



**KEMAMPUAN DEGRADASI DARI ISOLAT BAKTERI LIGNOLITIK ASAL
CACING TANAH (*Lumbricus rubellus*) PADA SUBSTRAT
GULMA TANAMAN PANGAN**

Marbun, J. Y. F., I N. S. Utama., I M. Mudita dan I W. Wijana

Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar

Email: nigel_de_jong@yahoo.com No. HP: 081339826105

ABSTRAK

Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan degradasi dari isolat bakteri lignolitik yang diisolasi dari cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) pada substrat gulma tanaman pangan telah dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Udayana selama 3 bulan. Evaluasi kemampuan degradasi substrat lignolitik didasarkan pada diameter zona bening yang terbentuk pada substrat asam tanat, eceng gondok, dan daun apu. Penelitian dilaksanakan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Ketiga perlakuan tersebut adalah isolat bakteri lignolitik dengan kode EB1LG, EB2LG, dan EB3LG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada substrat eceng gondok dan daun apu, isolat dengan kode EB1LG mampu menghasilkan diameter zona bening tertinggi (1,525 cm dan 1,528 cm) yang masing-masing 1,05% dan 0,64% atau 0,15% dan 1,32% lebih tinggi daripada yang dihasilkan oleh isolat bakteri EB2LG dan EB3LG, namun secara statistik berbeda tidak nyata ($P>0,05$). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ketiga isolat bakteri lignolitik asal cacing tanah mempunyai kemampuan mendegradasi lignin substrat eceng gondok, dan daun apu yang hampir sama.

Kata kunci : Cacing tanah, degradasi substrat, isolat bakteri lignolitik

**SUBSTRATE DEGRADATION CAPABILITY OF LIGNOLYTIC BACTERIA
ISOLATED FROM EARTHWORMS (*Lumbricus rubellus*) ON
SUBSTRATES WEEDS CROPS**

ABSTRACT

A research aiming to identify and evaluate lignin degradation capability of lignolytic bacteria isolate isolated from earthworms on weeds crops substrates have been done in Nutrition and Forage Laboratory of Animal Husbandary Faculty, Udayana University for 3 (three) months. Evaluation on the degradation capability of lignolytic substrate was based on clear zone diameter that was formed in the substrates of water hyacinth, and water lettuce leaves. The research was based on Completely Randomized Design (CRD) with 3 (three) treatments and 3 (three) repetitions. The treatments are lignolytic bacteria isolates with codes EB1LG, EB2LG and EB3LG. Research result showed that on the water hyacinth and water lettuce leave substrates, showed that bacteria isolate coded EB1LG has highest clear zone diameters (1,525 cm and 1,528 cm) were 1,05% and 0,64% or 0,15% and 1,32% higher than bacteria isolates coded EB2LG and EB3LG, yet statistically it was not significantly different ($P>0.05$). Based on the research it



can be concluded that on all substrates, namely water hyacinth, and water lettuce leaves, the three lignolytic bacteria isolated from earthworms have almost identical capability in degrading lignin.

Keywords : *earthworms, substrate degradation, lignolytic bacteria isolate*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan merupakan salah satu kebijakan nasional dalam pengembangan usaha peternakan kompetitif dan *sustainable*. Langkah ini semakin strategis bagi sektor pertanian di Bali seiring pencanangan *Bali Green and Clean Province* oleh pemerintah Provinsi Bali dalam pelaksanaan pembangunan berwawasan lingkungan. Pemanfaatan limbah sebagai pakan akan mengurangi resiko pencemaran lingkungan sebagai dampak dari keberadaan limbah yang tidak ditangani/diperhatikan dengan baik (Hegarty, 2001; Bratasida, 2002). Namun hasil penelitian (Mudita *et al.*, 2008, 2009 dan 2012), (Putri *et al.*, 2009) dan Wibawa (*et al.*, 2009-2011) mengungkapkan pemanfaatan limbah sebagai pakan tanpa aplikasi teknologi pengolahan akan menurunkan produktivitas dan efisiensi usaha peternakan serta malah meningkatkan resiko pencemaran lingkungan.

