

Perakitan Varietas Baru Melalui Radiasi Sinar Gamma untuk Perbaikan Standar Mutu Nutrisi Hijauan *Leersia hexandra*

Pritha Kartika Sukmasari¹, Yenny Nur Anggraeny²,
 Tri Agus Sulistya¹, dan Yeni Widyaningrum¹

¹Loka Pengujian Standar Instrumen Ruminansia Besar

²Badan Riset Inovasi Nasional

Corresponding author: ptha482@gmail.com

ABSTRAK

Standar mutu nilai nutrisi hijauan pakan ternak dapat ditingkatkan melalui berbagai cara, salah satu usaha untuk meningkatkan standar mutu nilai nutrisi hijauan pakan ternak yaitu dengan pemuliaan tanaman. Hijauan pakan ternak *Leersia hexandra* merupakan tanaman yang banyak tumbuh di daerah rawa. Tanaman ini telah banyak dimanfaatkan sebagai hijauan pakan ternak ruminansia. Penerapan teknologi modern diperlukan untuk memperbaiki standar mutu kualitas nutrisi tanaman *Leersia hexandra*. Teknologi modern dalam pemuliaan tanaman dapat dilaksanakan melalui induksi mutasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma pada stolon terhadap kandungan nilai protein dan serat kasar hijauan *Leersia hexandra*. Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah stolon 1 nodus dengan panjang 10 cm. Dosis iradiasi yang digunakan adalah 0 Gray (kontrol), 25 Gray, 50 Gray, dan 100 Gray. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar nilai protein hijauan *Leersia hexandra* tertinggi didapatkan dari dosis iradiasi 25 Gray, sedangkan kandungan serat kasar terendah dengan pemberian dosis iradiasi 75 Gray.

Kata kunci: iradiasi, hijauan, *Leersia hexandra*, protein, serat kasar

Assembly of New Varieties through Gamma Radiation to Improve Nutritional Quality Standards for Foresee *Leersia hexandra*

ABSTRACT

The quality standards for the nutritional value of forage for livestock can be increased in various ways, one of the efforts to increase the quality standards for the nutritional value of forage for livestock is through plant breeding. *Leersia hexandra* forage is a plant that grows widely in swamp areas. This plant has been widely used as forage for ruminant livestock. The application of modern technology is needed to improve the nutritional quality standards of *Leersia hexandra* plants. Modern technology in plant breeding can be implemented through mutation induction. This research aims to determine the effect of gamma ray irradiation on stolons on the protein and crude fiber content of *Leersia hexandra* forage. The research material used in this study was a 1-node stolon with a length of 10 cm. The irradiation doses used were 0 Gray (control), 25 Gray, 50 Gray, and 100 Gray. The research results showed that the highest protein content of *Leersia hexandra* forage was obtained from an irradiation dose of 25 Gray, while the lowest crude fiber content was obtained from an irradiation dose of 75 Gray.

Keyword: irradiation, forage, *Leersia hexandra*, protein, crude fiber

PENDAHULUAN

Standar mutu hijauan pakan ternak (HPT) harus dipenuhi untuk mencukupi kebutuhan hidup ternak yang mengkonsumsinya. Kebutuhan nutrisi pakan dimanfaatkan ternak minimal untuk mencukupi kebutuhan hidup pokok. Sistem peternakan rakyat sebagian besar di Indonesia, menggunakan sistem *cut and carry*, dimana mendapatkan hijauan dari vegetasi

rumput liar (alam), dan dari lahan marginal yang kurang subur. Bila keadaan ini dilanjutkan, maka standar mutu nilai nutrisi minimal tidak dapat dipenuhi dan ternak akan mengalami kekurangan nutrisi.

Hijauan pakan ternak (HPT) merupakan sumber makanan utama bagi ternak ruminansia, terutama bagi ternak ruminansia besar. Hijauan pakan ternak ini dibutuhkan oleh ternak untuk dapat memenuhi kebutuhan hidup pokok, berproduksi dan berkembang

biak. HPT merupakan pakan sebagai sumber serat yang berperan dalam fungsi rumen. Selain mempunyai fungsi tersebut, HPT harus mempunyai standar mutu nutrisi. Standar mutu ini diantaranya adalah kadar protein, serat kasar, lemak kasar, kandungan mineral makro dan mikro. Untuk menjaga standar mutu hijauan pakan ternak diperlukan adanya bibit HPT yang mempunyai nilai nutrisi dengan kualitas baik atau unggul sehingga diperlukan suatu usaha untuk memperbaiki standar mutu HPT.

