

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kiambang (*Salvinia molesta*)

Kiambang merupakan nama umum dari paku air dari genus *Salvinia*. Tumbuhan ini mengapung di air yang menggenang seperti kolam, sawah, danau, dan sungai yang mengalir dengan tenang. Kiambang memiliki dua tipe daun yang sangat berbeda. Daun yang tumbuh di permukaan air berbentuk cuping sedikit melingkar, berklorofil sehingga berwarna hijau, dan permukaannya ditutupi rambut berwarna putih sedikit transparan. Rambut-rambut ini mencegah daun menjadi basah dan juga membantu Kiambang mengapung. Daun tipe kedua tumbuh di dalam air berbentuk sangat mirip akar, tidak berklorofil dan berfungsi menangkap hara dari air seperti akar. Sebagai paku air lainnya Kiambang juga bersifat heterospor, memiliki dua tipe spora: makrospora yang akan tumbuh menjadi protalus betina dan mikrospora yang akan tumbuh menjadi protalus jantan (Jacono, 2002)

Salvinia molesta berasal dari Negara Brazil bagian Tenggara. Pada umumnya, tanaman ini disebut sebagai *Giant salvinia* (Oliver, 1993), karena memiliki daun yang berukuran panjang (0,5-4 cm) (Land Protection, 2001).

Tanaman *Salvinia molesta* atau *Giant salvinia* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Daun *Salvinia molesta* (a) bagian atas dan (b) bagian bawah terdapat spora

Menurut Oliver (1993) Taksonomi *Salvinia molesta* sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Pteridophyta
Kelas	: Pteridopsida
Ordo	: Salviniiales
Famili	: Salviniaceae
Genus	: <i>Salvinia</i>
Spesies	: <i>Salvinia molesta</i>

Giant salvinia dapat tumbuh dengan cepat pada perairan yang tenang dan kaya akan unsur hara atau air yang sudah tercemar limbah. Perkembangan tanaman ini dapat secara seksual dan aseksual. Perbanyakan secara seksual berupa spora dan aseksual berupa fragmen yang patah. Namun, Perkembangan secara seksual tidak memungkinkan hal ini dikarenakan spora yang dihasilkan memiliki kelainan

genetik sehingga spora yang dihasilkan tidak dapat menghasilkan individu baru (Jacono, 2002).

B. Mineral

Unsur-unsur mineral merupakan salah satu komponen yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup selain karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin. Pada tubuh hewan terdapat unsur-unsur mineral lebih kurang 3 – 5 % dari tubuhnya dan hewan tidak dapat membuat mineral sendiri, sehingga harus disediakan dalam ransum (Arifin, 2008). Semua makhluk hidup memiliki unsur mineral, tetapi tidak semua mineral terbukti esensial, sehingga ada mineral esensial dan nonesensial. Mineral esensial yaitu mineral yang sangat diperlukan dalam proses fisiologis makhluk hidup untuk membantu kerja enzim atau pembentukan organ. Kekurangan mineral esensial yang disebut penyakit defisiensi mineral dapat menyebabkan kelainan proses fisiologis. Mineral mengikat protein, termasuk enzim untuk proses metabolisme tubuh, misalnya: kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), dan seng (Zn) (McDonald *et al.* 1995).

Mineral yang penting bagi ternak terbagi menjadi dua golongan yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro diperlukan dalam membentuk komponen organ dalam tubuh. Mineral mikro hanya diperlukan dalam jumlah sedikit dan umumnya terdapat pada jaringan tubuh ternak dalam jumlah yang sangat kecil (McDonald, 1988). Pada saat ini, sudah diketahui mineral-mineral esensial bagi ternak yang terdiri dari 7 makro mineral (Ca, P, K, Na, Cl, Mg, dan

S) dan 8 mikromineral (Fe, I, Zn, Cu, Mn, Co, Mo, dan Se). Selain itu, sudah dikenal pula beberapa mineral esensial yang baru seperti Cr, Va, Sn, Si, dan As (Underwood, 1977; McDowell *et al.*, 1978).

