



KEMAMPUAN DEGRADASI SUBSTRAT LIGNOSELULOSA DARI INOKULAN DENGAN BERBAGAI TINGKAT PENGGUNAAN CACING TANAH (*Lumbricus rubellus*)

Juliartawan. I. K, I G. L. O. Cakra, dan I M. Mudita

Program Studi Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana Denpasar

E-mail : juli_robert69@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan degradasi substrat lignoselulosa dari inokulan dengan berbagai tingkat penggunaan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) telah dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Udayana selama 3 bulan. Evaluasi kemampuan degradasi substrat lignoselulosa didasarkan pada diameter zone bening yang terbentuk pada substrat asam tanat (sebagai sumber lignin), *carboxymethylcellulosa*/CMC (sebagai sumber selulosa) dan Xylan (sebagai sumber xylanosa/hemiselulosa). Penelitian dilaksanakan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Keempat perlakuan tersebut adalah BC1 yaitu inokulan yang diproduksi dari 0,1% cacing tanah (*Lumbricus rubellus*), BC2 yaitu Inokulan yang diproduksi dari 0,2% cacing tanah (*Lumbricus rubellus*), BC3 yaitu Inokulan yang diproduksi dari 0,3% cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan BC4 yaitu Inokulan yang diproduksi dari 0,4% cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulan BC4 mampu menghasilkan degradasi substrat lignin yang tertinggi (0,98 cm) dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan inokulan BC1 (0,81 cm), namun berbeda tidak nyata dengan inokulan BC2 (0,90 CM) dan BC3 (0,92 cm). Pada substrat hemiselulase (Xylan) menunjukkan bahwa inokulan BC4 mampu menghasilkan degradation yang tertinggi (1,740 cm), dan berbeda tidak nyata terhadap inokulan BC1 (1,233 cm), BC2 (1,247 cm), BC3 (1,250 cm). Sedangkan terhadap substrat selulosa (CMC) keempat inokulan mempunyai kemampuan degradasi yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa peningkatan penggunaan cacing tanah sampai 0,4% mampu meningkatkan degradasi substrat lignin (Asam Tanat) dan sustrat xylan (Hemiselulosa) dari inokulan yang diproduksi

Kata Kunci : Cacing tanah, degradasi substrat, inokulan, lignoselulosa

DEGRADATION ABILITY OF LIGNOCELLULOSE SUBSTRATE FROM INOCULANT WITH DIFFERENT LEVELS OF USE WORM (*Lumbricus rubellus*)

ABSTRACT

The reseach aimed to determine the degradation ability of substrate lignocellulose from inoculant ith different levels of use of worm (*Lumbricus rubellus*) has been carried out in the Laboratory of Nutrition and Feed Animal, Faculty of Animal Husbandry, Udayana University for 3 months. Evaluasi of degradation ability of lignosecellulose substrates is based on te diameter of clear zone formed on tannic acid substrate (as a sourceof lignin),

carboxymethylcellulosa/CMC (as a source of cellulosa) and Xylan (as a source of xylanosa/hemiselulosa). The experiment as conducted with completely randomized design (CDR) with 4 treatments and 3 replications. The fourth treatment as BC1 is inoculant manufactured from 0,1% of worm (*Lubricus rubellus*), BC2 is inoculant manufactured from 0,2% of worm (*Lubricus rubellus*), BC3 is inoculant manufactured from 0,3% of worm (*Lubricus rubellus*), BC4 is inoculant manufactured from 0,4% of worm (*Lubricus rubellus*). The result showed that the inoculant BC4 capable of producing the highest lignin degradation substrate (0,977 cm) and significantly ($P<0,05$) with inoculant BC1 (0,813 cm), but no significant with inoculant BC2 (0,892 cm) and BC3 (0,923 cm). While the substrate hemicellulose(Xylan) that the inoculant BC4 capable of producing the highest lignin degradation substrate (1,740 cm) and significantly ($P<0,05$) with inoculant BC1 (1,233 cm), BC2 (1,247 cm) and BC3 (1,250 cm). While the substrate cellulose (CMC) fourth inoculant have different degradation ability was not significant ($P>0,05$). Based on the result of the study concluded that the increased use of worm until 0,4% can improve the degradation substrate of lignin (Tannic Acid) and substrate of hemicellulose (Xylan) of inoculants produced.

