REVIEW: PEMBERDAYAAN HUTAN PINUS UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS RUMINANSIA

¹Nyimas Popi Indriani*, ²Iin Susilawati, ³Lizah Khairani,
⁴Romi Zamhir Islami, ⁵Mansyur

^{1,2,3,4,5}Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan,
Universitas Padjadjaran, Sumedang

*Corresponding Author: nyimas.popi@unpad.ac.id

ABSTRACT

There has been a lot of research on pine trees as feed, both as forage and as a supplement (containing secondary metabolites) to increase ruminant productivity. Fresh pine tree forage is easily digested and preferred by ruminants. Many pine trees are planted as pine forests over large areas and leave large planting gaps that can be used for food crops. Utilization of pine forests can be done to increase ruminant feed supplies either by utilizing forage from pine trees or feed plants planted under pine tree as alley cropping. By utilizing the gaps between pine trees as animal feed plants adapted to environmental conditions, pine forests can produce abundant animal feed for livestock development. This article explains how to utilize pine forests to increase ruminant productivity based on previous research. In general, it is best to develop a system that suits the needs of farmers in developing their businesses, regenerating the environment, and providing more benefits to the community for their lives.

Keywords: *alley cropping, forage, secondary metabolites, pine trees, ruminant productivity*

ABSTRAK

Telah banyak penelitian mengenai pohon pinus sebagai pakan, baik sebagai hijauan maupun sebagai supplement (mengandung metabolit sekunder) untuk meningkatkan produktivitas ruminansia. Hijauan pohon pinus yang segar merupakan pakan yang mudah dicerna dan disukai oleh ruminansia. Pohon pinus banyak ditanam sebagai hutan pinus untuk daerah yang luas dan menyisakan sela sela/jarak tanam yang luas yang bisa dimanfaatkan untuk tanaman pakan. Pemanfaatan hutan pinus dapat dilakukan untuk menambah persediaan pakan ruminansia baik dengan memanfaatkan hijauan pohon pinus maupun tanaman pakan yang ditanam di bawah tegakan pohon pinus dengan cara budidaya lorong (*alley cropping*). Dengan memanfaatkan sela tanaman pohon pinus untuk tanaman pakan ternak yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan, maka hutan pinus dapat menghasilkan pakan ternak yang melimpah untuk pengembangan peternakan. Tulisan ini menjelaskan cara memanfaatkan hutan pinus untuk meningkatkan produktivitas ruminansia berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Secara umum, sebaiknya dikembangkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan para petani peternak dalam mengembangkan usahanya, meregenerasi lingkungan, dan memberi lebih banyak manfaat bagi masyarakat atas hidup mereka.

Kata Kunci: budidaya Lorong, hijauan, metabolit sekunder, pohon pinus, produktivitas ruminansia

PENDAHULUAN

Integrasi agroforestry di antaranya budidaya lorong dapat meningkatkan biodiversitas lahan. Pemilihan lokasi yang sesuai dengan kombinasi pohon / semak / rumput-tanaman dapat digunakan untuk membantu mengatasi kekurangan unsur hara tanah atau kondisi lingkungan (Udawatta, dkk., 2019). Hijauan dari pohon pinus yang paling bergizi dan mudah dicerna ketika tumbuh dengan cepat dan jaringan masih

segar. Daun dan ujung ranting merupakan hijauan melimpah dan hijauan paling bergizi dan mudah dicerna sepanjang tahun (Blair, dkk., 1977). Pemanfaatan hasil samping agroindustri yang mengandung metabolit sekunder untuk produksi ternak ruminansia akan menjadi landasan tepat untuk teknologi pembangunan berkelanjutan dan pengelolaan peternakan. Penanganan hasil samping modern dan strategi pengembangan yang tepat akan memperluas penerapannya (Yang, dkk., 2021).

