

# MIKROBIOMA *saluran pencernaan* RUMINANSIA

Mikrobioma merupakan materi genetik dari kumpulan atau komunitas mikroorganisme pada lingkungan tertentu. Mikrobioma saluran pencernaan ruminansia sangat kompleks, dan keragaman mikroorganisme saluran pencernaan dapat dipengaruhi oleh komposisi pakan, genetika, dan faktor lingkungan. Terdapat sekitar 7000 spesies bakteri dan 1500 spesies archaea di dalam rumen. Protozoa ciliata mulai mendiami rumen pada saat ruminansia muda pertama kali dikenalkan dengan pakan bebijian tinggi, dan fungi rumen mewakili sekitar 10 persen dari total mikrobioma rumen pada waktu tertentu.

Mikroba rumen memainkan peran penting dalam perkembangan rumen pada ruminansia muda yang sedang menyusui. Mikroba rumen juga memainkan peran penting dalam nutrisi (seperti pakan dan pencernaan), fungsi fisiologis dan imunologis ternak inangnya. Jenis pakan memengaruhi populasi mikrobioma rumen, dan perubahan cepat dalam komposisi pakan dapat secara drastis merubah populasi mikrobioma. Perubahan yang cepat dapat menyebabkan respons ternak menjadi tertunda (pertambahan bobot badan, produksi susu, imunitas, dan lain sebagainya) terhadap pakan tertentu.

Dengan mengidentifikasi spesies-spesies yang membentuk mikrobioma saluran pencernaan dan perannya, pemahaman yang lebih baik tentang fungsi rumen dan usus, serta peran mikroorganisme ini dapat digunakan sebagai landasan penting dalam upaya-upaya meningkatkan produktivitas ruminansia dan mengurangi polutan lingkungan yang dihasilkannya.



Undip Press  
Semarang

ISBN 978-979-097-854-6



Joelal Achmadi dan Surono

MIKROBIOMA SALURAN PENCERNAAN RUMINANSIA

Joelal Achmadi  
dan  
Surono

# MIKROBIOMA *Saluran Pencernaan* RUMINANSIA

# **MIKROBIOMA** *Saluran Pencernaan* **RUMINANSIA**

Oleh

**Joelal Achmadi**

dan

**Surono**

Pertama kali diterbitkan oleh

UNDIP Press

Jalan Prof. Soedarto, S.H., Kampus Undip Tembalang

Telp. 024 – 76480683

Semarang 50275

Tahun 2021

Cover design & Printing layout: jachmadi



UNDIP Press  
Semarang

ISBN 978-979-097-854-6



# Daftar Isi

	Halaman
<b>Kata Pengantar</b>	iii
<b>Mikrobioma Rumen</b>	1
Komposisi dan fungsi mikroba rumen	3
Perkembangan mikrobioma rumen pada ruminansia muda	9
Pakan dan mikrobioma rumen	13
Mikrobioma rumen dan metana enterik	23
Mikrobioma rumen kesehatan ruminansia	26
Daftar Pustaka	31
<b>Mikrobioma Usus</b>	41
Arti penting mikrobioma usus	43
Mikrobioma rumen dan FE	47
Mikrobioma usus bagian belakang: potensi untuk meningkatkan kinerja dan kesehatan ternak	50
Efisiensi pakan dan usus bagian belakang	50
Kontribusi mikrobioma usus belakang dalam mendukung kondisi kesehatan usus	51
Dampak mikrobioma usus terhadap produksi ternak	53
Dampak negatif lingkungan mikrobioma usus belakang	57
Pengungkapan mikrobioma usus: artifak dan tantangan	58
Teknik alternatif untuk memelajari data mikrobioma	62
Analisis komposisi mikrobioma	62
MixMC	63

Tantangan pada perbandingan beberapa hasil penelitian	64
Tantangan masa depan kajian mikrobioma pada ruminansia	67
Analisis integratif mikrobioma usus untuk identifikasi hubungan kausal antara ternak inang dan mikroba	69
Daftar Pustaka	73
<b>Interaksi Mikrobioma dengan Ternak Inang</b>	87
Fenotipe populasi mikroba rumen	91
Profil mikrobial rumen dapat diwariskan	95
Hubungan heritabilitas produksi dengan mikroba	97
Upaya perturbasi komunitas mikroba rumen	100
Implikasi hasil-hasil penelitian	104
Daftar Pustaka	107
<b>Interaksi Mikrobioma dengan Pakan</b>	115
Peran pencernaan fermentatif rumen	118
Pengembangan penelitian aspek nutrisi untuk meningkatkan produksi	120
Pendekatan molekuler untuk karakterisasi mikroba rumen	122
Teknologi NGS untuk meruntunkan genom mikroba	123
Pendekatan berbasis NGS yang biasa digunakan untuk mencirikan mikrobioma rumen	126
Pemanfaatan pendekatan NGS untuk memahami interaksi pakan-mikroba	130
Interaksi karbohidrat pakan dan mikroba	131
Interaksi bahan pati dan lemak terhadap mikroba rumen	135
Jalur biohidrogenasi mikroba di rumen	136
Perubahan jalur penyebab depresi lemak susu	138
Mikroba dan repertoar enzim terkait dengan jalur BH normal dan perubahan	138
Mitigasi metan enterik	142
Keragaman archaea	143
Jalur menuju produksi metana	145
Daftar Pustaka	147

