

Status Nutrisi Mineral Rusa Totol (*Axis axis*) di Lingkungan Istana Kepresidenan Bogor

(Nutritional Mineral Status of Spotted Deer (*Axis axis*) in Bogor Presidential Palace Area)

Rahmita Yulia Andini^{1*}, Suryahadi², Sri Suharti²

(Diterima Oktober 2020/Disetujui Maret 2022)

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah menetapkan pengaruh status mineral (Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu, dan Pb) di tanah, pakan, dan rambut rusa totol (*Axis axis*) yang dipelihara di lingkungan Istana Kepresidenan Bogor. Penelitian ini menggunakan 15 ekor rusa jantan yang dipilih secara acak dengan usia \pm 2,5–6 tahun. Tanah yang dikoleksi dari sepuluh titik mewakili lahan; contoh rumput dicuplik dari beberapa titik lahan penggembalaan. Kadar mineral tanah, pakan, dan rambut rusa dianalisis menggunakan spektrofotometri serapan atom. Hasil penelitian menunjukkan kadar mineral tanah sangat rendah, yaitu Ca 0,03% dan P 0,016%, mineral Mn 1960 ppm, Zn 33,89 ppm, dan Cu 77,23 ppm pada tanah dalam kisaran normal dan mineral Fe 25435 ppm dan Pb 29,5 ppm pada tanah tinggi. Kadar mineral Ca, P, Cu, dan Zn pada rumput lapangan belum dapat memenuhi kebutuhan harian, kadar mineral Fe dan Mn tinggi melebihi kebutuhan harian rusa. Kadar mineral Pb pada rumput 0,94 ppm masih dalam batas normal. Kadar mineral Ca 0,2%, Fe 308,11 ppm, dan Mn 6,18 ppm pada rambut rusa tergolong tinggi, kadar Zn 44,68 ppm dan Cu 3,08 ppm pada rambut rendah. Kadar Pb 14,38 ppm rambut tinggi disebabkan dampak akumulasi Pb dalam jangka panjang.

Kata kunci: istana Bogor, status mineral, *Axis axis*

ABSTRACT

The study aimed to determine the effect of mineral status (Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu, and Pb) in soil, grass, and hair of spotted deer in the Bogor Presidential Palace. Fifteen male deer were randomly selected with an age of \pm 2.5–6 years. Soil was collected from ten points representing land, and grass samples were obtained by sampling from several points of the grazing area. Mineral content in soil, grass, and deer hair were analyzed using the atomic absorption spectrophotometry. The results showed that the level of Ca (0.03%) and P (0.016%) in the soil are deficient, Mn (1960 ppm), Zn (33.89 ppm), and Cu (77.23 ppm) are considered in the normal range, and Fe and Pb elements are high. Mineral levels of Ca, P, Cu, and Zn in grasses do not meet the daily requirements, whilst high levels of Fe and Mn minerals exceed the requirements for the spotted deer. The Pb content in grass is 0.94 ppm, which is within the normal limit. The levels of Ca (0.02%), Fe (308.11 ppm), and Mn (6.18 ppm) minerals in deer hair are high, however, zinc (44.68 ppm) and Cu (3.08 ppm) levels are low. High Pb level (14.38 ppm) is due to the long-term impact of Pb accumulation.

Keywords: Bogor Palace, mineral status, *Axis axis*

PENDAHULUAN

Rusa totol (*Axis axis*) di Istana Kepresidenan Bogor didatangkan dari India sebanyak enam pasang pada era pemerintahan kolonial Belanda untuk menambah keindahan Buitenzorgh Palaiz, dan saat ini populasinya berkembang pesat. Keberadaan rusa tersebut menjadi ikon kota dan memiliki daya tarik bagi masyarakat sehingga performa dan kesejahteraannya perlu diperhatikan. Faktor utama dalam menghasilkan performa yang baik dengan memenuhi kebutuhan nutrisi, salah satunya adalah

nutrisi mineral. Untuk mengatasi pertumbuhan populasi yang tinggi di dalam area Istana, pemerintah melaksanakan hibah/alih status berdasarkan Undang-undang Kementerian Keuangan Nomor 111/PMK.06/2016 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pemindahtanganan Barang Milik Negara.

Kota Bogor terletak pada ketinggian 190–330 m serta lokasinya di kaki Gunung Salak dan Gunung Gede sehingga wilayahnya rentan hujan (Masruri *et al.* 2018) dan dikenal sebagai kota hujan. Tingginya curah hujan dapat mengakibatkan terjadinya pencucian hara tanah dengan cepat (Abdillah *et al.* 2018) sehingga tumbuhan akan mengalami defisiensi mineral untuk pertumbuhannya. Selain itu, pusat Kota Bogor padat akan lalu lintas kendaraan bermotor; salah satu parameter yang dihasilkan oleh emisi kendaraan yang bersifat toksik adalah senyawa timbal (Pb) (Gunawan 2014) sehingga besar kemungkinan beberapa tumbuhan dan lahan

¹ Sekolah Pascasarjana, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

² Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

* Penulis Korespondensi: Email: ryuliaandini@gmail.com

berkadar Pb tinggi (Fitriana *et al.* 2016) dan unsur Pb merupakan kelompok logam berat yang tidak esensial bagi tumbuhan, bahkan dapat mengganggu siklus hara dalam tanah. Unsur Pb sampai saat ini masih dipandang sebagai bahan pencemar yang dapat menimbulkan pencemaran tanah dan lingkungan (Juhaeti *et al.* 2004).