Silvopasture merupakan salah satu bentuk pemanfaatan lahan terpadu yang menyatukan pepohonan, pakan dan ternak. Penggunaan lahan mempunyai berbagai macam variasi skala kecil dan besar yang digunakan di daerah beriklim sedang dan tropis di dunia. Dari segi ekonomi, praktik ini lebih bermanfaat daripada padang rumput terbuka dan hutan tropis. Sebaliknya, sistem dikembangkan harus sesuai dengan kebutuhan regenerasi lingkungan, dan memberi lebih banyak manfaat bagi masyarakat kendali atas hidup mereka. Padang rumput silvo ini merupakan praktik terbaik karena menjaga iklim mikro dan menyerap air ke dalam tanah. Tetapi silvopasture modern lebih dari sekedar memberi nama baru pada metode yang sudah ketinggalan zaman. Hal ini didasarkan pada prinsip ekologi dan membutuhkan kemampuan manajemen kompleksitas (Joshi, 2023).

Transisi menuju bioekonomi dimana hutan dan pepohonan merupakan bagian integral dari sistem pangan akan didorong oleh permintaan konsumen, yang dapat dipengaruhi melalui pemasaran sosial dan pendidikan yang didukung oleh penelitian mengenai hal-hal seperti fitokimia, praktik tradisional, dan metode produksi berkelanjutan (Chamberlain, dkk., 2020).

MATERI DAN METODE

Materi

Penelusuran jurnal dilakukan melalui laman atau mesin pencarian di internet dengan beberapa kata kunci seperti pohon pinus sebagai pakan, senyawa metabolit sekunder, budidaya lorong (*alley cropping*), tanaman di bawah tegakan pohon kawasan hutan. Jurnal referensi yang terkumpul lalu ditelusuri tingkat relevansinya untuk mengetahui keabsahan jurnal tersebut yang berasal dari artikel review dan hasil penelitian.

Metode

Penelitian tentang pinus sebagai sumber pakan telah banyak dilakukan. Pemanfaatan daun pinus di samping sebagai hijauan pakan juga mengandung senyawa metabolit

sekunder terutama tanin. Pemanfaatan kulit pohon pinus serta sisa hasil gergajian kayu pinus sebagai suplemen pakan yang mengandung bioaktif telah banyak dilakukan penelitiannya. Pola tanam budidaya lorong (*alley cropping*) tanaman pakan diantara pohon pinus juga telah banyak dilakukan penelitian. Review jurnal ini akan merangkum dari hasil penelitian yang sudah dilakukan tentang apa saja yang bisa dilakukan dalam memanfaatkan pohon pinus serta hutan pinus dalam menunjang pengembangan peternakan untuk memudahkan pelaksanaannya di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pohon Pinus Sebagai Pakan

Pohon pinus (*Pinus ponderosa*) bagian hijauan yang sudah dipisahkan dari ranting dan cabangnya kemudian difermentasi oleh *Aspergillus niger* menghasilkan produk 0,3 % dalam fase starter dan 0,6 % dalam fase pertumbuhan mempunyai pengaruh positif terhadap konsentrasi oksida nitrat dan kapasitas antioksidan. Pada produk fermentasi tanpa efek samping meningkatkan kesehatan yaitu dari terpenoid dan karbohidrat yang merupakan senyawa prioritas (Wu, dkk., 2015).

Hay rumput bermuda (rumput kering) dengan nama ilmiah *Cynodon dactylon* dapat digantikan dengan 30% kulit kayu pinus yang tidak berdampak negatif terhadap performa ternak, metabolit darah, dan parameter karkas. Kulit kayu pinus yang mengandung tanin dapat mengurangi biaya pakan kambing komersial sekaligus mendukung tingkat performa hewan yang sama sebagai sumber serat untuk daging kambing (Reynolds, 2020).

