

PENGARUH MIKROMINERAL DAN FENILPROPIONAT TERHADAP PERFORMANS BAKTERI SELULOLITIK COCCI DAN BATANG DALAM MENCERNA SERAT HIJAUAN PAKAN

AMLIUS THALIB, B. HARYANTO, S. KOMPIANG, I.W. MATHIUS, dan A. AINI

Balai Penelitian Ternak
P.O. Box 221, Bogor 16002, Indonesia

(Diterima dewan redaksi 3 Nopember 1999)

ABSTRACT

THALIB, A., B. HARYANTO, S. KOMPIANG, I.W. MATHIUS, and A. AINI. 1999. Effect of micromineral and phenylpropionic acid on performances of coccus and rod-shaped cellulolytic bacteria degrading fibre of forage. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 5 (2):

Performances of coccus and rod-shaped cellulolytic bacteria as inoculum for fermentation of fibrous substrate treated with growth or stimulator factors have been conducted by *in vitro*. The bacteria were firstly separated and purified based on their morphological shape and followed by identification of their gram type. The treatments as follow : control, Cu (1,0 ppm), Zn (6,0 ppm), Se (0,02 ppm), Fe (16 ppm), Co (0,02 ppm), Mn (4,0 ppm), Mo (0,002 ppm), and phenylpropionic acid (PPA) (30 ppm). These factors were added into fermentation media individually (F.P/S) and as mixture (Mix F.P/S). Substrates used were cellulose and rice straw. Measurements were bacterial digestion of drymatter (DMD), bacterial count, volatile fatty acids (VFA) and NH₃-N contents. Gram test showed that inoculum cellulolytic cocci and rods are gram-positive and gram-negative consecutively. The results of treatments showed that Cu, Zn, Co, Mo and PPA improve digestibility of cellulose and rice straw substrates by cellulolytic cocci significantly ($p < 0.05$), and beside Mn, these factors increased the total count of cellulolytic cocci in fermentation medium significantly ($p < 0.05$). The growth or stimulator factors increasing digestibility values of the substrates by cellulolytic rods significantly ($p < 0.05$) were Cu, Zn, Se, Fe, Co, Mn and Mo (except Mn for rice straw substrate). Only 4 elements of the growth and stimulator factors increasing the total count of cellulolytic rods during fermentation of cellulose and rice straw substrates significantly ($p < 0.05$) that is Zn, Co, Mn and Mo. Digestibility of cellulose by cocci is higher than by rods (34.65% vs 29.87%), however, the digestibility of rice straw by both bacteria did not show difference. Digestibility of both cellulose and rice straw substrates was improved by cocci and rods combination and improved further when treated with Mix F.P/S. Parameters of fermentation media ecosystem measured (i.e. total count of bacteria, VFA and NH₃-N) were generally changed to be better when treated with Mix F.P/S. It is concluded that performances of *cocci* and *rods* in digesting fibrous substrate are different, and growth or stimulator factors improved the activities of both group of bacteria significantly.

Key words : Cellulolytic cocci, cellulolytic rods, growth and stimulator factors, bacterial digestion

ABSTRAK

THALIB, A., B. HARYANTO, S. KOMPIANG, I.W. MATHIUS, and A. AINI. 1999. Pengaruh mikromineral dan asam fenilpropionat terhadap performans bakteri selulolitik cocci dan batang dalam mencerna serat hijauan pakan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 5 (2):

Performans bakteri selulolitik dan batang sebagai inokulum dalam fermentasi substrat berserat yang diberi perlakuan faktor pertumbuhan/stimulator telah dilakukan secara *in vitro*. Bakteri yang digunakan terlebih dahulu dipisahkan dan dimurnikan antara bentuk coccus dan batang, dan selanjutnya diuji terhadap reaksi Gram. Perlakuan yang diberikan adalah : kontrol, Cu (1,0 ppm), Zn (6,0 ppm), Se (0,02 ppm), Fe (16 ppm), Co (0,02 ppm), Mn (4,0 ppm), Mo (0,002 ppm), dan PPA (30 ppm). Faktor pertumbuhan/stimulator ini diberikan secara tunggal (F.P/S) dan campuran (Mix F.P/S). Substrat yang digunakan adalah serbuk selulosa dan jerami padi. Parameter yang diukur adalah kecernaan bakterial bahan kering substrat (DMD), populasi bakteri, kandungan asam lemak volatil (VFA) dan N-NH₃. Uji Gram terhadap sediaan inokulum selulolitik cocci dan batang berturut-turut memperlihatkan Gram-positip dan Gram-negatip. Hasil perlakuan memperlihatkan bahwa Cu, Zn, Co, Mo dan PPA meningkatkan daya cerna selulolitik cocci terhadap substrat selulosa dan jerami padi secara nyata ($p < 0,05$), dan disamping Mn, kelima faktor ini juga meningkatkan populasi selulolitik cocci dalam media fermentasi secara nyata ($p < 0,05$). Faktor pertumbuhan/stimulator yang meningkatkan daya cerna selulolitik batang terhadap substrat selulosa secara nyata ($p < 0,05$) adalah Cu, Zn, Se, Fe, Co, Mn dan Mo dan terhadap substrat jerami padi juga oleh semua faktor ini kecuali Mn. Hanya 4 unsur dari faktor pertumbuhan/stimulator yang meningkatkan populasi selulolitik batang selama fermentasi substrat selulosa maupun jerami padi secara nyata ($p < 0,05$) yakni Zn, Co, Mn dan Mo. Daya cerna selulolitik cocci terhadap substrat selulosa lebih tinggi daripada batang (34,65% vs 29,87%) tapi tidak memperlihatkan perbedaan dalam mencerna substrat jerami padi. Kecernaan