Status mineral dapat diidentifikasi dengan menganalisis lahan, pakan, jaringan tubuh ternak (Dunnet & Less 2003). Rambut satwa liar dan hewan ternak dapat menjadi bioindikator ideal untuk mengoreksi kesalahan nutrisi mineral (Cygank-Szczegieliński *et al.* 2014). Penelitian ini bertujuan menetapkan kadar mineral Pb, Ca, P, Fe, Mn, Zn, dan Cu pada tanah, pakan, dan rambut dalam kondisi yang tepat. Hasil kajian diharapkan dapat digunakan dalam program perbaikan pemeliharaan rusa total khususnya penyediaan pakan sehingga memiliki performa yang lebih baik.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2019–Agustus 2019 di lingkungan Istana Kepresidenan RI Bogor. Sampel tanah, pakan, dan rambut selanjutnya dianalisis di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, dan analisis mineral di Laboratorium Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Analisis Mineral Rambut

Lima belas ekor rusa total jantan dipilih secara acak dari populasi dengan kriteria usia 2,5–6 tahun dengan indikator karakter fisik dan rangka menurut Demarais *et al.* (1999). Sampel rambut merupakan rambut rontok bagian badan, dikumpulkan menggunakan metode Ashraf *et al.* (1995) dan dianalisis dengan pengabuan basah (*wet ashing*) menurut Fick *et al.* (1973).

Analisis Mineral Tanah

Sampel tanah diambil dengan metode zigzag dengan satu kali pengambilan pada 10 titik yang mewakili seluruh area pengembalaan sekitar 19 ha (Darmawan & Siregar 2008). Jarak antara lubang pengambilan subsampel tanah antara 50 m dan 100 m. Sampel tanah dari setiap titik kemudian dikomposit sehingga memperoleh sampel satu kilogram. Tanah yang digunakan merupakan lapisan di bawah perakaran rumput 10–15 cm dari permukaan (Georgievskii 1982). Tanah dianalisis dengan pengabuan basah menurut Fick *et al.* (1973). Kadar mineral yang diuji merupakan kadar total mineral tanah masing-masing.

Analisis Mineral Pakan

Pakan yang diberikan pada rusa terdiri atas rumput secara merumput, ubi jalar, konsentrat, dan suplemen tambahan berupa mineral blok. Sampel rumput dikoleksi pada area tempat rusa merumput dengan mengambil cuplikan (Jacobs 1958). Cuplikan

rumpuk dikomposit sehingga memperoleh 500 g; ubi jalar diambil 1 kg dan dipotong tipis, sedangkan konsentrat diambil 1 kg untuk kemudian dihaluskan. Sampel yang telah terproses dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C untuk mengukur kadar air dalam pakan.

Sampel rumput, ubi jalar, dan konsentrat dianalisis secara proksimat, mineral Ca dan P dianalisis dengan titrimetri (AOAC 2005). Mineral blok diuji menggunakan pengabuan basah (Fick *et al.* 1973).

Penetapan Kadar Mineral Tanah, Pakan, dan Rambut

Analisis mineral tanah, pakan, dan rambut didestruksi dengan pengabuan basah (Fick *et al.* 1973) menggunakan spektrofotometri serapan atom Shimadzu AA-7000 untuk menentukan Pb, Cu, Fe, Zn, Mn, Ca, dan P. Rambut dicuci dengan aseton proanalisis sebanyak 10 mL, dibilas dengan akuades bebas ion, kemudian disaring dan dikeringkan di atas kertas saring sebelum didestruksi dengan metode Ashraf *et al.* (1995).

Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati adalah kandungan nutrisi dalam pakan dan kadar mineral dalam tanah, pakan, dan rambut rusa.

Analisis Data

Kadar mineral tanah dan pakan dianalisis secara deskriptif sedangkan kadar mineral rambut dianalisis secara statistika dengan uji *one sample T-test* untuk membandingkan hasil pengujian terhadap batas minimal dan maksimal kadar mineral pada rambut. Korelasi antara kadar mineral rambut diuji untuk mengetahui interaksi antarmineral.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum

Saat ini populasi rusa di halaman Istana Bogor berjumlah 595 ekor. Sistem pemeliharaan dilakukan secara semi-ekstensif dengan menambahkan ubi jalar, konsentrat, dan mineral blok. Jenis rumput lapangan yang ada ialah *Axonopus compressus*, *Zoysia matrella*, *Chryposogon aciiculatis*, *Dasmodium triflorum*, *Eleusine indica*, *Calladium sp*, *Cyperus brevifolius*, dan *Digitaria radiosa* (Fajri 2000). *A. compressus* merupakan spesies yang lebih dominan, dengan nilai kerapatan relatif lebih tinggi atau jumlah individu per satuan luas areal lebih banyak daripada jenis lainnya (Garsetriasih & Nina 2005). Daya tampung rusa bergantung pada ketersediaan hijauan. Menurut penelitian Witjaksono (1984), Ikawidjaya (1987), Fajri (2000), dan Gasetriasih (2005), daya dukung halaman Istana Bogor berturut-turut adalah 313, 125, 450, dan 286 ekor. Jumlah populasi yang melebihi daya tampung akan mengakibatkan performa rusa menurun sehingga perlu diberi pakan tambahan.

