



Submitted Date: Desember 20, 2017

Accepted Date: Desember 27 2017

Editor-Reviewer Article: I Made Mudita dan A.A. P. P Wibawa

PEROMBAKAN LIMBAH TANAMAN PANGAN OLEH BAKTERI SELULOLITIK ASAL CACING TANAH

oleh:

Suberata, I W., I M. Mudita, dan I N. S. Utama

Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Jl. P. B. Sudirman Denpasar

email: sutarpa_nym@unud.ac.id.

ABSTRAK

Evaluasi kemampuan perombakan substrat limbah tanaman pangan oleh delapan (8) isolat bakteri selulolitik yang diisolasi dari cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) telah dilakukan dalam upaya mendapatkan isolat bakteri unggul perombak bahan pakan kaya selulosa. Penelitian dilaksanakan dengan rancangan acak lengkap (RAL) 8 perlakuan dan 3 ulangan, dimana perlakuan didasarkan pada 8 isolat bakteri selulolitik yang telah diisolasi dengan kode EB₁CL, EB₂CL, EB₃CL, EB₄CL, EB₅CL, EB₆CL, EB₇CL and EB₈CL. Evaluasi kemampuan degradasi didasarkan pada diameter zona bening yang terbentuk pada substrat limbah tanaman pangan yaitu jerami padi, dedak padi, eceng gondok dan daun apu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat bakteri selulolitik dengan kode EB₁CL menghasilkan diameter zone bening tertinggi ($P < 0,05$) pada substrat dedak padi dan daun apu yaitu 1,351 cm (Vs 1,239 - 1,331 cm) dan 1,727 cm (Vs 1,621 - 1,721 cm), sedangkan isolat bakteri dengan kode EB₈CL menghasilkan diameter zone bening tertinggi ($P < 0,05$) pada substrat jerami padi dan eceng gondok yaitu 1,060 cm (vs 1,010 - 1,053 cm) dan 1,495 cm (vs 1,394 - 1,494 cm). Isolat bakteri dengan kode EB₂CL mempunyai kemampuan degradasi terendah pada semua substrat uji. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa isolat bakteri selulolitik yang diisolasi dari cacing tanah dengan kode EB₁CL dan EB₈CL mempunyai kemampuan terbaik dalam mendegradasi limbah dan gulma tanaman pangan.

Kata Kunci: Bakteri Selulolitik, Cacing Tanah, Kemampuan Perombakan Substrat, Gulma Tanaman Pangan

DEGRADATION OF WEEDS CROPS BY CELLULOLYTIC BACTERIA ISOLATED FROM EARTHWORM

ABSTRACT

Evaluation of ability on degrading agricultural waste by eight cellulolytic bacteria isolated from earthworm (*Lumbricus rubellus*) had been carried out for have the best cellulolytic bacteria as weeds crops degrader. The experiment was conducted with completely randomized design (CRD) 8 treatments and 3 replications, treatments based on the eight cellulolytic bacteria isolates with the code EB₁CL, EB₂CL, EB₃CL, EB₄CL, EB₅CL, EB₆CL, EB₇CL and EB₈CL. Evaluated of degrade ability measure by diameters of clear zone on agricultural waste were rice straw, rice bran, water hyacinth and water lettuce leaves. The results showed that cellulolytic bacteria isolated from earthworm coded EB₁CL has produce highest clear zone diameters ($P < 0.05$) on rice bran and water lettuce leaves substrate of 1,351 cm (Vs 1,239 - 1,331 cm) and 1,727 cm (Vs 1,621 - 1,721 cm), whereas the bacteria isolate coded EB₈CL has produce highest clear zone diameter ($P < 0.05$) on rice straw and water hyacinth substrates that were 1.060 cm (vs. 1.010 - 1.053 cm)

and 1.495 cm (vs 1.394 - 1.494 cm). The bacteria isolates coded EB2CL had the lowest degradation ability on all substrates measured. Based on the result of this research, it can be concluded that cellulolytic bacteria isolate from earthworm with code EB1CL and EB8CL have the best ability in degrading of agricultural waste.

