

**PRODUKSI PREBIOTIK DARI KULIT SINGKONG DENGAN  
PENAMBAHAN KOMBINASI ION LOGAM  $K^+$  DAN  $Mg^{2+}$   
SERTA PENGARUHNYA TERHADAP  
KUALITAS *BROILER***

PREBIOTIC PRODUCTION FROM CASSAVA PEELS WITH  
ADDITION OF  $K^+$  AND  $Mg^{2+}$  COMBINATION OF METAL  
IONS AND THEIR EFFECT ON BROILER QUALITY

**SRI WAHYUNI  
H012171004**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2019**



TESIS

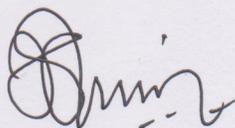
PRODUKSI PREBIOTIK DARI KULIT SINGKONG DENGAN  
PENAMBAHAN KOMBINASI ION LOGAM  $K^+$  DAN  $Mg^{2+}$  SERTA  
PENGARUHNYA TERHADAP  
KUALITAS *BROILER*

Disusun dan diajukan oleh:

**SRI WAHYUNI**  
Nomor Pokok : H012171004

Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Tesis  
Pada tanggal 29 Juli 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,  
Komisi Penasehat



**Dr. Hasnah Natsir, M.Si**  
Ketua

Ketua Program Studi  
Magister Kimia,

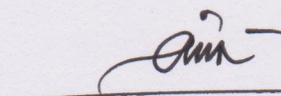


Natsir, M.Si



**Dr. Indah Raya, M.Si**  
Anggota

Dekan Fakultas MIPA  
Universitas Hasanuddin,



**Dr. Eng. Amiruddin, M.Si**

## PRAKATA

Segala puji hanya milik Allahﷻ Yang Maha Kuasa, Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah menciptakan alam semesta dengan begitu sempurnanya. Rabb yang satu, yang patut disembah, dijadikan tempat berlindung dan meminta pertolongan. Shalawat beserta salam semoga tercurah kepada Rasulullahﷺ, pemimpin umat manusia, teladan, dan panutan bagi seluruh kaum muslimin hingga di akhir zaman.

Allahﷻ telah menciptakan lautan dan daratan yang dapat ditumbuhi tanaman agar manusia dapat mengambil manfaat dari apa yang telah Allahﷻ ciptakan. Penulis bermaksud menganalisis potensi prebiotik yang dimiliki oleh limbah kulit singkong terhadap penambahan bobot ayam ras pedaging (*Broiler*).

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam rangka penyusunan tesis ini. Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada ibu Dr. Hasnah Natsir, M.Si selaku ketua program studi magister kimia sekaligus sebagai ketua komisi penasehat dan kepada ibu Dr. Indah Raya, M.Si sebagai anggota komisi penasehat. Terimakasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Syarifuddin Liong, M.Si., ibu Dr. Rugaiyah A. Arfah, M.Si., dan ibu Dr. fauziah, M.Si selaku tim penguji yang telah

ikan saran atau masukan-masukan dalam penyusunan tesis ini.

terimakasih penulis sampaikan kepada ibu Prof. Dr. Dwia Aries



Tina Pulubuhu, MA selaku rektor Universitas Hasanuddin Makassar dan kepada bapak Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si selaku dekan FMIPA. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada kak Fuad selaku laboran Mikrobiologi FMIPA Unhas yang turut membantu dalam penelitian ini, dan kepada Dra. Sitti Chadijah, M.Si yang telah memberi izin untuk melakukan penelitian ini di Laboratorium Biokimia. Terimakasih kepada kak Fitriani Azis, S.Si., S.Pd selaku laboran Biokimia UIN Alauddin Makassar atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini. Tak lupa pula penulis ucapkan trimakasih kepada kedua orang tua dan saudara-saudara yang selalu memberi dukungan selama ini, dan yang terakhir ucapan terimakasih kepada partner penelitian dan teman-teman atas bantuannya dalam penyusunan tesis ini.

Makassar, Juli 2019

Sri Wahyuni



## ABSTRAK

SRI WAHYUNI. Produksi Prebiotik dari Kulit Singkong dengan Penambahan Kombinasi Ion Logam  $K^+$  dan  $Mg^{2+}$  serta Pengaruhnya Terhadap Kualitas *Broiler* (dibimbing oleh Hasnah Natsir dan Indah Raya).

Prebiotik merupakan nutrisi bagi bakteri probiotik di dalam saluran pencernaan ayam. Prebiotik digunakan sebagai pengganti antibiotik dalam merangsang pertumbuhan ayam yang lebih aman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh prebiotik terhadap pertambahan bobot ayam dan pengaruh prebiotik dengan penambahan kombinasi ion logam  $K^+$  dan  $Mg^{2+}$  jika dibandingkan dengan bobot pada kontrol. Produksi prebiotik dilakukan dengan menggunakan kulit singkong sebagai substrat dan *Lactobacillus plantarum* sebagai penghasil enzim glukoamilase dan bertindak sebagai katalis. Aktivator yang digunakan adalah kombinasi ion logam  $K^+$  dan  $Mg^{2+}$  dengan variasi konsentrasi 0,4 mM; 0,6 mM dan 0,8 mM. Pemberian prebiotik dilakukan selama 23 hari dan dilakukan penentuan kadar kolesterol darah pada ayam. Hasil yang diperoleh menunjukkan bobot ayam pada pemberian prebiotik 1 mL/L dengan penambahan kombinasi ion logam 0,4 mM sebesar 1254,25 g dengan kadar kolesterol darah 131 mg/dL. Pada kontrol diperoleh bobot sebesar 1079,5 g dengan kadar kolesterol sebesar 255,5 mg/dL.

Kata Kunci: Broiler, Ion Logam  $K^+$  dan  $Mg^{2+}$ , Kulit Singkong, Prebiotik



## ABSTRACT

SRI WAHYUNI. Prebiotic Production of Cassava Peels With Addition of  $K^+$  and  $Mg^{2+}$  Combination of Metal Ions and Their Effect on Broiler Quality (guided by Hasnah Natsir and Indah Raya).

