

Aktivitas Aspartate Aminotransferase (Ast) Dan Gamma Glutamyltransferase (Ggt) Pada Sapi Pejantan Unggul (*The Activity of Aspartate Aminotransferase (AST) and Gamma Glutamyltransferase (GGT) on Bulls*)

Ida Zahidah Irfan¹⁾, Anita Esfandiari²⁾

1) Balai Inseminasi Buatan Lembang, Kementerian Pertanian

2) Dep. Klinik, Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, IPB

Abstrak

Penentuan aktivitas *Aspartate Aminotransferase* (AST) dan *Gamma Glutamyltransferase* (GGT) dapat digunakan sebagai alat diagnostik yang penting dalam biokimia klinis. Beberapa faktor dapat mempengaruhi aktivitas AST dan GGT. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh profil aktivitas AST dan GGT sapi pejantan bibit berdasarkan bangsa, umur dan BCS (*Body Condition Score*) yang berbeda. Sampel darah dari 160 sapi pejantan bibit telah dikoleksi. Kimia darah dianalisis dengan prinsip fotometer menggunakan kit komersial. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa bangsa, umur dan BCS tidak berpengaruh nyata ($P>0.05$) terhadap aktivitas AST dan GGT.

Kata kunci: aktivitas *Aspartate Aminotransferase* dan *Gamma Glutamyltransferase*, sapi, bangsa, umur, *Body Condition Score*

Abstract

Determination of Aspartate Aminotransferase (AST) and Gamma Glutamyltransferase (GGT) activity can be used as an important diagnostic tool in clinical biochemistry. Several factors can affect the activity of AST and GGT. The aim of this study is to obtain activity of AST and GGT based on breed, age and BCS (body condition score). Blood samples from 160 bulls were collected. Blood chemistry were analyzed by photometer principle using a commercial kit. There weren't significant ($P>0.05$) breed, age and BCS variation on AST and GGT activity.

Key words: AST and GGT activity, bulls, breed, age, body condition score

Pendahuluan

Darah mengandung berbagai elemen dan konstituen yang dapat memberikan berbagai informasi mengenai status fisiologis, metabolisme dan homeostasis yang sedang berlangsung di dalam tubuh. Beberapa elemen selain berpengaruh terhadap kesehatan, dapat berpengaruh pula terhadap performa reproduksi terutama kualitas semen dan produksi semen beku. Melalui berbagai jenis analisis, level elemen dan konstituen darah tersebut dapat diketahui. Hasil analisis dapat digunakan sebagai tolak ukur status metabolik dan status kesehatan sapi pejantan. Beberapa gangguan yang bersifat subklinis, dapat dideteksi lebih awal dengan analisis darah. Salah satu panel pemeriksaan profil metabolik adalah pemeriksaan fungsi hati melalui aktivitas beberapa enzim. *Aspartate aminotransferase* (AST), *Alanine aminotransferase* (ALT) dan *Gamma Glutamyl Transferase* (GGT) sering

digunakan sebagai indikator adanya penyakit hati akut atau kronis (Stojevic *et al.* 2008). Namun demikian, tidak seperti AST, sel hati pada ruminansia tidak menunjukkan aktivitas ALT yang tinggi, dan peningkatan aktivitas enzim ini pada kerusakan hati atau nekrosis hati tidak signifikan (Stojevic *et al.*, 2005). *Aspartate aminotransferase* merupakan enzim yang terdapat di berbagai jaringan, terutama hati, otot lurik dan otot jantung. Peningkatan aktivitas AST dapat menjadi penanda yang baik adanya kerusakan jaringan lunak. Aktivitas GGT sering digunakan sebagai indikator adanya proliferasi epitel saluran empedu, gangguan kolestasis. Davoudi (2013) melaporkan adanya pengaruh umur, bangsa dan jenis kelamin terhadap aktivitas enzim hati pada kambing. Kajian aktivitas AST dan GGT pada sapi perah, sapi potong, kambing dan domba telah banyak dilakukan. Kajian tersebut pada sapi pejantan bibit yang digunakan sebagai bibit penghasil semen beku

di Indonesia masih sangat terbatas. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh bangsa, umur dan BCS

Materi dan Metode

Tempat penelitian

Pengambilan sampel darah sapi pejantan bibit dilaksanakan di Balai Inseminasi Buatan Lembang dan pemeriksaan biokimia serum dilaksanakan di Laboratorium Patologi Klinik, Pusat Studi Satwa Primata (PSSP) Institut Pertanian Bogor.