Fajri (2000) meklaporkan bahwa air minum disediakan dalam dua kolam besar yang terletak di depan dan di belakang gedung induk, dan saat ini tersedia sebanyak lima kolam. Air minum bersumber dari Bendungan Katulampa yang dialirkan melalui saluran khusus.

Analisis Pakan

Salah satu faktor utama yang menentukan performa satwa ialah kadar nutrisi pakan yang dikonsumsi sehari-hari, sebagaimana tercantum pada Tabel 1. Kadar protein kasar rumput lapangan tergolong tinggi. Tiga jenis rumput lapangan ini sejalan jika dibandingkan dengan penelitian Fajri (2000) dan Garsteriasih (2005), yakni *A. compressus* (16,76% dan 13,53%), *Z. matrella* (11,61% dan 14,38%), dan *C. aciculatus* (13,18% dan 15,80%). Umumnya rumput memiliki kadar protein kasar 5–10% dari bahan kering (Siregar 1994). Kadar serat kasar rumput lapangan rendah, dengan komposisi kimia 32,5% (Tim Laboratorium TIP IPB 2012), bergantung pada kesuburan tanah, iklim, komposisi spesies, dan faktor lainnya. Rendahnya kadar serat kasar ini diduga akibat tingginya kadar protein kasar pada rumput lapangan. Nilai total nutrisi tercerna (*total digestible nutrient*, TDN) rumput lapangan berada dalam kadar normal, yaitu 41–50% dari bahan kering (Siregar 1994). Dari komposisi proksimat, nilai nutrisi rumput ini mengandung energi dan protein yang tinggi dan serat kasar yang rendah.

Ubi jalar memiliki kadar protein lebih tinggi dari referensi Bali tkabi (2011), yaitu 1,8%, dan Adepoju dan Adejumo (2015), yakni 0,46%. Keragaman nilai nutrisi pada ubi diduga oleh beberapa faktor seperti musim dan lokasi tanam. Nilai TDN pada ubi jalar cukup tinggi sehingga dapat berfungsi sebagai sumber energi guna mengatasi kekurangan TDN pada rumput sehingga besar kemungkinan kebutuhan TDN pada rusa dapat terpenuhi.

Konsentrat yang dikonsumsi oleh rusa merupakan pakan sumber energi berdasarkan kadar protein kasar di bawah 20% dan memiliki kadar serat kasar

di bawah 18%. Mengacu pada NRC (2007), besar kemungkinan kebutuhan energi dan protein telah terpenuhi selama pakan tersebut selalu tersedia dan dikonsumsi dalam kondisi normal.

Analisis Mineral Tanah

Tanah berperan penting dalam penyediaan hara untuk memenuhi nutrisi tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang. Kadar mineral tanah disajikan pada Tabel 2. Mengacu pada LPT (1993), kadar Ca dan P pada lahan penggembalaan tergolong sangat rendah. Rendahnya kadar Ca tanah ada kemungkinan akibat tanah dalam kondisi sudah tercuci (Fairhust *et al.* 2007) sebagai akibat curah hujan yang tinggi. Kondisi ini dapat terjadi pada tanah tetapi tidak berhubungan dengan gangguan fungsional tumbuhan (Basuki 2007). Bagaimanapun, mineral Ca yang tidak tersedia dalam waktu lama dapat menyebabkan defisiensi Ca. Salah satu cara mengatasi hal ini adalah dengan pengapuran dalam dosis tertentu. Kadar P pada tanah yang rendah masih dalam kadar optimum untuk pertumbuhan tanaman, yaitu 0,003–0,0055% pada tanah (Sims 2000). Hal ini menunjukkan bahwa mineral P tanah relatif tidak mudah tercuci karena memiliki tingkat kestabilan yang tinggi di dalam tanah (Yudasworo 2001).