Key words: Cellulolytic Bacteria, Earthworm, Ability on degrading substrates, Agricultural Waste

PENDAHULUAN

Pengembangan usaha peternakan terintegrasi dengan lahan pertanian melalui pemanfaatan limbah dan gulma tanaman pangan sebagai pakan merupakan salah satu upaya optimalisasi pengembangan usaha peternakan dalam mendukung pencapaian swasembada daging nasional. Pemanfaatan limbah tanaman pangan (termasuk gulma) menjadi pakan disatu sisi akan mengurangi biaya produksi, namun disisi lain bahan pakan asal limbah mempunyai berbagai kelemahan terkait rendahnya kualitas khususnya kandungan *nutrients available* akibat kandungan serat kasar yang tinggi. Sehingga aplikasi teknologi pakan mutlak diperlukan. Pemanfaatan bakteri selulolitik asal cacing tanah merupakan salah satu strategi yang potensial dikembangkan.

Cacing tanah merupakan binatang yang mampu mendegradasi berbagai bahan organik karena dalam saluran pencernaannya mengandung berbagai konsorsium mikroba sinergis seperti bakteri, protozoa dan mikro fungi serta berbagai enzim seperti *amilase*, *protease*, *selulase*, *lipase*, *chitinase*, dan *urease*. Disamping itu, mukus dalam saluran pencernaan cacing tanah mengandung berbagai nutrisi (karbohidrat, protein, bahan mineral dan bahan organik, serta berbagai asam amino) serta hormon (Pathma dan Sakthivel, 2012). Lebih lanjut diungkapkan mikroba cacing tanah mampu mendegradasi senyawa selulosa dan antinutrisi, memproduksi antibiotika, pigmen fluorescent, siderophores, *chitinase* dan *glucanase* serta berbagai *growth promotor* melalui pelarutan mineral, memproduksi hormon *1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase*, dan menekan mikroba patogen.

Pemanfaatan isolat bakteri selulolitik cacing tanah sebagai sumber inokulan konsorsium mikroba dalam produksi bioinokulan feed suplemen berprobiotik akan menghasilkan produk berkualitas mengingat adanya kandungan berbagai nutrisi dan *growth promotor* serta berbagai mikroba simbiosis (Pathma dan sakthivel, 2012; Utama *et al.*, 2014). Namun informasi lengkap mengenai kemampuan perombakan selulosa khususnya asal limbah dan gulma tanaman pangan oleh isolat bakteri selulolitik asal cacing tanah belum diperoleh. Sehingga penelitian ini sangat penting untuk dikembangkan dalam memperoleh isolat bakteri

unggul pendegradasi gulma tanaman pangan sebagai salah satu upaya optimalisasi pengembangan usaha peternakan itik bali rakyat pola integrasi dengan lahan pertanian.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Lama Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana selama 3 bulan.

Isolat Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi dari Cacing Tanah

Penelitian memanfaatkan 8 isolat bakteri selulolitik (belum teridentifikasi) dengan kode EB1CL, EB2CL, EB3CL, EB4CL, EB5CL, EB6CL, EB7CL dan EB8CL hasil isolasi dari cacing tanah.

Substrat Limbah dan Gulma Tanaman Pangan

Sampel limbah dan gulma tanaman pangan yang akan dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah jerami padi, dedak padi, enceng gondok dan daun apu. Bahan limbah dan gulma tanaman pangan tersebut terlebih dahulu dikeringkan dalam *forced draught oven weight* pada suhu 70 °C selama 36-48 jam (sampai tercapai berat kering udara/*Dry Weight* (DW) yang ditandai dengan berat sampel tidak mengalami perubahan lagi jika pengovenan dilanjutkan pada suhu yang sama). Kemudian setiap sampel bahan substrat tersebut digiling halus dengan gilingan bersaring 1 ml. Selanjutnya sampel bahan substrat disterilisasi dengan sinar ultra violet dalam *laminar airflow* selama 30 menit untuk mencegah kontaminasi.

Medium Pertumbuhan Bakteri

Medium pertumbuhan bakteri yang diproduksi pada penelitian ini adalah 2 jenis yaitu medium cair dan medium padat. Medium pertumbuhan cair dipergunakan untuk produksi kultur isolat bakteri yang akan dipakai sebagai sumber isolat yang akan dievaluasi kemampuan degradasi substratnya, sedangkan medium padat dipakai sebagai medium substrat yang akan dievaluasi tingkat degradasinya oleh isolat bakteri.