1. Kalsium (Ca)

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak didapatkan dalam tubuh. Unsur Ca dibutuhkan dalam pembentukan tulang, perkembangan gigi, produksi air susu, transmisi impuls saraf, pemeliharaan eksitabilitas urat daging yang normal (bersama-sama dengan K dan Na), regulasi denyut jantung, gerakan-gerakan urat daging, pembekuan darah (konversi protombin menjadi thrombin), dan mengaktifkan serta menstabilkan beberapa enzim (misalnya *amilase* pankreas). Sebagian besar unsur Ca dalam tubuh terdapat dalam tulang /kerangka dan gigi; *pool* Ca ini merupakan 2 persen dari bobot badan. Dalam darah, unsur Ca terdapat pada plasma, kalsium secara omeostatis dikontrol agar kandungannya stabil pada ± 10 mg/100 ml. Pada saluran pencernaan kalsium secara aktif diserap oleh duodenum dan jejunum (McDonald *et al.* 1995).

Kelarutan ikatan-ikatan unsur Ca diperbaiki oleh kondisi asam. Oleh karena itu, hampir semua kalsium diserap di bagian proksimal duodenum. Penyerapan lebih banyak pada sapi muda dibandingkan dengan sapi yang tua. Penyerapan lebih banyak bila hewan mengkonsumsi sedikit unsur Ca sebaliknya, apabila konsumsi unsur Ca sedang atau banyak penyerapannya akan menurun bila hewan sedang dalam defisien vitamin D.

Jika keadaan kadar unsur Ca dalam plasma darah rendah, maka hormon paratiroid disekresi, hormon tersebut merangsang produksi 1,25- *hydrokxy-cholecalciferol* (bentuk aktif dari vitamin D untuk metabolisme). *Cholecalciferol* tersebut merangsang protein yang akan mengikat unsur Ca dalam intestin. Bersama-sama dengan hormon paratiroid, *cholecalciferol* tersebut meningkatkan resorpsi kalsium dari tulang dan meningkatkan jumlah unsur P yang hilang melalui urine. Apabila kadar unsur Ca meningkat, maka kalsitonin akan dibentuk dan produksi hormon paratiroid dihambat, dengan demikian penyerapan unsur Ca dan resorpsi tulang akan dihambat. Hubungan antara hormon paratiroid, tirokalsitonin, dan 1,25- *hydrokxy-cholecalciferol* adalah mempertahankan unsur Ca dalam plasma darah (McDonald *et al.* 1995).

Defisiensi unsur Ca menyebabkan penyakit yang disebut *rickets* pada hewan yang masih muda atau *osteomalasia* pada hewan yang lebih tua. *Rickets* dapat pula disebabkan oleh defisiensi unsur P atau vitamin D yang disebabkan oleh kalsifikasi matrik organik dari tulang hewan muda (sedang tumbuh) terganggu. Oleh karena itu, tulang-tulang menjadi lemah, lembek, atau kurang padat. Tanda-tanda klinis dapat terlihat antara lain sendi-sendi yang membengkak dan lembek; ada pembesaran dari ujung-ujung tulang; kaki kaku; tulang punggung melengkung; terjadi bungkul-bungkul pada tulang rusuk. Kalau penyakit ini dibiarkan maka akan terjadi kaki yang melengkung atau bentuknya tidak normal; hal ini disebabkan oleh tensi urat daging dan bobot badan yang dipikul oleh tulang kaki yang lemah dan relatif lunak tersebut (Loosli, 1978).

Hiperkalsemia (karena terlampaui banyak penyerapan unsur Ca) dapat merangsang terbentuknya kalsitonin oleh kelenjar tiroid yang kerjanya menghambat resorpsi tulang; bila keadaan ini dibiarkan, maka korteks tulang dapat menebal (*osteopetrosis*) karena deposit tulang terus terjadi, sedangkan resorpsi terbatas. Ruminan biasanya mempunyai toleransi yang tinggi terhadap kadar unsur Ca yang tinggi. Pemberian kapur yang tinggi dapat menyebabkan penurunan pencernaan protein dan energi. Kalsium juga dapat menurunkan penyerapan tetrasiklin, unsur Mn, Zn, menurunkan konsumsi dan penambahan bobot badan (McDonald *et al.* 1995).