Limbah serbuk gergaji pohon pinus memiliki keunggulan karena diproduksi setiap saat apa pun musimnya jika dibandingkan dengan pakan ruminansia yang bergantung pada musim dan ketersediaan produk. Nutrien dari limbah dari serbuk gergaji pohon pinus dapat digunakan sepanjang tahun untuk ruminansia. Degradasi lignin dari serbuk gergaji pohon pinus dapat menghasilkan bentuk nutrien baru bagi ruminansia, yang

memiliki keunggulan dalam meningkatkan daya cernanya. Selain itu, serbuk gergaji dapat dikombinasikan dengan berbagai sumber protein dan mineral untuk membantu menghasilkan tingkat degradasi mikroba tertinggi pada ruminansia. Bentuk pakan tersebut memungkinkan peningkatan parameter pencernaan serta kinerja hati, yang berarti efisiensi biologis dan produktivitas ternak yang lebih tinggi (Garza, dkk., 2018).

Studi ini menyoroiti bahwa *Pinus taeda* yang mengandung tanin *condense tannin* (CT) berpotensi meningkatkan ADG (*Average Daily Gain*), efisiensi perolehan PBB (Pertambahan Berat Badan), dan sifat karkas, tanpa menimbulkan dampak buruk terhadap kesehatan hewan. Kulit kayu pinus yang mengandung CT juga meningkatkan kinerja hewan dengan mengubah fermentasi rumen (produksi VFA dan amonia) dan mengurangi infeksi parasit internal. *P. taeda* yang mengandung CT mungkin telah mempengaruhi fermentasi rumen dengan mengubah mikroorganisme rumen (Min, dkk., 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dimasukkannya PTES (*pine tree energy supplement/* suplemen energi pohon pinus) ke dalam pakan sapi pada awal laktasi menyebabkan peningkatan rata-rata produksi susu harian kandungan lemak alami sebesar 11,9-12,2% sekaligus menurunkan biaya pakan per satuan luaran (*output*). Pakan yang mengandung suplemen energi dapat menurunkan emisi metana dari ruminansia. Hasil penelitian sapi kelompok kontrol tidak menggunakan PTES, menghasilkan jumlah metana maksimal adalah 446,6 liter per hari, sedangkan pada kelompok eksperimen menggunakan PTES setara dengan 333,84 liter atau berkurang 33,0%. Penggunaan PTES pada pakan sapi pada awal laktasi untuk meningkatkan produktivitas susu, menjaga kesehatan produktif dan mengurangi emisi metana ke atmosfer (Bogolyubova, dkk., 2023).

Kerusakan sering terjadi pada pohon pinus bagian pucuk atas atau batang muda (*Pinus sylvestris*), sehingga untuk mencegah hal tersebut diperlukan alternatif ketersediaan

hijauan dibandingkan dengan pemberian pakan tambahan (silase dan umbi-umbian) untuk herbivor. Penanaman hijauan tersebut juga lebih direkomendasikan dibandingkan pemberian pakan tambahan karena memberikan manfaat tambahan terhadap keanekaragaman hayati hutan dan jasa ekosistem (Annika, dkk., 2022; Felton, dkk., 2022).

Senyawa Metabolit Sekunder Pada Pohon Pinus

Produk sampingan berbagai pohon pinus mengandung senyawa bioaktif yang berbeda-beda yang merupakan sumber penting biokomponen industri. Pohon pinus ditinjau selain dari pelarut, metode, spesies pinus dan bagian tanaman yang digunakan, semua ekstrak pinus mengandung polifenol dalam jumlah tinggi. Namun, berbagai senyawa dicirikan oleh konsentrasi, jenis, dan tingkat bioaktivitas yang berbeda. Penentuan identifikasi dan kuantitatif polifenol individu yang terkandung dalam ekstrak pinus masih sedikit penelitian yang dilakukan. Ekstrak pohon pinus menunjukkan beberapa aktivitas biologis yang mungkin bermanfaat bagi kesehatan. Contoh penerapan unsur pinus dalam makanan cukup menjanjikan. Ekstrak pohon pinus, sirup dan zat antara lainnya mungkin merupakan komponen yang memberikan sifat fungsional, memperpanjang umur simpan dan memberikan kualitas yang diinginkan pada produk makanan. Ekstrak dan minyak pinus mempunyai potensi besar sebagai bahan formulasi untuk industri makanan, kosmetik dan farmasi. Pemanfaatan kembali unsur-unsur sisa pinus masih terbatas dibandingkan dengan potensinya. Dalam hal ini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari dan mengembangkan produk baru serta penerapan residu dan produk samping pinus (Dziedzinski, dkk., 2021).

