

PEMANFAATAN BATANG PISANG DAN DAUN JATI SEBAGAI PAKAN TERNAK DAN KOMPOS MELALUI FERMENTASI



Hariyono

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul 55183, D.I. Yogyakarta
Email: hary@umy.ac.id

ABSTRACT

During the dry season, farmers often find it difficult to obtain forage as a result of drought. As an alternative solution of these problems, made fodder from fermentation banana stems and teak leaves are drought-resistant which also produce compost that can be utilized as organic fertilizer. Preparation of animal feed and compost from banana and teak stems is done by demplot method in the field by involving community participation. The results of the manufacture of animal feed and compost can provide sustainable animal feed without season-influenced, and can provide organic fertilizer for farmers in the form of compost. From this activity it can be concluded that with the provision of animal feed and compost from drought-resistant local materials can reduce the cost of purchasing factory-made fodder and reduce the use of an organic fertilizer.

Keywords: *Animal feed, Compost, Fermentation*

PENDAHULUAN

Saat musim kemarau biasanya peternak mengalami masalah klasik yaitu kesulitan pakan. Kesulitan pakan saat kemarau biasanya atau terutama adalah kesulitan dalam penyediaan pakan hijauan. Hal ini wajar karena hijauan lapangan yang mengandalkan air hujan sudah mulai mengering. Terbatasnya lahan untuk menanam pakan hijauan, sehingga ternak kita jadi sering mengalami kekurangan pakan pada musim kemarau.

Berbagai upaya dilakukan untuk memperoleh sumber pakan lain yang mempunyai nilai gizi yang sama dengan rumput hijau. Sumber bahan yang dapat diolah menjadi pakan ternak adalah limbah pertanian, perhutanan, dan perkebunan, seperti: guguran daun jati, batang pohon pisang, dan lain-lain. Daun jati dan batang pisang bisa untuk pakan ternak karena kandungan kimia pada daun jati dan batang pisang tidak terdapat bahan-bahan yang membahayakan saat dimakan ternak. Bahkan daun jati juga masih mengandung protein kasar yang masih lumayan bagus untuk ternak meskipun tidak tergolong tinggi.

Tanaman pisang adalah tanaman yang kebanyakan tumbuh di daerah tropis lembab. Tanaman ini merupakan tanaman penghasil buah yang banyak terdapat di Indonesia. Batang pisang merupakan bagian dari tanaman pisang yang dapat digunakan sebagai pakan ternak., Batang pisang juga merupakan salah satu hasil ikutan pertanian/perkebunan yang dihasilkan dari tanaman pisang yang telah dipanen yang dapat dijadikan sebagai bahan pakan alternatif. Batang pisang yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak adalah batang pisang bagian bawah (bongol), tengah dan bagian atas termasuk daunnya. Batang pisang mengandung senyawa sekunder dan mineral makro dan mikro yang cukup penting bagi ternak. Senyawa sekunder seperti tannin pada umumnya dalam jumlah yang tidak berlebihan diperlukan sebagai bahan protektor protein kasar mudah larut yang terkandung pada bahan pakan lainnya (Meilisa, 2010).

Batang pisang memiliki kandungan air antara 80-90%, dengan kadar air yang tinggi menyebabkan batang pisang cepat membusuk apabila tidak segera diproses. Kandungan Zat makanan yang terdapat pada batang pisang yaitu: serat kasar cukup tinggi, lignin yang tinggi dan mengandung kadar air yang tinggi tidak mungkin batang pisang tersebut langsung diberikan pada ternak.



Pengolahan bahan pakan ternak yang berasal dari batang pisang perlu dilakukan agar nutrisinya menjadi lebih bagus dan awet. Solusinya yaitu menggunakan teknologi silase batang pisang.

Silase adalah pakan ternak yang masih memiliki kadar air tinggi sebagai hasil pengawetan hijauan makanan ternak atau bahan-bahan lain melalui proses fermentasi yang dibantu oleh jasad renik dalam kondisi anaerob (tanpa oksigen) baik dengan penambahan atau tanpa penambahan bahan pengawet.