Keyword : Worm, substrate degradation, inoculant, lignocellulose

PENDAHULUAN

Pakan merupakan salah satu faktor penting yang akan menentukan keberhasilan usaha peternakan selain faktor genetik dan manajemen peternakan (Harfiah 2010). Hal ini disebabkan karena peranan pakan cukup besar dilihat dari biaya pakan (Suheda *et al.*, 2010). Biaya pakan merupakan biaya produksi terbesar dalam usaha peternakan karena bahan pakan yang digunakan penyusun utama ransum bagi ternak, seperti jagung dan kedelai juga dikonsumsi oleh manusia dan masih diprioritaskan untuk memenuhi kebutuhan manusia sehingga harganya mahal. Untuk menekan biaya produksi maka perlu diupayakan dengan memanfaatkan limbah dan gulma tanaman pangan sebagai bahan penyusun ransum.

Limbah pertanian memiliki potensi yang cukup besar sebagai sumber pakan (Mariyono dan Romjali, 2007). Pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan dapat mengatasi masalah biaya pakan yang cukup tinggi dalam usaha peternakan sekaligus sebagai upaya diversifikasi sumber pakan ternak. Salah satu limbah da gulma tanaman pangan yang berpotensi sebagai pakan ternak yaitu dedak padi, eceng gondok dan daun apu. Dedak padi berpotensi sebagai pakan ternak ditinjau dari kandungan nutrien yang dimilikinya seperti kandungan protein sekitar 12-13,5% dan energi metabolis sekitar 1640-1890 kkal/kg (Bidura, 2007). Selain itu, eceng gondok merupakan salah satu jenis gulma tanaman pangan yang memiliki kandungan nutrien yang cukup baik seperti energi metabolis 2096,92 kkal/kg, protein kasar 13 %, serat kasar 21,3 % (Radjiman *et al.*, 1999). Syamsuhaidi (1997) menyatakan bahwa daun apu yang tumbuh di sawah mempunyai kandungan nutrisi cukup bagus, yaitu mengandung 25,76 % protein kasar, 11,08% serat kasar, 3,17% lemak kasar, 0,94% kalsium, 0,33% fosfor tersedia, 0,94% lysin, 0,35% metion, dan kandungan energi termetabolisnya sebesar 1973,83 kkal/kg bahan.

Sebagian besar limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai makanan ternak (Djayanegara dan Sitorus, 1983). Namun, pemanfaatan limbah dan gulma sebagai pakan mempunyai faktor pembatas antara lain tingkat pencernaan yang rendah akibat tingginya kandungan serat kasar khususnya senyawa lignoselulosa dari bahan pakan asal limbah pertanian tersebut (Howard *et al.*, 2003; Saha, 2003; Chandel *et al.*, 2007). Lignoselulosa terdiri tiga polimer yaitu lignin, selulosa dan hemiselulosa (Howard *et al.*, 2003; Perez *et al.*, 2002). Degradasi secara sempurna ketiga polimer tersebut baru akan dapat menyediakan semua potensi nutrisi yang terkandung dalam bahan pakan asal limbah inkonvensional. Lignoselulosa hanya bisa didegradasi oleh mikroba tertentu, yaitu kelompok mikroba/bakteri lignoselulolitik. Di alam terdapat berbagai sumber konsorsium mikroba lignoselulolitik salah satu diantaranya adalah cacing tanah (Pathma dan Saktihivel, 2012).

Cacing tanah merupakan sumber konsorsium mikroba sinergis yang sangat potensial yang mampu mendegradasi senyawa lignoselulosa 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 (Pathma dan Saktihivel, 2012). Cacing tanah mempunyai kemampuan mendegradasi berbagai bahan organik karena dalam saluran pencernaannya mengandung berbagai konsorsium mikroba simbiosis seperti bakteri, protozoa dan mikro fungi serta berbagai enzim seperti *amilase*, *protease*, *selulase*, *lipase*, *chitinase*, dan *urease*. Mukus dalam saluran pencernaan cacing tanah mengandung berbagai nutrisi (karbohidrat, protein, bahan mineral dan bahan organik, serta berbagai asam amino) serta hormon. Mudita (“*Unpublished*”) telah berhasil mengisolasi empat bakteri lignoselulolitik, empat bakteri lignolitik, delapan bakteri selulolitik. Fujii *et al.*, (2012) menambahkan bakteri selulolitik dominan cacing tanah *Amyntus heteropoda* dan *Eisenia fetida* adalah *Burkholderia spp.*, *Enterobacter Herbaspirillum* dan *Pseudomonas*, sedangkan fungi selulolitik dominan adalah *Penicillium*, *Fusarium* dan *Staphylotrichum*. Owa *et al.* (2013) juga menunjukkan dari saluran pencernaan cacing tanah *Libyodrilus violaceus* berhasil diisolasi bakteri *Acinobacter sp.*, *Alcaligans faecalis*, *Bacillus sp.*, *B. brevis*, *B. cereus*, *B. lalerosporus*, *B. licheniform*, *Corynebacterium sp.*, *E. cloacae*, *Erwinia salicis*, *Flavobacterium sp.*, *F. aquartile*, *Kiebsiella sp.*, *Micrococcus inteus*, *M. kristinae*, *M. varians*, *Proteus rennyi*, *P. vulgaris*, dan *Pseudomonas sp.* Bakteri selulolitik dalam saluran pencernaan mempunyai peranan penting dalam proses pendegradasi selulosa yang hidup secara anaerob dalam saluran cerna. Bakteri tersebut salah satunya dapat ditemukan dalam saluran cerna cacing tanah Karena hewan tersebut memakan sisa organisme yang membusuk dalam tanah (Reanida *et al.*, 2012).