substrat selulosa dan jerami padi meningkat akibat pengaruh perlakuan kombinasi cocci dan batang, dan meningkat lebih baik lagi bila diikuti dengan perlakuan Mix F.P/S. Parameter ekosistem media fermentasi yang diukur (yaitu total bakteri, VFA dan N-NH₃), secara umum, berubah menjadi lebih baik bila diberi perlakuan Mix F.P/S. Disimpulkan dari hasil percobaan ini bahwa terdapat perbedaan performans aktivitas antara selulolitik cocci dan batang dalam mencerna serat, dan faktor pertumbuhan/stimulator dapat meningkatkan performans aktivitas masing-masing kelompok bakteri ini secara nyata.

Kata kunci : Selulolitik cocci, selulolitik batang, faktor pertumbuhan/stimulator, pencernaan bakterial

PENDAHULUAN

Peranan bakteri selulolitik sangat penting dalam proses pencernaan ruminal serat pakan hijauan. Secara morfologis, bakteri selulolitik terpenting dan lazim dijumpai dalam rumen terbagi kedalam bentuk coccus (*Ruminococcus flavefaciens* dan *R. albus*) dan bentuk batang (*Bacteroides succinogenes*, *Butyrivibrio fibrisolvens* dan *Clostridium lochheadii*), sedangkan tipe dinding sel dari masing-masing kelompok morfologis ini berturut-turut adalah Gram-positif dan Gram-negatif (HUNGATE, 1966; OGIMOTO and IMAI, 1981). Disamping sebagai pencerna selulosa, *R. flavefaciens*, *R. albus* dan *B. fibrisolvens* juga sebagai pencerna hemiselulosa (HUNGATE, 1966). *B. fibrisolvens* bahkan lebih dikenal sebagai pencerna hemiselulosa (STEWART, 1988).

Kebanyakan bakteri selulolitik yang berbentuk coccus memperlihatkan tipe struktur dinding sel Gram-positif dan yang berbentuk batang memperlihatkan tipe struktur sel Gram-negatif (OGIMOTO dan IMAI, 1981). Struktur dinding sel bakteri berperan penting terhadap integritas selular, bentuk dan stabilitas fisiologis. Sel Gram-positif memiliki dinding tebal yang terdiri dari suatu jaringan multilayer peptidoglikan (sekitar 30-70% dari bobot total dinding sel) yang terikat oleh membran bagian dalam. Sedangkan sel Gram-negatif memiliki dinding relatif tipis dari peptidoglikan yang tersisip diantara dua membran (<10% dari bobot total dinding sel). Membran bagian luar terdiri dari lipopolisakarida dan lipoprotein. Membran bagian dalam dari kedua tipe Gram mempunyai tipikal struktur dua lapis lemak/protein dari membran sitoplasmik (LING, 1990). Perbedaan morfologis dan tipe struktur dinding sel diasumsikan akan memperlihatkan perbedaan karakteristik aktifitas bakteri dalam mencerna serat kasar. Bakteri Gram-negatif umumnya merupakan populasi terpadat didalam rumen terutama bila hewan semangnya hanya diberi pakan hijauan dan komposisi populasi bakteri Gram-positif akan meningkat bila pakan hewan semangnya disuplementasi dengan konsentrat (LING, 1990). Degradasi dinding sel tanaman oleh bakteri diawali dengan tahap penempelan pada permukaan partikel substrat. *B. succinogenes* melekat lebih

kuat daripada bakteri *Ruminococci* pada permukaan partikel substrat (JOUANY, 1991).

Mineral, vitamin dan faktor pertumbuhan lainnya biasanya digunakan untuk mensintesa sel dari substans sederhana (CULLISON, 1979). Beberapa mikro mineral termasuk Fe, Mn, Cu, Mo, Zn, Se dan I sangat penting dalam nutrisi ruminan. Mikroorganisme rumen mengandung sebagian besar dari unsur-unsur mikromineral ini (HUNGATE, 1966., CULLISON, 1979). Peningkatan aktivitas ruminal dalam mencerna substrat bila ditambahkan Fe, Co, Mn dan Zn menunjukkan bahwa mineral-mineral ini memainkan suatu peranan dalam metabolisme pencernaan substrat oleh mikroba (HUNGATE, 1966). Pemberian asam fenilpropionat (PPA) dalam media biakan dilaporkan (HUNGATE and STACK, 1982) dapat memacu pertumbuhan *Ruminococcus albus* serta aktivitasnya dalam mendegradasi substrat selulosa. Pengaruh PPA terhadap jumlah dan aktivitas bakteri dalam mendegradasi substrat jerami padi juga telah dilaporkan oleh THALIB dan WIDIAWATI (1995). Peningkatan aktivitas bakteri selulolitik cocci dan batang didalam mendegradasi dengan perlakuan pemberian faktor pertumbuhan/stimulator (Cu, Zn, Se, Fe, Co, Mn, Mo dan PPA) merupakan bagian utama yang dilakukan dalam penelitian ini.