Tanaman jati yang tumbuh di Indonesia berasal dari India. Tanaman yang mempunyai nama ilmiah *Tectona grandis* linn F. Secara historis, nama tectona berasal dari bahasa portugis (tekton) yang berarti tumbuhan yang memiliki kualitas tinggi. Jati dapat tumbuh di daerah dengan curah hujan 1.500 – 2.000 mm/tahun dan suhu 27 – 36 °C baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Tempat yang paling baik untuk pertumbuhan jati adalah tanah dengan pH 4.5 – 7 dan tidak dibanjiri dengan air. Jati memiliki daun berbentuk elips yang lebar dan dapat mencapai 30 – 60 cm saat dewasa. Jati merupakan tanaman yang tumbuh di tempat dengan ketinggian berkisar antara 800 m dpl.

Jati adalah salah satu jenis pohon hutan yang menggugurkan daunnya dan terdapat pada daerah tropika. Pada habitat aslinya, jati tumbuh bersamaan atau bercampur dengan jenis lain, tetapi kadang-kadang tumbuh sebagai tegakan murni. Jati tumbuh pada daerah dengan penyebaran kondisi iklim yang luas, mulai dari daerah yang sangat kering dengan curah hujan tahunan 500 mm/tahun sampai ke daerah yang sangat lembab dengan curah hujan tahunan sebesar 5000 mm/tahun, dengan temperatur maksimum 48°C sampai ke daerah dengan temperatur minimum 20° C.

Kegiatan pembuatan pakan ternak dan kompos ini dilakukan di desa Giripurwo, kecamatan Purwosari, kabupaten Gunungkidul. Desa Giripurwo terletak di daerah perbukitan dengan jenis tanah mediteran berbatu dan selalu kekurangan air. Sebagian besar masyarakat bermatapencaharian sebagai petani. Tanaman yang dominan dan tumbuh sepanjang tahun adalah pisang dan jati, karena tahan kekeringan. Pada musim kemarau para peternak selalu kesulitan untuk mendapatkan pakan yang berupa hijauan, sedangkan petani kekurangan kompos sebagai pupuk organik. Maka dengan teknik fermentasi dari bahan lokal yang ada diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pakan ternak dan kompos secara kontinyu sehingga dapat mengurangi biaya dalam kegiatan beternak dan berusaha tani.

Tujuan dari kegiatan ini adalah:

1. Pakan ternak hasil fermentasi dapat disimpan dalam jangka waktu lama sehingga bisa dijadikan stok pakan pada musim kemarau
2. Efisiensi biaya pekerja, karena sebelumnya pekerja sangat disibukkan dalam mencari hijauan sebagai pakan, sehingga biaya operasional bisa berkurang.
3. Produktifitas peternakan lebih meningkat karena ternak menjadi lebih cepat gemuk dan kualitas ternak menjadi lebih baik
4. Dapat mengantisipasi ketersediaan pakan tanpa risau dengan perubahan cuaca dan iklim yang serba tidak menentu;
5. Ketersediaan kompos sebagai pupuk organik dapat tersedia sehingga produktivitas pertanian dapat meningkat dan mengurangi biaya dalam berusaha tani.

METODE

Teknik pembuatan pakan ternak dan kompos dari batang pisang dan daun jati dilaksanakan melalui demplot dengan melibatkan beberapa peternak dan petani yang ada di desa Giripurwo, kecamatan Purwosari, kabupaten Gunungkidul. Peternak dan petani dipilih dengan metode sampling purpose.

Bahan yang digunakan dalam demplot pembuatan pakan ternak dan kompos ini adalah: Batang pisang, daun jati, bekatul, ampas tahu, air, molase, suplemen organik cair (SOC)., EM4, garam. Adapun alat yang digunakan adalah parang, drum, termometer, timbangan.