2. Fosfor (P)

Mineral ini sangat penting peran biokimia dan fisiologisnya. Fosfor dideposit dalam tulang dalam bentuk kalium-hidroksi *appetite*. Fosfor merupakan komponen dari fosfolipid yang mempengaruhi permeabilitas sel; juga dapat merupakan komponen dari mielin pembungkus urat saraf; banyak transfer energi dalam sel melibatkan ikatan fosfat yang kaya energi dalam ATP; fosfor memegang peranan dalam sistem *buffer* dari darah; mengaktifkan beberapa vitamin B (tiamin, niasin, piridoksin, riboflavin, biotin, dan asam pentotenik) untuk membentuk koenzim yang dibutuhkan dalam proses fosforilasi awal; fosfor juga merupakan bagian dari materi genetik DNA dan RNA (McDonald *et al.* 1995).

Dalam plasma darah kadar unsur P bervariasi dari 4 sampai 8 mg/100 ml.

Eritrosit mengandung lebih banyak fosfor daripada plasma; seluruh darah mengandung 6-8 kali lebih banyak fosfor daripada plasma saja. Seperti halnya unsur Ca, penyerapan unsur P terjadi dalam saluran pencernaan secara aktif.

Mungkin membutuhkan Na untuk penyerapan tersebut dan prosesnya sendiri dirangsang oleh 1,25- *hydrokxy-cholecalciferol*. Jumlah unsur P yang diserap dipengaruhi oleh: sumber, pH intestin, umur hewan, kadar unsur Ca, Fe, Al, Mg, K, dan lemak ransum (Irving, 1964).

Defisiensi unsur P dapat menyebabkan antara lain tingkat pertumbuhan menurun atau berhenti, nafsu makan yang aneh (makan segala macam benda yang tidak umum dimakan misalnya kayu, tanah, tulang dll) gejala ini disebut *pica*; nafsu makan yang demikian dapat menyebabkan botulisme (*lamsiekte*) karena memakan tulang yang terinfeksi dengan bakteri *Botulium*. Pengaruhnya terhadap reproduksi antara lain tidak adanya estrus, tingkat konsepsi yang rendah (Van Niekerk, 1978), dan produksi air susu menurun pada hewan berlaktasi; estrus tidak bisa terlihat selama 2 sampai 3 tahun dan walaupun bisa bunting, biasanya setelah partus estrus tidak segera terlihat pada waktunya sampai hewan tersebut mendapat unsur P yang cukup lagi. Selama hewan mengalami defisiensi fosfor, kadar unsur P dalam plasma akan menurun; yang sehubungan dengan tulang, defisiensi unsur P dapat menyebabkan tulang yang lemah, rapuh dan kelemahan pada sendi-sendi.

Konsumsi unsur P yang terlalu banyak dapat menyebabkan resorpsi tulang, peningkatan unsur P dalam plasma dan *urinary calculi* (sebagai akibat dari

pengendapan unsur Ca dan Mg-fosfat dalam ginjal); pemberian unsur Ca yang lebih tinggi mungkin dapat menurunkan insiden pengendapan tadi pada hewan yang banyak mengkonsumsi unsur P (Emerick, 1976). Oleh karena itu, hubungan kedua mineral ini sangat erat; rasio Ca: P yang biasa direkomendasikan adalah : (1:1) sampai (2:1); rasio yang sempit sebenarnya tidak dikehendaki (NRC, 1980). Namun, rasio yang lebar akan menurunkan penampilan hewan yang sedang tumbuh (Jacobson *et al.*, 1975; NRC, 1978).