Prebiotics are nutrients for probiotic bacteria in the digestive tract of broilers. Prebiotics are used as substitutes for antibiotics in stimulating safer broilers growth. The purpose of this study was to determine the effect of prebiotics on chicken weight gain and the effect of prebiotics by the addition of a combination of metal ions  $K^+$  and  $Mg^{2+}$  when compared to the weights in controls. Prebiotic production is carried out using cassava peel as a substrate and *Lactobacillus plantarum* as a producer of the glucoamylase enzyme and acts as a catalyst. Activators used are a combination of metal of  $K^+$  and  $Mg^{2+}$  ions with a concentration variation of 0.4 mM; 0.6 mM and 0.8 mM. Giving prebiotics is done for 23 days and the determination of blood cholesterol levels in broilers. The results obtained showed the weight of broiler in the administration of 1 mL/L prebiotics with the addition of a 0.4 mM metal ion combination of 1254.25 g with blood cholesterol levels of 131 mg/dL. In the control obtained weight of 1079.5 g with a cholesterol level of 255.5 mg/ dL.

Keywords: Broilers,  $K^+$  and  $Mg^{2+}$  metal ions, cassava peel, prebiotics



## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Tinjauan umum ayam ras pedaging ( <i>Broiler</i> )	8
B. Antibiotik	10
Prebiotik	12
1. Mekanisme kerja prebiotik	13



2. Manfaat prebiotik	14
D. Kulit singkong	17
E. Fermentasi	20
F. Bakteri asam laktat (BAL)	23
G. <i>Lactobacillus plantarum</i>	25
H. Kolesterol	27
I. Enzim	28
1. Enzim amilase	30
2. Aktivitas enzim	30
J. Ion logam	33
1. Tinjauan umum logam Mg	35
2. Tinjauan umum logam K	35
K. Kerangka pemikiran	36
L. Hipotesis	38
III METODE PENELITIAN	39
A. Waktu dan tempat penelitian	39
B. Alat penelitian	39
C. Bahan penelitian	39
D. Prosedur penelitian	40
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Aktivitas enzim glukoamilase	46



Kadar protein prebiotik

51

Pengaruh Prebiotik Terhadap Pertambahan Bobot Ayam

52

D. Kadar kolesterol darah pada ayam setelah diberi prebiotik	57
V KESIMPULAN DAN SARAN	62
A. Kesimpulan	62
B. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	72



## DAFTAR TABEL

Nomor		halaman
1.	Persentase kandungan kimia kulit singkong	19
2.	Tabel pengaruh penambahan ion logam terhadap aktivitas enzim glukoamilase	91
3.	Tabel pengaruh penambahan ion logam terhadap kadar protein	91
4.	Tabel bobot ayam	92
5.	Tabel kadar kolesterol darah ayam setelah diberi prebiotik	93



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	halaman
1. Ayam pedaging	8
2. Kulit singkong	17
3. <i>Lactobacillus plantarum</i>	26
4. Alur kerangka pikir penelitian	37
5. Grafik pertumbuhan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada [S] 1%, pH 6, suhu 37°C dengan kecepatan 150 rpm	47
6. Grafik pengaruh penambahan kombinasi ion logam K <sup>+</sup> dan Mg <sup>2+</sup> terhadap aktivitas enzim glukoamilase pada suhu inkubasi 37°C, pH awal 6, dengan kecepatan 150 rpm	49
7. Grafik pengaruh penambahan kombinasi ion logam K <sup>+</sup> dan Mg <sup>2+</sup> terhadap kadar protein	51
8. Grafik perbandingan antara kontrol, antibiotik, prebiotik (1 mL/L) dan prebiotik dengan kombinasi ion logam (1 mL/L) terhadap penambahan bobot ayam	53
9. Histogram perbandingan antara prebiotik dan prebiotik dengan kombinasi ion logam pada volume 1 mL/L dan 2 mL/L terhadap penambahan bobot ayam	56
10. Grafik perbandingan antara kontrol, antibiotik, prebiotik (1 mL/L) dan prebiotik dengan kombinasi ion logam (1 mL/L) terhadap penambahan kadar kolesterol darah ayam	57
11. Histogram perbandingan antara prebiotik dan prebiotik dengan kombinasi ion logam pada volume 1 mL/L dan 2 mL/L terhadap kadar kolesterol darah ayam	59
12. Perbandingan antara daging ayam yang diberi prebiotik dengan yang diberi antibiotik	60



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	halaman
1.	Pembuatan tepung kulit singkong 72
2.	Penyiapan media inokulum 73
3.	Penentuan waktu inkubasi optimum <i>Lactobacillus plantarum</i> 74
4.	Pembuatan media produksi 75
5.	Produksi prebiotik 76
6.	Uji aktivitas enzim glukoamilase 76
7.	Analisis kadar protein dengan metode DNS 79
8.	Analisis kadar kolesterol darah pada ayam setelah diberi prebiotik menggunakan Nesco multi check N 01 81
9.	Pemberian prebiotik pada <i>broiler</i> 82
10.	Pembuatan deret standar glukosa 1 mg/mL dalam 10 mL 83
11.	Pembuatan deret standar BSA 1 mg/mL dalam 10 mL 83
12.	Perhitungan enzim glukoamilase 84
13.	Perhitungan kadar protein 89
14.	Dokumentasi penelitian 94



## DAFTAR SINGKATAN

Lambang/singkatan	Arti dan keterangan
FOS	Frukto-olisakarida, merupakan jenis oligosakarida yang tidak dapat dicerna
mM	Satuan konsentrasi mili molar
mg/kg	Satuan bobot mili gram per kilogram
ppm	Part per million, bagian per juta
AGP	Antibiotik imbuhan pakan
pH	Derajat keasaman
rpm	Revolusi per menit
et al.	Et alii, dan kawan-kawan
SCFA	Short chain fatty acid
MRSB	Man ragrosa shape broth
GOS	Galaktooligosakarida, jenis oligosakarida yang mampu menstimulasi proliferasi bifidobakteri
LDL	Low-density lipoprotein, merupakan kolesterol jahat
BAL	Bakteri asam laktat, kelompok bakteri penghasil asam laktat
GRAS	Generally Recognized As Safe, merupakan bahan tambahan pangan
CBB	Coomassie Brilliant Blue
BSA	Bovine Serum Albumin