MATERI DAN METODE

Bakteri yang digunakan adalah isolat bakteri selulolitik yang berasal dari rumen kerbau. Pemisahan dan pemurnian antara bentuk coccus dan batang dilakukan berdasarkan pengamatan morfologik secara mikroskopik dengan "Olympus Biological Microscope CH₂ Series, no. 5L0149 yang dilengkapi dengan Automatic Exposure Photomicrograph type PM-10AK3". Tipe dinding sel dari isolat bakteri yang telah murni secara morfologis diuji menurut prosedur LAY (1994). Selanjutnya dilakukan perbanyakan untuk disiapkan sebagai sediaan inokulum. Prosedur perbanyakan mencakup penanaman isolat murni dari bentuk coccus/ batang, pengenceran dan pembiakan pada suhu inkubasi 39° C (Diagram 1.).

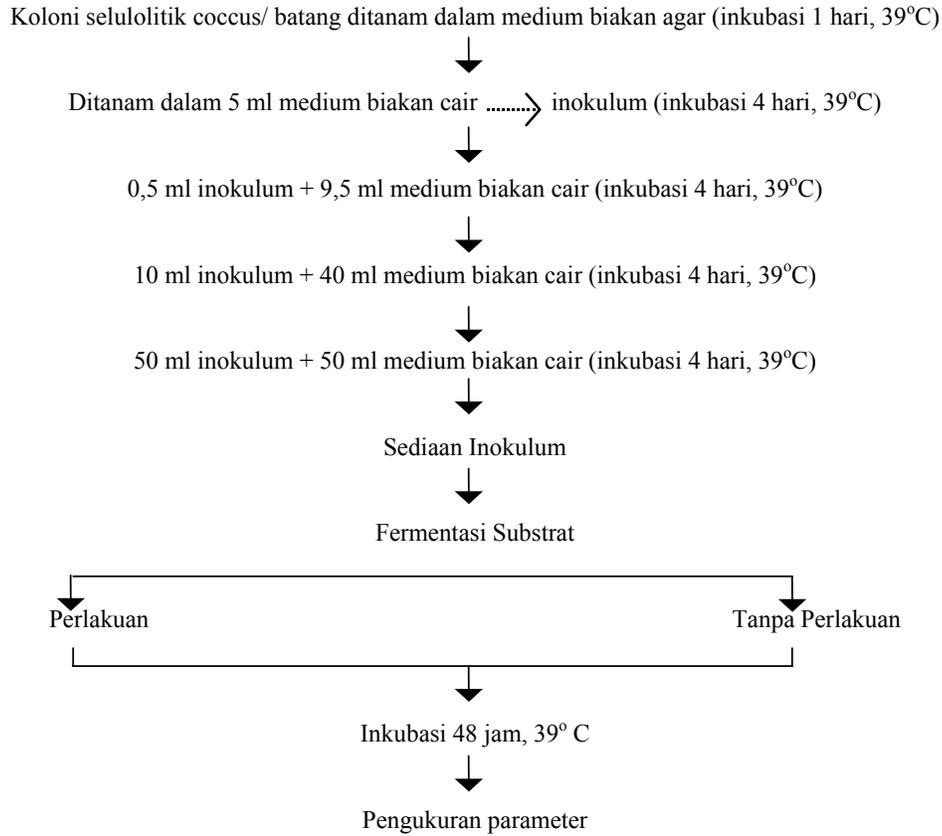


Diagram 1. Penyiapan sediaan inokulum bakteri selulolitik coccus/batang

Hasil pembiakan dalam bentuk sediaan bakteri siap diuji sebagai inokulum pada proses fermentasi substrat dengan ataupun tanpa perlakuan mikromineral dan phenylpropionic acid (PPA). Medium biakan disiapkan berdasarkan medium RGCA (OGIMOTO and IMAI, 1981) yang dimodifikasi dengan penambahan *Bactocasitone*, *Yeast extract* dan *starch soluble*. Penyiapan larutan pengencer (atau disebut medium biakan cair) sama dengan larutan medium biakan tapi tanpa agar Bacto). Fermentasi substrat dilakukan menurut prosedur THEODOROU dan BROOKS (1990) dengan waktu inkubasi 48 jam. Prosedur mencakup inkubasi substrat dengan pemberian inokulum sebanyak 10 ml kedalam medium fermentasi pada pH 6,9 dan suhu 39° C. Komposisi medium terdiri atas 86 bagian volume larutan basal (mengandung bufer, makromineral dan mikromineral), dan 4 bagian volume larutan pereduksi. Substrat yang digunakan adalah serbuk: selulosa dan jerami padi. Dosis mikromineral dalam medium fermentasi pada prinsipnya didasarkan pada ketentuan CULLISON (1979) dan dosis PPA didasarkan hasil penelitian sebelumnya (THALIB dan WIDIWATI, 1995).