Komposisi bahan pakan ternak yang dibuat pada kegiatan ini adala sbb:



Bahan Ransum	Komposisi %
Batang Pisang/Daun Jati	88,6 %
Bekatul	6 %
Ampas Tahu	3 %
Suplemen Organik Cair (SOC)	0,6 %
EM 4	0,6 %
Molase	0,6 %
Garam	0,6 %
Jumlah	100%

1. Cara membuat pakan ternak fermentasi dan kompos batang pisang

Batang pisang dipotong-potong / dicacah kecil-kecil dengan parang sebanyak 15 kg.. Lalu masukkan 10 ml EM4, 10 ml SOC, dan 10 ml molase kedalam 1 liter air. Campurkan bahan utama yaitu 15 kg cacahan daun jati, 500 g ampas tahu dan 1 kg bekatul kedalam drum yang besar. Larutan yang berisi air, EM4, SOC, molase diaduk rata dan diamkan sejenak selama kurang lebih 15 menit. Kemudian masukkan lagi larutan itu kedalam 10 liter air lalu siramkan secara merata kedalam campuran bahan pakan/kompos yang ada dalam drum, kemudian sebagai tambahan taburkan 10 g Garam dan aduk terus menerus hingga semuanya tercampur rata. Lalu drum ditutup rapat dengan tujuan agar kedap udara. Setiap 3 hari sekali drum dibuka untuk diukur suhunya dan diaduk lagi. Proses fermentasi ini memakan waktu kurang lebih 14 hari.

2. Cara membuat pakan ternak fermentasi dan kompos daun jati

Limbah daun jati kering dipotong-potong / dicacah kecil-kecil dengan parang sebanyak 15 kg. Lalu masukkan 10 ml EM4, 10 ml SOC, dan 10 ml molase kedalam 1 liter air. Campurkan bahan utama yaitu 15 kg cacahan daun jati kering, 500 g ampas tahu dan 1 kg bekatul kedalam drum yang besar. Larutan yang berisi air, EM4, SOC, molase diaduk rata dan diamkan sejenak selama kurang lebih 15 menit. Kemudian masukkan lagi larutan itu kedalam 10 liter air lalu siramkan secara merata kedalam campuran bahan pakan/kompos yang ada dalam drum, kemudian sebagai tambahan taburkan 10 g Garam dan aduk terus menerus hingga semuanya tercampur rata. Lalu drum ditutup rapat dengan tujuan agar kedap udara. Setiap 3 hari sekali drum dibuka untuk diukur suhunya dan diaduk lagi. Proses fermentasi ini memakan waktu kurang lebih 14 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat musim kemarau biasanya peternak mengalami masalah klasik yaitu kesulitan pakan. Kesulitan pakan ternak saat musim kemarau terutama adalah kesulitan dalam penyediaan pakan hijauan. Hal ini wajar karena hijauan lapangan yang mengandalkan air hujan sudah mulai mengering.

Dalam usaha peternakan, pakan adalah biaya yang tertinggi yang dapat mencapai 70% dari total biaya usaha peternakan. Karena tingginya biaya pada bagian pakan tersebut, kita dapat mensiasatinya dengan menyediakan pakan bermutu dari hasil fermentasi. Terbatasnya lahan untuk menanam pakan hijauan, menyebabkan ternak kita jadi sering mengalami kekurangan pakan pada musim kemarau. Berbagai upaya perlu dilakukan untuk memperoleh sumber pakan lain yang mempunyai nilai gizi yang sama dengan rumput hijau. Salah satu pakan yang dapat diolah adalah limbah pertanian, perhutanan, dan perkebunan, seperti: guguran daun jati, batang pohon pisang, dan lain-lain. Kegiatan pertama yang dilakukan dalam pembuatan pakan ternak dan kompos ini

dilakukan dengan penyuluhan kepada peternak dan petani yang ada di desa Giripurwo, kecamatan Purwosari, kabupaten Gunungkidul.



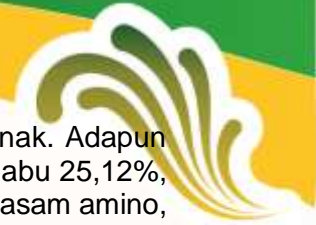
Salah satu material organik yang dikeluarkan dari proses budidaya tanaman pisang dan memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai komponen ransum sapi adalah batang pisang sisa panen. Batang pisang merupakan salah satu bagian dari pohon pisang yang kurang dimanfaatkan dan dianggap sebagai limbah perkebunan. Batang pisang umumnya dibuang setelah pemanenan buah pisang. Pengolahan batang pisang sebagai bahan pakan untuk ternak ruminansia diharapkan dapat menjadi terobosan bagi para peternak agar dapat meminimalkan biaya untuk pembelian pakan serta dapat mengurangi tenaga kerja karena tidak perlu merumput untuk mendapatkan pakan ternak mereka.