Kadar mineral Cu, Zn, dan Mn dalam kisaran normal. Mineral Mn pada tanah berperan dalam proses asimilasi dan merupakan komponen penting berbagai enzim dalam tumbuhan (Nasir 2019). Menurut Lindsay (1979), tanah biasanya mengandung Mn 20–3000 ppm, dengan rata-rata 600 ppm. Tanah akan mengalami defisiensi Mn jika di bawah 20 ppm, dan akan mengalami keracunan jika lebih dari 3000 ppm. Pada pH yang tinggi, kadar Zn tanah menurun (Rosmarkam & Yuwono 2002). Ketersediaan unsur Cu dalam tanah sekitar 0,1–4 ppm, sedangkan kebutuhan normal tanaman 5–20 ppm. Menurut Mengel and Kirkby (2001), Cu tergolong logam berat bila ketersediaannya di tanah

Tabel 1 Analisis proksimat pakan rusa total

| Bahan pakan | BK (%) | BK (%) | | | | |
|---------------|--------|--------|-------|------|-------|-------|
| | | PK | SK | LK | Abu | BETN |
| Rumput lapang | 28,95 | 14,47 | 21,81 | 7,32 | 18,17 | 38,23 |
| Ubi | 25,55 | 5,82 | 2,94 | 8,22 | 2,92 | 80,10 |
| Konsentrat | 86,82 | 13,73 | 15,10 | 9,11 | 6,81 | 55,25 |

Keterangan: BK = Bahan Kering, PK = Protein Kasar, SK = Serat Kasar, LK = Lemak Kasar, BETN = Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen.

Tabel 2 Hasil analisis mineral tanah areal penggembalaan rusa

| Mineral | Tanah | Kisaran normal | Referensi |
|----------|-----------|----------------|-------------------------------|
| Ca (%) | 0,030 | 10 | LPT (1993) |
| P (%) | 0,016 | 4,5–11 | LPT (1993) |
| Mn (ppm) | 1960,570 | 300–2000 | Nasir (2019) |
| Zn (ppm) | 33,890 | 10–300 | Darmono (1995) |
| Cu (ppm) | 77,230 | 2–100 | Sulaiman <i>et al.</i> (1997) |
| Fe (ppm) | 25435,390 | 260 | Sulaiman <i>et al.</i> (1997) |
| Pb (ppm) | 29,500 | 10 | Darmono (1995) |

Keterangan: Ca = Kalsium; P = Fosforus, Mn = Mangan; Zn = Zink; Cu = Tembaga, Pb = Timbal, dan * = Data primer hasil uji AAS.

lebih tinggi dari 100 ppm, sedangkan pada tumbuhan lebih besar dari 20 ppm.

Kadar Fe dan Pb tinggi jika dibandingkan dengan literatur. Lindsay (1979) melaporkan bahwa Fe tanah dapat mencapai 10000–60000 ppm (1–6%) bergantung pada sifat, tekstur, kelembapan, aktivitas mikroorganisme, dan komposisi mineral tanah. Tingginya kadar Pb tanah mengindikasikan tanah di area Istana Bogor kemungkinan tercemar dan terakumulasi yang telah berlangsung dalam waktu lama. Lokasi Istana Bogor berada di pusat kota dengan kepadatan lalu lintas tinggi sehingga memungkinkan cemaran Pb berasal dari emisi kendaraan bermotor.

Analisis Mineral Pakan

Berdasarkan hasil analisis, kadar Ca dan P pada tiga jenis rumput lapangan lebih rendah dibandingkan dengan temuan Fajri (2000) dan Garsetriasih (2005), secara berturut-turut yaitu *A. compressus* (0,71% Ca; 0,30% P; dan 0,26% Ca; 0,23% P), *Z. matrella* (0,62% Ca; 0,35% P; dan 0,34% Ca; 0,69% P), dan *C. aciculatus* (0,75% Ca; 0,36% P; dan 0,35% Ca; 0,61% P) (Tabel 3). Hal ini diduga akibat rendahnya kadar Ca tanah dalam waktu lama dan belum ada upaya pemupukan lahan. Pengapuran dengan pemberian Ca merupakan salah satu upaya dalam memperbaiki sifat kimia tanah.

Kadar Ca rumput belum mampu memenuhi kebutuhan harian rusa totol tetapi dengan tambahan konsentrat mampu memenuhi kebutuhan harian jika konsumsinya sesuai. Mineral blok merk *red rockies* yang diberikan untuk rusa tidak mampu memenuhi kebutuhan Ca dan P harian, sebab komposisi utamanya ialah garam (Na) dan mikromineral. Ca sangat penting dalam dalam struktur komponen rangka. Defisiensi Ca pada rusa muda dapat menyebabkan keterlambatan pertumbuhan (Pond *et al.* 2005). Sebagian besar ternak membutuhkan 0,5–1% Ca dalam pakan harian. Umumnya hijauan mampu memenuhi kebutuhan Ca untuk ternak yang digembalakan (Underwood & Suttle 1999). Defisiensi Ca pada domba perah dapat menurunkan produksi susu (NRC 2007). Ca dan mineral lain sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan rangka (Lopez *et al.* 2008).

Mineral Fe dalam rumput, konsentrat, dan ubi jalar sangat tinggi, melebihi kebutuhan harian rusa. Tingginya Fe pada pakan ternak bergantung pada

spesies tumbuhan, tipe tanah, dan derajat kontaminasi tanah. Besi akan bersifat toksik ketika terakumulasi dalam jumlah tinggi dalam jaringan tumbuhan (Connolly & Guerinot 2002). Tumbuhan dengan kandungan besi yang tinggi ditandai dengan pertumbuhan kerdil, bercak daun berkarat, tepi daun bernoda, dan sistem akar yang buruk. Pada beberapa kasus, bahkan dapat menyebabkan kematian dan menurunkan produksi tumbuhan (Sahrawat 2004), bergantung pada toleransi kultivar, ketahanan terhadap cekaman, dan pengelolaan yang dilakukan (Audebert & Fofana 2009).