Medium pertumbuhan cair untuk menumbuhkan stok isolat bakteri lignolitik dari cacing tanah dibuat menggunakan *Fluid Thioglicollate Medium* (FTM) dengan substrat Carboxy Methyl Cellulose/CMC sebagai sumber selulosa. Medium pertumbuhan cair bakteri lignolitik cacing tanah akan dibuat dengan cara melarutkan 2,98 gram FTM ditambah 0,2 gram substrat dalam 100 ml aquades. Semua bahan dimasukkan dalam *elemmeyer* dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrers* (750 rpm) pada suhu 100 °C selama \pm 15

menit untuk menghomogenkan campuran. Selanjutnya disterilkan pada *autoclave* pada temperatur 121 °C selama 15 menit.

Sedangkan medium pertumbuhan bakteri padat dibuat dengan bahan dan cara yang sama seperti pembuatan medium pertumbuhan cair hanya ditambahkan 2 g bakto agar sebagai pematat dengan konsentrasi 2 % dalam medium.

Peralatan

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pembangkit gas CO₂, *laminar air flow*, *incubator 39°C*, *micropipet*, pengaduk magnetik, *fortex*, timbangan elektrik, penggilingan, autoklaf, sentrifuse, *spectrophometer uv-vis*, *haemocytometer*, *drough force oven*, lampu uv, desikator, dan alat-alat gelas.

Produksi Medium Pertumbuhan Bakteri

Medium pertumbuhan bakteri selulolitik cair dibuat untuk penumbuhan stok isolat bakteri selulolitik dan untuk produksi ekstrak enzim dari isolat bakteri selulolitik murni. Medium pertumbuhan bakteri selulolitik cair dibuat dengan cara tiap 100 ml medium dibuat menggunakan 2,98 gram FTM ditambah 0,2 gram substrat *carboxymethylcellulose/CMC* (sumber selulosa) kemudian ditambahkan aquades hingga volume medium 100 ml. Selanjutnya medium dicampurkan hingga homogen menggunakan vorteks selama 15 menit suhu 100 °C. Setelah homogen medium disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121 °C.

Medium pertumbuhan bakteri selulolitik padat dibuat dengan bahan dan cara yang sama seperti pertumbuhan medium pertumbuhan cair hanya ditumbuhkan bakto agar sebagai pematat dengan konsentrasi 2 % medium.

Produksi Kultur Bakteri

Kultur bakteri diproduksi dengan cara menumbuhkan kembali isolat bakteri (stok) dalam medium pertumbuhan cair bakteri selulolitik. Kultivasi diawali dengan melarutkan stok isolat bakteri menggunakan larutan NaCl 0,9% dan dilanjutkan dengan menginokulasikan 20% larutan isolat bakteri dengan absorbansi 0,5 pada 660 nm ke dalam medium pertumbuhan cair, kemudian dilanjutkan dengan inkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Kultur bakteri yang tumbuh siap dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian.

Preparasi Sampel Limbah Usaha Pertanian Terintegrasi

Sampel limbah pertanian yang akan dimanfaatkan dalam pertanian ini adalah jerami padi, dedak padi, enceng gondok dan daun apu. Bahan limbah tersebut terlebih dahulu dikeringkan dalam *forced draught oven weight* pada suhu 70°C selama 36-48 jam (sampai

tercapai berat kering udara/*Dry Weight* (DW) yang ditandai dengan berat sampel tidak mengalami perubahan lagi jika pengovenan dilanjutkan pada suhu yang sama). Kemudian setiap sampel bahan substrat tersebut digiling halus dengan gilingan bersaringan 1 ml. Selanjutnya sampel bahan substrat disterilisasi untuk mencegah kontaminasi.

Medium Evaluasi Degradasi Substrat

Medium untuk evaluasi degradasi substrat dibuat dari medium pertumbuhan bakteri padat dengan substrat disesuaikan dengan substrat yang akan dievaluasi tingkat degradasinya yaitu dengan konsentrasi 1 % dalam medium.

Medium untuk evaluasi degradasi substrat dibuat dengan mencampur 2,98 gram *Fluid Thioglycollate Medium* (FTM) ditambah 2 gram bakto agar dan 1 gram substrat (daun apu dan/atau eceng gondok) ditambah aquades hingga volume 100 ml.

Evaluasi Kemampuan Degradasi Selulosa dari Isolat Bakteri

Uji kemampuan degradasi substrat dari isolat bakteri selulolitik ditentukan berdasarkan pembentukan diameter zona bening disekeliling koloni. Substrat yang digunakan pada kegiatan seleksi ini adalah jerami padi, dedak padi, eceng gondok dan daun apu. Kegiatan seleksi ini dilakukan dengan tiga kali pengulangan pada tiap substrat yang diuji untuk memperoleh hasil pengamatan yang baik.