Perlakuan fermentasi substrat yang dirancang adalah sebagai berikut:

- I. Fermentasi substrat oleh inokulum cocci atau batang :
 - Kontrol, tanpa pemberian mikromineral atau PPA (K)
 - K + Cu (1,0 ppm), yang berasal dari $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 - K + Zn (6,0 ppm), yang berasal dari $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 - K + Se (0,02 ppm), yang berasal dari Na_2SeO_3
 - K + Fe (16 ppm), yang berasal dari $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
 - K + Co (0,02 ppm), yang berasal dari $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 - K + Mn (4,0 ppm), yang berasal dari $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 - K + Mo (0,002 ppm), yang berasal dari $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 - K + PPA (30 ppm), sebagai senyawa 3-phenylpropionic acid.
- II. Fermentasi substrat oleh kombinasi inokulum cocci dan batang :
 - Cocci (C)
 - Batang (B)
 - B + C
 - B + C + Mix F.P/S

(Mix F.P/S = Campuran dari semua faktor pertumbuhan/stimulator yang digunakan pada perlakuan I).

Parameter yang diukur adalah degradasi bakterial bahan kering substrat; populasi bakteri (menurut prosedur OGIMOTO dan IMAI, 1981 untuk perlakuan I dan II. Untuk perlakuan II dilanjutkan dengan pengukuran kandungan N-NH₃ hasil degradasi substrat (dengan metode cawan Conway); dan asam lemak Volatil (VFA) dengan kromatografi cair gas (Gas Chromatograph, Hewlett Packard, seri S890).

Perbedaan rata-rata antar perlakuan diuji berdasarkan uji beda nyata terkecil (STEEL and TORRIE, 1980), dengan 5 ulangan setiap perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemisahan dan reaksi pewarnaan

Fotografi hasil pemisahan morfologikal antara bakteri selulolitik coccus dan batang diperlihatkan pada Gambar 1 dan 2. Pemisahan antar species bakteri dalam masing-masing kelompok (cocci maupun batang) tidak dilakukan. Dengan demikian isolat bakteri hasil pemisahan secara morfologis yang selanjutnya dikembangkan biakan dalam produk berupa sediaan inokulum (Diagram 1.), diasumsikan merupakan campuran dari beberapa species bakteri. Pewarnaan dengan larutan kristal violet pada uji tipe dinding sel bakteri memperlihatkan bahwa isolat-isolat selulolitik cocci dan produknya (berupa sediaan inokulum) tetap berwarna violet pada tahap akhir pewarnaan, sedangkan isolat-isolat selulolitik batang dan produknya (berupa sediaan inokulum) mengalami perubahan warna yakni menjadi warna merah pada tahap akhir pewarnaan. Dengan demikian disimpulkan bahwa tipe dinding sel bakteri yang terkandung dalam sediaan inokulum selulolitik cocci adalah Gram-positif dan dalam sediaan inokulum selulolitik batang adalah Gram-negatif.

Gambar 1. Morfologi bakteri dari inokulum selulolitik cocci

Gambar 2. Morfologi bakteri dari inokulum selulolitik batang

Menurut klasifikasi bakteri rumen oleh OGIMOTO dan IMAI (1981), yang tergolong selulolitik cocci Gram-positif adalah *Ruminococcus flavefaciens* dan *R. albus*, dan yang tergolong selulolitik batang Gram-negatif adalah *Bacteroides succinogenes*, *Butyrivibrio fibrisolvens* dan *Clostridium sp.*

Degradasi substrat dan populasi bakteri

Jerami padi digunakan sebagai substrat yang mewakili bahan pakan hijau berserat tinggi. Komponen utama serat jerami padi adalah selulosa dengan kandungan 30 hingga 50%, kemudian diikuti hemiselulosa dengan kadar lebih kurang separuh dari selulosa (6-28%) dan lignin 4 hingga 10%. (DOYLE *et al.*, 1986).

Degradasi bahan kering substrat oleh bakteri dan peningkatannya oleh perlakuan pemberian mikromineral dan PPA diperlihatkan pada Tabel 1.

Daya mencerna selulolitik cocci terhadap substrat selulosa lebih tinggi daripada selulolitik batang ($P < 0,01$), dan antara kedua inokulum ini tidak memperlihatkan perbedaan daya mencerna terhadap substrat jerami padi (Tabel 1 dan Gambar 3). Perbedaan yang sangat nyata ini mengindikasikan bahwa komposisi inokulum selulolitik cocci memiliki aktivitas mencerna selulosa yang lebih tinggi daripada inokulum selulolitik batang. Sebaliknya kecernaan substrat jerami padi yang tidak menunjukkan perbedaan antara oleh inokulum selulolitik cocci dan batang, mungkin sehubungan dengan adanya kandungan hemiselulosa dan fraksi selulosa yang berupa kristalin. *Butyrivibrio fibrisolvens* dikenal sebagai pencerna hemiselulosa yang baik (STEWART, 1988) dan *Bacteroides succinogenes* dilaporkan dapat mencerna selulosa kristalin (DINSDALE *et al.*, 1978).