Kadar normal mineral Zn pada tumbuhan 20–70 ppm (Rosmarkam & Yuwono 2002) sedangkan menurut Sitorus (2008) berkisar 25–150 ppm. Beberapa mikromineral termasuk Zn dapat menghambat penyerapan senyawa berbahaya pada rusa (Łabaź *et al.* 2017). Hal ini dapat dilihat dari terakumulasinya unsur beracun (Tajchman *et al.* 2020). Pada dasarnya rusa mampu memodulasi penyerapan mineral sesuai dengan kebutuhannya dan mengurangi proses ini ketika kebutuhan mineralnya telah terpenuhi. Mineral Zn, Cu, dan Mn adalah komponen enzim yang menyintesis matriks tulang. Di antara unsur-unsur ini, Zn berdampak besar pada pertumbuhan sistem kerangka, karena menentukan mineralisasi yang tepat dan fungsi osteoblas. Oleh karena itu, kekurangannya dapat menyebabkan disfungsi dalam pematangan sistem kerangka.

Cu dan Mn bekerja secara sinergis dengan kalsium, sedangkan kalium meningkatkan keseimbangan kalsium dengan mengurangi ekskresi kalsium dalam urin, yang mencegah resorpsi (pelepasan) dari tulang (McDowell 2003). Kadar Cu normal pada tumbuhan adalah 5–20 ppm. Rendahnya kadar Zn dan Cu pada penelitian ini diduga karena gangguan utilisasi Zn pada tumbuhan sehingga menunjukkan defisiensi.

Kandungan Mn pada rumput normal adalah 60–800 ppm (Underwood 1977), sedangkan Jones (1979) menyatakan bahwa konsentrasi normal Mn dalam jaringan tumbuhan pada umumnya adalah 50–200 ppm, dan pada konsentrasi 400 ppm, telah masuk ke dalam kategori kelebihan Mn yang dapat menimbulkan gejala-gejala keracunan. Kebutuhan mineral Mn pada rusa adalah 20 ppm/hari. Tingginya kadar Mn pada rumput sejalan tingginya kadar Mn pada tanah. Mangan (Mn) merupakan salah satu

Tabel 3 Kadar mineral pakan rusa totol

| Mineral | Rumput | Konsentrat | Ubi jalar | Mineral blok | Kebutuhan *) |
|----------|---------|------------|-----------|--------------|--------------|
| Ca (%) | 0,15 | 0,63 | 0,07 | 0,13 | 0,40–1,20 |
| P (%) | 0,11 | 0,32 | 0,12 | 0,01 | 0,30–0,60 |
| Mn (ppm) | 0,94 | Ttd | Ttd | Ttd | 0 |
| Zn (ppm) | 371,02 | 107,84 | 20,81 | 306,94 | 20 |
| Cu (ppm) | 17,27 | 15,37 | 1,58 | 55,78 | 33 |
| Fe (ppm) | | | | | |
| Pb (ppm) | 1326,01 | 317,85 | 232,07 | 120,15 | 30–100 |
| Ca (%) | 0,71 | 9,33 | 3,16 | 353,07 | 4,30–28,40 |

Keterangan: * = Ca dan P pada rusa, Mn, Zn, Fe, dan Cu pada ruminansia kecil; *) NRC (2007) *Nutrition Requirement for small ruminants*. Ca = Kalsium; P = Fosforus, Mn = Mangan; Zn = Zink; Cu = Tembaga, dan Pb = Timbal.

unsur hara mikro yang penting bagi metabolisme N, proses fotosintesis, dan juga pengaktif enzim (Seran 2017).

Pb dalam rumput tergolong rendah. Batas maksimum toleransi Pb dalam pakan ternak adalah 100 ppm. Tumbuhan dapat menyerap Pb pada saat kondisi kesuburan, kandungan bahan organik, dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah rendah. Pada keadaan ini Pb akan terlepas dari ikatan tanah dan berupa ion yang bergerak bebas dalam larutan tanah. Jika mineral lain tidak mampu menghambat keberadaannya, maka akan terjadi serapan Pb oleh akar tumbuhan (Charlena 2004)

Ditinjau dari komposisi mineral, kebutuhan mineral Ca, P, dan Cu dapat dipenuhi dari pemberian konsentrat. Sementara itu, Zn dapat dipenuhi dengan suplementasi mineral blok. Mineral Ca, P, Cu, dan Zn dapat terpenuhi kebutuhannya jika konsentrat dan mineral blok selalu tersedia.

Analisis Mineral Rambut

Hasil analisis mineral rambut rusa totol di Istana Kepresidenan Bogor diperlihatkan dalam Tabel 4. Kadar Ca rambut pada penelitian ini melebihi batas atas normal Ca. Namun, Cygan-Szczegielniak *et al.* (2018) menemukan kadar Ca pada rambut rusa ekor putih 0,93–1.2% pada tiga provinsi berbeda di Polandia. Konsentrasi Ca dalam jaringan rambut bergantung pada makanan yang dikonsumsi. Dalam bulu kambing, Cygan-Szczegielniak *et al.* (2012) melaporkan bahwa rata-rata kadar kalsium pakan biasa tanpa tambahan mineral adalah 0,14%.