Pelaksanaan uji degradasi substrat dilakukan dengan cara menginokulasikan 15 µl kultur bakteri murni yang akan dievaluasi kualitasnya pada *paper disk* 0,6 cm yang diletakkan diatas medium pertumbuhan bakteri padat selektif (medium pertumbuhan padat yang mengandung 1% substrat uji), selanjutnya diinkubasi dalam inkubator T 37°C selama 24 jam. Pengukuran diameter zona difusi dilakukan menggunakan jangka sorong.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 8 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan pada penelitian ini adalah isolat bakteri selulolitik hasil isolasi dari cacing tanah yaitu isolat dengan kode EB1CL, EB2CL, EB3CL, EB4CL, EB5CL, EB6CL, EB7CL dan EB8CL sehingga secara keseluruhan terdapat 24 unit percobaan.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati meliputi kemampuan degradasi dari isolat bakteri selulolitik terhadap substrat jerami padi, dedak padi, daun apu dan eceng gondok.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam/Anova. Apabila terdapat hasil yang berbeda nyata ($P \leq 0,05$), analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur/Honestly Significant Different (Sastrasupadi, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat bakteri selulolitik yang diisolasi dari cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) mempunyai kemampuan mendegradasi substrat limbah tanaman pangan yang cukup tinggi yang ditunjukkan dengan dihasilkannya diameter zone bening yang cukup tinggi yaitu masing-masing 1,010 – 1,060 cm, 1,239 – 1,351 cm, 1,394 – 1,499 cm dan 1,621 – 1,727 cm pada substrat jerami padi, dedak padi, eceng gondok dan daun apu (Tabel 1). Pada tabel tersebut juga tampak bahwa isolat bakteri selulolitik dengan kode EB₁CL menghasilkan diameter zone bening tertinggi ($P < 0,05$) pada substrat dedak padi dan daun apu yaitu 1,351 cm (1,351 cm Vs 1,239 - 1,331 cm) dan 1,727 cm (1,727 cm Vs 1,621 – 1,721 cm), sedangkan isolat bakteri dengan kode EB₈CL menghasilkan diameter zone bening tertinggi ($P < 0,05$) pada substrat jerami padi dan eceng gondok yaitu 1,060 cm (vs 1,010 – 1,053 cm) dan 1,495 cm (vs 1,394 – 1,494 cm). Isolat bakteri dengan kode EB₂CL mempunyai kemampuan degradasi terendah pada semua substrat uji (Tabel 1).

Tabel 1. Kemampuan Degradasi Gulma Tanaman Pangan dari Isolat Bakteri Selulolitik Asal Cacing Tanah

Isolat Bakteri	Kemampuan Degradasi pada Substrat (cm)			
	Jerami Padi	Dedak Padi	Eceng Gondok	Daun Apu
EB 1 CL	1,053cd	1,351 c	1,494b	1,727b
EB 2 CL	1,010a	1,239 a	1,394a	1,621a
EB 3 CL	1,051bcd	1,331 bc	1,491b	1,720b
EB 4 CL	1,046 bcd	1,320 bc	1,472b	1,712ab
EB 5 CL	1,026 ab	1,280 ab	1,449ab	1,670ab
EB 6 CL	1,028 abc	1,289 ab	1,467b	1,649ab
EB 7 CL	1,042 bcd	1,306 bc	1,474b	1,717b
EB 8 CL	1,060 d	1,296 b	1,495b	1,721b
SEM	0,006	0,010	0,013	0,019

Keterangan: ¹) EB₁CL, EB₂CL, EB₃CL, EB₄CL, EB₅CL, EB₆CL, EB₇CL, EB₈CL merupakan kode isolat bakteri selulolitik yang diisolasi dari cacing tanah. ²) Superskripsi sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata ($P > 0,05$), ³) SEM = Standard Error of The Treatment Means