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Ayam Ras Pedaging (*Broiler*) menjadi salah satu kebutuhan manusia sebagai sumber pangan yang memiliki kandungan gizi seperti protein hewani yang dibutuhkan oleh tubuh. Menurut Statistik Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (2017), data statistik konsumsi *broiler* per kapita tahun 2015 sebesar 4.797 kg dan pada tahun 2016 mengalami peningkatan sebesar 6,52% dari konsumsi tahun 2015 yaitu sebesar 5.110 kg. Populasi *broiler* di Indonesia dari tahun 2013 hingga 2017 mengalami peningkatan, pada tahun 2017 mencapai lebih dari 1 milyar ekor.

Peningkatan jumlah konsumsi *broiler* didukung oleh pertumbuhan jumlah penduduk dan tingkat pendapatan masyarakat yang cenderung meningkat. Selain itu, peningkatan konsumsi *broiler* juga didukung oleh beberapa faktor seperti mudah diperoleh, harga lebih terjangkau dan pertumbuhannya cepat (Seniwati dan Agustina, 2015). Jumlah konsumsi dan populasi *broiler* yang pesat menyebabkan pentingnya keamanan pangan asal ternak ini untuk dikonsumsi. Bahan pangan dengan

an rendah kolesterol menjadi salah satu hal yang penting untuk  
nsi. Bahan pangan yang mengandung kolesterol tinggi dapat  
ulkan berbagai penyakit seperti stroke, jantung koroner dan



pembesaran hati (Wijaya, dkk., 2013). Kadar kolesterol darah normal pada ayam sebesar 200 mg/dL (Mangisah, 2003). Ayam ternak juga harus aman dari penyakit, serta kontaminan bahan kimia seperti kontaminan antibiotik.

Antibiotik digunakan pada ternak unggas untuk memacu pertumbuhan, meningkatkan produksi dan meningkatkan efisiensi penggunaan pakan (Bahri, dkk., 2005). Penggunaan antibiotik juga dapat memberikan dampak negatif seperti adanya resistensi bakteri terhadap antibiotik yang dapat mengurangi mikroflora yang bermanfaat di usus dan meninggalkan residu antibiotik pada daging. Hal ini akan menjadi racun bagi konsumen (Izzuddiyn, *et al.*, 2018).

Prebiotik dapat digunakan sebagai alternatif pengganti antibiotik yang lebih aman. Prebiotik merupakan bahan pangan atau karbohidrat yang tidak tercerna dan menguntungkan bagi mikroflora usus dengan menstimulasi pertumbuhan bakteri yang terdapat dalam usus besar (Sanders, *et al.*, 2014). Sedangkan probiotik berupa kelompok mikroorganisme non patogen yang bermanfaat bagi kesehatan saluran pencernaan inangnya. Pada saluran pencernaan, prebiotik berperan sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan bakteri probiotik, menjaga kesehatan saluran pencernaan, menjaga sistem kekebalan dan pertumbuhan ayam lebih cepat (Feliatra, 2018). Ayam yang sehat akan

aruh pada penambahan bobot badan ayam.



Bahan pangan yang dikategorikan sebagai prebiotik adalah apabila tidak dapat diserap oleh saluran pencernaan usus halus sehingga akan mencapai usus besar dan selanjutnya akan didegradasi oleh bakteri usus. Hal ini akan menstimulir pertumbuhan bakteri asam laktat yang menguntungkan bagi pencernaan serta dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen (Manning dan Gibson, 2004). Prebiotik yang paling potensial terdiri dari karbohidrat (Hardisari dan Amaliawati, 2016). Salah satu sumber karbohidrat yang memiliki potensi sebagai prebiotik ialah kulit singkong.

Kulit singkong merupakan salah satu limbah padat tanaman singkong (*Manihot esculenta* Crantz) yang diperoleh dari limbah agroindustri. Kandungan kimia kulit singkong terdiri atas pati 30,87%, protein kasar 4,63%, serat kasar 13,04% dan lemak kasar 1,99% (Andriani, dkk., 2012). Selain dapat menstimulir pertumbuhan bakteri asam laktat, kulit singkong juga digunakan sebagai substrat untuk menghasilkan produk berupa glukosa sebagai sumber nutrisi bagi bakteri probiotik. Substrat membutuhkan enzim untuk mempercepat perubahannya menjadi produk. Enzim dapat dihasilkan pada proses fermentasi.

Fermentasi memanfaatkan kemampuan mikroba untuk menghasilkan metabolit primer dan metabolit sekunder (Sulistiyarsi, dkk.,

Proses fermentasi terjadi karena adanya produksi gula dari pati mikroorganisme. Mikroorganisme yang khas digunakan dalam



fermentasi kulit singkong ialah Bakteri Asam Laktat (BAL) dari genus *Lactobacillus* (Avancini, *et al.*, 2007). Salah satu spesies dari genus *Lactobacillus* ialah *Lactobacillus plantarum*.

*Lactobacillus plantarum* merupakan salah satu jenis BAL homofermentatif (Frazier dan Westhoff, 1998) pembentuk asam laktat yang khas digunakan dalam fermentasi pati pada ubi-ubian. Asam laktat yang dihasilkan oleh *Lactobacillus plantarum* berperan sebagai katalis asam dan mempercepat proses hidrolisis pati. Selain itu, produksi asam akan menurunkan pH usus pada ayam sehingga persentase bakteri menguntungkan meningkat, sedangkan persentase bakteri merugikan akan menurun (Tomomatsu, 1994).