<b>Rekayasa Mikrobioma Rumen selama Umur Dini</b>	167
Perkembangan rumen dan pengaruh pakan	169
Faktor-faktor yang memengaruhi mikrobiota rumen	175
Faktor-faktor yang memengaruhi kolonisasi kehidupan dini	178
Waktu intervensi pada kehidupan dini dan persistensi pengaruhnya	183
Respons kekebalan ternak inang terhadap mikrobiota	185
Daftar Pustaka	192
<b>Mikrobioma Metanogen</b>	205
Komunitas mikroba rumen	206
Analisis komunitas metanogen rumen	208
Archaea	208
Protozoa ciliata	210
Bakteri	212
Fungi aerobik	214
Variasi metanogenesis dan mikrobioma	215
Pengaruh pakan dan tindakan mitigasi	217
Metana dan efisiensi pakan	219
Pengaruh ternak inang	219
Daftar Pustaka	221

# Kata Pengantar

Dengan hasil-hasil kajian tentang mikrobioma selama dua dekade terakhir telah memungkinkan untuk mampu memahami fungsi, proses, dan mekanisme cara kerja mikroorganisme saluran pencernaan ruminansia. Mikrobioma merupakan materi genetik dari kumpulan atau komunitas mikroorganisme pada lingkungan tertentu. Ruminansia memiliki komunitas yang sangat kompetitif dengan mikrobioma kompleks yang terdiri atas bakteri, archaea, protozoa, fungi dan virus. Mikroorganisme ini, misalnya bakteri, dapat bersimbiosis dan bekerja satu sama lain atau bersaing satu sama lain untuk menyempurnakan fungsi tertentu.

Mikrobioma rumen sangat kompleks, dan keragaman mikroorganisme rumen dapat dipengaruhi oleh komposisi pakan, genetika, dan faktor lingkungan. Terdapat sekitar 7000 spesies bakteri dan 1500 spesies archaea di dalam rumen. Protozoa rumen mulai hadir pada saat ruminansia muda mulai dikenalkan dengan pakan bebijian tinggi, dan fungi rumen mewakili sekitar 10 persen dari total mikrobioma rumen pada waktu tertentu.

Mikroba rumen memainkan peran penting dalam perkembangan rumen pada ruminansia muda yang sedang menyusui. Mikroba rumen juga memainkan peran penting dalam nutrisi (seperti pakan dan pencernaan), fungsi fisiologis dan imunologis ternak inangnya. Mikroba seringkali saling

mendukung untuk memfermentasi karbohidrat struktural dan non-struktural tanaman serta protein.

Jenis pakan memengaruhi populasi mikrobioma rumen, dan perubahan cepat dalam komposisi pakan dapat secara drastis merubah populasi mikrobioma. Populasi ini berbeda untuk karbohidrat non-struktural (pakan konsentrat: bahan pati versus bahan non-pati) versus karbohidrat struktural (hijauan tanaman pakan: semusim versus tanaman keras). Perubahan yang cepat dapat menyebabkan respons ternak menjadi tertunda (pertambahan bobot badan, produksi susu, imunitas, dan lain sebagainya) terhadap pakan tertentu.

Bakteri mendominasi rumen dan berkontribusi terutama pada produksi asam lemak volatil (*volatile fatty acids*, VFA). Beberapa spesies bakteri (*Eubacterium ruminantium*) bertanggung jawab untuk mengubah asam lemak tak jenuh menjadi asam lemak jenuh di usus. Beberapa spesies (*Megasphaera elsdenii*) memanfaatkan asam laktat untuk mengurangi kejadian asidosis dalam rumen. Ini bervariasi dalam konsentrasi dari ternak ke ternak. Peran utama Archaea (sekitar 90 persen) adalah mengikat hidrogen ekstra dalam rumen untuk mengubahnya menjadi metana enterik.

Para ilmuwan sekarang memiliki kemampuan untuk secara genetik meruntunkan (*sequencing*) genom mikroorganisme tertentu. Runtunan ini akan memungkinkan penelitian di masa depan untuk menemukan target mikroorganisme yang spesifik dalam mengubah hasil respons spesifik terhadap jenis pakan, lingkungan, dan kesehatan.

Manfaat terbesar dari penemuan ini terhadap produksi ruminansia adalah selama fase pra-sapih, sebelum memasuki masa produksi. Periode ini merupakan periode perubahan terbesar dalam pola pakan yang terjadi selama hidup ruminansia muda. Pendekatan untuk merekayasa mikrobioma rumen selama usia dini ditujukan untuk mendorong perkembangan dan fungsi rumen sehingga meningkatkan efek negatif transisi selama proses penyapihan. Manfaat lain dari penemuan ini dapat mencakup penghambatan metanogen

rumen, yang dapat mengurangi emisi metana enterik pada ruminansia, serta menemukan gen baru dengan aktivitas pendegradasi serat yang meningkatkan efisiensi hijauan pakan. Sebagai contoh, beberapa penelitian berfokus pada pemahaman fungsi rumen untuk menemukan keseimbangan antara produksi pangan hewani dan emisi gas rumah kaca. Dengan mengidentifikasi spesies yang membentuk mikrobioma rumen dan perannya, pemahaman yang lebih baik tentang fungsi rumen dan peran mikroorganisme ini dalam meningkatkan produktivitas ternak dan mengurangi polutan lingkungan.

Buku ini merupakan kapita selekta, membahas mikrobioma saluran pencernaan ruminansia, disusun dengan memanfaatkan publikasi hasil penelitian dan telaah pustaka yang terkait. Aspek-aspek yang menjadi fokus bahasan adalah mikrobioma rumen, mikrobioma usus, interaksi mikrobioma – ternak inang, interaksi mikrobioma – pakan, rekayasa mikrobioma rumen selama umur dini, dan mikrobioma yang terkait dengan metana enterik.

November 2021

Penulis