Kadar P dalam rambut rusa 0,02% lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Patkowska– Sokola *et al.* (2009), yang melaporkan kadar P rambut domba 0,015–0,028%.

Tingginya kadar Mn dan Fe pada rambut disebabkan oleh tingginya kadar kedua unsur

tersebut pada pakan. Kelebihan konsumsi Mn harian akan diekskresi oleh tubuh melalui rambut, urine, dan feses. Cygan-Szczegielniak *et al.* (2018) menemukan rata-rata kadar Fe 0,25–0.33 ppm dan Cu 17,52–17,98 ppm. Berdasarkan hasil analisis rambut, tanah, pakan, dan estimasi konsumsi, status Fe dan Mn rusa totol tergolong tinggi. Kadar Zn rambut rusa totol rendah karena rendahnya kadar Zn pakan.

Kadar Pb 14,38 ppm, lebih tinggi dibandingkan temuan Franzmann *et al.* (1976) dan hasil penelitian lainnya. Lynch (1973) menemukan kadar Pb pada rambut rusa ekor putih 14,40 ppm, dan Cygan-Szczegielniak *et al.* (2018) melaporkan rata-rata kadar 7, 54–10,16 ppm. Tingginya Pb pada rambut disebabkan oleh akumulasi jangka panjang. Pakan rusa sebagian besar berasal dari tumbuhan segar yang mengandung air dari tanah yang terkontaminasi secara antropogenik terutama di area pinggir jalan yang terkontaminasi logam berat beracun (French *et al.* 2017). Dengan demikian, pola konsumsi pakan dan lingkungan hewan yang terpapar polutan berdampak serius pada konsentrasi semua mineral pada otot, organ dalam, dan rambut (French *et al.* 2017). Cygan-Szczegieniak *et al.* (2018) berpendapat bahwa sangat sulit menentukan konsentrasi mineral pada rambut hewan liar karena sedikitnya literatur terkait hal tersebut. Dengan demikian, ada kemungkinan untuk membandingkan antara hewan liar dengan hewan ternak. Fillistowicz *et al.* (2011) meneliti rubah ternak dan liar dan menemukan akumulasi yang berbeda pada kedua kelompok hewan tersebut.

Hasil analisis korelasi pada rambut rusa totol (Tabel 5) menunjukkan korelasi positif ($P < 0,05$) antara mineral Fe dan Mn sebesar 0,494 ppm. Fakta ini menunjukkan bahwa Fe dan Mn bekerja secara sinergis, artinya, jika kadar Fe naik maka kadar Mn juga akan meningkat

Tabel 4 Mineral rambut rusa totol di Istana Kepresidenan Bogor

| Mineral | Hasil penelitian | Status | Ambang batas | | |
|----------|------------------|--------|--------------|------------------------------|------------|
| | | | Nilai | Referensi | Hewan |
| Ca (%) | 0,20 ± 0,51 | Tinggi | 0,037 | | |
| P (%) | 0,02 ± 0,56 | None | None | | |
| Mn (ppm) | 6,18 ± 1,45 | Tinggi | 1,68 | | |
| Zn (ppm) | 44,68 ± 3,04 | Rendah | 79,09 | Franzmann <i>et al.</i> 1976 | Rusa Besar |
| Cu (ppm) | 308,11 ± 0,05 | | | | |
| Fe (ppm) | | Tinggi | 48,06 | | |
| Pb (ppm) | 3,08 ± 0,47 | Rendah | 9,77 | | |
| Ca (%) | 14,38 ± 3,64 | Tinggi | 9,61 | | |

Keterangan: Hasil Uji *one sample T-test* ($P < 0,001$), Ca = Kalsium; P = Fosforus, Mn = Mangan; Zn = Zink; Cu = Tembaga, dan Pb = Timbal

Tabel 5 Korelasi antarmineral dalam rambut rusa totol

| | Pb | Mn | Zn | Fe | Cu | P | Ca |
|----|--------|--------|--------|--------|-------|-------|----|
| Pb | 1 | | | | | | |
| Mn | 0,251 | 1 | | | | | |
| Zn | -0,198 | 0,164 | 1 | | | | |
| Fe | 0,191 | 0,494* | 0,199 | 1 | | | |
| Cu | -0,100 | 0,235 | -0,235 | -0,124 | 1 | | |
| P | -0,154 | -0,187 | -0,018 | 0,098 | 0,148 | 1 | |
| Ca | -0,041 | 0,055 | -0,041 | 0,141 | 0,415 | 0,438 | 1 |

Keterangan: * = Korelasi antarmineral ($P < 0,05$), Ca = Kalsium; P = Fosforus, Mn = Mangan; Zn = Zink; Cu = Tembaga, dan Pb = Timbal