Tabel 1. Degradasi bahan kering substrat oleh selulolitik cocci dan batang setelah 48 jam inkubasi

Perlakuan nutrien	Degradasi oleh Inokulum cocci (%)		Degradasi oleh Inokulum batang (%)	
	Selulosa	Jerami padi	Selulosa	Jerami padi
Kontrol (K)	33,90 ^c	26,72 ^a	29,22 ^b	25,48 ^a
K + Cu	42,38**	29,39*	33,02*	28,03*
K + Zn	39,32*	32,06**	37,40**	28,54*
K + Se	35,26	25,85	33,31*	28,16*
K + Fe	34,98	25,65	38,57**	29,81*
K + Co	43,05**	29,93*	33,60*	29,05*
K + Mn	34,58	25,38	32,43*	24,97
K + Mo	38,31*	29,39*	32,87*	28,28*
K + PPA	41,02**	29,43*	29,51	25,32

Keterangan : Tanda (*) dan (**) masing-masing menunjukkan perbedaan secara nyata (P<0,05) dan sangat nyata (P<0,01) antara perlakuan terhadap tanpa perlakuan pada kolom yang sama. Tanda huruf yang berbeda pada baris yang sama (untuk perlakuan kontrol) berbeda sangat nyata (P<0,01).

Daya cerna substrat jerami padi oleh bakteri selulolitik cocci maupun batang lebih rendah daripada selulosa (Tabel 1 dan Gambar 3). Hal ini diasumsikan karena struktur serat terutama dari komponen selulosa dan hemiselulosa mengalami lignifikasi pada jerami padi.

Keterangan : Huruf a, b, c, d menunjukkan perbedaan (P<0,05) untuk substrat selulosa dan huruf p, q, r menunjukkan perbedaan (P<0,05) untuk substrat jerami padi

Gambar 3. Kecernaan ruminal substrat oleh selulolitik batang dan cocci (secara individual dan kombinasi) dan kombinasi batang cocci dengan aditif campuran faktor pertumbuhan/stimulator (Mix.FP/S)

Sebagian besar dari faktor pertumbuhan/ stimulator yang digunakan dapat meningkatkan aktivitas bakteri selulolitik cocci dan batang didalam media fermentasi substrat. Dibandingkan kontrol, penambahan Co; Zn; Cu; Mo dan PPA meningkatkan kecernaan substrat

bakterial cocci secara nyata (P<0,05). Faktor pertumbuhan/ stimulator yang meningkatkan nilai kecernaan substrat oleh bakteri batang secara nyata (P<0,05) bila dibandingkan dengan kontrol adalah Fe; Zn; Se; Cu; Co, Mo, dan Mn. Terdapat kesamaan dan perbedaan pengaruh antar zat-zat yang digunakan terhadap aktivitas bakteri cocci dan batang. Zn; Co; Cu dan Mo meningkatkan aktivitas bakteri cocci maupun batang, sedangkan PPA hanya meningkatkan aktivitas bakteri cocci. Adanya pengaruh PPA terhadap peningkatan aktivitas bakteri cocci dalam mencerna substrat mengindikasikan bahwa terdapat populasi *R. albus* dalam inokulum selulolitik cocci. Hal ini didasarkan pada temuan STACK and COTTA (1986) bahwa PPA dapat menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas *R. albus* tetapi tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktivitas *R. faeifaciens* dan *B. fibrisolvans*. Mineral Fe dan Se hanya meningkatkan aktivitas bakteri selulolitik batang.

Kecernaan substrat oleh selulolitik cocci dan batang secara bersama/ kombinasi lebih tinggi daripada secara individual (Gambar 3). Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan HUNGATE (1966) bahwa pencernaan bakterial suatu substrat memerlukan kombinasi dari aksi berbagai spesies bakteri. Pemberian mix-factor pertumbuhan atau stimulator (Mix F.P/S) dapat meningkatkan kecernaan substrat oleh kombinasi selulolitik cocci dan batang. Mix F.P/S terdiri dari campuran Cu, Zn, Se, Fe, Co, Mn, Mo dan PPA dengan konsentrasi masing-masing elemen didalam media sama seperti yang dinyatakan dalam bagian materi dan metode.

Secara nyata Mix-F.P/S juga meningkatkan jumlah bakteri dalam media fermentasi substrat yang diinokulasi dengan kombinasi selulolitik cocci dan batang (Gambar 4). Pengaruh masing-masing F.P/S terhadap populasi bakteri selulolitik cocci dan batang dalam media fermentasi diperlihatkan dalam Tabel 2.

Penambahan Co, Zn, Cu, Mo, PPA dan Mn meningkatkan jumlah total bakteri selulolitik cocci secara nyata bila dibandingkan kontrol, sedangkan F.P/S yang meningkatkan populasi selulolitik batang secara nyata adalah Zn, Co, Mn, dan Mo.

responsif daripada batang terhadap faktor pertumbuhan/stimulator yang diberikan bila didasarkan pada pengaruh faktor ini terhadap pertumbuhan bakteri, sedangkan bila didasarkan pada pengaruh faktor pertumbuhan/stimulator terhadap aktivitas mencerna substrat, bakteri selulolitik batang lebih responsif daripada cocci.

