dapat dilihat dari perbandingan asam asetat – propionat (A/P rasio), jika nilai A/P rendah menunjukkan pakan didalam rumen semakin efisien (Pamungkas *et al.*, 2008). Soebarinoto *et al.* (1991) menyatakan bahwaimbangan asetat/propionat ternak

potong menunjukkan nilai efisiensi jika nilaiimbangan asetat/propionat menunjukkan di bawah angka 3.

Purbowati *et al.* (2014) yang menyatakan bahwaimbangan asetat propionat sapi Jawa dan Peranakan Ongole yang diberi pakan secara tradisional dengan pakan berupa rumput lapangan, jerami padi, dan jerami jagung, tanpa pemberian konsentrat sebesar 3,77 dan 4,44. Pamungkas *et al.* (2008) melaporkan bahwa rasio asetat-propionat sapi Bali yang diberikan pakan lengkap dengan level suplementasi daun lamtoro yang berbeda menghasilkan dapat mencapai 1,92 sampai 2,24. Forbes dan France (1993) menyatakan bahwa komposisi konsentrat dalam pakan lebih besar daripada hijauan akan memberikanimbangan asam asetat/propionat yang lebih rendah. Peningkatan proporsi konsentrat meningkatkan pencernaan karbohidrat non struktural dan menurunkan pencernaan serat kasar sehingga rasio asetat-propionat rendah (Walsh *et al.*, 2009). Pakan yang mempunyai kandungan serat tinggi akan mendukung produksi asetat dan proporsi perbandingan molar asetat : propionat : butirir berkisar antara 70 : 20 : 10, sedangkan pakan konsentrat yang kaya akan pati akan mendukung pertumbuhan jenis bakteri penghasil propionat dan ditandai dengan meningkatnya propionat dibandingkan asetat (France dan Dijkstra, 2005).

2. 6. Konsentrasi Amonia Cairan Rumen

Protein yang berasal dari pakan pertama kali dihidrolisa oleh mikroba rumen menjadi asam amino diikuti oleh proses deaminasi untuk membebaskan amonia. Amonia yang dibebaskan dalam rumen sebagian dimanfaatkan oleh

mikroba untuk mensintesis protein mikroba (Arora, 1995). Produksi NH_3 disamping berasal dari protein pakan, juga berasal dari perombakan nitrogen bukan protein (NBP), N saliva dan urea yang masuk ke dalam cairan rumen melalui dinding rumen (Kamal, 1994). Produksi NH_3 yang tidak digunakan untuk sintesis protein mikroba dibawa ke hati melalui pembuluh darah. NH_3 di dalam hati diubah menjadi urea, sebagian dikeluarkan bersama urine dan sebagian lagi masuk ke dalam rumen melalui saliva atau melalui pembuluh darah dinding rumen (Van Soest, 1994). Konsentrasi N- NH_3 dalam rumen berkisar antara 2-50 mg/dl (Bondi, 1987). McDonald *et al.* (2002) menyatakan bahwa kisaran normal kadar amonia minimal untuk sintesis protein mikroba rumen adalah 5 mg/dl. Konsentrasi NH_3 di dalam rumen dipengaruhi oleh kelarutan bahan pakan, jumlah protein, nitrogen dalam pakan, pH rumen dan waktu setelah pemberian pakan (Sutardi, 1978). Jika pakan defisien akan protein dan protein tahan degradasi maka konsentrasi amonia rumen akan rendah dan pertumbuhan mikroba rumen akan lambat yang menyebabkan turunnya pencernaan pakan pakan (McDonald *et al.*, 2002).