Kelemahan batang pisang sebagai bahan pakan untuk ternak sapi jika diberikan secara langsung dalam bentuk alami adalah nilai palatabilitas yang rendah, adanya *tannin* suatu senyawa *phenol* yang akan mengganggu pencernaan bahan organik, khususnya protein dengan terbentuknya ikatan kompleks *tannin*-protein berlebihan yang sulit dicerna didalam sistem pencernaan kambing, dan kandungan serat kasar yang tinggi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi kendala pemanfaatan batang pisang sebagai komponen ransum sapi adalah aplikasi teknologi bioproses dengan metode fermentasi anaerob (*ensilage*) dengan hasil akhir berbentuk silase batang pisang.

Bentuk dan jumlah penggunaan batang pisang untuk pakan ternak adalah batang pisang yang digunakan untuk pakan ternak harus melalui metode fermentasi.. Fermentasi batang pisang untuk pakan ternak 1x sehari (3x makan) untuk 5 ekor kambing. Faktor pembatas pada batang pisang adalah adanya kandungan zat anti nutrisi yaitu tingginya kandungan lignin pada batang pisang dan akan berpengaruh terhadap kerja enzim mikroba dalam mencerna zat-zat makanan di dalam rumen.

Dampak terhadap performa dan kalitas produk ternak adalah: Meningkatkan nafsu makan sehingga penggemukan semakin cepat, Memperbaiki proses pencernaan, Lebih kebal terhadap penyakit, Meningkatkan produksi susu, Mengurangi bau kotoran dan air kencing, Kotoran menjadi lebih sedikit karena pakan menjadi tercerna dengan baik. Kegiatan kedua dari kegiatan ini adalah praktek pembuatan pakan ternak fermentasi dari batang pisang dan daun jati.





Batang pisang memiliki kandungan nutrisi yang komplit sebagai pengganti pakan ternak. Adapun komposisi rata-rata nutri dalam batang pisang antara lain: Bahan kering (BK) 87,7 %, abu 25,12%, lemak kasar (LK) 14,23 %, serat kasar (SK) 29,40%, protein kasar (PK) 3 % termasuk asam amino, amine nitrat, glikosida, mengandung N, glikilipida, vitamin B, asam nukleat, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 28,15% termasuk karbohidrat, gula dan pati. Mengingat kandungan nutrisi yang cukup pada batang pisang, maka gedebog berpotensi sebagai pengganti pakan ternak. Memang jumlah protein kasar dalam batang pisang tidaklah terlalu tinggi namun dengan mencampur bahan lain seperti bekatul, bungkil kelapa, ampas tahu atau limbah dari produk kedelai, dan ditambah dengan fermentasi mampu meningkatkan protein kasar pada batang pisang.



Batang pisang merupakan bagian dari tanaman pisang yang dapat digunakan sebagai pakan ternak, batang pisang juga dapat digunakan sebagai bahan obat. Batang pisang juga merupakan salah satu hasil ikutan pertanian/perkebunan yang dihasilkan dari tanaman pisang yang telah dipanen yang dapat dijadikan sebagai bahan pakan alternatif. Batang pisang yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak adalah batang pisang bagian bawah (bongol), tengah dan bagian atas termasuk daunnya. Batang pisang mengandung senyawa sekunder dan mineral makro dan mikro yang cukup penting bagi ternak yang bersangkutan, senyawa sekunder seperti tannin pada umumnya dalam jumlah yang tidak berlebihan diperlukan sebagai bahan protektor protein kasar mudah larut yang terkandung pada bahan pakan lainnya (Meilisa, 2010). Tanaman pisang merupakan tanaman yang tahan pada musim panas karena batang pisangnya memiliki kandungan air yakni antara 80-90%, dengan kadar air yang tinggi menyebabkan batang pisang cepat membusuk apabila tidak segera diproses.