Pemuliaan tanaman adalah suatu ilmu yang mempunyai tujuan untuk memperbaiki sifat kualitatif dan kuantitatif dari tanaman. Pemuliaan tanaman dapat dilakukan dengan menyilangkan antar spesies, metode ini merupakan metode konvensional. Metode ini dapat memperbaiki kualitas pada tanaman baik fenotipik dan genotipiknya. Tetapi metode ini mempunyai kekurangan karena membutuhkan waktu yang lama sampai mendapatkan suatu tanaman unggul sesuai dengan yang dibutuhkan (Cahyo dan Dinarti, 2015). Pemuliaan modern dengan bioteknologi merupakan metode lain yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas tanaman. Metode ini adalah dengan cara memberikan mutagen, baik mutagen kimia dan mutagen fisik.

Salah satu mutagen fisik yang sering digunakan dan menghasilkan tanaman mutan adalah sinar gamma (Togatorop *et al.*, 2016). Tanaman setelah diberikan mutagen baik kimia dan fisik akan mengalami mutasi. Mutasi dapat diartikan sebagai perubahan genetik pada makhluk hidup yang terjadi secara spontan dan acak, perubahan yang terjadi mempunyai sifat yang dapat diwariskan. Mutasi yang terbentuk dapat menambah atau mengurangi suatu sifat dari makhluk hidup tersebut. Menurut Lestari (2021) bahwa induksi mutasi adalah cara yang efektif untuk memperkaya plasma nutfah dan bermanfaat untuk memperbaiki sifat varietas.

Tanaman *Leersia hexandra* merupakan salah satu jenis pakan ternak ruminansia. Hijauan ini memiliki ciri-ciri morfologi yang bentuknya hampir sama dengan tanaman padi (*Oryza sativa*), rimpang *Leersia hexandra* memanjang, panjang batang antara 25-150 cm. Di beberapa daerah selain untuk pakan ternak ruminansia besar, rumput ini telah dijadikan pakan untuk kuda, untuk pakan ternak ruminansi kecil yaitu pada kambing kacang (*Capra hircus*) (Sudirman *et al.*, 2014). Rumput ini mampu beradaptasi dan bisa tumbuh dengan cepat dan padat. Hampir sebanyak 90% pakan ternak ruminansia berasal dari hijauan dapat berupa leguminosa dan poaceae, pakan hijauan ini dapat dikonsumsi segar per hari 10-15% dari berat badan ternak, sedangkan sisa pakan yang dikonsumsi

ternak merupakan pakan tambahan (Seseray, 2013).

Pada saat ini, arah penelitian hijauan pakan ternak sebagian besar masih pada tahap budidaya dengan tujuan agar dapat meningkatkan produktivitas tanaman melalui cara pemupukan, cara panen meliputi umur panen, dan pasca panen diantaranya diolah dengan cara pengawetan hijauan. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Jasmine dan Marjuki, (2022) telah melakukan penelitian dengan penambahan pupuk urea untuk meningkatkan produktivitas. Muhakka *et al.* (2017) melakukan penelitian pengolahan pasca panen pada rumput *Leersia hexandra*. Belum ada penelitian yang menggunakan iradiasi sinar gamma untuk meningkatkan produktivitas tanaman *Leersia hexandra*.

Produktivitas tanaman salah satu indikatornya berhubungan dengan morfologi tanaman diantaranya tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan. Bila produktivitas tanaman tinggi maka akan menjamin ketersediaan hijauan untuk pakan ternak. Pada beberapa penelitian menyebutkan bahwa iradiasi gamma pada tanaman cabai dengan dosis 75 Gray (Gy) merupakan dosis yang tepat untuk pemuliaan tanaman cabai karena berpengaruh pada sifat fisiologisnya (Sari *et al.*, 2020). Pada biji manggis (*Garcinia mangostana*) menghasilkan keragaman tertinggi pada dosis iradiasi sebesar 25 Gy (Alvin dan Widiastuti, 2010). Tujuan dari penelitian ini adalah memperbaiki standar mutu dengan mendapatkan mutan tanaman *Leersia hexandra* yang unggul dalam karakter nilai protein dan serat kasar dengan iradiasi sinar gamma.