Penurunan produktivitas dan efisiensi usaha peternakan serta peningkatan resiko pencemaran lingkungan dari usaha peternakan yang diberi pakan kaya serat seperti limbah pertanian disinyalir akibat tingginya kandungan lignoselulosa bahan pakan asal limbah pertanian yang mengakibatkan nutrisi yang terkandung tidak dapat dimanfaatkan secara optimal (Abdullah dan Soeharsono, 2010; Mudita *et al.*, 2010). Howard *et al.* (2001) mengungkapkan semakin tinggi kandungan lignin semakin sulit bahan pakan tersebut dirombak/dipecah/dicerna. Hal ini mengingat lignin mempunyai ikatan kompleks yang sangat kokoh dan secara fisik bertindak sebagai penghalang proses perombakan dinding sel bahan pakan oleh mikroba rumen. Degradasi senyawa lignin hanya dapat dilaksanakan oleh enzim dari mikroba tertentu salah satunya bakteri lignolitik (Howard *et al.*, 2001; Perez *et al.*, 2002).



Bakteri lignolitik merupakan kelompok bakteri yang mampu menghasilkan kompleks enzim lignase yang terdiri dari *lignin peroksidase/Li-P*, *mangan-peroksidase/Mn-P* dan *lakase/Lac* yang akan merombak senyawa lignin menjadi komponen penyusunnya (Perez *et al.*, 2002). Di alam berbagai sumber konsorsium mikroba lignolitik dapat diperoleh seperti saluran pencernaan hewan, lahan gambut/pertanian, rayap, cacing tanah, maupun sumber konsorsium mikroba lainnya (Pathma dan Sakthivel, 2012; Mudita *et al.*, 2012-2015; Utama *et al.*, 2013; Dewi *et al.*, 2014).

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* (Pathma dan Sakthivel, 2012). Pemanfaatan cacing tanah sebagai sumber inokulan dengan kandungan nutrisi dan populasi mikroba yang tinggi (Permana *et al.*, 2015), kemampuan degradasi substrat lignoselulosa yang tinggi (Juliartawan, 2016. *Unpublished*) dan dengan aktivitas enzim lignoselulase yang tinggi (Utama *et al.*, 2014).

Pemanfaatan isolat bakteri lignolitik sebagai sumber inokulan disinyalir akan mampu meningkatkan degradasi senyawa lignin yang merupakan faktor pembatas utama pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan pakan ternak. Hasil penelitian Mudita *et al* (2014) menunjukkan bahwa isolat bakteri lignolitik yang diisolasi dari rumen sapi bali dan rayap mempunyai kemampuan degradasi substrat lignin, baik sumber lignin sintesis (asam tanat) maupun bahan pakan kaya lignin yang cukup tinggi. Hasil penelitian Wahyudi (2009) juga menunjukkan bahwa isolat bakteri lignolitik asal kolon kerbau, feses gajah, mempunyai aktivitas enzim lignase yang cukup tinggi. Namun informasi mengenai kemampuan degradasi substrat lignin dari isolat bakteri lignolitik asal cacing tanah belum diperoleh. Sehingga penelitian ini sangat penting untuk dilaksanakan dalam upaya menghasilkan isolat unggul pendegradasi senyawa lignin yang mampu meningkatkan pencernaan bahan pakan kaya serat seperti limbah 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 Lignolitik Hasil Isolasi dari Cacing Tanah

Penelitian memanfaatkan 3 isolat bakteri lignolitik (belum teridentifikasi) dengan kode EB1LG, EB2LG, dan EB3LG hasil penelitian Mudita *et al.* (2015 *unpublished*) yang merupakan hasil isolasi dari cacing tanah.