Materi

Sebanyak 160 ekor sapi pejantan bibit terdiri dari bangsa Friesian Holstein (FH), Limousin, Simmental, Ongole dan Brahman yang sehat secara klinis, umur 3-8 tahun digunakan dalam penelitian ini. Sapi dikelompokkan berdasarkan bangsa, umur dan BCS.

Sapi pejantan di pelihara secara individual, dengan komposisi ransum perhari seragam berupa Hay rumput Afrika ± 1 kg, konsentrat ± 4 kg, Feedmix® 15 g, Se 7 g, dan rumput Gajah ± 50 kg. Air minum disediakan secara *ad libitum*.

Metode

Pemeriksaan Kesehatan

Pemeriksaan klinis kesehatan sapi pejantan dilakukan oleh Dokter Hewan Balai Inseminasi Buatan Lembang. Sesuai Form Sistem Manajemen Mutu ISO 9008/2001 Bagian F-07/BIBL/01/Medik Veteriner Log Sheet Kondisi Perawatan Kesehatan Ternak Harian.

Penentuan Body Condition Score

Pengambilan data untuk menentukan nilai BCS dilakukan sesuai dengan metode Edmonson *et al.*, (1989). Evaluasi dilakukan pada 8 titik pengamatan, yaitu (1) tonjolan tegak tulang belakang (*processus spinosus*), (2) antara tonjolan tegak dengan tonjolan datar tulang belakang (*processus spinosus* ke *processus transversus*), (3) tonjolan datar tulang belakang (*processus transversus*), (4) legok lapar (*flank*), (5) tonjolan tulang pinggul depan (*tuber coxae*) dan belakang (*tuber ischii*), (6) daerah antara tonjolan tulang pinggul depan-belakang (*tuber coxae-tuber ischii*), (7) daerah antara tonjolan tulang pinggul depan kiri dengan depan kanan (*tuber coxae* kanan dan kiri), dan (8) daerah antara tulang ekor (*vertebrae coccygea*) dengan

(*Body Condition Score*) terhadap aktivitas AST dan GGT pada sapi pejantan unggul.

tonjolan tulang pinggul belakang (*tuber ischii*). Hasil pengamatan berupa skor 1-5 (skor 1 = sangat kurus, skor 3 = sedang, skor 5 = sangat gemuk).

Koleksi, Preparasi dan Analisis Sampel

Darah

Sapi Pejantan ditempatkan dalam kandang jepit atau *bull crush*. Sampel darah diambil dari vena *coccygea* menggunakan jarum nomor 18-G. Sampel darah yang diperoleh segera dimasukkan ke dalam tabung *vacutainer* tanpa antikoagulan yang sudah diberi label kode sampel. Sampel kemudian disimpan pada suhu ruang (25° C) selama 1-2 jam supaya membeku sempurna. Serum yang terbentuk dipisahkan dari *clot* (bekuan darah) dan disimpan dalam tabung mikro, ditutup rapat dan diberi identitas. Sampel dikemas sesuai standar dan dikirim ke laboratorium untuk dianalisis.

Sampel darah dianalisis terhadap aktivitas AST dan GGT dengan prinsip fotometer (Photometer 5010®) menggunakan kit komersial. Prinsip dasar fotometri adalah pengukuran penyerapan sinar akibat interaksi sinar yang mempunyai panjang gelombang tertentu dengan larutan atau zat warna yang dilewatinya. Penggunaan fotometer lebih sering digunakan untuk kebutuhan laboratorium klinis (analisa darah).