VFA dan N-NH₃ hasil fermentasi substrat

Kandungan VFA dan N-NH₃ hasil fermentasi substrat didalam media selama inkubasi diperlihatkan dalam Tabel 3 dan 4. VFA yang dianalisis mencakup asam-asam asetat (C₂), propionat (C₃), butirir (nC₄), isobutirir (iC₄), valerat (nC₅), dan isovalerat (iC₅). Produk yang terpenting dan potensial sebagai sumber energi bagi mikroba adalah asam-asam asetat, propionat dan butirir (JOUANY, 1991). VFA total hasil fermentasi jerami padi oleh selulolitik cocci maupun batang lebih tinggi daripada hasil fermentasi selulosa (Tabel 3). Hal ini disebabkan terutama karena adanya kandungan protein didalam jerami padi. VFA diperoleh dari hasil fermentasi karbohidrat dan protein. VFA total yang dihasilkan bervariasi dan bergantung pada jenis makanan dan waktu fermentasi (MATHIUS dan SUTRISNO, 1994). Tidak terdapat perbedaan VFA total secara nyata antara hasil fermentasi oleh selulolitik cocci dan batang pada semua substrat (selulosa dan jerami padi). Namun VFA total hasil fermentasi substrat selulosa maupun jerami padi oleh kombinasi selulolitik cocci dan batang lebih tinggi daripada selulolitik cocci. Perlakuan pemberian Mix F.P/S tidak meningkatkan nilai VFA total hasil fermentasi substrat oleh kombinasi selulolitik cocci dan batang. Produk asam asetat memperlihatkan nilai tertinggi pada semua perlakuan dan berikutnya diikuti oleh asam propionat dan asam butirir.

Keterangan : Huruf a, b, c, menunjukkan perbedaan (P<0,05) untuk substrat selulosa dan huruf p, q, r menunjukkan perbedaan (P<0,05) untuk substrat jerami padi

Gambar 4. Total bakteri dalam media fermentasi substrat selama 48 jam masa inkubasi dengan perlakuan inokulum : batang, cocci, kombinasi batang-cocci dan kombinasi batang-cocci+Mix.FP/S

Diperlihatkan bahwa Zn, Co dan Mo berperan sebagai stimulator yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas selulolitik cocci maupun batang (Tabel 1 dan 2). Bakteri selulolitik cocci lebih

Tabel 2. Total bakteri dalam media fermentasi substrat

Perlakuan Inokulum	Total bakteri cocci (x 10 ⁹ koloni ml ⁻¹)		Total bakteri batang (x 10 ⁹ koloni ml ⁻¹)	
	Selulosa	Jerami padi	Selulosa	Jerami padi
Kontrol (K)	7,38	3,39	8,04	5,06
K + Cu	15,13**	9,14*	8,86	5,16
K + Zn	16,38**	5,99*	12,70*	9,92*
K + Se	5,61	2,84	8,61	5,21
K + Fe	6,13	3,81	8,44	4,86
K + Co	11,59*	7,0*	16,40**	8,50*
K + Mn	14,98**	8,29**	13,75*	7,64*
K + Mo	15,94**	7,62**	16,96**	9,36**
K + PPA	15,82**	8,05**	10,29	5,46

Keterangan : Tanda (*) dan (**) masing-masing menunjukkan perbedaan secara nyata (P<0,05) dan sangat nyata (P<0,01) antara perlakuan terhadap tanpa perlakuan pada kolom yang sama

Tabel 3. Kandungan asam lemak volatil (VFA) hasil fermentasi substrat setelah 48 jam masa inkubasi

Substrat dan inokulum	VFA (mg mL ⁻¹)						Total
	C ₂	C ₃	iC ₄	nC ₄	iC ₅	nC ₅	
Substrat Selulosa							
Cocci (C)	0,75	0,28	0,21	0,32	0,08	0,03	1,67 ^a
Batang (B)	0,73	0,38	0,25	0,37	0,18	0,07	1,98 ^{ab}
B + C	0,92	0,53	0,29	0,43	0,16	0,12	2,45 ^{bc}
B + C + Mix F.P/S	1,04	0,69	0,32	0,45	0,18	0,10	2,78 ^c
Substrat Jerami Padi							
Cocci (C)	1,11	0,35	0,17	0,32	0,19	0,07	2,21 ^b
Batang (B)	1,22	0,44	0,21	0,35	0,21	0,05	2,48 ^{bc}
B + C	1,31	0,60	0,21	0,34	0,23	0,08	2,77 ^c
B + C + Mix F. P/S	1,43	0,47	0,24	0,41	0,25	0,07	2,87 ^c

Keterangan : Perbedaan tanda huruf menunjukkan perbedaan nilai VFA total secara nyata (P<0,05)

Tabel 4 Kandungan ammonia hasil fermentasi substrat jerami padi setelah 48 jam masa inkubasi

Inokulum	N-NH ₃ (mgL ⁻¹)
Cocci (C)	36,14 ^a
C + Mix F.P/S	37,22 ^a
Batang (B)	65,24 ^b
B + Mix F.P/S	97,25 ^c
B + C	41,27 ^a
B + C + Mix F.P/S	53,87 ^b

