

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tulang

Tulang merupakan jaringan penyokong utama tubuh yang struktur pembentuknya terdiri dari unsur organik dan anorganik. Unsur organik terdiri dari protein, mukopolisakarida (rantai protein dengan polisakarida berulang) dan kondroitin sulfat, sedangkan unsur anorganik dalam tulang didominasi oleh ion kalsium dan fosfor. Selain kalsium dan fosfor, didalam tulang juga terkandung ion magnesium, karbonat, hidroksil, klorida, fluorida dan sitrat dalam jumlah yang lebih sedikit. Sebanyak 65 % berat tulang kering terbentuk dari garam-garam anorganik, sedangkan 35 % lainnya terbentuk dari substansi dasar organik dan serat kolagen. Sebesar 85 % dari seluruh garam yang terdapat pada tulang merupakan kalsium fosfat, dan 10 % dalam bentuk kalsium karbonat. Lebih kurang 97 % kalsium dan 46 % natrium yang ada dalam tubuh terdapat pada tulang (Singh, 1991).

2.2. Tepung Tulang

Tepung tulang merupakan salah satu bahan baku pembuatan pakan ternak yang terbuat dari tulang hewan. Tulang yang akan dijadikan tepung haruslah tulang yang berasal dari hewan ternak dewasa dan biasanya berasal dari tulang hewan

berkaki empat seperti tulang sapi, kerbau, babi, domba, kambing, dan kuda.

Tepung tulang dijadikan sebagai salah satu bahan dasar pembuatan pakan karena mengandung mineral makro yakni kalsium dan posfor serta mineral mikro lainnya. Menurut Murtidjo (2001) tepung tulang selain dijadikan sebagai sumber mineral juga mengandung asam amino dan protein. Kalsium dan posfor sangat diperlukan oleh hewan karena memiliki peranan dalam pembentukan tulang dan kegiatan metabolisme tubuh. Fungsi mineral bagi hewan ternak antara lain : (1) menjaga keseimbangan asam basa dalam cairan tubuh, (2) sebagai khelat, (3) sebagai zat pembentuk kerangka tubuh, (4) sebagai bagian aktif dalam struktur protein, (5) sebagai bagian dari asam amino, (6) sebagai bagian penting dalam tekanan osmotik sel, (7) pendukung aktivitas enzim dan (8) membantu mekanisme transportasi dalam tubuh.

Tabel 1. SNI tepung tulang.

Karakteristik	Syarat	
	Mutu I (%)	Mutu II (%)
Kadar air (maks)	8	8
Kadar lemak	3	6
Kadar kalsium (min)	20	30
Kadar pospat (sebagai P ₂ O ₅) (min)	20	20
Kadar posfor (P) (min)	8	8
Kehalusan saringan 25 (min)	90	90
Kadar pasir/silika(maks)	1	1

Sumber : Dewan Standardisasi Nasional, 1992.

Tepung tulang yang baik memiliki ciri-ciri tidak berbau, kadar air maksimal 5 %, berwarna keputih-putihan, tingkat kehalusan 80 saringan, bebas bakteri serta

penyakit, dan kadar tepungnya mencapai 94 % (Rasidi, 1999). Kandungan kalsium yang terdapat pada tepung tulang dipasaran umumnya adalah 19 % – 26 % dan posfor 8 % – 12 %.

Kalsium dan posfor merupakan unsur yang diperlukan tubuh dalam jumlah yang sedikit. Walau tubuh hanya memerlukan sedikit kalsium dan posfor, namun pada kenyataannya makhluk hidup tidak mampu memenuhi kedua unsur tersebut hanya dari asupan makanan sehingga sering terjadi kekurangan. Bahkan Rasidi (1999) menyatakan bahwa unggas tidak dapat memproduksi mineral dalam tubuhnya, sehingga harus disediakan dalam pakan. Kekurangan kalsium dan posfor sangat berpengaruh bagi kegiatan metabolisme dan mampu menimbulkan dampak buruk karena kedua unsur tersebut bersifat esensial. Pakan ternak biasa tidak dapat memenuhi kebutuhan tubuh akan kalsium dan posfor, sehingga ternak perlu diberikan tambahan suplemen atau pakan tambahan yang merupakan sumber kalsium dan posfor. Pakan tambahan yang dapat dijadikan sumber kalsium dan posfor salah satunya adalah tepung tulang.