Konsentrasi amonia tertinggi diperoleh pada 3 jam setelah makan (Arora, 1986). Konsentrasi amonia sapi Madura yang diberi pakan *hay* rumput gajah dan konsentrat dengan imbang BK 30:70% (PK 13% dan TDN 58,86%) yaitu 33,46 mg/dl (Pangaribowo, 2014). Sapi Jawa menurut Purbowati *et al.* (2014) yang diberi pakan secara tradisional dengan pakan berupa rumput lapangan, jerami padi, dan jerami jagung, tanpa pemberian konsentrat menghasilkan konsentrasi amonia sebesar 8,75 mg/dl. Arora (1995) menyatakan bahwa kadar amonia cairan

rumen ditentukan oleh tingkat protein pakan yang dikonsumsi, derajat degradibilitasnya, lama pakan didalam rumen dan pH cairan rumen. Konsentrasi amonia dipengaruhi oleh kecepatan absorpsi dinding rumen, protein pakan, dan kecepatan membentuk protein mikroba (Huntington *et al.*, 2006; Tillman *et al.*, 1991; Arora, 1995).

Konsentrasi amonia yang tinggi disebabkan oleh proses degradasi protein pakan yang lebih cepat di dalam rumen dari pada proses pembentukan protein mikroba sehingga amonia terakumulasi di dalam rumen dan sebaliknya (McDonald *et al.*, 2002). Menurut Leng (1980) amonia merupakan produk utama dari proses deaminasi asam amino dalam rumen untuk memasok sebagian besar N untuk pertumbuhan dan sintesis protein mikroba. Presston dan Willis (1974), bahwa sebagian besar (80%) mikroba rumen menggunakan amonia (NH₃) yang terbentuk dari proses deaminasi asam amino untuk sintesis protein mikroba.

2.7. Sintesis Protein Mikroba Rumen

Sintesis protein mikroba diawali dengan proses hidrolisis seluruh protein dalam pakan oleh mikroba rumen. Arora (1995) menyatakan bahwa allantoin, asam urat, xanthin dan hipoxanthin merupakan produk degradasi purin yang terdeteksi dalam urin. Nitrogen mikroba dihitung berdasarkan ekskresi degradasi purin dalam urin ternak. Asplund (1994) menyatakan bahwa nitrogen (amonia) yang berasal dari hasil fermentasi protein pakan dan kerangka karbon (C) yang berasal dari hasil fermentasi karbohidrat merupakan sumber pembentukan protein mikroba. Ørskov (1992) menyatakan bahwa metode untuk mengestimasi suplai

nitrogen mikrobia dengan mengukur derivat purin yang disekresikan oleh ternak dengan pengukuran urin. Produksi nitrogen protein mikroba mengandung sekitar 79% N-asam amino dan 15,4% nitrogen asam nukleat.

Penelitian Pangaribowo (2014) menemukan bahwa sapi Madura jantan yang diberi pakan konsentrat dan *hay* rumput gajah dengan PK rata-rata 13% dan TDN 58,86% dengan imbang 70:30% menghasilkan rata-rata produksi protein mikroba 172,69 g/hari. Sapi Peranakan Ongole yang diberi pakan dengan level konsentrat (bekatul dan ampas bir) yang berbeda dan jerami urinas menghasilkan produksi protein mikroba rata-rata 177,35 g/hari (Kurniasari *et al.*, 2009). Faktor yang mempengaruhi sintesis protein mikroba rumen adalah konsumsi bahan kering rasio hijauan dan konsentrat dalam ransum, laju degradasi protein dan karbohidrat, laju pakan, vitamin dan mineral.

Menurut Clark *et al.* (1992) tinggi rendahnya efisiensi sintesis protein mikroba dipengaruhi oleh jumlah protein yang dimanfaatkan oleh mikroba untuk membentuk protein mikroba rumen dan fermentasi dari karbohidrat. Putri (2013) menyatakan bahwa semakin tinggi efisiensi sintesis protein mikroba maka semakin besar kontribusi protein mikroba tersebut terhadap kebutuhan protein total ternak sapi. Arora (1995); Nolan (1999) yang disitasi oleh Diyatmoko *et al.* (2009) menyatakan bahwa pertumbuhan mikroba di dalam rumen sangat dipengaruhi oleh laju degradasi bahan organik sebagai sumber energi untuk mensintesis protein mikroba, pemecahan protein pakan, kecepatan alir bahan keluar dari rumen, kebutuhan mikroba akan asam amino, kecepatan absorpsi

amonia dan asam amino serta jenis fermentasi berdasarkan jenis pakan yang masuk.