Keterangan : Perbedaan tanda huruf menunjukkan perbedaan nilai N-NH₃ secara nyata (P<0,05)

Kandungan ammonia berhubungan dengan degradasi substrat yang mengandung protein, sebab itu kadar N-NH₃ hanya ditetapkan dalam medium fermentasi jerami padi. N-NH₃ hasil fermentasi substrat jerami padi oleh selulolitik batang lebih tinggi daripada oleh selulolitik cocci (Tabel 4). Hal ini sesuai dengan hasil identifikasi WALLACE (1995) bahwa *B. fibrisolvans* (selulolitik batang) memiliki sifat memproduksi ammonia lebih tinggi daripada bakteri selulolitik lainnya. Dengan demikian juga terlihat bahwa selulolitik batang lebih responsif terhadap pengaruh pemberian faktor pertumbuhan/stimulator dalam aktivitas memproduksi ammonia daripada selulolitik cocci. WALLACE (1995) juga melaporkan bahwa aktivitas dipeptidase bakteri *B. fibrisolvans* dan *B. succinogenes* lebih tinggi daripada *R. flavefaciens* dan *R. albus*. Protein akan didegradasi oleh enzim proteolitik yang dihasilkan bakteri menjadi

peptida dan asam-asam amino. Selanjutnya asam-asam amino mengalami deaminasi dan menghasilkan ammonia. Ammonia digunakan oleh bakteri untuk mensintesis protein selnya

Kandungan N-NH₃ untuk memenuhi kebutuhan bakteri dalam rumen minimal 50 mgL⁻¹. Selulolitik batang memperoleh kebutuhan N-NH₃ yang cukup dibandingkan selulolitik cocci (Tabel 4). Perlakuan pemberian Mix F.P/S meningkatkan produk N-NH₃ hasil fermentasi substrat jerami padi oleh kombinasi selulolitik batang dengan cocci secara nyata (P<0,05). Peningkatan N-NH₃ dalam media oleh pengaruh pemberian Mix F.P/S diasumsikan sebagai salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah total bakteri dalam medium fermentasi substrat oleh kombinasi selulolitik cocci-batang secara sangat nyata (lihat Gambar 4). Degradasi protein dalam rumen tidak diharapkan kecuali hanya diperlukan sebagai sumber ammonia dalam jumlah terbatas, yakni untuk sekedar memenuhi kebutuhan bakteri akan nitrogen. Sebab itu degradasi protein yang tinggi dalam rumen akan merugikan hewan semang.

KESIMPULAN

Kedua tipe morfologi dari bakteri selulolitik memperlihatkan karakter yang berbeda dalam mencerna substrat serat pakan, yakni aktivitas selulolitik cocci lebih tinggi dari pada batang; bakteri selulolitik batang lebih responsif terhadap pengaruh pemberian faktor pertumbuhan/stimulator (terutama sebagai mikro-mineral) daripada cocci dalam mencerna serat pakan;

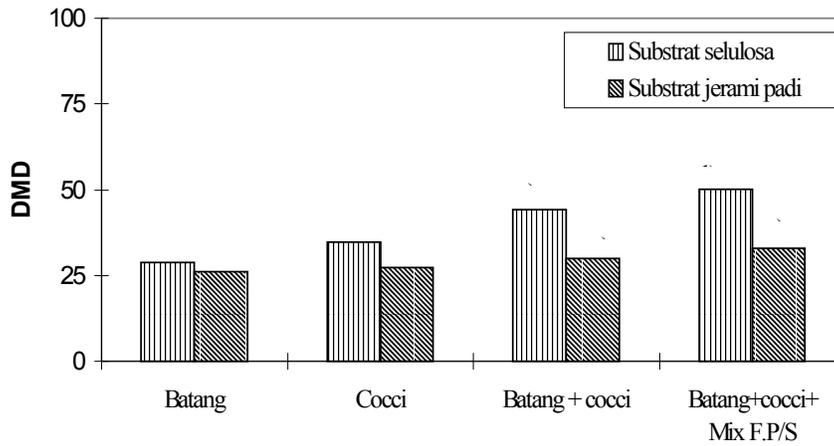
sebaliknya selulolitik cocci lebih responsif terhadap pemberian mikromineral daripada batang bila dilihat pada pengaruh zat-zat ini terhadap pertumbuhan jumlah bakteri. Performans kombinasi cocci-batang dengan dan tanpa faktor pertumbuhan/stimulator dalam mendegradasi substrat serat lebih baik daripada performans secara individu. Sifat memproduksi ammonia dari selulolitik batang lebih tinggi daripada selulolitik cocci.