2.3. Pakan Ternak & Komposisi Nutrisi

Pengujian pemberian pakan pada unggas dan ternak besar dengan berbagai macam pakan telah dilakukan untuk menentukan nilai makanan giling. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemberian pakan yang digiling dengan kasar lebih baik dibanding memberi makan dengan pakan yang halus. Pakan yang sudah digiling halus tidak dianjurkan untuk diberikan pada ternak dalam kondisi apapun, kecuali pada anak ayam. Pakan yang halus akan melewati saluran pencernaan terlalu cepat sehingga makanan tersebut belum sempat mengalami proses

pencernaan namun sudah dibuang. Pakan yang halus dapat menurunkan kemampuan ternak untuk mencerna makanan, selain itu pakan yang halus mutunya akan lebih cepat turun karena mudah mengalami oksidasi (Henderson dan Perry, 1982).

Makanan ternak secara garis besar dapat dibagi menjadi dua kelompok, yakni hijauan dan konsentrat. Hijauan ditandai dengan jumlah serat kasar yang relatif banyak pada bahan keringnya. Hijauan dibagi menjadi dua golongan, yakni hijauan segar dan hijauan kering, dimana kadar air pada hijauan segar jauh lebih tinggi dibanding hijauan kering. Konsentrat merupakan makanan yang kandungan serat kasarnya lebih sedikit dibandingkan dengan hijauan dan mengandung karbohidrat, protein, lemak, serta mineral yang jumlahnya relatif banyak namun bervariasi, serta air yang lebih sedikit dibanding hijauan. Konsentrat dapat dimanfaatkan oleh ternak yang memamahbiak maupun yang tidak memamahbiak.

Makanan yang dikonsumsi oleh ternak harus memiliki unsur-unsur yang dapat membantu proses pertumbuhannya. Proporsi unsur-unsur tersebut berbeda pada tiap jenis ternak. Secara garis besar unsur-unsur tersebut dibagi menjadi dua, yakni bahan makanan yang mengandung bahan organik (protein, karbohidrat, vitamin, dan lemak/minyak) dan nonorganik (mineral), (Williamson dan Payne, 1993). Kalsium dan fosfor merupakan dua mineral yang sangat dibutuhkan oleh hewan ternak, karena dibutuhkan dalam proses pembentukan tulang, dimana tulang merupakan organ penyangga tubuh hewan tersebut. Rasidi (1999)

menyatakan bahwa unggas tidak dapat memproduksi mineral dalam tubuhnya, sehingga harus disediakan dalam pakan.

Parakkasi (1999) mengatakan bahwa pengelolaan dan nutrisi dalam program produksi hendaknya ditangani dengan sebaik mungkin sehingga anakan dapat tumbuh dengan cepat dan menjadi produk yang dapat memuaskan selera konsumen. Terpenuhiya nutrisi ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya adalah tingkat konsumsi dari hewan tersebut. Tingkat konsumsi hewan ternak dipengaruhi oleh hewan itu sendiri, makanan yang diberikan, serta kondisi lingkungan dimana hewan tersebut dipelihara. Faktor hewan bergantung pada kondisi fisiologis dari hewan tersebut. Kondisi fisiologis ini meliputi : bobot badan / ukuran tubuh, jenis kelamin, umur, faktor genetik, dan tipe bangsa hewan tersebut. Faktor makanan dipengaruhi oleh kualitas bahan makanan, sifat mengisi bahan makanan, serta pH. Faktor lingkungan yang berpengaruh langsung terhadap tingkat konsumsi hewan ternak adalah temperatur, kelembaban, dan sinar matahari.