3. Magnesium (Mg)

Magnesium merupakan unsur yang mengandung kation 4 dan terbanyak dalam tubuh. Elemen ini sangat mirip dengan unsur K dalam arti reaksi kimia dan fungsi biologisnya; Sebaliknya, khusus pada ruminan unsur Mg terlibat dalam sindrom *grass tetany*. Unsur ini banyak terdapat dalam berbagai bahan makanan misalnya, gamal, rumput gajah, jagung, lamtoro, tepung daging dan lain-lain. Terdistribusi secara luas dalam jaringan tanaman maupun tubuh hewan. Dalam tubuh hewan, terdapat Mg sebanyak 0.5—0.7 % dari abu tulang; 65—75 % pada tulang hewan ruminan diperoleh rasio Ca : Mg sebesar 55 : 1 (McDonald *et al.* 1995).

Sekitar 30 % unsur Mg dalam tulang berhubungan dengan dengan fosfor dan yang lainnya teradopsi secara longgar di permukaan struktur mineral. Secara normal, plasma ruminan mengandung Mg antara 1.8—3 mg % (Underwood, 1966) dan 33 % dari Mg-serum tersebut terikat dengan protein albumin dan globulin. Mineral

Mg banyak terdapat di dalam ruang intraseluler jaringan lunak, termasuk hati, jaringan urat daging, dan jaringan saraf. Pada berbagai jaringan, konsentrasi unsur Mg relatif paling banyak pada empedu, kemudian pada ginjal, plasma, hati, limpa, urat daging, dan tulang.

Magnesium terlibat dalam metabolisme karbohidrat dan lemak yakni sebagai katalisator berbagai enzim. Dibutuhkan dalam oksidasi di dalam sel dan mempengaruhi aktivitas *neuromuscular* (Mg mengganggu/menghambat dalam sambungan neuromuskular tersebut). Pengaruh tersebut dapat diatasi/antagonis dengan unsur K; bahkan dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan jantung. Gangguan tersebut mungkin disebabkan oleh berkurangnya *acetylcholine*. Kadar unsur K yang dapat mengganggu penyerapan unsur Mg. Pemberian unsur Ca dan P yang rendah menyebabkan kadar Mg dalam serum menurun (McDonald *et al.* 1995).

Magnesium dibutuhkan untuk perkembangan tulang dalam arti penyusun tulang tersebut, dan dibutuhkan untuk mengaktifkan beberapa enzim dengan jalan membentuk kompleks metaloenzim. Enzim yang membutuhkan Mg termasuk yang memecah dan memindahkan group fosfat; enzim dan fosfat tersebut untuk reaksi yang membutuhkan ATP. Penyerapan unsur Mg lebih besar pada hewan yang defisien akan unsur Mg dibanding dengan yang cukup akan unsur Mg. Pada anak sapi umur 2—5 minggu, penyerapan unsur Mg sampai di bagian ujung distal dari usus kecil $\pm 25 \%$, sedangkan dalam usus besar 35 %; ada juga yang melaporkan penyerapan unsur Mg terjadi sebelum intestin. Penurunan pH dalam

ileum menunjukkan adanya pengendapan unsur Mg yang disebabkan oleh fosfat ataupun amonium. Kelarutan unsur Mg menurun dari duodenum ke ileum.

Penyerapan unsur Mg menurun bersama umur. Di dalam tubuh unsur Mg dapat digunakan berulang-ulang sehingga penggunaannya efisien (McDonald *et al.* 1995).

4. Seng (Zn)

Seng merupakan salah satu mineral mikro yang sangat dibutuhkan oleh ternak. Kebutuhan mineral seng bagi ternak adalah berkisar 40-50 mg/kg bobot bahan kering ransum (NRC, 1988). Kandungan seng hijauan di Indonesia masih tergolong rendah. Kandungan seng pada pakan ruminansia di Indonesia berkisar 20-38 mg/kg bahan kering ransum (Little, 1986), nilai tersebut masih kurang dibandingkan dengan kebutuhan. Defisiensi unsur Zn ini dapat menyebabkan parakeratosis jaringan usus dan dapat mengganggu peranan unsur Zn dalam metabolisme mikroorganisme rumen, mengingat kebutuhan unsur Zn bagi mikroorganisme cukup tinggi yaitu 130-220 mg/kg (Hungate, 1966).