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis rambut rusa terdapat kecenderungan bahwa status Fe dan Mn di atas nilai normal sedangkan mineral Zn dan Cu di bawah nilai normal. Kadar Pb pada tanah dan pakan lebih tinggi dari kisaran normal tetapi kadar tersebut belum berdampak pada kadarnya dalam rambut rusa. Dengan demikian, tingginya kadar tersebut belum menunjukkan status mineral Pb rusa.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005. *Official Methods of Analysis*. Washington DC (US): AOAC International.
- Abdilah A, Lubis KS, Mukhlis. 2018. Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Akibat Pemberian Limbah Kertas Rokok Dan Pupuk Kandang Ayam Di Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 6(3): 442–447.
- Adepoju AL, Adejumo BA. 2015. Some proximate properties of sweet potato (*Ipomoea batatas L*) as influenced by cooking methods. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 4(3): 146–148.
- Ashraf W, Jaffar M, Anwer K, Ehsan U. 1995. Age and sex-based comparative distribution of selected metals in the scalp hair of an urban population from two cities in Pakistan. *Environment Pollution*. 87: 61–64. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)80008-6](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)80008-6)
- Audebert, A. and Fofana, M. 2009. Rice yield gap due to iron toxicity in West Africa. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 195(1): 66–76. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2008.00339.x>
- [Balitkabi] Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2011. *Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Malang (ID): Agro Inovasi.
- Basuki T. 2007. Pengaruh kompos, pupuk fosfat dan kapur terhadap perbaikan sifat kimia tanah podzolik merah kuning, serapan fosfat dan kalsium serta pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- Charlena, (2004). Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Sayur-sayuran. [Disertasi]. Bogor (ID): Program Pascasarjana S3 IPB.
- Charlena. 2004. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur-Sayuran. [internet]. [Diakses pada 29 November 2011]. Tersedia pada: <http://www.rudyct.com/PPS702ipb/09145/charlena.pdf>.
- Connolly EL, Guerinot ML. 2002. Iron stress in plants. *Genome Biology* 3(8): 1021–1024. <https://doi.org/10.1186/gb-2002-3-8-reviews1024>
- Cygan-Szczegielniak D, Stanek M, Giernatowska E, Janicki B, Gehrke M. 2012. Content of selected mineral elements in heifer hair depending on the region and season. *Medicine Veterinary*. 68: 293–298.
- Cygan-Szczegielniak D, Stanek M, Giernatowska E, Janicki B. 2014. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows. *Folia Biologica*. (Kraków) 62: 163–169. https://doi.org/10.3409/fb62_3.163
- Cygan-Szczegielniak D, Stanek M, Stasiak K, Rocołewska A, Janicki B. 2018. The content of mineral elements and heavy metals in the hair of red deer (*cervus elaphus l.*) From selected regions of Poland. *Folia Biologica*. 66(3). https://doi.org/10.3409/fb_66-3.14
- Demarais S, Stewart D, Griffen RN. 1999. A Hunter's Guide to Aging and Judging Live White-Tailed Deer in the Southeast (opens in new window) PDF (Publication 2206). Mississippi State University Extension Service.
- Dharmawan IWS, Siregar CA. 2008. Teknik evaluasi kandungan karbon hutan mangrove *Rhizophora mucronata*. Pusat Penelitian Hutan dan Konservasi Alam [Manuskrip]. Bogor (ID).
- Dunnett M, Lees P. 2003. Trace element, toxin and drug elimination in hair with particular reference to the horse. *Research in Veterinary Science*. 75: 89–101. [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(03\)00074-2](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(03)00074-2)
- Fairhurst TH, Witt C, Buresh RJ, Dobermann A. 2007. *Rice: A practical guide to nutrient management*. Manila (PH): International Rice Research Institute. 2nd Edition. 48p.
- Fajri S. 2000. Perilaku rusa totol (*Axis axis*) yang dikembangkan di halaman Istana Bogor. [Skripsi]. Bogor (ID): Jurusan Ilmu Peternakan. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Fick KR, Miller SM, Milles PH, Funk JD, Mc Dowell LR, Houser RH. 1976. *Method of mineral analysis for plant and animal tissues*. Center of Agriculture, Florida (FL).
- Filistowicz A, Dobrzański, Przysiecki, Nowicki., Filistowicz A. 2011. Concentration of heavy metals in hair and skin of silver and red foxes (*Vulpes vulpes*). *Environmental Monitoring and Assessment*. 182: 477–484. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-1891-3>
- Fitrianah L, Yani M, Effendi S. 2016. Dampak pencemaran aktifitas kendaraan bermotor terhadap kanddungan timbal dalam tanah dan tamanam padi. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya*