Bakteri asam laktat menghasilkan enzim *bile salt hydrolase* (BSH) yang mampu menurunkan kadar kolesterol dan enzim lipase yang dapat menurunkan trigliserida karena kemampuannya dalam memutuskan asam lemak rantai panjang menjadi asam lemak rantai sedang dan rantai pendek sehingga mudah diserap dalam usus (Saputri, 2012). *Lactobacillus plantarum* juga telah dilaporkan mampu menghasilkan enzim amylase untuk mendegradasi pati (Reddy, *et al.*, 2008).

Amilase menguraikan amilum (polisakarida) menjadi maltosa (disakarida). Alfa amilase merupakan enzim pengurai pati melalui pemotongan internal  $\alpha$ -1,4-glikosidik secara acak, menghasilkan

arida seperti maltosa, glukosa dan  $\alpha$ -dekstrin. Aktivitas enzim juga  
ruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi substrat, konsentrasi



enzim dan dalam beberapa keadaan juga dipengaruhi oleh inhibitor dan kofaktor (Situmorang, 2014).

Enzim umumnya membutuhkan senyawa lain dalam melaksanakan fungsi katalitiknya seperti kofaktor dan koenzim. Kofaktor berupa ion logam yang berpotensi meningkatkan aktivitas kerja enzim dan mempertahankan keadaan yang stabil (Sirohi dan Prakash, 2015). Ion logam berperan dalam proses katalisis maupun penyusunan struktural enzim. Kebanyakan aktivator adalah ion-ion anorganik, terutama ion logam seperti  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  dan  $\text{Al}^{3+}$  (Sulistyowati, dkk., 2016).

Penelitian tentang produksi senyawa prebiotik dari sagu melalui fermentasi *Lactobacillus casei* dengan penambahan ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  menunjukkan hasil terbaik pada penambahan ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada konsentrasi 0,1% dan 0,15% terhadap pertambahan bobot ayam (Rahmah, 2011).

Penelitian tentang pengaruh ion logam  $\text{Mg}^{2+}$  terhadap enzim amilase dari *Bacillus subtilis* juga telah dilaporkan bahwa ion  $\text{Mg}^{2+}$  dianggap ion yang baik untuk pertumbuhan optimal dari produksi bakteri dan amilase (Sirohi dan Prakash, 2015). Pada konsentrasi 0,2 mM sampai 0,8 mM ion  $\text{K}^+$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  telah dilaporkan sebagai aktivator bagi enzim glukoamilase (Karossi, dkk., 1995).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh kombinasi ion logam  $\text{K}^+$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  pada



produksi prebiotik dari kulit singkong terhadap kualitas ayam ras pedaging (*Broiler*).

## B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh prebiotik terhadap penambahan bobot ayam (*broiler*)?
2. Bagaimana pengaruh kombinasi ion logam  $K^+$  dan  $Mg^{2+}$  pada konsentrasi 0,4 mM; 0,6 mM dan 0,8 mM terhadap aktivitas enzim glucoamilase pada produksi prebiotik?
3. Bagaimana pengaruh kombinasi ion logam konsentrasi 0,4 mM; 0,6 mM dan 0,8 mM pada prebiotik terhadap penambahan bobot ayam (*broiler*)?
4. Berapa kadar kolesterol darah pada *broiler* setelah diberi prebiotik?

## C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh prebiotik terhadap penambahan bobot ayam (*broiler*).
2. Menganalisis pengaruh kombinasi ion logam  $K^+$  dan  $Mg^{2+}$  pada konsentrasi 0,4 mM; 0,6 mM dan 0,8 mM terhadap aktivitas enzim

amilase pada produksi prebiotik.



3. Menganalisis pengaruh kombinasi ion logam konsentrasi 0,4 mM; 0,6 mM dan 0,8 mM pada prebiotik terhadap pertambahan bobot *broiler*.
4. Menentukan kadar kolesterol darah pada *broiler* setelah diberi prebiotik.

#### D. Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini diharapkan dapat:

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh prebiotik terhadap pertambahan bobot ayam (*broiler*).
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh kombinasi ion logam  $K^+$  dan  $Mg^{2+}$  pada konsentrasi 0,4 mM; 0,6 mM dan 0,8 mM terhadap aktivitas enzim glukoamilase pada produksi prebiotik.
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh ion logam konsentrasi 0,4 mM; 0,6 mM dan 0,8 mM pada prebiotik terhadap pertambahan bobot *broiler*.
4. Memberikan informasi mengenai kadar kolesterol pada *broiler* setelah diberi prebiotik.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Umum Ayam Ras Pedaging (*Broiler*)

Ayam ras pedaging atau biasa disebut dengan *broiler* merupakan ayam ras unggulan yang memiliki produktifitas tinggi terutama dalam memproduksi daging ayam. Ayam pedaging adalah jenis ternak bersayap dari kelas aves yang telah didomestikasi dan cara hidupnya diatur oleh manusia dengan tujuan untuk memberikan nilai ekonomis dalam bentuk daging (Yuwanta, 2004).



Gambar 1. Ayam pedaging (Yuwanto, 2004)

Ayam pedaging mempunyai peranan penting dalam penyediaan protein hewani. Ayam pedaging merupakan ayam yang mempunyai kemampuan menghasilkan daging yang sangat banyak dengan kecepatan pematangan yang sangat cepat dalam satuan waktu yang sangat singkat sehingga dapat mencapai berat badan tertentu. Bagi konsumen, daging ayam



pedaging telah menjadi makanan bergizi dan berperan penting sebagai sumber protein hewani bagi mayoritas penduduk Indonesia (Amrullah, 2004).

Sejak tahun 70-an jenis ayam ras pedaging (*broiler*) mulai ditenakkan secara intensif di Indonesia. Ayam unggulan hasil persilangan berbagai bangsa ayam ini mendapat respon pasar yang luar biasa. Tingkat konsumsinya terus meningkat dari tahun ke tahun. Kondisi ini memunculkan peternak *broiler* baru di berbagai daerah. Saat ini, peternakan *broiler* ada di hampir setiap provinsi dalam negeri. Agar mengimbangi tingginya permintaan, berbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan kualitas *broiler*. Perkembangan performa *broiler* dari tahun ke tahun terus terjadi peningkatan, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk meningkatkan bobotnya semakin singkat (Jayanata dan Harianto, 2011).