Analisis Data

Data disajikan dalam bentuk rerata dan standar deviasinya. Data diuji secara statistik menggunakan metode analisis model linier untuk mengetahui pengaruh bangsa, umur dan BCS terhadap aktivitas AST dan GGT. Data dianalisis menggunakan *software* Minitab® versi 16.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan Bangsa

Hasil analisis statistik, memperlihatkan bahwa pada penelitian ini bangsa sapi tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap rerata aktivitas AST maupun GGT. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Kucera dan Chladek (2004) pada sapi potong. Namun demikian, hasil ini bertolak belakang dengan hasil penelitian Mapiye *et al.* (2010a) bahwa

bangsa memengaruhi aktivitas enzim aminotransferase pada sapi lokal Nguni dan sapi persilangan lokal (*local crossbreed*) di Afrika. Sapi persilangan menunjukkan aktivitas AST yang lebih rendah dibandingkan dengan sapi lokal Nguni.

Davoudi (2013) melaporkan adanya pengaruh umur, bangsa dan jenis kelamin terhadap aktivitas enzim hati pada kambing. Peningkatan aktivitas enzim hati merupakan indikasi adanya penurunan fungsi hati, gangguan, penyakit atau kegagalan fungsi hati oleh berbagai sebab (Davoudi 2013). Aktivitas enzim-enzim yang terkait dengan metabolisme energi merupakan parameter biokimia yang penting untuk memprediksi derajat kerusakan organ-organ parenkim (Dokovic *et al.* 2013). Peningkatan aktivitas dan beban metabolik organ-organ pencernaan dan kejadian asidosis ringan pada sapi yang digemukkan, dapat mengakibatkan kerusakan ringan sel parenkhim hati (Dokovic *et al.* 2010). Kerusakan sel parenkhim hati akibat induksi asidosis yang berlangsung terus menerus dapat mengakibatkan peningkatan aktivitas AST dan GGT dalam sirkulasi darah pada sapi yang digemukkan (Mori *et al.* 2007). Disisi lain, kejadian lipolisis/ketogenesis dapat juga meningkatkan aktivitas AST akibat rusaknya hepatosit oleh hadirnya badan keton (Cincovic *et al.* 2012). Dokovic *et al.* (2013) melaporkan bahwa terdapat korelasi positif antara aktivitas AST dengan mobilisasi lemak (konsentrasi NEFA/*Non esterified fatty acid*) pada sapi perah dimasa awal laktasi. Peningkatan

aktivitas AST bersamaan dengan peningkatan konsentrasi NEFA dalam darah juga dilaporkan oleh Elitok *et al.* (2006) dan Cincovic *et al.* (2012) pada sapi perah periode partus. Stojevic *et al.* (2008) melaporkan bahwa aktivitas AST pada sapi pejantan Simmental 103.68% lebih rendah bila dibandingkan dengan referensi standar pada sapi perah yang digunakan. Namun demikian, berbagai hal yang mengakibatkan peningkatan aktivitas AST pada sapi perah dan sapi potong sangat mungkin terjadi pada sapi pejantan.

Peningkatan aktivitas GGT dalam sirkulasi darah sering digunakan sebagai indikator adanya proliferasi epitel saluran empedu, gangguan kolestasis (Stojevic *et al.* 2005; Davoudi 2013), sirosis hati, hepatopati kronis dan toksik (Krammer dan Hoffmann 1997), fascioliasis (Molina *et al.* 2006), gangguan metabolik dan ketosis (Rico *et al.* 1977). Aktivitasnya relatif tinggi pada hati sapi, kuda, domba dan kambing (Stojevic *et al.* 2005). Kebanyakan dari penyakit hepatoseluler dan hepatobilier akan meningkatkan aktivitas GGT dalam serum dan aktivitasnya akan tetap meningkat selama kerusakan sel berlangsung (Davoudi 2013). Stojevic *et al.* (2005) melaporkan bahwa aktivitas GGT mengalami penurunan, sedangkan aktivitas AST mengalami peningkatan pada masa akhir kebuntingan pada sapi perah. Namun Stojevic *et al.* (2008) juga melaporkan bahwa aktivitas GGT pada sapi pejantan Simmental 54.26% lebih tinggi bila dibandingkan dengan referensi standar pada sapi perah yang digunakan.