- Alam dan Lingkungan*. 7(1) : 11–18. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.1.11-18>
- Franzmann AW, Flynn A, Arneson PD. 1975. Level of some mineral elements in Alaskan moose hair. *Journal of Wildl1 Manage*. 39(2): 374–378. <https://doi.org/10.2307/3799917>
- French AS, Shaw D, Gibb SW, Taggart MA. 2017. Geochemical landscapes as drivers of trace and toxic element profiles in wild red deer (*Cervus elaphus*). *Science of the Total Environment*. 601–602: 1606–1618. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.210>
- Garsetriasih R, Nina H. 2005. Evaluasi plasma nutfah rusa totol (*Axis axis*) di halaman istana bogor. *Buletin Plasma Nutfah*. 11(1): 34–40.
- Gaspar-Lopez E, Landete-Castillejos T, Estevez JA, Ceacero F, Gallego L, Garcia A. 2008. Biometrics, testosterone, cortisol and antler growth in Iberian red stags (*Cervus elaphus hispanicus*). *European Journal of Wildlife Research*. 54: 1–5. <https://doi.org/10.1007/s10344-007-0096-0>
- Georgievskii VI, Amenkov BN, Samokhin VT. 1982. *Mineral nutrition of animal*. Butterwoths. London (UK).
- Gunawan G. 2014. Pengaruh lalu lintas pada kandungan timbal (Pb) dalam tubuh manusia. *Jurnal Transportasi Jalan*. 1(1): 47–55.
- Ikawidjaya N. 1987. Dinamika populasi dan kebiasaan ma-kan rusa totol (*Axis axis*) di halaman Istana Bogor. Skripsi Jurusan Biologi. Universitas Pakuan, Bogor (ID).
- Jacobs MB. 1958. *The Chemistry and Technology of Food and Food Products*. Interscience Publishers, New York (US).
- Jones US. 1979. *Fertilizers and Soil Fertility*. Virginia (US): Reston Publication.
- Łabądz D, Skolarczyk J, Pekar J, Nieradko-Iwanicka B. 2017. Analysis of the influence of selected elements on the functioning of the bone tissue. *Journal of Education, Health and Sport*. 7(4): 202–209.
- Lembaga Penelitian Tanah. 1983. Penuntun Analisis Fisika Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta (ID).
- Lindsay WL. 1979. *Chemical Equilibria in Soil*. New York (US): John Wiley & Sons.
- Masruri MFI, Rahman AS. 2018. Analisis spasial kejadian petir di kota bogor dan korelasinya dengan iklim musim dan curah hujan. Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan dan pengembangan produk informasi geospasial mendukung daya saing nasional. <https://doi.org/10.24895/SNG.2018.3-0.996>
- McDowell LR. 2003. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. 2nd ed. Amsterdam (US): Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-51367-0.50010-6>
- Mengel K, Kirkby EA. 2001. *Principles of Plant Nutrition*. Netherlands (ND): Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-010-1009-2>
- Nasir. 2019. *Spektrometri Serapan Atom*. Banda Aceh (ID): Syiah Kuala University Press.
- [NRC] National Research Council. 2007. Nutrient requirement of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington (US): National Academy Press
- [NRC] National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Nutrition and Feeding (5th Ed.). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ. pp. 165
- Patkowska-Sokoła B, Dobrzański Z, Osman K, Bodkowski R, Zygadlik K. 2009. The content of chosen chemical elements in wool of sheep of different origins and breeds. *Archiv Tierzucht*. 52(4): 410–418. <https://doi.org/10.5194/aab-52-410-2009>
- Pond WG, Church DC, Pond KR, Schoknecht PA. 2005. Basic Animal Nutrition and Feeding. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- Rosmarkam A, Yuwono NW. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Sahrawat, K.L. 2004. Iron toxicity in wetland rice and the role of other nutrients. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1471–1504. <https://doi.org/10.1081/PLN-200025869>
- Seran R. 2017. Pengaruh mangan sebagai unsur hara mikro esensial terhadap kesuburan tanah dan tanaman. *Bio-edu*. 2(1): 13–14.
- Sims JT. 2000. The role of soil testing in environmental risk assessment for phosphorus. In A.N. Sharpley (ed.) *Agriculture and phosphorus management: The Chesapeake Bay*. Washington (US): Lewis Publishers.
- Siregar SB. 1994. *Ransum Ternak Ruminansia*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Sitorus SRP. 2008. *Pengelolaan Sumberdaya Lahan*. Bogor (ID): Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Tajchman K, Ukalska-Jaruga A, Bogdaszewski M, Pecio M, Dziki-Michalska, K. Accumulation of toxic elements in bone and bone marrow of deer living in various ecosystems. A case study of farmed and wild-living deer. *Animals*. 2020: 10. <https://doi.org/10.3390/ani10112151>
- Tim Laboratorium TIP IPB. 2012. *Pengetahuan Bahan Makanan Ternak*. Bogor (ID): CV Nutri Sejahtera.

- Underwood EJ. 1977. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. 4th edition. New York (US): Academy Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-709065-8.50023-7>
- Underwood EJ, Suttle NF. 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3rd edition.
- Wardeh MF. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feeds. PhD. [Dissertation]. Utah State University, Logan (US).
- Witjaksono DH. 1984. Studi tentang karakteristik populasi rusa totol (*Axis axis*) dan cara pemeliharaannya di halaman Istana Bogor. [Skripsi]. Bogor (ID): Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Yudasworo DI. 2001. Dampak Kebakaran Hutan terhadap Sifat Fisik dan Sifat Kimia Tanah. [Skripsi]. Bogor (ID): Jurusan Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan. IPB.