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah stolon *Leersia hexandra*. Stolon *Leersia hexandra* didapatkan dari kebun percobaan Loka Penelitian Sapi Potong Grati. Kemudian stolon dikoleksi dari nodus batang bawah tanaman yang sudah tua. Stolon satu nodus rumput *Leersia hexandra* dipotong dengan panjang 10 cm dengan nodus berda di tengah internodus (Gambar1).



Gambar 1. Stolon *Leersia hexandra* 1 nodus

Iradiasi sinar gamma dengan sumber iradiasi CO_{60} dilaksanakan di Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Jakarta. Dosis iradiasi yang digunakan adalah

dosis 0, 25, 50, 75 Gray (Gy). Stolon satu nodus segera ditanam dalam polybag semai dengan ukuran 10 x 10 cm, media tanam yang digunakan adalah tanah, kompos sapi, sekam arang dengan perbandingan volume 1:1:1, sampai berumur 14 hari setelah iradiasi (HSI). Setelah berumur 14 hari tanaman dipindahkan pada polybag yang lebih besar yang berukuran 30x30 cm, dengan menggunakan media tanam yang sama, dan ditempatkan dalam *screen house* Loka Pengujian Standar Instrumen Ruminansia Besar sampai tanaman berumur 60 HSI. Tiap dosis yang diradiasi terdiri dari 100 stolon.

Analisa kandungan protein menggunakan spektrofotometri nanodrops. Isolasi protein pada daun dan batang tanaman dengan menggunakan metode sesuai dengan prosedur Fatchiyah *et al.* (2011). Sedangkan untuk analisa serat kasar dilakukan dengan metode ekstraksi dengan prosedur (AOAC, 1995).

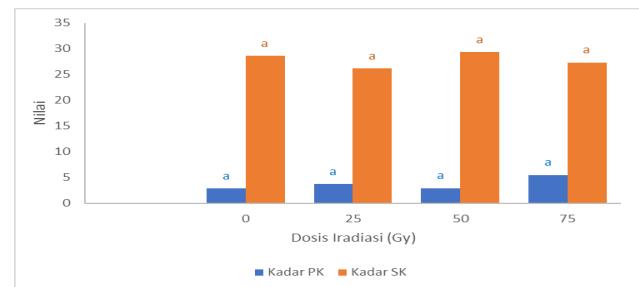
Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) One Way Anova dengan uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar protein tanaman *Leersia hexandra* hasil iradiasi gamma

Kadar protein tanaman *Leersia hexandra* hasil iradiasi gamma menunjukkan adanya variasi secara signifikan tidak berbeda nyata (Gambar 2). Kadar protein rata-rata tanaman *Leersia hexandra* hasil iradiasi sinar gamma pada pemberian dosis 75 Gy yaitu sebesar $4,73 \pm 2,20$ mg/ml, hasil ini cenderung lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol yaitu sebesar $2,91 \pm 1,66$ mg/ml. Kadar protein pada pemberian dosis iradiasi sinar gamma yang lebih rendah 25 Gy dan 50 Gy berturut-turut adalah $3,77 \pm 2,38$ mg/ml dan $2,95 \pm 1,14$ mg/ml. Kadar protein tanaman hasil iradiasi dosis 50 Gy menghasilkan kadar protein lebih rendah bila dibandingkan dengan kontrol. Kadar protein tanaman tertinggi adalah yang mendapatkan paparan iradiasi 25 Gy sebesar 11,31 mg/ml, hasil ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol sebesar 5,44 mg/ml. Kadar protein tertinggi pada dosis iradiasi 50 Gy sebesar 4,86 mg/ml dan 75 Gy sebesar 8,98 mg/ml. Tanaman hasil iradiasi yang menghasilkan kadar protein tertinggi yaitu tanaman B-25 (Gambar 3), tanaman ini dapat dipilih sebagai tanaman *Leersia hexandra* unggul kadar proteinnya.