Tabel 1 Aktivitas AST dan GGT berdasarkan bangsa

Bangsa	Parameter	
	AST (U/L)	GGT (U/L)
FH (n=16)	86.88±20.27 ^a	18.87± 4.01 ^a
Limousin (n=62)	88.34±21.79 ^a	17.62± 4.19 ^a
Simmental (n=63)	81.27±15.95 ^a	18.88± 4.37 ^a
Brahman (n=12)	76.48±17.54 ^a	18.84± 3.27 ^a
Ongole (n=7)	80.36±25.79 ^a	19.17± 3.81 ^a
Referensi standar *)	78-132	6.1-17.4

Huruf superscript yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0.05$);

*) Referensi standar pada sapi potong (Radostits *et al.*, 2007)

Tabel 2 Aktivitas AST dan GGT berdasarkan umur

Umur	Parameter	
	AST (U/L)	GGT (U/L)
3 tahun (n=6)	72.97±12.00 ^a	18.50±1.88 ^a
4 tahun (n=60)	82.87±22.11 ^a	17.97±4.31 ^a
5 tahun (n=33)	81.82±16.08 ^a	17.85±4.57 ^a
6 tahun (n=37)	86.21±18.77 ^a	18.34±3.85 ^a
7 tahun (n=18)	90.33±18.49 ^a	19.54±4.35 ^a
8 tahun (n=6)	90.28±21.80 ^a	16.78±4.31 ^a
Referensi standar *)	78-132	6.1-17.4

Huruf superscript yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0.05$);

*) Referensi standar pada sapi potong (Radostits *et al.* 2007)

Aktivitas AST sapi pejantan pada penelitian ini rata-rata 21.27% lebih rendah apabila dibandingkan dengan rerata referensi standar pada sapi potong (Tabel 1). Yokus dan Cakir (2006) dan Ndlovu *et al.* (2007) melaporkan bahwa aktivitas AST dapat dipengaruhi oleh musim dan variasi fisiologis. Aktivitas enzim pada sapi yang sehat rendah atau tidak ada (Ndlovu *et al.* 2007). Aktivitas GGT sapi pejantan pada penelitian ini rata-rata 58.94% lebih tinggi apabila dibandingkan dengan rerata referensi standar yang digunakan (Tabel 1). Stojevic *et al.* (2008) melaporkan bahwa aktivitas AST pada sapi pejantan Simmental 103.68% lebih rendah dan aktivitas GGT 54.26% lebih tinggi bila dibandingkan dengan referensi standar pada sapi perah yang digunakan. Variasi tersebut diduga karena peruntukan ternak yang digunakan untuk *breeding* dan faktor nutrisi (Stojevic *et al.* 2008).

Berdasarkan Umur

Tabel 2 menunjukkan bahwa umur sapi tidak berpengaruh nyata ($P>0.05$) terhadap aktivitas AST dan GGT. Hal ini sesuai dengan laporan Dokovic *et al.* (2010) dan Mamun *et al.* (2013) bahwa aktivitas AST dan GGT pada sapi potong tidak dipengaruhi oleh umur. Demikian pula pada kelinci New Zealand (Olayemi dan Nottidge 2007), dan pada unta (Elrayah *et al.* 2012). Namun hasil ini bertolak belakang dengan laporan Ottesile dan Kasali (1992) yang melaporkan bahwa umur memengaruhi aktivitas AST pada domba, sapi Abeerdeen Angus (Pavlik 2009), sapi Bali (Kendran *et al.* 2012), kuda (Mikniene 2014), monyet ekor panjang (Xie *et al.* 2013), dan kalkun (Ibrahim *et al.* 2012).