Berbagai kandungan nutrisi dan *growth promotor* serta berbagai mikroba simbiosis, pemanfaatan cacing tanah sebagai sumber inokulum konsorsium mikroba akan menghasilkan produk inokulum yang berkualitas. Perbedaan tingkat penggunaan cacing tanah sebagai sumber inokulum sudah tentu akan mempengaruhi kemampuan degradasi substrat dari inokulum yang diproduksi. Peningkatan penggunaan sumber inokulum akan meningkatkan populasi mikroba dari inokulan tersebut

(Mudita *et al.*, 2009; Dewi2015). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan populasi bakteri pada produk inokulan akan mampu meningkatkan kemampuan degradasi dari inokulan tersebut. Penelitian Mudita *et al.* (2015) mengungkapkan bahwa peningkatan populasi bakteri pada inokulan yang diproduksi menggunakan kombinasi isolat kolon sapi bali dan sampah organik mampu meningkatkan kemampuan degradasi dari inokulan tersebut. Putra *et al.* (2015) menunjukan bahwa inokulan yang diproduksi dari cacing tanah 1-4% mampu menghasilkan meningkatkan populasi bakteri dari inokulan, namun informasi mengenai kemampuan degradasi inokulan dari cacing tanah belum banyak diperoleh sehingga kegiatan penelitian untuk mengetahui kemampuan degradasi substrat lignoselulosa dari inokulan dengan berbagai tingkat penggunaan cacing tanah perlu dilaksanakan.

MATERI DAN METODE

2.1.1 Tempat Penelitian

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

2.1.2 Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) yang digunakan sebagai sumber inokulan diperoleh dari areal sekitar Stasiun Penelitian Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Badung. Sebelum dimanfaatkan sebagai sumber inokulan, cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) terlebih dahulu dicuci bersih menggunakan aquades, yang selanjutnya dibuat menjadi larutan 10% menggunakan blender yaitu tiap 1 gram cacing tanah ditambahkan 9 ml NaCl 0,9%. Larutancacingtanah yang telahtercampur hingga homogen siap dimanfaatkan sebagai sumber inokulan.

2.1.3 Medium Inokulan dan Teknik Produksinya

Medium inokulan dibuat dari kombinasi bahan alami dan kimia yang terdiri dari medium thioglicollate, molases, urea, asam tanat, CMC, xylan, tepung kedele, tepung jagung, tepung daun apu, tepung enceng gondok, tepung tapioka dan air. Medium inokulan di produksi dengan cara mencampur semua bahan medium inokulan (Tabel 2.1) hingga homogen dengan bantuan stirer/vorteks dan disterilisasi dalam autoclave selama 15 menit pada suhu 121°C. Setelah mulai dingin ($T \pm 39^{\circ}\text{C}$) medium siap dimanfaatkan untuk produksi inokulan.

2.1.4 Inokulan dan Teknik Produksinya

Inokulan diproduksi dengan menginokulasikan larutan cacing tanah 10% (*Lumbricus rubellus*) sesuai perlakuan pada medium inokulan sesuai perlakuan secara anaerob (sambil dialiri gas CO₂) (Tabel 2.2). Produksi inokulan dilakukan dengan cara mencampur medium inokulan dengan sumber inokulan (larutan cacing tanah 10%, sesuai perlakuan) (Tabel 2.2). Bakalan inokulan yang telah tercampur diinkubasi selama 7 hari pada suhu 39°C dalam kondisi anaerob (dialiri gas CO₂). Inokulan yang telah jadi atau tumbuh selanjutnya dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian.