Dalam rangka mengurangi gas metana pada pakan ruminansia, melalui rekayasa manipulasi pakan sangat efektif dengan banyak keuntungan, yaitu pada ternak, peternak maupun ke lingkungan. Manipulasi pakan yang menggunakan pakan hasil sampingan panen tanaman harus dilakukan

dengan mempertimbangkan beberapa faktor. Hal yang harus dipertimbangkan adalah kandungan bahan sekunder dalam sumber pakan serta seberapa besar efeknya terhadap komunitas mikroorganisme rumen, kelompok bakteri pendegradasi serat kasar dan juga kelompok metanogen. Sehingga untuk menemukan porsi penggunaan yang tepat dalam ransum, harus melalui uji penelitian. Pemanfaatan limbah hasil samping hasil panen diharapkan dapat berkontribusi positif dalam mengurangi emisi gas metana secara global dan keberlangsungan industri peternakan ruminansia (Hifizah, dkk., 2021).

Kandungan senyawa toksik yaitu tanin (termasuk kelompok fenol) dan pinene pada daun Pinus merkusii dapat dijadikan bahan bioherbisida untuk pengendalian gulma (*Echinochloa colonum* L. dan *Amaranthus viridis* L.) yang dapat mengganggu pertumbuhan dan produksi tanaman pangan antara lain tanaman padi (Senjaya dan Surakusumah, 2007).

Budidaya Lorong Pada Hutan Pinus

Sistem pola tanam budidaya lorong merupakan teknik konservasi vegetatif yang telah terbukti efektif mencegah erosi dan aliran permukaan (*run off*), kehilangan hara, meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman, efisien dari segi biaya, serta dapat diadopsi oleh para petani. Daerah lahan kering sangat sesuai untuk budidaya lorong, mendukung mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim (Ariani dan Haryati, 2019). Tegakan hutan pinus pada lahan milik di beberapa tempat, telah membawa banyak keuntungan bagi para pemiliknya terutama untuk perbaikan kondisi ekonomi keluarga. Sangat diharapkan terbentuknya kelembagaan yang memadai antara masyarakat dan pemerintah untuk mengatur pemanfaatan tegakan pinus secara holistik (bermanfaat bagi kesejahteraan masyarakat namun tidak merusak lingkungan) (Sallata, 2013).

Lahan subur semakin berkurang untuk produksi pertanian berbasis hewan ruminansia saat ini dan berbagai tantangan seperti emisi lingkungan, perubahan iklim, dan meningkatnya persaingan pangan-pakan-

bahan bakar. Eksploitasi sumber daya baru seperti industri makanan (gula, pati, alkohol atau minyak nabati) dan residu sayuran serta buah-buahan, namun pelestariannya merupakan tantangan dan produksinya sering kali bersifat musiman. Pohon penghasil kayu merupakan karbohidrat yang paling melimpah di seluruh dunia, namun pendekatan agroforestri dalam kandungan nutrisi ruminansia tidak umum dilakukan. Kayu kurang dimanfaatkan oleh ruminansia karena adanya ikatan antara selulosa dan lignin, namun pemanfaatannya dapat ditingkatkan dengan berbagai metode pengolahan (Halmemies-Beauchet-Filleau, dkk., 2018).