Rerata aktivitas AST pada penelitian ini menunjukkan kecenderungan adanya

peningkatan pada umur sapi yang lebih tua. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian pada sapi potong (Doornenball *et al.* 1988; Mamun *et al.* 2013), domba (Ottesile dan Kasali 1992), sapi Bali (Kendran *et al.* 2012) dan kalkun (Ibrahim *et al.* 2012). Apabila dibandingkan dengan referensi standar yang digunakan, rerata aktivitas AST berdasarkan umur sapi 19.92% lebih rendah. Stojevic *et al.* (2008) melaporkan bahwa aktivitas AST pada sapi pejantan Simmental 103.68% lebih rendah bila dibandingkan dengan referensi standar pada sapi perah yang digunakan.

Rerata aktivitas GGT pada penelitian ini 54.85% lebih tinggi bila dibandingkan dengan referensi standar yang digunakan. Tidak terdapat peningkatan maupun penurunan aktivitas GGT dengan bertambahnya umur sapi. Stojevic *et al.* (2008) melaporkan hasil penelitiannya pada sapi pejantan Simmental bahwa aktivitas GGT 54.26% lebih tinggi bila dibandingkan dengan referensi standar pada sapi perah yang digunakan.

Berdasarkan BCS

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa BCS sapi tidak berpengaruh nyata ($P>0.05$) terhadap aktivitas AST dan GGT (Tabel 3). Rerata aktivitas AST pada penelitian ini menunjukkan kecenderungan adanya penurunan pada sapi dengan BCS yang lebih tinggi. Apabila dibandingkan dengan referensi standar yang digunakan, rerata aktivitas AST pada penelitian ini 19.60% lebih rendah sedangkan rerata aktivitas GGT 62.10% lebih tinggi dari nilai tengah standar. Rerata aktivitas GGT pada sapi dengan BCS 5, lebih tinggi 79% bila dibandingkan dengan rerata referensi standar yang digunakan (Tabel 3).

Tabel 3 Aktivitas AST dan GGT berdasarkan BCS

BCS	Parameter	
	AST (U/L)	GGT (U/L)
3 (n=33)	89.92±22.87 ^a	18.06±3.96 ^a
4 (n=118)	82.82±18.62 ^a	18.00±4.21 ^a
5 (n=9)	80.84±16.20 ^a	21.00±3.92 ^a
Referensi standar *)	78-132	6.1-17.4

Huruf superscript yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0.05$);

*) Referensi standar pada sapi potong (Radostits *et al.*, 2007)

West (1997) melaporkan bahwa pemeriksaan aktivitas GGT memiliki spesifisitas tinggi untuk membantu menegakkan diagnosis adanya gangguan hati kronis pada sapi dan sensitif untuk membantu mendiagnosis adanya gangguan hati akut akibat fascioliasis pada sapi. Pemeriksaan aktivitas GGT juga lebih sensitif untuk membantu mendiagnosis adanya *fatty liver* dibandingkan dengan ketosis pada sapi, karena degenerasi lemak pada ketosis memiliki intensitas perlemakan sel hati yang lebih rendah (Steen 1997). Menurut Moreira *et al.*, (2012), untuk mendeteksi adanya lesi kronis pada hati sapi yang sehat secara klinis, AST memiliki spesifitas 78.8% dan sensitifitas 22.4% sedangkan GGT memiliki spesifisitas 90.4% dan sensitifitas 22.4%. Adanya variasi aktivitas enzim hati sapi pejantan pada penelitian ini diduga karena faktor nutrisi dan peruntukan sapi pejantan yang digunakan sebagai sumber semen beku. Kecenderungan peningkatan aktifitas GGT pada sapi pejantan dengan BCS lebih tinggi dapat disebabkan oleh tingginya metabolisme lemak dan protein pada sapi pejantan dengan BCS tinggi tersebut. Disamping itu, ternak dengan BCS tinggi memiliki resiko mengalami stres oksidatif yang tinggi. Ozata *et al.*, (2002), Higdon dan Frei (2003) dan Keaney *et al.*, (2003) melaporkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara stres oksidatif, indeks massa tubuh dan kehilangan berat badan pada manusia. Para peneliti menduga terdapat hubungan erat antara stres oksidatif dan kasus gangguan metabolik pada manusia (Higdon dan Frei 2003; Morrow 2003). Bernabucci *et al.*, (2005) juga melaporkan bahwa sapi perah dengan BCS yang tinggi lebih sensitif terhadap kemungkinan terjadinya mobilisasi lemak dan stres oksidatif. Hingga akhirnya mobilisasi lemak dan stress oksidatif tersebut

dapat meningkatkan aktivitas GGT pada individu dengan indeks massa tubuh tinggi. Diperlukan pemeriksaan lain yang mendukung untuk menegakkan diagnosa adanya gangguan fungsi hati pada terhadap sapi pejantan dengan BCS tinggi.