Sarana dan prasarana penunjang

Sarana dan prasarana penunjang yang digunakan pada penelitian ini meliputi larutan NaCl 0,9%, medium pertumbuhan mikroba selektif (*thioglicollate medium*), *laminar air flow*, inkubator 39°C, mikropipet, pengaduk magnetik, autoklave, pipet otomatis, api bunsen, fortteks, jangka sorong, timbangan elektrik, lampu uv, tabung reaksi, gelas ukur, kapas, gelas baker, erlenmeyer, cawan petri, korek api, dan alat tulis

Tabel 2.1 Komposisi bahan penyusun medium inokulan (dalam 1 liter)

No	Bahan Penyusun	Komposisi
1	Thioglicollate (g)	1
2	Molases (g)	25
3	Urea (g)	1
4	Asam Tanat (g)	0,25
5	CMC (g)	0,25
6	Xylan	0,25
7	Tepung Kedele (g)	1
8	Tepung Jagung (g)	1
9	Tepung daun Apu (g)	0,5
10	Tepung enceng gondok (g)	0,5
11	Tepung Tapioka (g)	0,5
12	Mineral-vitamin “Pignox” (g)	1
13	Air	hingga volumenya menjadi 1 liter

Tabel 2.2 Komposisi inokulan penelitiandalam 1 Liter

Inokulan	Medium Inokulan (ml)	Sumber Inokulam (ml) (Larutan cacing tanah 10%)
BC 1	990	10
BC 2	980	20
BC 3	970	30
BC 4	960	40

2.2.3 Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah :

BC1 = Inokulan yang diproduksi dari 1 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (10 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan.

BC2 = Inokulan yang diproduksi dari 2 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (20 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan.

BC3= Inokulan yang diproduksi dari 3 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (30 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan.

BC4= Inokulan yang diproduksi dari 4 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (40 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan.

2.2.4 Peubah pengamatan

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah kemampuan degradasi inokulan pada substrat CMC, Asam Tanat, Xylan. Tingkat kemampuan degradasi substrat oleh inokulan didasarkan pada diameter zone bening yang dihasilkan oleh inokulan pada berbagai substrat pengamatan.

2.2.5 Evaluasi kemampuan degradasi substrat

Evaluasi kemampuan degradasi substrat dari inokulan dilakukan melalui pengukuran diameter zona bening yang dihasilkan oleh inokulan pada substrat lignoselulosa (substrat asam tanat sebagai sumber lignin, substrat CMC sebagai sumber selulosa, dan substrat Xylan sebagai sumber hemiselulosa/xylanosa). Pengukuran diameter zona bening dilakukan dengan cara menginokulasikan 15 µl inokulan pada paper disc 0,6 cm yang diletakkan pada medium pertumbuhan padat cawan petri yang mengandung 1% substrat uji dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37° C secara anaerob (dialiri gas CO₂).

2.2.6 Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam. Apabila terdapat hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$), maka analisis dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Sastrasupadi, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan degradasi inokulan cacing tanah pada substrat asam tanat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulan yang diproduksi dengan cacing tanah 0,1% (BC1), 0,2% (BC2), 0,3% (BC3), dan 0,4% (BC4) mampu mendegradasi lignin (asam tanat) dengan menghasilkan luas zona bening masing-masing sebesar 0,813-0,977 cm. Inokulan BC4 mampu menghasilkan kemampuan substrat lignin yang tertinggi (0,977 cm) dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan BC1. Inokulan yang diproduksi menggunakan 0,2% dan 0,3% cacing tanah (BC2 dan BC3) juga mampu menghasilkan diameter zona bening yang lebih tinggi masing-masing 10,25%, dan 13,52% dibandingkan dengan BC1 (0,813 cm) namun secara statistik berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) (Tabel 3.1). Kemampuan degradasi substrat oleh mikroba khususnya bakteri sangat ditentukan oleh populasi mikroba, produksi dan aktivitas enzim yang dihasilkan (Peres *et al.*, 2002; Howard *et al.*, 2003). Lebih lanjut Peres *et al.* (2002) mengungkapkan secara umum peningkatan populasi mikroba akan dibarengi dengan peningkatan kemampuan degradasi substrat sebagai respon dari peningkatan produksi enzim dan/atau aktivitas enzim yang dihasilkan. Kondisi yang sama ditunjukkan pada penelitian ini dimana peningkatan penggunaan cacing tanah yang menghasilkan peningkatan populasi bakteri lignolitik telah mengakibatkan terjadinya peningkatan kemampuan degradasi lignin (asam tanat) dari inokulan BC4. Hasil analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Udayana

menunjukkan jumlah bakteri lignolitik pada inokulan BC1, BC2, BC3, dan BC4 mengalami *trend* peningkatan yang cukup baik. Populasi bakteri lignolitik yang paling tinggi terdapat pada inokulan BC4 yaitu $10,93 \times 10^4$ sel/ml. Hasil penelitian ini sejalan dengan Dewi (2015) yang menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan level cairan rumen dan rayap mampu meningkatkan populasi mikroba, kemampuan degradasi dan aktivitas enzim yang dihasilkan.