Pemberian mineral Zn dapat memacu pertumbuhan mikroba rumen (Putra, 1999) dan meningkatkan penampilan ternak (Hartati, 1998). Larvor (1983) melaporkan unsur Zn sebagai metalloenzim yang melibatkan banyak enzim antara lain polimerase DNA, peptidase karboksi A dan B dan posfatase. Enzim-enzim tersebut masing-masing berperan dalam proliferasi DNA yang selanjutnya berpengaruh pada sintesis protein, proses pencernaan protein dan absorpsi asam

amino, serta metabolisme energi (Church dan Pond, 1976). Aktivitas enzim-enzim tersebut akan terganggu apabila terjadi defisiensi Zn.

Konsentrasi unsur Zn dalam tubuh sapi: ± 30 ppm. Mineral tersebut didapatkan dalam hampir semua jaringan dengan konsentrasi relatif tinggi tetapi jaringan yang paling banyak mengandungnya adalah prostat, hati, ginjal, urat daging, pankreas limpa dan kelenjar adrenal (Underwood, 1977), kelenjar pituitari. Disamping jaringan lunak tersebut unsur Zn juga didapatkan dalam konsentrasi relatif tinggi dalam tulang, gigi, rambut, dan koroid. Dalam plasma darah secara normal unsur Zn didapatkan dalam konsentrasi $80\text{--}120\text{ }\mu\text{g}/100\text{ ml}$; sebanyak ± 30 persen terikat erat dalam globulin, dan selebihnya terikat longgar dengan albumin (Vallee, 1962).

Defisiensi unsur Zn relatif sukar untuk dideteksi pada awalnya atau bila dalam bentuk yang ringan. Defisiensi unsur Zn telah dilaporkan pada ruminan yang merumput di pastura yang kurang mengandung unsur Zn atau mengandung zat-zat yang mengganggu penggunaan unsur Zn. Kalau defisiensi unsur Zn terjadi, tanda-tanda yang dapat terlihat antara lain penurunan penampilan dan kurang peduli terhadap lingkungan, diikuti dengan pembengkakan kaki dan dermatitis terutama pada leher, kepala, dan kaki; juga dapat terjadi gangguan penglihatan, banyak bersalivasi, penurunan fungsi rumen, penyembuhan luka yang sukar dan gangguan reproduksi pada jantan.

Apabila terjadi defisiensi unsur Zn, pemberian suplemen Zn akan segera memperlihatkan perbaikan penampilan, cara ini juga dapat digunakan sebagai cara mendiagnosis (McDonald *et al.* 1995).

C. Kebutuhan Ternak akan Ca, P, Mg, dan Zn

Kalsium dan Fosfor memiliki hubungan yang erat, terutama dalam proses pembentukan tulang . Kalsium berfungsi dalam proses pembekuan darah. Unsur Ca dibutuhkan bersama –sama natrium dan kalium untuk denyut jantung yang normal. Pada sapi perah yang produksi susunya tinggi, kadar Ca dalam plasma darah bisa menurun 1-2 mg/100ml; dalam kondisi demikian *milk fever* dapat terjadi, yaitu bila kadar Ca plasma menurun dibawah 5 mg/100 ml (Jacobson *et al.*, 1975). Kebutuhan kalsium pada sapi perah pada saat laktasi (13-20 kg/hari) adalah 0,5 % dari total ransum berdasarkan bahan kering.

Selain fungsinya dalam pembentukan tulang, fosfor mempunyai fungsi yang penting dalam metabolisme karbohidrat dan lemak. Zat tersebut masuk dalam komposisi bagian-bagian penting dari semua sel hidup. Defisiensi fosfor yang parah dalam ransum menyebabkan kehilangan nafsu makan, kelemahan dan kematian dalam waktu 10 sampai 12 hari. Kebutuhan fosfor pada ternak dapat dilihat pada Tabel 1. Kurang lebih tiga-perempat dari magnesium tubuh ternak terdapat dalam kerangka, sisanya terdapat dalam berbagai cairan dan jaringan lainnya. Anak ayam yang baru menetas, bila ransumnya defisien akan magnesium, hanya dapat hidup beberapa hari. Kadar magnesium yang rendah