Kesimpulan

Bangsa, umurdan BCS sapi pejantan tidak berpengaruh nyata terhadap rerata aktivitas AST dan GGT. Aktifitas GGT pada sapi pejantan bibit berada diatas kisaran referensi standar.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Balai Inseminasi Buatan Lembang yang telah memberikan bantuan dana penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- Bernabucci U, Ronchi B, Lacetera N, Nardone A. 2005. Influence of Body Condition Score on Relationships Between Metabolic Status and Oxidative Stress in Periparturient Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 88:2017–2026
- Cincovic R, Branislava B, Biljana R, Hristov S, Dokovic R. 2012. Influence of lipolysis and ketogenesis to metabolic and hematological parameters in dairy cows during periparturient period. *Acta veterinaria.* 62(4): 429-444 doi:10.2298/AVB1204429C
- Davoudi SM. 2013. Study of Hepatic Problems in livestock, *Euro J Zool Res.* 2 (4):124-132
- Dokovic R, Zoran I, Vladimir K, Vladimir D, Boban J. 2010. Blood biochemical parameters and enzyme activity in

- beef cattle. *Acta agriculturae Serbica*. 15(29) : 47-54
- Dokovic R, Kurcubic V, Ilic Z, Cincovic M, Petrovic M, Fratric N, Jasovic B. 2013. Evaluation of metabolic statu in Simmental dairy cows during late pregnancy and early lactation. *Vet. Akrhiv*. 83: 893-602.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. 1989. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 72(1): 68–78.
- Elitok B, Kabu M, Elitok OM. 2006. Evaluation of liver function tests in cows during periparturient period. *FU. Saglik. Bil. Dergisi*. 20(3):205-209.
- Elrayah HA, Barri MES, Abdelrahman SH. 2012. Preliminary Information of Some Biochemical Parameters in Sudanese Camel (*Camelus Dromedarius*). *Journal of Animal Scientist*. 1(1): 5-7.
- Higdon JV, Frei B. 2003. Obesity and oxidative stress. A direct link to CVD? *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol*. 23:365–367
- Ibrahim AA, Aliyu J, Abdu MI, Hassan AM. 2012. Effects of age and sex on serum biochemistry values of turkeys (*Meleagris gallopavo*) reared in the semi-arid environment of Nigeria. *World Appl Sci J*. 16 (3): 433-436. ISSN 1818-4952.
- Keaney JF, Larson MG, Vasani RS, Wilson PWF, Lipinska IL, D. Corey D, Massaro JM, Sutherland P, Vita JA, Benjamin EJ. 2003. Obesity and systemic oxidative stress. Clinical correlates of oxidative stress in the Farmingham study. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol*. 23:434–439.
- Kendran AAS, Damriyasa IM, Dharmawan NS, Ardana IBK, Anggreni LD. 2012. Profil Kimia Klinik Darah Sapi Bali. *Jurnal Veteriner*. 13 (4): 410-415. ISSN : 1411 – 8327.
- Kucera J, Chladek G. 2004. The effect of year, season, breed and reproduction cycle on some plasma parameters in cows and heifers. *Zooticae*. 501:149-155.
- Mamun MA, Hassan MM, Shaikat AH, Islam SKMA, Hoque MA, Uddin M, Hossain MB. 2013. Biochemical analysis of blood of native cattle in the hilly area of Bangladesh. *Bangl. J. Med. Vet*. 11(1):51-56
- Mapiye C, Chimonyo M, Dzama K, Marufu MC. 2010a. Seasonal Changes in Energy-related Blood Metabolites and Mineral Profiles of Nguni and Crossbred Cattle on Communal Rangelands in the Eastern Cape, South Africa. *Asian-Australasian J. Anim. Sci*. 23(6): 708-718. Tersedia pada <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2010.90419>
- Mikniene Z, Maslauskas K, Kerziene S, Kucinskiene J, Kucinskas A. 2014. The effect of age and gender on blood haematological and serum biochemical parameters in Zemaitukai horses. ISSN 1392-2130. *Vet Med Zoot*. 65 (87).
- Molina EC, Lozano SP, Barraca AP. 2006. The Relationship between haematological indices, serum gamma-glutamyl transferase and glutamate dehydrogenase, visual hepatic damage and worm burden in cattle infected with *Fasciola gigantica*. *J. Helminthol*. 80, 277-279
- Moreira CN, Souza SN, Barini AC, Araujo EG, Fioravanti MCS. 2012. Serum γ -glutamyltransferase activity as an indicator of chronic liver injury in cattle with no clinical signs. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 64(6):1403-1410.
- Mori A, Urabe S, Asada M, Tanaka Y, Tazaki H, Yamamoto I, Kimura, Ozawa T, Morris ST, Hickson R, Kenyon P, Blair H, Choi CB, Arai T. 2007. Comparison of plasma metabolite concentrations and enzyme activities in beef cattle raised by different feeding systems in Korea, Japan and New Zealand. *J. Vet. Med. Physiol. Pathol. Clin. Med.*, 54 (7) : 342-5.
- Morrow JD. 2003. Is oxidant stress a connection between obesity and atherosclerosis? *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol*. 23:368–370