Tabel 3.1 Hasil uji kemampuan degradasi substrat (diameter zone bening yg terbentuk) pada Asam Tanat, CMC, dan Xylan

No	Perlakuan – Inokulan ¹	Diameter Zone Bening (paper disc 0,6 cm)		
		As. Tanat	CMC	Xylan
1	BC1	0,813a	1,187a	1,233a
2	BC2	0,892ab	1,190a	1,247a
3	BC3	0,923ab	1,193a	1,250a
4	BC4	0,977b	1,277a	1,740b
	SEM³	0,0260	0,0502	0,0939

Keterangan:

1) Perlakuan yang diberikan (Jenis inokulan yang diproduksi)

BC1 = Inokulan yang diproduksi dari 1 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (10 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan.

BC2 = Inokulan yang diproduksi dari 2 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (20 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan.

BC3 = Inokulan yang diproduksi dari 3 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (30 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan.

BC4 = Inokulan yang diproduksi dari 4 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (40 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan.

2) Huruf yang sama pada kolom sama, berbeda tidak nyata ($P > 0,05$)

3) SEM = Standard Error of The Treatment Mean

Enzim *lignase* adalah enzim yang dapat mendegradasi komponen lignin yang terdapat pada tanaman. Degradasi lignin dari kompleks lignoselulolitik merupakan respon dari aktivitas tiga (3) kelompok utama enzim ekstraseluler yaitu *lignin-peroksidase/Li-P*, *mangan-peroksidase/Mn-P*, dan *lakase/Lac* (Perez *et al.*, 2002). Enzim *Li-P* bertugas mengkatalis oksidasi sebuah elektron dari cincin aromatik lignin dan akhirnya membentuk kation-kation radikal (Crawford, 1981). Senyawa radikal ini secara spontan atau bertahap melepaskan ikatan antarmolekul dan beberapa diantaranya melepaskan inti pada cincin aromatik. Enzim *Mn-P* mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{3+} dan H_2O_2 sebagai katalis untuk menghasilkan gugus peroksida (Camarero *et al.*, 1994). Mn^{3+} yang dihasilkan dapat berdifusi ke dalam substrat dan mengaktifkan proses oksidasi. Proses ini diakhiri dengan bergabungnya O_2 ke dalam struktur lignin (De Jong *et al.*, 1994). Kemampuan degradasi bakteri lignolitik pada substrat asam tanat dapat dilihat dari zona bening yang mampu dihasilkan, semakin besar diameter zona bening yang dihasilkan maka ini menunjukkan semakin tinggi kerja enzim *lignase* yang

dihasilkan oleh bakteri lignolitik yang mampu mendegradasi komponen lignin pada inokulan. BC4 yang diproduksi dengan 4 mg cacing tanah menunjukkan kemampuan degradasi terhadap komponen lignin yang paling baik.

Kemampuan degradasi inokulan cacing tanah pada substrat CMC

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulan yang diproduksi dengan cacing tanah 0,1% (BC1), 0,2% (BC2), 0,3% (BC3), dan 0,4% (BC4) mampu mendegradasi CMC dengan menghasilkan diameter zona bening sebesar 1,187-1,277 cm. Inokulan yang diproduksi menggunakan 0,2%, 0,3% dan 0,4% cacing tanah (BC2, BC3 dan BC4) juga mampu menghasilkan diameter zona bening yang lebih tinggi masing-masing 0,28%, 0,56% dan 7,58% dibandingkan dengan BC1 (1,187 cm) namun secara statistik berbeda tidak nyata ($P>0,05$) (Tabel 3.1), Hal ini kemungkinan disebabkan karena populasi bakteri selulolitik yang ada pada keempat inokulan tersebut relatif sama (Tabel 2.4). Adanya populasi selulolitik yang relatif sama umumnya akan dibarengi produksi dan aktivitas yang relatif sama sehingga kemampuan degradasi substrat yang dihasilkan relatif sama. Perez *et al.* (2002) dan Howard *et al.* (2003) mengungkapkan kemampuan degradasi dari suatu mikroba akan sejalan dengan populasi mikroba, produksi enzim dan aktivitas enzim yang dihasilkan.