Salah satu kendala dalam pemeliharaan ayam pedaging adalah fluktuasi harga pakan yang tidak menentu. Keberhasilan usaha ayam pedaging yang dipelihara secara intensif sangat tergantung pada ketersediaan bahan pakan murah dan mampu memenuhi kebutuhan zat nutrisi ayam pedaging. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan nilai kegunaan pakan adalah melalui *feed additive* (imbuhan pakan). Beberapa *feed additive* seperti hormon dan antibiotik (*Antibiotic Growth Promotor* atau AGP) telah dilarang penggunaannya di

maju termasuk Indonesia, karena terkait dengan isu global  
kan unggas saat ini, yaitu keamanan pangan hewani dari adanya



cemaran dan residu yang berbahaya bagi konsumen, resistensi bakteri tertentu dan isu lingkungan (Akhadiarto, 2010).

## B. Antibiotik

Antibiotik merupakan bahan kimiawi yang dihasilkan oleh organisme seperti bakteri dan jamur, yang dapat mengganggu mikroorganisme lain. Biasanya bahan ini dapat membunuh bakteri (bakterisidal) atau menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik). Beberapa antibiotik bersifat aktif terhadap beberapa spesies bakteri (berspektrum luas) sedangkan antibiotik lain bersifat lebih spesifik terhadap spesies bakteri tertentu (berspektrum sempit) (Bezoen, *et al.*, 2001).

Antibiotik tidak saja digunakan untuk keperluan pengobatan dan terapi manusia, tetapi juga digunakan dalam bidang peternakan dan pertanian. Penggunaan antibiotik yang berlebih memberi dampak terjadinya seleksi bakteri yang resistan terhadap antibiotik dan terjadinya transfer dari satu jenis bakteri ke bakteri lain.

Pemakaian antibiotika pada hewan yaitu untuk pengobatan, pemacu pertumbuhan dan meningkatkan efisiensi pakan dimulai pada awal tahun 1950. Sampai saat ini *Centers Diseases Control* (CDC) memperkirakan sekitar 40% antibiotika di dunia digunakan sebagai

pakan ternak untuk memacu pertumbuhan sebagai imbuhan antibiotika dapat memacu pertumbuhan ternak agar dapat tumbuh



lebih besar dan lebih cepat serta dapat mencegah terjadinya infeksi bakteri (Mitchell, *et al.*, 1998; Bogaard, *et al.*, 2000).

*Antibiotic Growth Promotor* (AGP) juga dapat meningkatkan konversi pakan dan pertumbuhan hewan serta mengurangi angka morbiditas dan mortalitas akibat infeksi bakteri. Penambahan AGP dalam pakan dapat meningkatkan pertumbuhan hewan sampai dengan 4-8% dan meningkatkan konversi pakan dari 2 menjadi 5% (Ewing dan Cole, 1994).

Konsentrasi antibiotika yang ditambahkan dalam pakan ternak merupakan dosis rendah yaitu berkisar 2,5 –12,5 mg/kg (ppm) (Witte, 1998), namun hal ini terbukti dapat memacu terjadinya resistensi bakteri patogen dan bakteri komensal dalam saluran pencernaan (Bradbury dan Munroe, 1985). Mekanisme kerja AGP sebagai pemacu pertumbuhan masih belum diketahui secara pasti. Ada indikasi yang menunjukkan bahwa aktivitas dari AGP sebagai pemacu pertumbuhan dipengaruhi oleh efek antibakterial antibiotika.

Antibiotika ditambahkan dalam pakan unggas untuk mencegah dan mengobati Colibacillosis dan Staphylococcosis. Antibiotika pada sapi digunakan untuk mengobati mastitis dan penyakit saluran pernafasan. Pemakaian AGP dapat meningkatkan prevalensi resisten bakteri dan meninggalkan residu antibiotika pada produk asal ternak yang dapat mengganggu kesehatan manusia yang mengkonsumsinya (Levy, *et al.*,



*Food-borne* bakteri yang resisten terhadap antibiotika dapat mengakibatkan terjadinya resistensi antibiotika terhadap manusia. *Food-borne* bakteri seperti *E. coli* dan *Salmonella* yang mencemari karkas dapat mengakibatkan infeksi pada manusia yang mengkonsumsinya dan jika bakteri tersebut resisten terhadap antibiotika maka dapat mengakibatkan penyakit yang serius akibat kegagalan pengobatan dengan antibiotika. Walaupun data mengenai kegagalan pengobatan pada manusia akibat terjadinya resistensi antibiotika sangat terbatas banyak bukti yang menunjukkan gangguan kesehatan pada manusia akibat terjadinya resistensi organisme (Levy, *et al.*, 1987).

Cemaran dan residu dari penggunaan antibiotik menjadi racun terhadap manusia juga dapat menciptakan mikroorganisme yang resisten dalam tubuh manusia atau ternak terutama bakteri-bakteri patogen seperti *Salmonella*, *Escherichia coli* dan *Clostridium perfringens* (Sarwono, dkk., 2012). Oleh karena itu, perlu adanya biosuplemen yang aman bagi ternak, yaitu dengan penggunaan prebiotik.

### C. Prebiotik

Prebiotik merupakan bahan pangan yang tidak tercerna dan menguntungkan mikroflora usus dengan menstimulasi secara selektif pertumbuhan bakteri dalam kolon (usus besar). Hal tersebut dapat

atkan kesehatan bagi usus (Suskovic, *et al.*, 2001).