Substrat Limbah dan Gulma Tanaman Pangan

Sampel limbah dan gulma tanaman pangan yang akan dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah enceng gondok dan daun apu. Bahan gulma 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 asam tanat sebagai sumber lignin. 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 *elimmeyer* 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 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 lignolitik cair dibuat untuk penumbuhan stok isolat bakteri lignolitik dan untuk produksi ekstra enzim dari isolat bakteri lignolitik murni. Medium pertumbuhan bakteri lignolitik cair dibuat dengan cara tiap 100 ml medium dibuat menggunakan 2,98 gram FTM ditambah 0,2 gram substrat asam tanat (sumber lignin) 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 lignolitik padat dibuat dengan evaluasi degradasi substrat 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) hasil penelitian Mudita *et al.* (2015., *Unpublished*) dalam medium pertumbuhan cair bakteri lignolitik. 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 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 mencampurkan 2,98 gram *Fluid Thioglycollate Medium* (FTM) ditambah 2 gram bakti agar dan 1 gram substrat (asam tanat, daun apu dan enceng gondok) ditambah aquades dengan volume 100 ml.

Evaluasi Kemampuan Degradasi Lignin dari Isolat Bakteri

Uji kemampuan degradasi substrat mengandung lignin dari isolat bakteri lignolitik ditentukan berdasarkan pembentukan diameter zona difusi (berwarna coklat) disekeliling koloni. Substrat yang digunakan pada kegiatan seleksi ini adalah enceng 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 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan pada penelitian ini adalah isolat bakteri lignolitik hasil isolasi dari cacing tanah yaitu isolat dengan kode EB1LG, EB2LG, dan EB3LG sehingga secara keseluruhan terdapat 9 unit percobaan.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati meliputi kemampuan degradasi dari isolat bakteri lignolitik terhadap substrat daun apu dan eceng gondok.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam/Anova. Apabila terdapat hasil yang berbeda nyata ($P \leq 0,05$) antar perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncans (Sastrasupadi, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

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 (Perez *et al.*, 2002; Howard *et al.*, 2003). 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 (Mudita *et al.*, 2015), namun berdasarkan hasil penelitian telah menunjukkan bahwa ketiga isolat bakteri lignolitik yang diisolasi dari cacing tanah mempunyai kemampuan mendegradasi substrat mengandung lignin yang cukup tinggi. Isolat bakteri dengan kode EB₁LG dan EB₃LG masing-masing mempunyai keunggulan dalam mendegradasi substrat lignin, dimana isolat dengan kode EB₁LG mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mendegradasi substrat lignin alami seperti eceng gondok dan daun apu (Tabel 1).

Tabel 1 Kemampuan degradasi isolat bakteri lignolitik pada substrat asam tanat, eceng gondok, dan daun apu

No	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (paper disk 0,6 cm)	
		Eceng Gondok	Daun Apu
1	EB ₁ LG	1,525 cm ^a	1,538 cm ^a
2	EB ₂ LG	1,509 cm ^a	1,536 cm ^a
3	EB ₃ LG	1,515 cm ^a	1,518 cm ^a
	<i>SEM</i>	0,016	0,116

Keterangan:

1. Kode Isolat
EB₁ LG = kelompok bakteri Lignolitik pada kode EB 1 LG
EB₂ LG = kelompok bakteri Lignolitik pada kode EB 2 LG
EB₃ LG = kelompok bakteri Lignolitik pada kode EB 3 LG
2. Huruf yang sama pada kolom, berbeda tidak nyata (P>0,05)
3. *SEM* = *Standart Error of The Treatment Means*

Adanya perbedaan karakteristik jenis substrat yang mampu didegradasi oleh isolat bakteri EB₁LG dan EB₃LG sangat menarik untuk diamati lebih lanjut. Secara umum hal ini kemungkinan diakibatkan oleh perbedaan jenis enzim yang dihasilkan oleh kedua isolat bakteri lignolitik tersebut. Perez *et al.* (2002) dan Howard *et al.*, (2003) menyebutkan bahwa terdapat minimal 3 jenis enzim yang dapat digolongkan kedalam enzim *lignase* yaitu *Lignin Peroksidase (Li-P)*, *Mangan-Peroksidase (Mn-P)* dan *Lacase (Lac)*. Ketiga jenis enzim ini mempunyai peranan masing-masing (berbeda) yang bekerja secara sinergis dalam mendegradasi senyawa lignin kompleks. Perbedaan jenis enzim yang dominan dihasilkan oleh tiap isolat akan mempengaruhi kemampuan degradasi substrat dari isolat bakteri uji.