Hasil penelitian ini tampak bahwa peningkatan penggunaan cacing tanah tidak dibarengi dengan adanya peningkatan secara signifikan populasi bakteri selulolitik (Tabel 2.4). Hal ini kemungkinan besar disebabkan karena populasi bakteri selulolitik yang sudah banyak terdapat di saluran pencernaan cacing tanah sehingga peningkatan tingkat penggunaan cacing tanah pada inokulan yang diproduksi tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah bakteri selolitik pada inokulan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Susanti (2007) juga menyimpulkan bahwa dalam saluran pencernaan cacing tanah (*Lumbricus terrestris*) terdapat bakteri selulolitik. Lambung dan usus pada cacing tanah mensekret enzim-enzim seperti *protease*, *lipase*, *amilase*, *sellulase*, dan *kitinase*.

Pada penelitian ini diketahui diameter zona bening yang didapat pada inokulan dengan peningkatan penggunaan cacing tanah secara kuantitatif mampu meningkatkan kemampuan degradasi substrat CMC (sumber selulosa) dari inokulan yang diproduksi sebesar 0,28% (BC2); 0,56% (BC3); 7,58% (BC4) dibandingkan dengan BC1 yang mempunyai diameter zone bening sebesar 1,187 cm. Peningkatan tertinggi jumlah mikroba selulolitik dan total fungi terjadi pada inokulan yang diproduksi pada penambahan 4 mg cacing tanah (BC4). Menurut Meningkatnya populasi bakteri selulolitik pada umumnya akan dibarengi dengan terjadinya peningkatan degradasi selulosa yang dirombak menjadi

oligosakarida dan glukosa Allen (2002). Pada penelitian ini kemampuan degradasi yang dihasilkan pada substrat CMC secara kuantitatif paling tinggi dihasilkan pada inokulan BC4 yang memiliki populasi bakteri selulolitik paling tinggi yaitu sebesar $1,76 \times 10^8$ sel/ml (Tabel 2.4). Adanya populasi bakteri selulolitik yang tinggi akan meningkatkan produksi enzim *selulase* yang akan mendegradasi senyawa selulosa (Peres *et al.*, 2002). Perombakan selulosa menjadi oligosakarida dan glukosa oleh kompleks enzim *selulase* yang dihasilkan oleh bakteri selulolitik biasanya merupakan campuran dari beberapa enzim, sedikitnya ada tiga kelompok enzim yang terlibat dalam proses hidrolisis selulosa, yaitu *endoglukanase* (*endo- β -1,4 glukukanase*) yang bekerja pada wilayah serat selulosa yang mempunyai kristalinitas rendah untuk memecah selulosa, secara acak dan membentuk ujung rantai yang bebas, *eksoglukanase* (*ekso- β -1,4 glukukanase*) atau selobiohidrolase yang mendegradasi lebih lanjut molekul tersebut dengan memindahkan unit-unit selobiosa dari ujung-ujung rantai individu selulosa (ujung pereduksi dan non-pereduksi) sehingga menghasilkan disakarida dan tetrasakarida (misal selobiosa), dan *β -1,4 glukosidase* atau selobiase yang menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa (Cheng & Timilsina, 2011).

Dihasilkannya kemampuan degradasi substrat CMC yang secara kuantitatif tertinggi pada inokulan BC4 juga disebabkan oleh adanya aktivitas enzim selulase dari inokulan BC4 yang memiliki nilai tertinggi (Lampiran 1). Adanya aktivitas enzim yang tinggi serta didukung populasi bakteri yang tinggi yang umumnya akan memproduksi enzim yang tinggi pula sudah tentu akan meningkatkan kemampuan degradasi substrat yang dihasilkan. Apalagi populasi mikroba yang ada mempunyai aktivitas yang sinergis sehingga peningkatan jumlah/level secara kuantitatif akan sejalan dengan peningkatan kemampuan degradasi substrat yang dihasilkan.