Bahan-bahan yang sering dijadikan pakan antara lain adalah bungkil kelapa, jagung, ubi kayu, tepung ikan, tepung tulang, tepung udang, dan bekatul. Tepung tulang merupakan salah satu sumber mineral makro (terutama kalsium dan posfor) yang terbuat dari tulang hewan dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar campuran pakan.

Bagi ikan kalsium memiliki peranan penting dalam pembentukan sisik yang mengkilap dan kuat, memelihara ketegaran kerangka tubuh, membantu regulasi aktifitas otot, mengatur keseimbangan asam-basa, aktivator enzim, membantu

penyerapan vitamin B12 serta menjaga keseimbangan osmotik. Sedangkan posfor berfungsi dalam pembentukan kerangka tubuh, mengaktifkan kegiatan metabolisme, menjaga keseimbangan asam basa, menjaga tingkat keasaman lambung, serta mengaktifkan pergerakan otot. Kekurangan kalsium dan posfor pada ikan dapat menghambat laju pertumbuhan, nafsu makan menurun, cacat kepala dan cacat tulang belakang (Eddy dan Evi 2005).

Bagi ayam dan unggas lainnya, kalsium dan posfor sangat berperan penting dalam pembentukan cangkang telur dan menjaga kekuatan rangka selama masa produksi telur. Apabila kebutuhan mineral tidak terpenuhi dari pemberian pakan selama masa produksi telur, ayam dapat mengalami kelumpuhan karena kalsium yang terdapat dalam tulang terpakai selama proses pembentukan cangkang telur, oleh sebab ayam petelur membutuhkan kalsium yang tinggi dalam ransum pakannya. Sementara itu pada ayam yang baru menetas dan sedang bertumbuh, kekurangan mineral akan mengakibatkan kaki ayam bengkok/cacat. Efek lain dari kekurangan kalsium dan posfor bagi unggas yaitu menurunnya keinginan mengkonsumsi makanan, volume urine meningkat, aktifitas dan kepekaan menurun, jangka waktu hidup (usia) menurun, transportasi energi terhambat, metabolisme karbohidrat, asam amino, dan lemak terhambat, serta memicu terjadinya tetanus. Ayam petelur membutuhkan kalsium sebesar 2,6 % pada masa awal pertumbuhan dan akan meningkat sampai 3,7 % sedangkan posfor yang dibutuhkan yakni 0,35 % (Wahju, 1992).

2.4. Penyangraian

Penyangraian (*roasting*) merupakan proses pengeringan yang melibatkan suhu tinggi sehingga terjadi perubahan-perubahan komponen kimia dalam bahan dan secara fisik struktur bahan akan berubah (Soeharto, 1991 *dalam* Nitti, 2004). Suhu dan kelembaban udara, kecepatan aliran udara penyangrai, dan kapasitas penyangraian sangat berpengaruh terhadap proses penyangraian. Bahan dapat rusak apabila proses penyangraian berlangsung terlalu singkat, hal tersebut disebabkan oleh permukaan bahan yang terlalu cepat kering namun tidak diimbangi dengan kecepatan gerakan air bahan menuju permukaan, sehingga terjadi pengerasan pada permukaan bahan (Nitti, 2004). Penurunan kadar air pada bahan yang telah disangrai disebabkan oleh suhu yang meningkat dan semakin lamanya waktu dalam proses penyangraian. Kedua hal tersebut menyebabkan kandungan air pada bahan menguap sehingga kadar air bahan menurun (Wahyu dkk, 2013).