Integrasi pepohonan ke dalam sistem padang rumput dapat memberikan dampak yang bervariasi terhadap hijauan dan pertumbuhan hewan. Beberapa laporan mengenai sistem ini mengindikasikan bahwa perolehan hewan sama atau lebih baik meskipun keberadaan pohon menurunkan hasil hijauan. Hasil ternak yang serupa dibandingkan dengan padang rumput terbuka konvensional, ditambah dengan potensi pohon kayu dan pepohonan, menunjukkan bahwa sistem padang rumput silvopastur ini mungkin lebih produktif dibandingkan sistem padang rumput tradisional. Praktik silvopasture menimbulkan meningkatnya produktivitas lahan bila dimasukkan ke dalam padang rumput hijauan (Pent, dkk., 2020). Integrasi tanaman hijauan ke dalam sistem tanam lorong diteliti sebagai metode untuk mendorong pertumbuhan pohon penanaman untuk meningkatkan pendapatan pertanian, meningkatkan kualitas tanah, dan meningkatkan keanekaragaman hayati (Delate, dkk., 2005).

Banyak lagi percobaan silvopastur jangka panjang yang diperlukan agar dapat dilakukan dengan benar menganalisis keragaman sistem silvopasture yang mencakup integrasi pepohonan yang kompleks, tanaman pangan, rumput, dan peternakan serta integrasi fungsi produksi dan dampak kompetisi (Dunn, dkk., 2021). Penanaman di antara pohon-pohon yang mengandung legum abadi merupakan salah satu pilihan untuk meningkatkan

agroekosistem layanan, seperti meningkatkan pasokan nitrogen dan meningkatkan perlindungan tanah dengan vegetasi herba (Mantino, dkk., 2021).

Beberapa Tanaman Pakan Di Bawah Tegakan Pohon Pinus.

Kawasan hutan pinus mempunyai nilai yang besar sebagai sumber serat berkualitas bagi ternak. Ketika wilayah-wilayah peternakan kehilangan produktivitasnya, wilayah penggembalaan di dalam hutan akan menjadi sumber hijauan alternatif untuk ternak. Oleh karena itu, penentuan kualitas dan kuantitas vegetasi tumbuhan bawah di celah hutan pada frekuensi pohon yang berbeda sangat penting untuk efisiensi pengelolaan ternak dan sumber daya alam yang berkelanjutan. Kesenjangan hutan (kanopi pohon yang terbuka dan jarang) dapat digunakan untuk penggembalaan berdasarkan praktik pengelolaan penggembalaan berkelanjutan untuk mengurangi kekurangan hijauan di wilayah tersebut dan memberikan pendapatan tambahan bagi masyarakat pedesaan. Praktik ini dapat berkontribusi pada pembangunan pedesaan yang berkelanjutan dengan penggembalaan tumbuhan bawah di hutan dan pemukiman di tepi hutan (Bilgili dan Koc, 2022).

Berbagai legum hijauan yang tahan naungan seperti *Makrotiloma aksila*, *Centrosema pubescens*, *Pueraria faseoloides*, *Lablab purpureus*, *Chamaecrista rotundifolia*, *Vicia villosa* dan *Vigna unguiculata* menghasilkan biomassa di atas permukaan tanah dalam jumlah sedang hingga tinggi, tumbuh dengan baik sebagai tanaman sela di lahan yang sudah matang, dan berkontribusi terhadap produksi biomassa / pakan secara keseluruhan. Tanaman legum ini juga mampu bertahan di musim kemarau panjang dan dengan cepat bertunas kembali di awal musim hujan (Yemataw, dkk., 2018). Di daerah Gunung Bromo terdapat vegetasi tumbuhan di bawah tegakan pinus yaitu *Eragrostis tenerum* merupakan spesies dominan sebesar 58,84% dan *Centrosema pubescens* sebesar 18,38% (Zaki, dkk., 2022). Rumput gajah bisa ditanam pada hutan pinus

yang berumur di atas tiga tahun (Triwanto dan Mutaqqin, 2018). Spesies rumput lainnya tertinggi yang terdapat di bawah tegakan pinus adalah *Oplismenus burmanni* dan semak adalah *Lantana camara*. Nilai keragaman semak sangat dipengaruhi pH tanah dan intensitas cahaya, sedangkan rumput dipengaruhi suhu tanah. (Nahdi dan Darsikin, 2014).