Prebiotik tidak hanya menstimulasi pertumbuhan bakteri probiotik, tetapi juga menghasilkan senyawa yang menguntungkan bagi usus. Fermentasi prebiotik dalam kolon menghasilkan *short chain fatty acids* (SCFA atau asam lemak rantai pendek) dan asam laktat yang merupakan faktor penting yang menentukan pH lumen kolon. Lebih dari 300 mmol SCFA yang diproduksi perharinya. Tiga jenis SCFA yaitu asam asetat, asam propionat dan asam butirrat (Suskovic, *et al.*, 2001).

Prebiotik merupakan komposisi pangan yang tidak dapat dicerna. meliputi inulin, fruktooligosakarida (FOS), galaktoolisakarida dan laktosa. Fruktooligosakarida secara alami terjadi pada komposisi pangan yang tidak dapat dicerna dan mendukung pertumbuhan bakteri *Bifidobacteria* yang merupakan bakteri probiotik (Caglar, *et al.*, 2005).

### 1. Mekanisme kerja prebiotik

Senyawa prebiotik yang tidak dapat dicerna oleh usus halus akan mencapai usus besar, selanjutnya akan didegradasi atau difermentasi oleh bakteri usus dan dapat menstimulir pertumbuhan BAL. Fermentasi oligosakarida oleh bakteri usus akan menghasilkan energi metabolisme dan asam lemak rantai pendek (terutama asam asetat dan asam laktat), sehingga komposisi mikroflora usus berubah. Selain asam, bakteri usus juga akan menghasilkan zat yang bersifat antimikroba. Hampir semua zat

produksi oleh bakteri bersifat asam merupakan hasil fermentasi  
rat oligosakarida. Produksi asam tersebut akan menurunkan pH  
sehingga persentase bakteri yang menguntungkan seperti



Bifidobacterium dan Lactobacillus meningkat, sedangkan persentase bakteri pembusuk seperti *E. coli* dan *Streptococcus faecalis* yang merugikan akan menurun. Pertumbuhan bakteri patogen seperti Salmonella dan *E. coli* akan terhambat dengan adanya asam dan zat-zat antibakteri. Dengan demikian oligosakarida merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri Bifidobacterium dan Lactobacillus yang menguntungkan di dalam kolon (usus besar), sehingga dapat digolongkan sebagai prebiotik (Tomomatsu, 1994).

## 2. Manfaat prebiotik

Menurut Manning dan Gibson (2004), prebiotik mempunyai beberapa manfaat sebagai berikut:

### a. Dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen

Prebiotik merupakan substrat bagi bakteri yang menguntungkan dalam usus. Sebagai contoh tersedianya inulin dan FOS dapat meningkatkan jumlah *Bifidobacterium* dalam pencernaan. Terbentuknya asam laktat oleh BAL memiliki beberapa keuntungan. Produk akhir metabolisme BAL akan menurunkan pH usus dimana bakteri patogen tidak mampu berkompetisi (memiliki sifat penghambatan). *Bifidobacterium* mampu menghasilkan antimikroba yang berpengaruh terhadap berbagai bakteri patogen gram-positif dan gram-negatif yang ada dalam usus.



### Meningkatkan penyerapan kalsium

pengaruh prebiotik terhadap peningkatan penyerapan kalsium melalui mekanisme berikut:

- a) fermentasi prebiotik seperti inulin menghasilkan produk SCFA, sehingga menurunkan pH koloni lumenal. Akibatnya meningkatkan kelarutan kalsium di dalam usus,
- b) fermentasi *phytate* oleh bakteri juga dapat melepaskan kalsium. *Phytate* sebagai salah satu komponen tanaman yang dikonsumsi, juga dapat membentuk kompleks dengan kation divalen yang tidak larut dan stabil seperti kalsium,
- c) asam lemak rantai pendek masuk ke kolon dalam bentuk proton kemudian berdisosiasi di lingkungan intraseluler. Proton yang dilepaskan dalam lumen berubah menjadi ion kalsium. Berdasarkan pengujian *in vivo* dengan hewan percobaan seperti tikus, menunjukkan bahwa prebiotik dapat meningkatkan penyerapan kalsium dalam usus dan mengurangi kehilangan kalsium pada tulang.

### c. Mencegah kanker usus

Prebiotik dipostulatkan mampu melindungi kolon dari serangan kanker kolon. Beberapa prebiotik (inulin, FOS, GOS dan *resistant starch*) dapat menstimulir Eubacteria (tetapi bukan *Clostridia* yang toksik) yang menghasilkan metabolit berupa butirir. Adanya prebiotik dapat mendukung pertumbuhan BAL dan dipercaya mampu menghambat beberapa bakteri yang menghasilkan enzim karsinogenik. Dengan demikian prebiotik dapat meningkatkan pembentukan butirir dalam usus.



#### **d. Memberikan pengaruh terhadap sistem imun (*immunological effect*)**

Prebiotik dapat meningkatkan jumlah mikroflora dalam usus. Pemberian FOS, GOS dan laktulosa dapat mengubah komposisi mikroflora usus. Prebiotik juga dapat mendukung pertumbuhan BAL. Pemberian GOS, inulin dapat meningkatkan jumlah *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli*. Bakteri asam laktat diketahui dapat menstimulir respon baik yang spesifik maupun non-spesifik. Akibatnya meningkatkan aktivitas pagositas dan atau meningkatkan molekul *immunological* seperti IgA yang mempengaruhi *Salmonella* dan rotavirus.

#### **e. Dapat menurunkan kolesterol**

Industri makanan banyak mengembangkan pangan fungsional untuk memodulasi lemak darah seperti kolesterol dan trigliserida. Peningkatan kolesterol dalam darah berisiko menyebabkan penyakit jantung koroner. Beberapa bukti menunjukkan bahwa BAL mampu menurunkan konsentrasi level total dan *low-density lipoprotein* (LDL) kolesterol. Namun sampai saat ini mekanismenya belum jelas. Kemungkinan BAL secara langsung mampu mengasimilasi kolesterol. Prebiotik seperti FOS dapat menurunkan sintesa *de novo* trigliserida oleh hati.