Perez *et al.* (2002) mengungkapkan bahwa *Lignin Peroksidase* merupakan enzim lignolitik yang bertugas mengkatalisis oksidasi sebuah elektron dari cincin aromatik lignin (fenolik dan non-fenolik) yang akan membentuk radikal kation dan fenoksi. Senyawa radikal ini secara spontan atau bertahap melepaskan ikatan antar molekul dan beberapa diantaranya melepaskan inti pada cincin aromatik. *Mangan-Peroksidase/Mn-P* merupakan



hemeroperoksidase ekstraseluler yang membutuhkan Mn^{2+} sebagai substrat pereduksinya (Steffen, 2003). Mn-P mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{3+} dan H_2O_2 sebagai katalis untuk menghasilkan gugus peroksida. Mn^{3+} yang dihasilkan dapat berdifusi ke dalam substrat dan mengaktifkan proses oksidasi yang mengubah struktur fenolik menjadi radikal fenoksil. Mn^{3+} yang terbentuk sangat reaktif dan membentuk kompleks dengan *cheating* asam organik seperti asam okasalat atau malat (Kishi *et al.*, 1994). Sedangkan Enzim *Laccase/Lac* merupakan fenol oksidasi mengandung tembaga yang tidak membutuhkan H_2O_2 tetapi menggunakan molekul oksigen (Thurston, 1994). *Laccase* berperan mengoksidasi gugus fenol menjadi kuinon. Ishihara (1980) menyatakan *Laccase* adalah enzim pengoksidasi melalui proses demetilasi yang mengubah gugus metoksi menjadi methanol.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kemampuan degradasi dari ketiga isolat bakteri lignolitik pada substrat eceng gondok, dan daun apu adalah berbeda tidak nyata ($P>0,05$). Ketiga isolat bakteri lignolitik asal cacing tanah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu EB₁LG, EB₂LG, dan EB₃LG, masing-masing mempunyai kemampuan degradasi yang berbeda terhadap substrat alami (eceng gondok dan daun apu) Pada Tabel 1 tampak bahwa diameter zona bening yang dihasilkan oleh isolat bakteri lignolitik asal cacing tanah pada substrat eceng gondok dan daun apu adalah 1,509 – 1,525 cm dan 1,518 – 1,538 cm. Isolat bakteri dengan kode EB₁LG menghasilkan diameter zona bening yang lebih panjang yaitu 1,525 cm yang artinya memiliki kemampuan degradasi substrat eceng gondok yang tinggi. Isolat bakteri lignolitik dengan kode EB₂LG menghasilkan kemampuan degradasi yang paling rendah terhadap substrat eceng gondok dengan diameter zona bening 1,509 cm (Tabel 4.1). Nilai kemampuan degradasi yang tinggi disebabkan oleh komponen penyusun pada gulma tanaman eceng gondok lebih banyak bersifat mudah didegradasi seperti senyawa hemiselulosa. Ahmed (2012) menyatakan eceng gondok memiliki sifat serat yang kuat dan kandungan kimia yakni 60% selulosa, 8% hemiselulosa, dan 17% lignin. Hal ini juga didukung oleh Soewardi dan Utomo (1975 disitasi Bidura, 2007) mengemukakan



bahwa kandungan protein eceng gondok adalah 11,95%, sedangkan kandungan serat kasarnya sebesar 37,10%.