Kemampuan degradasi inokulan cacing tanah pada substrat xylan

Terhadap degradasi xylan, hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulan yang diproduksi dengan cacing tanah 0,1% (BC1), 0,2% (BC2), 0,3% (BC3), dan 0,4% (BC4) mampu mendegradasi xylan dengan menghasilkan diameter zona bening sebesar 1,233 cm-1,740 cm. Inokulan BC4 mampu menghasilkan kemampuan substrat lignin yang tertinggi (1,740 cm) dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan BC1. Inokulan yang diproduksi menggunakan 0,2% dan 0,3% cacing tanah (BC2 dan BC3) juga mampu menghasilkan diameter zona bening yang lebih tinggi masing-masing 30%, dan 52,38% dibandingkan dengan BC1 (1,233 cm) namun secara statistik berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) (Tabel 3.1). Hal ini diduga disebabkan karena peningkatan penggunaan level cacing tanah dalam inokulan

mampu meningkatkan secara nyata populasi mikroba khususnya bakteri hemiselulolitik menjadi sebesar $4,53 \times 10^8$ sel/ml- $10,53 \times 10^8$ sel/ml (Tabel 2.4). Peningkatan populasi bakteri hemiselulolitik yang merupakan kelompok bakteri pendegradasi hemiselulosa sudah tentu akan meningkatkan kemampuan degradasi hemiselulosa dari inokulan yang dihasilkan. Pada penelitian ini diameter zona bening yang dihasilkan dari inokulan yang diproduksi dengan peningkatan tingkat penggunaan cacing tanah pada substrat xylan pada BC2, BC3 dan BC4 masing-masing sebesar 1,247 cm, 1,250 cm, 1,740 cm dibandingkan BC1 (1,233 cm). Semakin besar diameter zona bening yang dihasilkan menunjukkan semakin besar juga kemampuan degradasi dari inokulan. Kemampuan degradasi dari inokulan sangat dipengaruhi oleh produksi enzim dan aktivitas enzim (Peres *et al.* 2002). Peningkatan populasi bakteri umumnya akan mampu meningkatkan aktivitas enzim yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Kusumajaya (“*Unpublished*”) yang menyatakan bahwa pada inkubasi selama 1 jam, inokulan BC4 memiliki aktivitas enzim *hemiselulase* paling tinggi yaitu 14,643 U.

Hemiselulosa mengalami biodegradasi menjadi monomer gula dan asam asetat dengan bantuan enzim *hemiselulase* (Perez *et al.*, 2002). Komponen utama dari fraksi hemiselulosa adalah xilan dan mannan. Xilan merupakan karbohidrat utama penyusun hemiselulosa dan *xylanase* merupakan *hemiselulase* utama yang menghidrolisis ikatan β -1,4 rantai xilan. (Perez *et al.*, 2002). Degradasi sempurna dari xilan membutuhkan enzim yang bekerja secara sinergis, seperti *endo-1,4- β -xilosidase*, *α -glukuronidase*, *α -L-arabinofuranosidase*, *asetil, furooil, p-kumaril-esterase* (Coughlan and Hazlewood, 1993).

Inokulan yang diproduksi dengan 4 mg cacing tanah (BC4) mempunyai kemampuan menghasilkan diameter zona bening yang paling tinggi, semakin luas diameter zona bening yang dihasilkan menunjukkan kemampuan degradasi yang semakin baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa inokulan yang diproduksi menggunakan cacing tanah mampu mendegradasi substrat lignoselulosa dengan baik. Peningkatan penggunaan cacing tanah sampai 0,4% mampu meningkatkan degradasi substrat lignin (Asam Tanat) dan substrat xylan (Hemiselulosa) dari inokulan yang diproduksi