Oligosakarida yang tidak tercerna seperti rafinosa, fruktosakarida, galaktosil laktosa, isomaltooligosakarida atau laktosiloligosakarida telah diketahui dapat meningkatkan jumlah *Bifidobacteria* indigenus dan bakteri asam laktat lainnya. Beberapa



prebiotik seperti inulin dan oligosakarida dapat diisolasi dari sumber alami, seperti umbi-umbian. Umumnya umbi-umbian mengandung oligosakarida dalam bentuk rafinosa dalam jumlah tinggi (Antarini, 2011).

#### D. Kulit Singkong

Potensi kulit singkong di Indonesia sangat melimpah, seiring dengan eksistensi negara ini sebagai salah satu penghasil singkong terbesar di dunia. Setiap kg singkong biasanya dapat menghasilkan 15-20% kulit singkong, sehingga apabila dihitung kulit singkong di Jawa Timur pada tahun 2012 mencapai 800.000 ton. Kulit singkong selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit singkong termasuk salah satu bahan baku pakan ternak yang mempunyai energi tinggi dan masih mengandung bahan-bahan organik seperti karbohidrat, protein, lemak dan mineral (Juliarti dan Alfaizah, 2013).



Gambar 2. Kulit singkong (Progo)



Bahan makanan pokok yang biasa dijumpai di Indonesia ialah jagung, sagu dan juga singkong atau ubi. Bahan makanan tersebut

berasal dari tumbuhan dan senyawa yang terkandung di dalamnya sebagian besar adalah karbohidrat yang terdapat sebagai amilum atau pati (Poedjiadi, 1994).

Amilum merupakan salah satu polisakarida yang banyak terdapat di alam, yaitu pada sebagian besar tumbuhan. Amilum atau bahasa sehari-hari disebut pati terdapat pada umbi, daun, batang dan biji-bijian. Amilum terdiri atas dua macam polisakarida yang kedua-duanya adalah polimer dari glukosa, yaitu amilosa (kira-kira 20-28%) dan sisanya amilopektin. Amilosa terdiri atas 250-300 unit D-glukosa yang terikat dengan ikatan  $\alpha$  1,4-glikosidik, molekulnya merupakan rantai terbuka. Amilopektin juga terdiri atas molekul D-glukosa yang sebagian besar mempunyai ikatan 1,4-glikosidik dan sebagian lagi ikatan 1,6-glikosidik. Adanya ikatan 1,6-glikosidik ini menyebabkan terjadinya cabang (Poedjiadi, 1994).

Amilum dapat dihidrolisis sempurna dengan menggunakan asam sehingga menghasilkan glukosa. Hidrolisis juga dapat dilakukan dengan bantuan enzim amilase. Oleh enzim amilase, amilum diubah menjadi maltosa dalam bentuk  $\beta$  maltosa (Poedjiadi, 1994).

Dalam pembuatan prebiotik, kulit singkong digunakan sebagai bahan baku yang akan dimanfaatkan kandungan patinya. Kandungan pati di dalam kulit singkong berkisar 44-59%. Komposisi kimia kulit singkong

terdapat pada Tabel 1.



Tabel 1. Persentase Kandungan Kimia Kulit Singkong (Andriani, dkk., 2012)

Komposisi Kimia	Kulit Singkong (%)
Air	7,9 -10,32
Pati (starch)	44 -59
Protein	1,5 -3,7
Lemak	0,8 -2,1
Abu	0,2 -2,3
Serat	17,5 -27,4
Ca	0,42 -0,77
Mg	0,12 -0,24
P	0,02 -0,10

Polisakarida seperti pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan prebiotik. Ubi-ubian, sereal, dan biji polong-polongan merupakan sumber pati yang paling penting. Ubi-ubian yang sering dijadikan sumber pati antara lain ubi jalar, kentang, dan singkong. Pati yang berasal dari singkong dapat diperoleh baik dari daging ataupun kulit arinya. Pati kulit singkong sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri makanan dan industri yang berbasis pati karena kandungan patinya yang cukup tinggi (Niba, 2006 dalam Hui, 2006).

Beberapa prebiotik seperti inulin dan oligosakarida dapat diisolasi dari sumber alami seperti umbi-umbian. Umumnya umbi-umbian mengandung oligosakarida dalam bentuk rafinosa dalam jumlah tinggi. Singkong dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan pati kulit



singkong, bagian kulit singkong yang digunakan adalah bagian dalam. Pati kulit singkong merupakan hasil olahan kulit singkong yang pembuatannya sangat sederhana.

### E. Fermentasi

Fermentasi berasal dari kata ferment yang berarti enzim, sehingga fermentasi dapat diartikan sebagai peristiwa atau proses berdasarkan atas kerja enzim (Said, 1987). Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Proses fermentasi membutuhkan starter sebagai mikroba yang akan ditumbuhkan dalam substrat. Starter merupakan populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi.

Fermentasi terbagi menjadi dua, yaitu fermentasi spontan dan tidak spontan (membutuhkan starter). Fermentasi spontan adalah fermentasi yang biasa dilakukan menggunakan media penyeleksi, seperti garam, asam organik, asam mineral, nasi atau pati. Media penyeleksi tersebut akan menyeleksi bakteri patogen dan menjadi media yang baik bagi tumbuh kembang bakteri selektif yang membantu jalannya fermentasi. Fermentasi tidak spontan adalah fermentasi yang dilakukan dengan penambahan kultur organisme bersama media penyeleksi sehingga

fermentasi dapat berlangsung lebih cepat (Rahayu, dkk.,1992).



Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan kegiatan mikroba tertentu untuk tujuan mengubah sifat bahan agar dapat dihasilkan sesuatu yang bermanfaat. Hasil-hasil fermentasi terutama tergantung pada jenis substrat, macam mikroba dan kondisi di sekelilingnya yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroba tersebut (Winarno, dkk., 1980).