Iradiasi sinar gamma menyebabkan perubahan yang terjadi pada salah satu atau beberapa residu asam amino dalam struktur protein sehingga menyebabkan perubahan sifat protein tersebut (Sunyaev *et al.*, 2001). Perubahan residu asam amino diduga



Gambar 2. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap kadar protein dan serat kasar tanaman umur 60 HSI

Keterangan:
Huruf yang sama di atas batang menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Anova dengan tingkat signifikansi 95%

dapat menyebabkan perubahan ekspresi gen sehingga fenotipik dapat berubah (Kowarsch *et al.*, 2010) berbeda dengan hasil penelitian Khodary (2004) bahwa terjadi penurunan secara signifikan pada kandungan protein tanaman lupin (*Lupinus termis* L) yang diberikan paparan iradiasi gamma dengan dosis antara lain 0, 25, 50 dan 100 Gy, penurunan terbesar terjadi pada dosis 25 Gy. Respon tanaman yang mendapatkan paparan iradiasi gamma akan berbeda, iradiasi gamma mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti yang disampaikan oleh Qosim *et al.* (2007) bahwa radiasi pengion (IR) dapat menyebabkan perubahan genetik, diantaranya adalah perubahan jumlah kromosom, genom, jumlah kromosom, dan juga terjadi perubahan gen. Selain itu juga jenis radiasi ini juga menyebabkan perubahan genetik, sitologi, dan bio-kimia pada sel (Gunckel dan Sparrow, 1961). ROS, yang terdiri dari O_2 , H_2O_2 , 1O_2 , HO_2 , OH, ROOH, ROO, dan RO, mempunyai sifat sangat reaktif dan beracun, bisa menyebabkan kerusakan DNA, protein, lipid, dan karbohidrat, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan sel yang parah (Gill dan Tuteja, 2010). Gen yang bermutasi karena iradiasi gamma akan berubah dan menghasilkan variasi protein atau enzim yang berbeda (Karp, 2008).

Dosis iradiasi gamma yang lebih rendah dapat merangsang pertumbuhan tanaman dengan modifikasi atau regulasi genom secara langsung pada proses seluler yang meliputi pensinyalan hormonal, meningkatkan efisiensi enzimatik, meningkatkan potensi anti oksidatif, modifikasi membran sel. Bisa menjadi promotor dalam pembelahan sel yang efisien, laju fotosintesis yang tinggi dan peningkatan kapasitas tanaman untuk mengatasi lingkungan stress. Sebaliknya, dosis iradiasi yang lebih tinggi menyebabkan kerusakan genom, produksi radikal bebas, dan spesies oksigen reaktif yang dapat mempengaruhi perkecambahan dan faktor pertumbuhan secara negatif yang mengakibatkan tertahannya perkecambahan, kelain-

an perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Dosis iradiasi gamma yang optimal untuk memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman tidak sama, karena tanaman yang berbeda akan memberikan respon secara berbeda pula terhadap dosis yang dipaparkan. Dosis iradiasi lebih rendah dari 100 Gy berhubungan dengan peningkatan perkembangan dan kinerja pertumbuhan pada beberapa spesies tanaman.

Pada tanaman yang dimanfaatkan sebagai hijauan pakan, kandungan protein berbanding lurus dengan kualitas hijauan tersebut. Semakin tinggi protein maka akan semakin baik pula kualitas hijauan tersebut. Menurut Sadegh *et al.* (2014) kualitas benih dan nilai gizi tanaman pakan berkorelasi langsung dengan nilai kandungan protein. Kandungan serat kasar pada pemberian dosis iradiasi sinar gamma pada stolon *Leersia hexandra* memberikan respon tidak berbeda nyata, namun cenderung lebih rendah bila dibandingkan dengan kontrol (Gambar 2). Dosis iradiasi sinar gamma 25 Gy menghasilkan rata-rata serat kasar cenderung paling rendah yaitu $26,17 \pm 2,91\%$, sedangkan rata-rata kandungan serat kasar kontrol adalah $28,66 \pm 2,07\%$. Kandungan serat kasar yang paling rendah adalah pada pemberian dosis iradiasi sinar gamma 25 Gy yaitu sebesar 22,2%, lebih rendah dibandingkan dengan kontrol yaitu 27,4%. Kandungan serat kasar yang lebih rendah mungkin dikarenakan partisi karbon berubah dengan semakin meningkatnya dosis iradiasi karena kerusakan sel radiosensitif yang bertanggung jawab untuk pengangutan karbohidrat di floem (Thiede *et al.*, 1995).