dalam ransum mengakibatkan pertumbuhan yang lambat, mengantuk, dan mudah lelah. Kebutuhan ternak akan magnesium bervariasi yaitu 0,16 – 0,20 % dari total ransum berdasarkan bahan kering. Jumlah unsur Zn dalam tubuh ternak sebesar 3 mg. Unsur Zn terbanyak terdapat dalam jaringan epidermal (kulit, rambut, bulu, wol) dan terdapat dalam jumlah sedikit dalam tulang, otot, dan darah. Pada anak ayam gejala defisiensi Zn akan mengalami pertumbuhan terganggu (perpendekkan, penebalan tulang kaki, dan pembesaran sendi siku). Kebutuhan Zn pada ternak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Mineral Pada Ternak Ruminansia

Ternak	Ca	P	Mg	Zn
	------(%)-----			(ppm)
Sapi Perah *				
Pejantan	0.30	0.19	0.16	40
Dara (umur 6-12 bulan)	0.41	0.30	0.16	40
Induk Awal Laktasi	0.77	0.48	0.25	40
Induk Laktasi (7-13 kg susu/hari)	0.43	0.28	0.20	40
Induk Laktasi (13-20 kg susu/hari)	0.51	0.33	0.20	40
Masa Kering	0.39	0.24	0.20	40
Sapi Pedaging*				
Penggemukan	0.31	0.21	0.10	75-100
Setelah Melahirkan	0.6-0.8	0.4-0.5	0.2-0.3	30
Masa Kering	0.18	0.16	0.12	30
Laktasi	0.58	0.26	0.20	40
Kerbau*				
Pejantan (bobot badan 500 kg)	0.2	0.18	0.16	40
Muda Bunting	0.28	0.22	0.20	40
Tua Bunting	0.29	0.22	0.20	40
Laktasi (4 kg susu/hari)	0.33	0.25	0.22	40
Kambing**	0.2-0.8	0.16-0.36	0.12-0.18	30-40
Domba**				
Bunting (bobot badan 55 kg)	0.45	0.30	0.13	40
Laktasi	0.84	0.72	0.29	40
Pertumbuhan (bobot badan 20 kg)	0.25	0.2	0.16	40

Sumber: *NRC (1984), **McDonald *et al.* (1995)

D. Jenis-Jenis Pakan Hijauan yang Mengandung Ca, P, Mg, dan Zn

Rosani (2002) melaporkan kandungan kalsium dan fosfor pada *Salvinia Molesta* sebesar 1,27 % dan 0,001 %. Adrizal (2002) menyatakan *Salvinia Molesta* mengandung kalsium sebesar 1,27 (kkal/kg) dan fosfor sebesar 0,789 (kkal/kg), sedangkan untuk pakan hijauan lain, kandungan unsur Ca, P, Mg, dan Zn sebagai berikut pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Mineral pada Pakan Hijauan.

Pakan Hijaun	Ca	P	Mg	Zn
	----- g/kg (BK) -----			mg/kg (BK)
Jagung	8	0.7	-	-
Alfalfa	4.7	0.8	-	-
Timothy	13	0.1	-	-
Rumput (<i>close grazing</i>)	5.0	3.5	1.7	50
Rumput (<i>extensive grazing</i>)	4.8	2	1.7	50
Kale	21	3.2	2.5	-
Lucerne (<i>late vegetative</i>)	21.9	3.3	2.5	-
Pucuk turnip	24.2	3.1	2.8	-
Silase sereal	4.0	2.7	1.0	25
Silase rumput muda	8.0	4.0	3.0	25
Silase rumput dewasa	3.0	2.0	0.9	30
Hay semangi	15.3	2.5	4.3	17
Hay rumput kualitas rendah	2.5	1.5	0.8	17
Hay rumput kualitas tinggi	7.0	3.5	2.5	21
Hay lucerne dewasa	11.3	1.8	2.7	24

Sumber: McDonald *et al.* (1995)