Kandungan Zat Makanan yang terdapat pada batang pisang yaitu kandungan nutrisi mengandung serat kasar cukup tinggi, lignin yang tinggi dan mengandung kadar air yang tinggi tidak mungkin batang pisang tersebut langsung diberikan pada ternak kambing, butuh diadakan pengolahan bahan pakan ternak berupa batang pisang tersebut agar nutrisinya bagus dan awet, solusinya yaitu menggunakan teknologi silase batang pisang. Silase adalah pakan ternak yang masih memiliki kadar air tinggi sebagai hasil pengawetan hijauan makanan ternak atau bahan-bahan lain melalui proses fermentasi yang dibantu oleh jasad renik dalam kondisi anaerob (tanpa oksigen) baik dengan penambahan atau tanpa penambahan bahan pengawet. Pada batang dan daun pisang mempunyai kandungan lignin mencapai 12% (Siti Qatimah, 2000). Rendahnya pencernaan bahan kering tanaman pisang 42% kemungkinan terkait dengan kadar lignin dan tannin.

Pakan ternak hasil fermentasi batang pisang akan lebih mudah dicerna sehingga penyerapan nutrisi bisa optimal. Dengan pola ini, kebutuhan nutrisi dalam pakan sudah terpenuhi sehingga pertumbuhan ternak akan lebih cepat dibandingkan dengan diberi pakan biasa (rumput), biasanya pertumbuhan 2 – 4 kali meningkat dibandingkan pakan biasa. Daging ternak tidak banyak mengandung lemak karena komposisi pakan sudah ideal. Nutrisi p akan berupa vitamin tercukupi dengan adanya kandungan SOC dalam pakan. Limbah kotoran ternak tidak bau seperti kalau diberi pakan biasa.



Pemanfaatan limbah untuk pakan ternak sangat populer disebut pakan fermentasi. Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi sederhana yang melibatkan mikroorganisme dengan tujuan menghasilkan suatu produk yang mempunyai pertumbuhan mikroba kontaminan. Daun jati bisa untuk pakan sapi karena pada kandungan kimia daun jati tidak terdapat bahan-bahan yang membahayakan saat dimakan sapi. Bahkan daun jati juga masih mengandung protein kasar yang masih lumayan bagus untuk ternak meskipun tidak tergolong tinggi.



Nutrisi yang terkandung pada daun jati, hasil analisa proksimat: Bahan Kering 80%, Protein Kasar 10%, Serat Kasar 20%, Lemak Kasar 4.5%, TDN 45%. Dari data kandungan gizi diatas terlihat bahwa daun jati memiliki tingkat pencernaan yang sedang sehingga masih sangat layak diberikan sebagai pakan sapi apalagi saat darurat tidak ada hijauan.

Kegiatan ketiga yang dilakukan adalah pengujian hasil praktek pembuatan pakan ternak dan kompos hasil fermentasi dengan memberikan pakan tersebut pada sapi dan uji kompos dalam praktek budidaya tanaman.



Berbagai hasil penelitian mengindikasikan bahwa sebagian besar lahan pertanian intensif menurun produktivitasnya dan telah mengalami degradasi lahan, terutama terkait dengan sangat rendahnya kandungan karbon organik dalam tanah, yaitu 2%. Padahal untuk memperoleh produktivitas optimal dibutuhkan karbon organik sekitar 2,5%. Pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Sumber bahan untuk pupuk organik sangat beranekaragam, dengan karakteristik fisik dan kandungan kimia yang sangat beragam sehingga pengaruh dari penggunaan pupuk organik terhadap lahan dan tanaman dapat bervariasi. Selain itu, peranannya cukup besar terhadap perbaikan sifat fisika, kimia biologi tanah serta lingkungan. Pupuk organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami beberapa kali fase perombakan oleh mikroorganisme tanah untuk menjadi humus. Bahan organik juga berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara tanaman.