2.5. Pengecilan Ukuran

Pengecilan ukuran mencakup proses pemotongan, pemecahan, penggilingan, pengguntingan dan penggilaan. Pengecilan ukuran dilakukan dengan cara-cara mekanis tanpa mengubah sifat kimia bahan. Menurut Henderson dan Perry (1982) peremukan adalah salah satu cara pengecilan ukuran dengan menggunakan gaya yang melebihi kekuatan bahan yang akan diremukkan. Partikel yang dihasilkan jarang sekali memiliki bentuk dan ukuran yang seragam. Gaya yang dipakai dalam proses peremukan dapat berupa gaya statis dan dinamis. Gaya

statis contohnya seperti pada alat pemecah kenari dengan menggunakan capit, sedangkan gaya dinamis contohnya adalah seperti penggunaan palu.

Penggilingan merupakan salah satu metode mengecilkan ukuran bahan padat supaya menjadi bubuk. Istilah penggilingan digunakan untuk semua jenis pekerjaan memecahkan atau membubukkan suatu benda padat menjadi potongan-potongan, pecahan-pecahan kecil, atau bubuk (Djatmiko, 1978 *dalam* Tira, 2006). Menurut Pratomo (1982) *dalam* Tira (2006) pengecilan ukuran secara tradisional dilakukan dengan cara menumbuk bahan yang diletakkan dalam lumpang menggunakan lesung yang terbuat dari batu maupun kayu. Penggilingan secara mekanis dilakukan dengan menggunakan alat maupun mesin yang digerakkan oleh motor bakar, motor listrik, maupun tenaga manusia. Mesin penggiling yang sering dimanfaatkan dalam pengolahan hasil pertanian antara lain : *hammer mill*, *burr mill*, *roller mill*, dan *edge mill*.

Penggilingan bertujuan untuk menggerus atau menghancurkan bahan hasil pertanian supaya ukurannya menjadi lebih kecil dibanding ukuran semula, sehingga memudahkan penggunaan dan pengolahan sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu, penggilingan juga bertujuan menghaluskan dan mengecilkan bentuk hasil yang berguna untuk memperbaiki daya cerna, kelezatan, daya campur, daya simpan, dan dapat menghilangkan benda asing yang terdapat dalam bahan, serta kemungkinan bahan yang terbuang menjadi lebih kecil (Pratomo, 1982 *dalam* Tira, 2006).

Terdapat dua cara yang dapat digunakan dalam proses penggilingan yakni cara basah dan cara kering. Penggilingan cara basah merupakan penggilingan yang

melibatkan perlakuan fisiko-kimia dan mekanik untuk memisahkan fraksi-fraksi yang diinginkan, sedangkan penggilingan kering merupakan proses yang melibatkan perlakuan fisik dan mekanik untuk membebaskan komponen-komponen dari sifat aslinya (Departemen Pertanian, 2011).

Bahan-bahan yang diperkecil digolongkan kedalam tiga kelas berdasarkan ukurannya

1. Kisaran dimensi, butir dapat diukur dengan teliti dan mudah dilihat. Ukuran yang terkecil $\pm 3,175$ mm. Contohnya adalah buah atau sayur yang dipotong kotak.
2. Kisaran saringan, ukurannya berkisar 0,0737 - 3,175 mm. Contohnya adalah bahan berbentuk butir seperti pupuk dan pakan ternak giling.
3. Kisaran mikroskopis, ukuran terkecilnya kurang dari 0,0737 mm. Contohnya adalah debu, serbuk bahan kimia dan semen.

2.6. Hammer Mill

Hammer mill merupakan mesin yang digunakan untuk menggiling. *Hammer mill* menggunakan palu-palu pemukul untuk menghancurkan umpan yang masuk. Palu-palu tersebut berputar pada kecepatan 1.500 sampai 4.000 rpm. Palu akan memukul umpan sampai halus, sampai memungkinkan umpan untuk melewati saringan yang ada dibawahnya. Lubang saringan menentukan kehalusan hasil gilingan. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kehalusan adalah kecepatan putaran per menit dan laju pengumpanan.