Dihasilkannya diameter zone bening yang cukup tinggi oleh kedelapan (8) isolat bakteri selulolitik yang diisolasi dari cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) menunjukkan bahwa semua isolat bakteri selulolitik tersebut pada dasarnya mempunyai kemampuan mendegradasi substrat selulosa khususnya dari gulma tanaman pangan yang cukup tinggi. Hal ini juga menunjukkan produksi dan kualitas enzim selulase khususnya yang dihasilkan semua isolat tersebut cukup tinggi. Perez *et al.*, 2002 serta Howard *et al.*, 2003 mengungkapkan bahwa kemampuan mendegradasi substrat dari suatu isolat bakteri dipengaruhi oleh produksi dan kualitas enzim yang dihasilkan oleh isolat bakteri bersangkutan serta faktor lingkungan terkait dimana proses degradasi tersebut berlangsung. Lebih lanjut Perez *et al.* (2002) mengungkapkan bahwa produksi dan kualitas enzim dari suatu isolat sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dari isolat bakteri bersangkutan. Isolat bakteri dengan kualitas genetik tinggi akan mampu menghasilkan kemampuan mendegradasi substrat yang tinggi. Pada penelitian ini isolat bakteri yang dipergunakan belum teridentifikasi (Sutama *et al.*, 2016), namun berdasarkan hasil evaluasi kemampuan degradasi substrat khususnya pada substrat eceng gondok dan daun apu menunjukkan bahwa kedelapan isolat bakteri selulolitik yang diisolasi dari cacing tanah mempunyai kemampuan mendegradasi substrat yang cukup tinggi.

Pada Tabel 1 juga tampak bahwa isolat bakteri selulolitik dengan EB1CL mampu menghasilkan diameter zone bening tertinggi pada substrat dedak padi dan daun apu, sedangkan isolat EB8CL menghasilkan diameter zone bening tertinggi pada substrat jerami padi dan eceng gondok. Hal ini menunjukkan isolat EB1CL dan EB8CL mampu memproduksi enzim selulase dengan kuantitas dan kualitas yang tinggi yang kemungkinan besar berbeda nyata dengan yang dihasilkan oleh isolat bakteri khususnya EB2CL. Perez *et al.* (2002) mengungkapkan semakin tinggi kuantitas dan kualitas enzim yang dihasilkan semakin tinggi kemampuan isolat dalam merombak/mendegradasi substrat dapat dilakukan. Howard *et al.* (2003) menambahkan bahwa dalam mendegradasi senyawa kompleks seperti selulosa, paling tidak dibutuhkan 3 jenis enzim selulase yang bekerja secara sinergis dan berkesinambungan yaitu enzim endo glukonase/CMC-ase, eksoglukanase (*selodektrinase* dan *selobiohidrolase*) dan glukosidase. Keseimbangan produksi ketiga jenis enzim selulase ini pada isolat bakteri selulolitik penelitian juga yang mempengaruhi kemampuan degradasi substrat gulma tanaman pangan tersebut. Beauchemin *et al.* (2003) dan Lynd *et al.* (2002) mengungkapkan bahwa perombakan secara enzimatik senyawa kompleks selulosa berlangsung karena adanya kompleks enzim selulase yang bersifat spesifik untuk menghidrolisis ikatan β -1,4-glikosidik, rantai selulosa dan derivatnya melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah menguraikan polimer selulosa secara random oleh enzim *carboxymethylcellulase/CMC-ase* atau *endo β -1,4 glukonase* dengan cara memecah ikatan hidrogen yang ada di dalam struktur kristalin selulosa

(ikatan internal α -1,4-glukosida) sehingga terbentuk rantai-rantai individu selulosa (oligodekstrin). Tahap kedua adalah penguraian selulosa dari ujung pereduksi dan non pereduksi oleh *eksoglukanase* (*selodektrinase* dan *selobiohidrolase*) melalui pemotongan ujung-ujung rantai individu selulosa (ujung pereduksi dan non-pereduksi) sehingga menghasilkan disakarida dan tetrasakarida (misal selobiosa). Tahap ketiga (terakhir) adalah tahap penguraian selobiosa menjadi glukosa oleh enzim β -glukosidase/*glukohidrolase*.

Adanya nilai tertinggi pada substrat yang berbeda yang dihasilkan oleh isolat bakteri dengan kode EB1CL (pada substrat dedak padi dan daun apu) dan EB8CL (pada substrat jerami padi dan eceng gondok) kemungkinan besar sebagai akibat perbedaan jenis dan aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh kedua isolat bakteri tersebut. Hal ini mengingat karakteristik dari kedua macam substrat tersebut. Berdasarkan data Tabel 1 kemungkinan besar isolat bakteri EB1CL menghasilkan enzim endoglukanase atau glukosidase mengingat substrat yang didegradasi mempunyai kecenderungan lebih kaya dengan komponen selulosa yang amorfous (serat selulosa yang lebih renggang/lunak). Sedangkan isolat bakteri dengan kode EB8CL menghasilkan enzim eksoglukanase mengingat substrat yang berhasil didegradasi mempunyai karakteristik serat yang lebih tinggi/selulosa berkrystal.