KESIMPULAN

Hutan pinus bermanfaat sebagai:

1. Hijauan pakan yang berupa daun dan sebagai suplemen yang berupa kulit kayu dan serbuk gergaji kayu pinus yang dapat meningkatkan produktivitas ruminansia.
2. Budidaya lorong, di antara pohon pinus yang satu dengan lainnya dapat ditanam tanaman pakan.
3. Tanaman pakan umumnya mampu bertahan di musim kemarau panjang dan di awal musim hujan bertunas kembali sehingga menghasilkan pakan yang berlimpah untuk meningkatkan produktivitas ruminansia dan pengembangan peternakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, R., dan U. Haryati. 2019. Sistem alley cropping : Analisis SWOT dan strategi implementasinya di lahan kering DAS hulu. Jurnal Sumberdaya Lahan. 12 (1): 13-31
- Annika M. Felton, A. M., P-O. Hedwall, A. Felton, F. Widemo, M. Wallgren, E. Holmstrom, E. Lofmarck, J. Malmsten, and H.K . Wam. 2022. Forage availability, supplementary feed and ungulate density: Associations with ungulate damage in pine production forests. Forest Ecology And Management. 513: 2-11.
- Bilgili, A dan A. Koc. 2022. Forage yield and nutritive value of forest gap rangelands under differing Scotch pine canopy coverage. Bosque 43(3): 277-285.

- Blair, R.M., H.L. Short, and E.A. Epps. 1977. Seasonal nutrient yield and digestibility of deer forage from a young pine plantation. *J. Wildl Manage.* 41(4): 667-676.
- Bogolyubova, L. M. Zaitseva, V. A. Ryzhov. 2023. The effect of a Pine Tree Energy Supplement on Methane release by Lactating cows. *Research Journal Of Pharmacy and Technology.* 16(4):1627-1632. DOI: 10.52711/0974-360X.2023.00266.
- Chamberlain, J.L., D. Darr and K. Meinhold. 2020. Rediscovering the Contributions of Forests and Trees to Transition Global Food Systems. *Forest.* 11: 1-21.
- Delate, K., E. Holzmueller, D. D. Frederick, C. Mize and C. Brummer. 2005. Tree establishment and growth using forage ground covers in an alley-cropped system in Midwestern USA. *Agroforestry Systems.* 65: 43–52.
- Dunn, K., L. U. Snyder, J. McCarter, G. Frey, J. Idassi, D. Schnake and F. Cubbage. 2021. Bioeconomic Assessment of an Alley Cropping Field Trial in North Carolina, U.S.: Tree Density, Timber Production, and Forage Relationships. *Sustainability.* 13: 1-18.
- Dziedzinski, M., J. K. Cisowska and B. Stachowiak. 2021. Plants. *Pinus* Species as Prospective Reserves of Bioactive Compounds with Potential Use in Functional Food—Current State of Knowledge. 10:1-28.
- Felton, M., P. O. Hedwall, A. Felton, F. Widemo, M. Wallgren, E. Holmstrom, E. Lofmarck, J. Malmsten, and H. K. Wam. 2022. Forage availability, supplementary feed and ungulate density: Associations with ungulate damage in pine production forests. *Forest Ecology and Management.* 513: 1-11.
- Garza, G.E., I. L. Hernandez and N. Antonya. 2018. Formulation and preparation method of pine sawdust-based food for ruminants. *MATEC Web of Conferences ICEAST.* 192:1-4. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819203008>.
- Halmemies-Beauchet-Filleau, A.H.B., M. Rinne, M. Lamminen, C. Mapato, T. Ampapon, M. Wanapat and A. Vanhatalo. 2018. Review: Alternative and novel feeds for ruminants: nutritive value, product quality and environmental aspects. *Animal* 12: 295–309. doi:10.1017/S1751731118002252.
- Hifziah, A., Astaty, dan Anas Qurniawan. 2021. Review: Manipulasi Pakan menggunakan Limbah Tanaman Perkebunan yang mengandung Metabolit Sekunder sebagai Agen Pereduksi Metana. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis.* 8(3):269-282.
- Joshi, P. 2023. Silvopasture: A sustainable agro-system practice for rural farmers. *Agriculture Extension in Developing Countries.* 1(2): 27-29.
- Mantino, A., C. Tozzini, E. Bonari, M. Mele and G. Ragolini. 2021. Competition for Light Affects Alfalfa Biomass Production More Than Its Nutritive Value in an Olive-Based Alley-Cropping System. *Forest.* 12: 1-13.
- Min, B. R., S. Solaiman, N. Gurung, J. Behrends, J.-S. Eun, E. Taha and J. Rose. 2012. Effects of pine bark supplementation on performance, rumen fermentation, and carcass characteristics of Kiko crossbred male goats. *Journal Of Animal Science.* 90:3556–3567. doi:10.2527/jas2011-4931.