Penambahan bahan organik di samping sebagai sumber hara bagi tanaman, juga sebagai sumber energi dan hara bagi mikroba. Bahan dasar pupuk organik yang berasal dari sisa tanaman sedikit mengandung bahan berbahaya. Penggunaan pupuk kandang, limbah industri dan limbah kota sebagai bahan dasar kompos berbahaya karena banyak mengandung logam berat dan asam-asam organik yang dapat mencemari lingkungan. Selama proses pengomposan, beberapa bahan berbahaya ini akan terkonsentrasi dalam produk akhir pupuk. Untuk itu diperlukan seleksi bahan dasar kompos yang mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun (B3). Pupuk organik dapat berperan sebagai pengikat butiran primer menjadi butir sekunder tanah dalam pembentukan pupuk. Keadaan ini memengaruhi penyimpanan, penyediaan air, aerasi tanah, dan suhu tanah. Bahan organik dengan karbon dan nitrogen yang banyak, seperti jerami atau sekam lebih besar pengaruhnya pada perbaikan sifat-sifat fisik tanah dibanding dengan bahan organik yang terdekomposisi seperti kompos.



Pupuk organik memiliki fungsi kimia yang penting seperti penyediaan hara makro (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, dan sulfur) dan mikro seperti zink, tembaga, kobalt, barium, mangan, dan besi, meskipun jumlahnya relatif sedikit. Unsur hara makro dan mikro tersebut sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, terutama bagi pencinta tanaman hias. Banyak para pelaku hobi dan pencinta tanaman hias bertanya tentang komposisi kandungan pupuk dan prosentase kandungan nitrogen, fosfor dan kalium yang tepat untuk tanaman yang bibit, remaja, atau dewasa/indukan.

Pengaruh penggunaan kompos dalam proses produksi pertanian adalah: Merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, Berfungsi untuk sintesis asam amino dan protein dalam tanaman, Merangsang pertumbuhan vegetatif (warna hijau daun, panjang daun, lebar daun) dan pertumbuhan vegetatif batang (tinggi dan ukuran batang). Merangsang pembungaan dan pembuahan, Merangsang pertumbuhan akar, Meningkatkan daya tahan/kekebalan tanaman terhadap penyakit. Pupuk organik juga berfungsi meningkatkan kapasitas tukar kation tanah dan membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti aluminium, besi, dan mangan.

KESIMPULAN

Pakan tenak hasil fermentasi dari batang pisang dan daun jati dapat mengurangi penggunaan hijauan yang sulit didapatkan pada musim kemarau, sehingga kontinuitas kebutuhan pakan ternak setiap taunnya dapat terpenuhi. Kompos hasil fermentasi dari batang pisang dan daun jati sebagai pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, serta dapat meningkatkan kesuburan tanah.



UCAPAN TERIMA KASIH

1. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sebagai penyandang dana pada kegiatan Program Pengabdian pada Masyarakat
2. Kepala desa Giripurwo, kecamatan Purwosari, Kabupaten Gunungkidul yang telah memberikan ijin untuk pelaksanaan kegiatan ini
3. Kelompok Peternak dan Tani di desa Giripurwo, kecamatan Purwosari, kabupaten Gunungkidul.

DAFTAR PUSTAKA

- Qotimah, S. (2000). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang untuk Pakan Unggas. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu
- Susilowati, I. (1997). Pengaruh Penambahan Tetes dan Urea pada Pembuatan Silase Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca*. L) terhadap Kualitas Silase. Skripsi. Sekolah Tinggi Pertanian Tribhuwana. Malang.
- Djuarni, Nan.Ir, M.Sc., Kristian.,Setiawan,Budi Susilo.(2006). Cara Cepat Membuat Kompos. Jakarta:AgroMedia. Hal 36-38.Supartini 2013. Laju Dekomposisi Seresah Daun
- Jati dengan Pemberian Bioactivator Effective Microorganism) dan Pelepasan Unsur Hara (C, N, P, K). Tesis S2 (Tidak dipublikasikan). Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Na'iem, M. (2000). Variasi Genetik Pada Spesies Pohon Hutan. Training Course on Basic Forest Genetic. Kerjasama Indonesia Forest Seed Project dan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.