Terhadap substrat daun apu, isolat bakteri lignolitik pendegradasi lignin asal cacing tanah mampu menghasilkan diameter zona bening 1,518-1,538 cm. Pada substrat daun apu, isolat yang menghasilkan kemampuan degradasi yang tertinggi yaitu isolat bakteri lignolitik dengan kode isolat EB₁LG mempunyai diameter zona bening 1,538 cm. Sedangkan isolat bakteri lignolitik yang menghasilkan kemampuan degradasi substrat daun apu terendah yaitu isolat bakteri dengan kode EB₃LG dengan diameter zona bening 1,518 cm. Kemampuan degradasi isolat bakteri lignolitik asal cacing tanah tidak jauh berbeda dibandingkan kemampuan degradasi pada substrat eceng gondok. Kemampuan degradasi substrat oleh isolat bakteri lignolitik dari cacing tanah yang tinggi ini dikarenakan daun apu mempunyai kandungan serat kasar yang rendah seperti eceng gondok. Serat kasar yang rendah menjadikan degradasi substrat oleh isolat bakteri menjadi lebih mudah untuk menghasilkan diameter zona bening yang tinggi. Daun apu berdasarkan berat kering mengandung BETN 37,0%, protein kasar 19,5%, kadar abu 25,6%, lemak kasar 1,3%, dan mengandung serat kasar 11,7% (Diler *et al.*, 2007).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat cacing tanah dengan kode EB₁LG, EB₂LG dan EB₃LG mempunyai kemampuan degradasi terhadap komponen lignin yang cukup baik. Perez *et al.* (2002) mengungkapkan secara umum kemampuan mendegradasi dari suatu isolat bakteri dipengaruhi oleh kualitas/aktivitas enzim yang dihasilkan serta jenis substrat sumber lignin yang akan didegradasi. Semakin tinggi kualitas/aktivitas enzim yang dihasilkan semakin tinggi pula tingkat degradasi substrat. Disisi lain semakin tinggi konsentrasi/kandungan lignin dari suatu bahan/substrat akan semakin sulit degradasi dapat dilakukan. Enzim lignase merupakan kompleks enzim yang tersusun atas tiga/lebih jenis enzim yang terdiri atas *Lignin-Peroksidase* (Li-P), *Mangan-Peroksidase* (Mn-P), dan *Laccase* (Lac), sehingga untuk mampu mendegradasi asam tanat dengan sempurna ke tiga jenis enzim lignase tersebut harus lah dapat dihasilkan oleh isolat bakteri pendegradasi



lignin. Keterbatasan salah satu jenis enzim lignase akan mempengaruhi kinerja enzim secara keseluruhan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ketiga isolat bakteri lignolitik asal cacing tanah mempunyai kemampuan mendegradasi lignin yang hampir sama pada substrat eceng gondok maupun daun apu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Artikel ini merupakan bagian dari tugas akhir dalam menyelesaikan pendidikan sarjana peternakan. Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Ida Bagus Gaga Partama, MS., Dr. Ir. I Gusti Lanang Oka Cakra, M.Si., Dr. Ir. Ni Wayan Siti, M.Si atas berbagai masukan dalam perbaikan kualitas artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A. F., A. Moahmed, Abdel Naby. 2012. Pretreatment and enzymic saccharyfication of water hyacinth cellulose. *Carbohydrate polym ers*.
- Bidura, I G. N. G. 2007. *Limbah Pakan Ternak Aplikatif dan Aplikasi Teknologi*. Universitas University Press, Denpasar.
- Camarero, S., B. Bockle, M. J. Martinez. 1994. Lignin degradation enzymes of the comercial button mushroom. *Agaricus pulmonarius*. *Appl. Environ. Microbiol.* 62:1070-1072.
- Crawford D.L., A.L. Pometto III and R.L. Crawford. 1981. Lignin degradation by *Streptomyces viridosporus*: Isolation and characterization of new polymeric lignin degradation intermediate. *Appl. Environ. Microbiol.* 45:898-904.
- De Jong, J. A. Field, and J. A. M. de Bont. 1994. Aryl Alchohol in The Physiology of Ligninolytic Fungi. *FEMS Microbiol. Reviews.*13: 153-188.
- Dewi, G.A.M.K., I W. Wijana, N W Siti, I M. Mudita.2014. Pengaruh Penggunaan Limbah Dan Gulma Tanaman Pangan Melalui Produksi Biosuplemen Berprobiotik Berbasis Limbah Isi Rumen Terhadap Ternak Itik Bali. Fakultas Peternakan Universitas Udayana.