Dihasilkannya diameter zone bening yang secara umum lebih tinggi pada substrat gulma tanaman pangan (daun apu dan eceng gondok) dibandingkan dengan pada substrat limbah tanaman pangan (jerami padi dan dedak padi) oleh kedelapan isolat bakteri selulolitik cacing tanah disebabkan karena limbah tanaman pangan (jerami padi dan dedak padi) mempunyai kadar serat kasar/SK yang lebih tinggi daripada gulma tanaman pangan (SK daun apu 21,30%, SK eceng gondok 19,71%, SK jerami padi 32,41%, SK dedak padi 18,51%) (Radjiman *et al.*, 1999; Sumaryono, 2003; Wahyono dan Hardianto, 2007). Pada penelitian ini, hal tersebut tampak secara jelas dimana limbah tanaman pangan (jerami padi dan dedak padi) yang mempunyai kandungan serat kasar yang lebih tinggi menghasilkan diameter zone bening yang lebih rendah daripada substrat gulma tanaman pangan (daun apu dan eceng gondok).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sSemua isolat bakteri selulolitik asal cacing tanah mampu mendegradasi limbah dan gulma tanaman pangan. Isolat bakteri dengan kode EB1CL menghasilkan diameter zone bening tertinggi pada substrat dedak padi dan daun apu, sedangkan isolat bakteri dengan kode EB8CL menghasilkan diameter zone bening tertinggi pada substrat jerami padi dan eceng gondok.

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini merupakan hasil penelitian yang dibiayai Universitas Udayana melalui hibah penelitian Group Riset. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Rektor dan LPPM UNUD atas pendanaan kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kepala dan analis Lab. Nutrisi dan Makanan Ternak Fapet Unud serta mahasiswa yang membantu pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A.F., Moahmed A., Abdel Naby.2012. Pretreatment and enzymic saccharyfication of water hyacinth cellulose. Carbohydrate polymers.
- Beauchemin, K.A., D. Colombatto, D.P. Morgavi And W.Z. Yang. 2003. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. J. Anim. Sci. 81 (E. Suppl. 2): E37-E47.
- Howard, R. L., E. Abotsi, J. V. Rensburg, and Howards. 2003. Lignocellulose Biotechnology: Issues of Bioconversion and Enzyme Production. African Journal of biotechnology 2 :6002-619. Available from: URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf>.
- Lynd, L. R., P. J. Weimer, W. H. V. Zyl, and I. S. Pretorius. 2002. Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. Microbiology and Molecular Biology Reviews: 506-577. American Society for Microbiology.
- Pathma, J. and N. Sakthivel. 2012. Microbial Diversity of Vermicompost bacteria that Exhibit Useful Agricultural Traits and Waste Management Potential. SpringerPlus. Vol.1(26);1-19
- Perez, J., J. Munoz-Dorado, T. De la Rubia, and J. Martinez. 2002. Biodegradation and Biological Treatment of Cellulose, Hemicellulose and Lignin; an overview. Int. Microbial, 5: 53-56
- Radjiman, D. A., T. Sutardi, dan L. E. Aboenawan. 1999. Efek Substitusi Rumput Gajah dengan Eceng Gondok dalam Ransum Domba terhadap Kinerja proses Nutrisi dan Pertumbuhan. Laporan Penelitian, fakultas peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Sastrosupadi, A., 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Penerbit Kanisus. Yogyakarta.
- Sumaryono. 2003. Kajian Penggunaan Tepung Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) dalam Ransum dan Pengaruhnya terhadap Komposisi Fisik Karkas Ayam Kampung Umur 11 Minggu. Skripsi, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar.
- Sutama, I N. S., I W. Suberatha, N. W. Siti. 2014. Pemanfaatan Konsorsium Mikroba Cacing Tanah Sebagai Inokulan Suplemen Berprobiotik dalam Pengembangan Peternakan Itik Bali Rakyat Berbasis Limbah Tanaman Pangan. Laporan Penelitian Invensi Udayana. Fakultas Peternakan, Universitas Udayana.
- Sutama, I N. S., dan I W. Suberata. 2016. Isolasi dan karakterisasi bakteri selulolitik dari cacing tanah sebagai sumber inokulan dalam optimalisasi pengembangan peternakan berbasis limbah pertanian. Laporan Penelitian Grup Riset Universitas Udayana, Denpasar