- Ndlovu T, Chimonyo M, Okoh AI, Muchenje V, Dzama K, Raats JG. 2007. Assessing the nutritional status of beef cattle: current practices and future prospects. *African Journal of Biotechnology*. 6 (24):2727-2734. ISSN 1684-5315 diakses dari <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Olayemi FO, Nottidge HO. 2007. Effect of Age on the Blood Profiles of the New Zealand Rabbit in Nigeria. *African Journal of Biomedical Research*, Vol. 10; 73 – 76. ISSN 1119 – 5096
- Ottesile EB, Kasali OB. 1992. Effects of age and sex on serum proteins, urea nitrogen and transaminase concentrations in Ethiopian highland sheep. *Bull of Anim Health and Prod in Afr*. 40 (3): 181-184.
- Ozata M, Mergen M, Oktenly C, Aydin A, Sanisoglu SY, Bolu E, Yilmaz MI, Sayal A, Isimer A, Ozdemir IC. 2002. Increased oxidative stress and hypozincemia in male obesity. *Clin. Biochem*. 35:627–631.
- Pavlik A. 2009. Changes of internal environment indicators of Aberdeen Angus heifers during rearing. *Slovak J. Anim. Sci*. 42 (1): 76-80.
- Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD. 2007. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats, and horses*. Ed ke 10, Elsevier Health Sciences, Philadelphia, PA, USA.
- Rico AG, Braun JP, Benard P, Thouvenot JP. 1977. Blood and tissue distribution of gamma glutamyl transferase in the cow. *J. Dairy Sci*. 60, 1283-1287.
- Stojevic Z, Filipovic N, Bozic P, Tucek Z, Daud J. 2008. The metabolic profile of Simmental service bulls. *Vet Arhiv*. 78 (2): 123-129.
- Stojevic Z, Pirsjin J, Milinkovic-Tur S, Zdelar-Tuk M, Ljubic BB. 2005. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Vet Arhiv* 75 (1): 67-73
- West HJ. 1997. Clinical and pathological studies in cattle with hepatic disease. *Vet. Res. Commun*. 21:169-185.
- Xie L, Xu F, Liu S, Zhou Y, Wu Q, Gong W, Cheng K, Li J, Li L, Fang L, Zhou L, Xie P. 2013. Age and sex based hematological and biochemical parameters for *Macaca fascicularis*. *Plos One*. 8(6). Tersedia di www.plosone.org
- Yokus B, Cakir UD. 2006. Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. *Biol. Trace Elem. Res*. 109: 255-266.