- Nahdi, M. S., dan Darsikin. 2014. Distribusi dan Kemelimpahan Spesies Tumbuhan Bawah pada Naungan Pinus *merkusii*, *Acacia auriculiformis* dan *Eucalyptus alba* Hutan Gama Giri Mandiri, Yogyakarta. *Jurnal Natur Indonesia*. 16(1): 33-41.
- Pent, G. J., S. P. Greiner, J. F. Munsell, B. F. Tracy and J. H. Fike. 2020. Lamb performance in hardwood silvopastures, I: animal gains and forage measures in summer. *Translational Animal Science*. 4: 385–399
- Reynolds, D., B.R.Min, N. Gurung, W. McElhenney, J.H. Lee, S. Solaiman, O.B. Tiller. 2020. Influence of tannin-rich pine bark supplementation in the grain mixes for meat goats: Growth performance, blood metabolites, and carcass characteristics. *Animal Nutrition*. 6: 85-91.
- Sallata, M.K. 2013. Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) dan keberadaannya di Kabupaten Tana Toraja Sulawesi Selatan. *Info Teknis EBONI*. 10(2): 85-98.
- Senjaya, Y.A., dan W. Surakusumah. 2007. Potensi ekstrak daun pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) sebagai bioherbisida penghambat perkecambahan *Echinochloa colonum* L dan *Amaranthus viridis*. *Jurnal Perennial*. 4(1):1-5.
- Triwanto, J., dan T. Mutaqqin. 2018. Kajian Agroforestri di bawah tegakan pinus untuk meningkatkan produktivitas lahan dan kesejahteraan petani studi kasus: Di Desa Pujonkidul Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. *SILVA*. 7(2):40-48.
- Ranjith P. Udawatta, R.P., L.M. Rankoth and S. Jose. 2019. Agroforestry and Biodiversity. *Sustainability*. 11: 1-22.
- Wu, Q.J., Z. B. Wang, G. Y. Wang, Y. X. Li, and Y. X. Qi. 2015. Effects of feed supplemented with fermented pine needles (*Pinus ponderosa*) on growth performance and antioxidant status in broilers. *Poultry Science* 94:1138–1144.
<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev013>.
- Yang, K., Y. Qing, Q. Yu., X. Tang, G. Chen, R. Fang, and H. Liu. 2021. By-Product Feeds: Current Understanding and Future Perspectives. *Agriculture*. 11(207):1- 19.
- Yemataw, Z., K. Tawle, M. Bolton, R. Kebede dan G. Blomme. 2018. Integration of shade-tolerant forage legumes under enset [*Ensete ventricosum* (Welw.) Cheesman] plants in southwestern Ethiopia. *Fruits*. 73(6): 365–375.
- Zaki, A.G.A., Y. A. B.Pertiwi, M. Nufus, A.T. Sakya. 2022. The Composition of Undergrowth Vegetation in Forest Area with the Special Purpose of Gunung Bromo, Karangayar, Central Java, Indonesia. *Jurnal Sylva Lestari*. 10(1): 127-140.