UCAPAN TERIMA KASIH

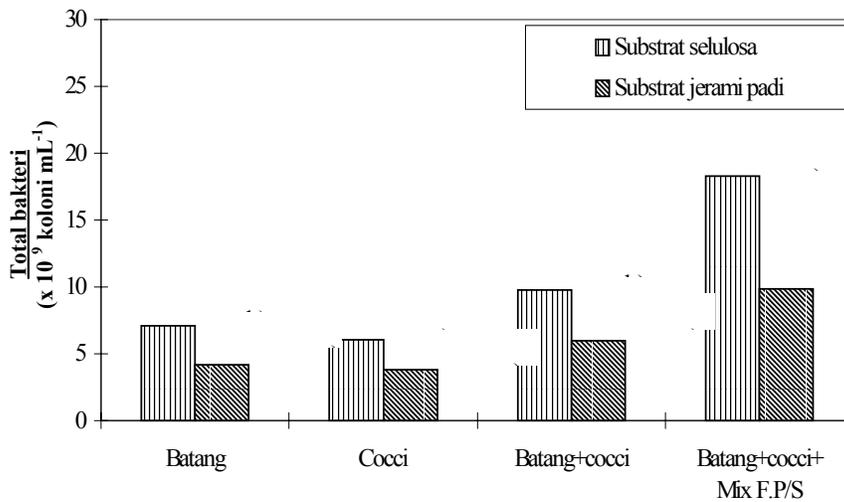
Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Mulyani, Enih, Winwin, dan Helmy Hamid yang telah memberi bantuan didalam pelaksanaan penelitian ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- CULLISON, A.E. 1979. Feeds and Feeding. 2nd Ed. Reston Publ. Co. Inc. Virginia.
- DINSDALE, D., E.J. MORRIS, and J.S.D. BACON. 1978. Electron microscopy of the microbial populations present and their modes of attack various cellulosic substrates undergoing digestion in the sheep rumen. *Appl. Environ. Microbiol.* 36 : 160-168.
- DOYLE, P.T., C. DAVENDRA, and G.R. PEARCE. 1986. Rice Straw as a Feed for Ruminants. International Development Program of Australian Universities and Collages Ltd., Canberra, p. 54-89.
- HUNGATE, R.E. 1966. The Rumen and Its Microbes. Ap. Inc. N.Y.
- HUNGATE, R.E. and R.J. STACK. 1982. Phenylpropionic acid: growth factor for *Ruminococcus albus*. *Appl Environ. Microbiol.* 44 : 79-83.
- JOUANY, J.P. 1991. The Microbial Metabolism and Ruminant Digestion. INRA Editions, Paris.
- LAY, B.W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. P.T. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- LING, J.R. 1990. Digestion of bacterial cell walls in the rumen. In : *The Rumen Ecosystem* (Eds: S. Hoshino, R. Onodera, H. Minato and H. Itabashi). Jap. Sci. Soc. Press. Tokyo. 83 - 90.
- MATHIUS, I.W. dan B. SOETRISNO. 1994. Pros. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan. Pengolahan dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian. Buku I. Balitnak, Ciawi, Bogor.
- OGIMOTO, K. and S. IMAI. 1981. Atlas of Rumen Microbiology. Jap. Sci. Soc. Press, Tokyo.
- STEWART, C.S. 1988. The Rumen Bacteria. In : *The Rumen Microbial Ecosystem*. (Ed. P.N. Hobson). Elsevier Sci. Publ. Ltd., England. 21-75.
- STEEL, R.G.D and J.H. TORRIE. 1980. *Principle and Procedures of Statistics*. A Biometrical Approach. Mc Graw Hill Int. Book Co. Singapore.
- STACK, R.J. and M.A. COTTA. 1986. Effect of 3-Phenylpropionic acid on growth and cellulose utilization by cellulolytic ruminal bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 52 : 209-210.
- THALIB, A. dan Y. WIDIAWATI. 1995. Manipulasi fermentasi rumen dengan faktor pertumbuhan mikroba. Pros. Sem. Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi, LIPI, 307-312.
- THEODOROU, M.K. and A.E. BROOKS. 1990. Evaluation of A New Laboratory Procedure for Estimating The Fermentation Kinetics of Tropical Feeds. Annual Report. AFRC Inst. Hurley, Meidenhead, U.K.
- WALLACE, R.J. 1995. Rumen Microbiology. Proc. Sattellite Symposium of IVth International Symposium on The Nutr. of Herbivores. Clermont-Ferrand, France, 20-29.



Gambar 3. Kecernaan ruminal substrat oleh selulolitik batang dan cocci (secara individu dan kombinasi) dan kombinasi batang-cocci dengan aditif campuran faktor pertumbuhan/stimulator (Mix.FP/S)
 (Huruf a, b, c, d menunjukkan perbedaan ($P < 0,05$) untuk substrat selulosa dan huruf p, q, r menunjukkan perbedaan ($P < 0,05$) untuk substrat jerami padi).



Gambar 4. Total bakteri dalam media fermentasi substrat selama 48 jam masa inkubasi dengan perlakuan inokulum : batang, cocci, kombinasi batang-cocci dan kombinasi batang-cocci + Mix FP/S.
 (Huruf a, b, c menunjukkan perbedaan ($P < 0,05$) untuk substrat selulosa dan huruf p, q, r menunjukkan perbedaan ($P < 0,05$) untuk substrat jerami padi).

Gambar 1. Morfologi bakteri dari inokulum selulolitik cocci

Gambar 2. Morfologi bakteri dari inokulum selulolitik batang