Kadar serat kasar tanaman *Leersia hexandra* hasil iradiasi gamma

Kadar serat kasar pada pemberian dosis iradiasi sinar gamma pada stolon *Leersia hexandra* memberikan respon yang cenderung lebih rendah bila dibandingkan dengan kontrol (Gambar 3). Dosis iradiasi sinar gamma 25 Gy menghasilkan rata-rata serat kasar cenderung paling rendah yaitu $26,17 \pm 2,91\%$, sedangkan rata-rata kadar serat kasar kontrol adalah $28,66 \pm 2,07\%$. Kandungan serat kasar yang paling rendah adalah pada pemberian dosis iradiasi sinar gamma 25 Gy yaitu sebesar 22,2%. Kandungan serat kasar ini lebih rendah daripada kontrol, pada kontrol kadar serat kasar terendah yaitu 27,4%.

Tanaman hasil iradiasi sinar gamma yang menghasilkan kadar serat kasar tertinggi yaitu tanaman D-9 (Gambar 3), tanaman ini dapat dipilih sebagai tanaman *Leersia hexandra* unggul karena rendah kadar serat kasarnya. Kadar serat kasar yang lebih rendah mungkin dikarenakan partisi karbon berubah dengan semakin meningkatkan dosis iradiasi karena



Gambar 3. Tanaman *Leersia hexandra* hasil iradiasi sinar gamma

Keterangan:
a. tanaman B-25 , b. tanaman D-9

kerusakan sel radiosensitif yang bertanggung jawab untuk pengangutan karbohidrat di floem (Thiede *et al.* 1995).

Serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin (Tillman *et al.*, 1989). Lignin adalah salah satu metabolit utama yang terkait dengan integritas vaskular (Vanholme *et al.*, 2010) dan meningkatkan kaemampuan tanaman untuk mengatasi stres biotik dan abiotik (Nguyen *et al.*, 2016). Faktor lingkungan tertentu (radiasi UV, cahaya, suhu, dan air) dan pupuk mengatur biosintesis tanaman dan akumulasi lignin tanaman (Yamasaki *et al.*, 2007 ; Akgül *et al.*, 2007). Menurunnya kadar lignin pada daun (Vincent *et al.*, 2005) dan tinggi pada akar (Yoshimura *et al.*, 2008) bertanggung jawab atas pengurangan pertumbuhan dan peningkatan toleransi stres. Kandungan serat kasar pada hijauan akan berpengaruh pada kecernaan pakan pada ternak ruminansia. Kandungan serat kasar yang semakin tinggi maka kecernaan pakan juga akan semakin rendah. Menurut Despal (2000) bahwa serat kasar memiliki hubungan yang negatif dengan kecernaan. Semakin rendah serat kasar, maka semakin tinggi kecernaan ransum. Semakin tinggi kadar serat kasar pada suatu bahan pakan, maka kecernaan serat kasar akan semakin rendah.

SIMPULAN

Iradiasi stolon dengan sinar gamma tidak berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata kandungan protein dan serat kasar pada tanaman yang diregenerasikan. Namun demikian ada individu tanaman hasil mutasi yang mempunyai kandungan protein tinggi yaitu tanaman B-25 hasil regenerasi stolon yang mendapatkan iradiasi 25 Gy atau kandungan serat kasar rendah yaitu tanaman D-9 hasil regenerasi stolon yang diiradiasi sinar gamma dosis 75 Gy.