Keuntungan menggunakan hammer mill yaitu (1) sederhana, (2) serbaguna, (3) bebas dari kerusakan yang berarti yang disebabkan oleh adanya benda asing yang

terumpan, (4) bebas dari kerusakan bila dijalankan dalam keadaan kosong dan (5) keausan palu tidak mengurangi efisiensi alat. Kerugian menggunakan hammer mill adalah hasil gilingan tidak seragam dan memerlukan tenaga besar.

Kemungkinan lain yang mempengaruhi kehalusan adalah gaya pukulan.

Tingginya kecepatan putaran pemukul akan menghasilkan energi kinetis yang diberikan pada bahan sehingga menyebabkan bahan menjadi mudah pecah.

Benturan antara saringan atau bagian alat lainnya dengan partikel juga dipercaya mempengaruhi ukuran partikel yang dihasilkan.

2.7. Pengayakan

Pengayakan merupakan suatu proses pemisahan bahan berdasarkan ukuran kawat ayakan atau saringan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan keseragaman butiran-butiran hasil penggilingan adalah dengan menggunakan ayakan *Tyler*. Ayakan *tyler* digunakan untuk mengukur kelembutan dengan dimensi terkecil 0,0029 inchi - 0,125 inchi. Kelembutan butiran-butiran tepung dinyatakan dengan modulus kehalusan (*fineness modulus*) yang diberi batasan sebagai jumlah berat bagian yang tertahan pada tiap saringan yang digunakan. Bahan yang ukurannya lebih kecil dari diameter ayakan akan lolos, sedangkan bahan yang ukurannya lebih besar dari diameter ayakan akan tinggal. Analisis ayakan *Tyler* penting dilakukan untuk menentukan pengaruh penggilingan terhadap perubahan distribusi (% berat), selain itu analisis ayakan *Tyler* juga berfungsi untuk menentukan pengaruh penggilingan terhadap ukuran partikel. Indeks keseragaman modulus kehalusan menunjukkan keseragaman hasil giling fraksi kasar, sedang, dan halus dalam bahan hasil penggilingan.

Tabel 2. Ukuran baku saringan *Tyler*.

Mesh (Σ lubang/in)	Diameter kawat (in)		Ukuran lubang	
	Inchi	mm	Inchi	mm
...	0,148	3,76	1,020	28,67
...	0,135	3,43	0,742	18,85
...	0,105	2,67	0,525	13,34
...	0,092	2,34	0,371	9,42
3	0,070	1,78	0,263	6,68
4	0,065	1,65	0,185	4,70
6	0,036	0,91	0,131	3,33
8	0,032	0,81	0,093	2,36
10	0,035	0,89	0,065	1,65
14	0,025	0,64	0,046	1,17
20	0,0172	0,44	0,0328	0,83
28	0,0125	0,32	0,0232	0,59
35	0,0122	0,31	0,0164	0,42
48	0,0092	0,23	0,0116	0,29
65	0,0072	0,18	0,0082	0,21
100	0,0042	0,11	0,0058	0,15
150	0,0026	0,066	0,0041	0,1
200	0,0021	0,0053	0,0029	0,074

Sumber : Henderson dan Perry, 1982.

Teknik untuk memisahkan sampel telah dibakukan dan harus diikuti bila kita menginginkan hasil yang baik. Waktu dan cara penggoyangan adalah dua hal yang penting untuk diperhatikan. Mesin penggoyang (*ro-tap*) memiliki pengatur waktu yang dapat disesuaikan dengan keperluan. Butiran yang melekat pada saringan seringkali disebabkan oleh listrik statis, hal tersebut dapat membuat bahan yang halus tertahan pada lubang sehingga menyebabkan ukuran lubang menjadi lebih kecil dari ukuran yang sebenarnya dan menyebabkan hasil yang salah.

Ukuran butiran yang lebih kecil akan lebih menyulitkan proses penyangraian,

bahkan seringkali lubang menjadi benar-benar tersumbat (Henderson dan Perry, 1982).