Saran

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai inokulan yang diproduksi dengan cacing tanah dengan peningkatan penggunaan yang lebih tinggi, sehingga bisa diperoleh kemampuan degradasi yang lebih baik lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Rektor Universitas Udayana bapak Prof. Dr. dr. Ketut Suastika, Sp. PD-KEMD dan Dekan Fakultas Peternakan Universitas Udayana bapak Dr. Ir. Ida Bagus Gaga Partama, MS atas pelayanan administrasi dan fasilitas pendidikan yang diberikan kepada penulis selama menjalani perkuliahan. Seluruh dosen dan staff pegawai yang sudah mengajar dan membantu penulis dalam perkuliahan. Rekan-rekan penelitian saya atas kerjasamanya sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar dan dapat diselesaikan dengan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, MS. 2002. Physical Constraints on Voluntary Intake of Forages by Ruminants. *Journal of American Science* 74 (12) : 3063-3075.
- Anonim. 2015. Hasil Analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar.
- Bidura, I G. N. G. 2007. Limbah Pakan Ternak Alternatif dan Aplikasi Teknologi. Buku Ajar. Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar.
- Bidura, I G.N.G. 2007. Aplikasi Produk Bioteknologi Pakan Ternak. Buku Ajar. Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar
- Camarero, S., B. Bockle, M. J. Martinez. 1994. Lignin degradation enzymes of the commercial button mushroom. *Agaricus pulmonarius*. *Appl. Environ. Microbiol.* 62:1070-1072.
- Chandel, A.K., Kapoor, R.K., Singh, A. & Kuhad, R.C. 2007. Detoxification of sugarcane bagasse hydrolysate improves ethanol production by *Candida shehatae* NCIM 3501. *Bioresource Technol.*, Vol. 98, pp. 1947–1950.
- Cheng, J. J., & Timilsina, G. R. (2011). Status and barriers of advanced biofuel technologies: A review. *Renewable Energy*, 36, 3541-3549.
- Coughlan, M.P., and G.P. Hazlewood. 1993. Hemicellulose and Hemicellulases. London; Portland Pr.
- 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 Alcohol in The Physiology of Lignolytic Fungi. *FEMS Microbiol. Reviews.* 13: 153-188
- Dewi P.L. 2015. Populasi Mikroba Inokulan yang Diproduksi dari Limbah Cairan Rumen Sapi Bali dan Rayap. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Udayana.

- Djajanegara, A. dan P. Sitorus. 1983. Problematika pemanfaatan limbah pertanian untuk makanan ternak. *Journal Litbang II* : 73
- Fujii, K., K. Ikeda, S. Yoshida. 2012. Isolation and Characterization of Aerobic Microorganisms with Cellulolytic Activity in The Gut of Endogeic Earthworms. *International Microbiology* 15; 121-130. Available from: <http://www.im.microbios.org> (diakses 11/12/ 2014).
- Harfiah, 2010. Optimalisasi Pakan Berserat Tinggi Melalui Sistem Perenggangan Ikatan Lignoselulosa Dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Pertanian Sebagai Pakan Ruminansia. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Howard R.L.1*, Abotsi E., Jansen van Rensburg E.L.1 and Howard S. 2003. Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production. *African Journal of Biotechnology* Vol. 2 (12)
- Mariyono dan E. Romjali. 2007. Petunjuk Teknis Teknologi Inovasi Pakan Murah untuk Usaha Pembibitan Sapi Potong. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan .Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- 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, Universitas Udayana, Denpasar.
- Owa, S. O., Olowoparija, S. B., Aladesida, A., and dedeke, G. A. 2013. Enteric Bacteria and Fungi of The Eudrilid Earthworm *Libyodrilus violaceus*. *African Journal of Agricultural Research*. Vol 8 (17); 1760-1766. 9 May 2013. Available from: <http://www.academicjournals.org/AJAR> (diakses 16/10/2014)
- 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
- Putra, I K. P. 2015. Kandungan Nutrien Dan Populasi Mikroba Inokulan Yang Diproduksi Dari Level Cacing Tanah (*Lumbricus Rubellus*) Berbeda. Skripsi Fakultas Peternakan, Universitas Udayana.
- Radjiman, D. A., T. Sutardi, dan L. E. Aboenawan. 1999. Efek Substitusi Rumput Gadjah dengan Eceng Gondok dalam Ransum Domba terhadap Kinerja proses Nutrisi dan Pertumbuhan. Laporan Penelitian, fakultas peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Reanida, P, Supriyanto, dan Salamun. 2012. Eksplorasi Bakteri Selulolitik Dari aTanah Mangrove Wonorejo Surabaya. *Jurnal Untan*. Sumber jurnal.untan.ac.id diakses 14 September 2013
- Saha, B.C. (2003) Hemicellulose bioconversion. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, Vol. 30, pp. 279–291.
- Sastrosupadi, A., 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Penerbit Kanisus. Yogyakarta.

- Suheda, N. 2010. Peningkatan Kualitas Bahan Nabati (Dedak Padi dan Dedak Polar) Melalui Proses Fermentasi (*Rhizopus oligosporus*) dan Penggunaannya Dalam Pakan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar. Bogor
- Susanti. 2007. Deteksi Bakteri Selulolitik dari Usus dan Kascing Cacing Tanah (*Lumbricus terrestris*). Pasca Sarjana Farmasi Unviersitas Ahmad Dahlan
- Syamsuhaidi. 1997. Penggunaan Duckweed (Family Lemnaceae) sebagai Pakan Serat Sumber Protein dalam Ransum Ayam Pedaging. Program Pascasarjana, IPB, Bogor.