DAFTAR PUSTAKA

\

- A.O.A.C. 1990 Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Widiastuti, A. 2010. Analisis Keragaman genetik manggis (*Garcinia mangostana* L.) hasil iradiasi sinar gamma berdasarkan morfologi, anatomi dan penanda ISSR. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/40921>
- Despal. 2000. Kemampuan komposisi kimia dan kecernaan in vitro dalam mengestimasi kecernaan in vivo. *Media Peternakan* 23(3):84 – 88.
- Togatorop, E. R., S. I. Aisyah, dan M. R. M. Damanik. 2016. Effect of Physical Mutation by Gamma Ray Irradiation on Genetic Variability and Performance of Coleus blumei. *Jurnal Hortikultura Indonesia* 7(3): 187-194
- Lestari, E. G. 2021. Mutation Induction for Breeding in Ornamental Plants. *Jurnal Ilmu Hayati LIPI*. 335-334.
- Fatchiyah, E. L., Arumingtyas, S., Widyarti, dan S. Rahayu. 2011. Biologi Molekuler Prinsip Dasar Analisis. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Cahyo, F. A. dan D. Dinarti. 2015. The Effects of Gamma Ray-Irradiation on The Growth of Protocorm Like Bodies (PLBs) *Dendrobium lasianthera* (JJ. Smith) In Vitro. *Jurnal Hortikultura Indnesia* 6(3): 177-186.
- Karp. 2008. Cell and Molecular Biology – Concept and Experiment 5th Edition Cell and Molecular Biology – Concept and Experiment 5th Edition: John Wiley & Sons, Inc, USA
- Khodary, S.E.A. 2004. Effect of NaCl salinity on improvement of nitrogen metabolism and some ions uptake in lupine plants subjected to gamma irradiation. *International Journal Agriculture Biology*. 6 (1):1-4.
- Kowarch, A., A. Fuchs, D. Fishman and Pagel. 2010. Correlated mutation: a hallmark of phenotypic amino acid substitutions, *PloS Comput Bio* L. Vol 6.
- Jasmine, L. P. dan Marjuki. 2022. Penggunaan Urea Dalam Pakan Ditinjau Dari Metode Penggunaan Dan Manfaatnya Bagi Peningkatan Penampilan Ternak Ruminansia. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*. Vol 5 No 2 pp 83-91 DOI: 10.21776/ub-jnt.2021.005.02.2 83.
- Muhakka, A. Imsya, dan T. N. Susanti. 2017. The Effect of Using Hi-er on The Content of Crude Protein, Crude Fiber and Crude Fat on Hemandra *Leersia* Grass Fermentation. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. Vol. 6, No. 1: 28-36
- Nguyen, M. B., L.T. Vuong, and K. W. Choi. 2016. Ebi modulates wing growth by ubiquitin dependent downregulation of crumbs in *Drosophila*. *Development*. 143(19):3506-3513.
- Sari, N. M. P., G. N. Sutapa, dan A. A. N. Gunawan. 2020. Utilization of Gamma Co-60 Radiation for Chili Plant (*Capsicum annuum* L.) Breeding by Using a Physical Mutagen Method. *Buletin Fisika*. Vol 21:2. 47-52.
- Sadegh, M., R. Mat Taha, M. M. Lay, A.K. Esmaeli, and M. Khalili. 2014. Stimulatory Effects of Gamma Irradiation on Phytochemical Properties, Mitotic Behaviour, and Nutritional Composition of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.). *The Scientific World Journal*. 1-9. <https://doi.org/10.1155/2014/854093>
- Seseray, D. Y., B. Santoso dan M. N. Lekitoo. 2013. Produksi Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) yang Diberi Pupuk N, P dan K dengan Dosis 0,50 dan 100% pada Devoliasi Hari ke-45. *Sains Peternakan*. 11 (1) 49-55.
- Sudirman, G. Mertha dan Suhubdy. 2014. Inventarisasi Hijauan Pakan Kuda Pacuan Di Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Pastura*. Vol. 3 No. 2: 99 – 101.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksidoprojo, S. Prawirakusumo, dan S. Labdosokojo. 1989. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gajah Mada University Press. Jakarta
- Qosim, W. A., R. Purwanto, G. A. Wattimena, dan Witjaksono. 2007. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Kapasitas Regenerasi Kalus Nodular Tanaman Manggis. *Hayati Journal of Biosciences*. No 4. Vol 14 140-144.
- Yoshimura, K., and M. Kanamitsu. 2008. Global Dynamical Downscaling of Global Reanalysis, *Mon. Weather Rev.* 136. Vol 7. 2983-2998.