- Diler I., Tekinay A. A., Guroy D., Guroy B. K., Soyuturk M., 2007 Effects of *Ulva rigida* on the growth, feed intake and body composition of common carp, *Cyprinus carpio* L. Journal of Biological Sciences 7:305-308.
- Hegarty, R. 2001. Green House Gas Emission From The Australian Livestock Sector. What Do We Know, What Can We Do. Australian Green House Office, Canberra ACT. ISBN: 1 876536 69 1.
- 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>.
- Meryandini, A., W. Wahyu, M. Besty, C. S. Titi, R. Nisa, dan S. Hasrul. 2009. Isolasi Bakteri Selulolitik Dan Karakterisasi Enzimnya. Makara, Sains, Vol. 13, No. 1, 33-38.
- Mudita, I M., I G.L.O. Cakra, AA.P.P. Wibawa, dan N.W. Siti. 2009. Penggunaan Cairan Rumen Sebagai Bahan Bioinokulan Plus Alternatif Serta Pemanfaatannya dalam Optimalisasi Pengembangan Peternakan Berbasis Limbah yang Berwawasan Lingkungan. Laporan Penelitian Hibah Unggulan Udayana, Univeritas Udayana, Denpasar.
- Mudita, I M., I W. Wirawan Dan AA. P.P Wibawa. 2010^b. Suplementasi Bio- Multi Nutrien Yang Diproduksi Dari Cairan Rumen Untuk Meningkatkan Kualitas Silase Ransum Berbasis Bahan Lokal Asal Limbah. Laporan Penelitian Dosen Muda Unud, Denpasar.
- Mudita, I M., T.I. Putri, T.G.B. Yadnya, dan B. R. T. Putri. 2010^a. Penurunan Emisi Polutan Sapi Bali Penggemukan Melalui Pemberian Ransum Berbasis Limbah Nonkonvensional Terfermentasi Cairan Rumen. Prosiding Seminar Nasional, Fakultas Peternakan UNSOED ISBN: 978- 979-25-9571-0.
- Partama, I. B. G. 2006^a. Diversifikasi Pakan Sapi Bali. Seminar Sehari: Prospek Pengembangan Agribisnis Sapi Bali di Bali. Program Pascasarjana Ilmu Ternak, Universitas Udayana, Denpasar. Denpasar-Bali, 15 Agustus 2006.
- Partama, I. B. G. 2006^b. Peningkatan Produktivitas Sapi Bali Kereman Melalui Suplementasi Mineral dalam Ransum Berbentuk Wafer yang Berbasis Jerami Padi Amoniasi Urea. Hasil Penelitian. Fakultas Peternakan. Universitas Udayana, Denpasar.



- Pathma, J. and N. Sakthivel. 2012. Microbial Diversity of Vermicompost Bacteria that Exhibit Useful Agricultural Traits and Waste Management Potential. *Springplus*. Vol. 1 (26); 1-29.
- 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.
- Permana, I K. 2015. Kandungan Nutrien Dan Populasi Mikroba Inokulan Yang Diproduksi Dari Level Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Berbeda. Skripsi Fakultas Peternakan, Universitas Udayana.
- Putri, T. I., T.G.B. Yadnya, I M. Mudita, dan Budi Rahayu T.P. 2009. Biofermentasi Ransum Berbasis Bahan Lokal Asal Limbah Inkonvensional dalam Pengembangan Peternakan Sapi Bali Kompetitif dan Sustainable. Laporan Penelitian Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional. Universitas Udayana, Denpasar.
- Sastrosupadi, A., 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Penerbit Kanisus. Yogyakarta.
- Supartha, I. W. 2008. Pengendalian Hama Penggerek dan Penyakit Busuk Buah Kakao Secara Integrasi. I M. Mastika & I W. Susila (Editor). Denpasar: Dinas Perkebunan Propinsi Bali. ISBN 978-979-18979-0-7.
- Wahyudi, Ahmad. 2009. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Serta Jamur Lignoselulolitik Saluran Pencernaan Kerbau, Kuda dan Feses Gajah. Fakultas Antar Bidang, Program Studi Bioteknologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.