Fermentasi asam laktat adalah respirasi yang terjadi pada sel hewan atau manusia, ketika kebutuhan oksigen tidak tercukupi akibat bekerja terlalu berat. Di dalam sel otot asam laktat dapat menyebabkan gejala kram dan kelelahan. Laktat yang terakumulasi sebagai produk limbah dapat menyebabkan otot letih dan nyeri, namun secara perlahan diangkut oleh darah ke hati untuk diubah kembali menjadi piruvat.

Hasil fermentasi diperoleh dari hasil metabolisme mikroba-mikroba pada suatu bahan pangan dalam keadaan anaerob. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi yang umumnya diperoleh dari glukosa. Dalam keadaan aerob, mikroba mengubah glukosa menjadi air, CO<sub>2</sub> dan energi (ATP). Beberapa mikroba hanya dapat melangsungkan metabolisme dalam keadaan anaerob dan hasilnya adalah substrat yang setengah terurai. Hasil penguraiannya adalah air, CO<sub>2</sub>, energi dan sejumlah asam organik lainnya, seperti asam laktat, asam asetat, etanol serta bahan-bahan organik yang mudah menguap. Perkembangan mikroba-mikroba dalam keadaan anaerob biasanya dicirikan sebagai

fermentasi (Muchtadi dan Ayustaningwarno, 2010).



Pertumbuhan mikroba pada proses fermentasi ditandai dengan peningkatan jumlah massa sel seiring dengan lamanya waktu yang digunakan sehingga konsentrasi metabolik semakin tinggi sampai akhirnya menjadi terbatas yang kemudian dapat menyebabkan laju pertumbuhan menurun. Lama fermentasi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap proses fermentasi. Lama fermentasi berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroba yang akan terus berubah dari waktu ke waktu selama proses fermentasi berlangsung. Waktu inkubasi yang singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan mikroba untuk terus tumbuh dan berkembang biak sehingga jumlah komponen substrat yang dapat diubah menjadi massa sel juga sedikit. Sebaliknya dengan waktu inkubasi yang lebih lama berarti akan semakin banyak kesempatan mikroba untuk tumbuh dan berkembang biak (Aisjah, 1995).

Mikroorganisme tumbuh dan berkembang secara aktif merubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan pada proses fermentasi (Suprihatin, 2010). Produk fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi daripada bahan asalnya. Hal ini tidak hanya disebabkan oleh sifat mikroba katabolik maupun mengubah bahan organik kompleks seperti protein, karbohidrat, dan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana dan mudah dicerna. Produk dari suatu proses

asi adalah sel-sel mikroba/biomassa enzim, metabolit primer dan



metabolit sekunder, serta senyawa-senyawa kimia hasil proses fermentasi oleh mikroba (Anshori, 1989).

Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, pH awal fermentasi, substrat, kandungan nutrisi medium dan inokulum. Proses optimum fermentasi tergantung pada jenis organismenya (Sulistyaningrum, 2008).

### F. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat (BAL) adalah organisme gram positif, tidak bersporulasi, katalase negatif, berbentuk batang atau *coccus*. BAL bersifat toleran terhadap asam, tanpa sitokrom dan merupakan organisme yang membutuhkan media pertumbuhan kompleks (asam amino, vitamin, asam nukleat dan komponen mineral (Mohankumar dan Murugalatha, 2011; Konings, 2002).

Berdasarkan klasifikasi taksonomi, BAL termasuk dalam filum Firmicutes, kelas Bacili dan ordo Lactobacillales (Lahtinen, *et al.*, 2011). BAL digunakan dalam fermentasi makanan karena mampu memetabolisme gula dengan produk akhir asam laktat dan asam organik lainnya. Ada 2 jalur fermentasi pada BAL yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Jalur homofermentatif adalah dimana lebih dari 90% substrat gula diubah menjadi asam laktat, sedangkan jalur

fermentatif menghasilkan kurang lebih 50% asam laktat dan 50% seperti asam asetat, etanol dan karbondioksida. Bakteri asam pada umumnya mempunyai satu atau dua jalur ini (obligat



homofermentatif atau obligat heterofermentatif), meskipun ada beberapa spesies yang mempunyai metabolisme keduanya (fakultatif homofermentatif). Pada umumnya BAL mempunyai metabolisme keduanya (fakultatif homofermentatif) (Hutkins, 2006).

Bakteri asam laktat merupakan organisme non patogen dan dianggap GRAS (*Generally Recognized As Safe*) kecuali untuk beberapa spesies seperti *Enterococcus* yang diakui sebagai patogen untuk manusia dan hewan (Mayo, *et al.*, 2010; Pessione, 2012). Bakteri asam laktat menghasilkan berbagai macam zat antimikroba seperti asam laktat, asam asetat, amonia, bakteriosin, etanol, reuterin, hidrogen peroksida, dan diasetil yang mampu menghentikan perkembangan penyakit bawaan makanan dengan menghambat pertumbuhan pembusukan makanan dan organisme patogen (Zamfir, *et al.*, 2000; Mahrous, *et al.*, 2013; Abo-Amer, 2011).

Saluran pencernaan menjadi tempat keberadaan BAL yang merupakan bagian dari mikrobiota usus yang sehat dan saluran genitourinari manusia dan hewan. Selain itu, BAL dianggap sebagai probiotik karena memberikan kesehatan pada inang. Bakteri asam laktat bersaing dengan mikroflora usus yang bersifat patogen dan merangsang kekebalan mukosa (Klaenhammer, *et al.*, 2002).

Bakteri asam laktat memiliki semua protein yang diperlukan untuk

dan beberapa enzim yang terlibat dalam jalur fermentasi. demikian BAL beradaptasi dengan baik untuk kondisi anaerobik



dan aerobik (Pessione, 2012). BAL adalah kelompok besar yang mengandung sejumlah besar genera bakteri diantaranya yang paling dikenal dalam industri adalah *lactobacilli* (susu, daging, sayuran, sereal), *lactococci* (susu), *streptococci* (susu), *leuconostoc* (sayuran, susu), dan *pediococci* (sayuran, daging) (Klaenhammer, *et al.*, 2002).

### G. *Lactobacillus plantarum*

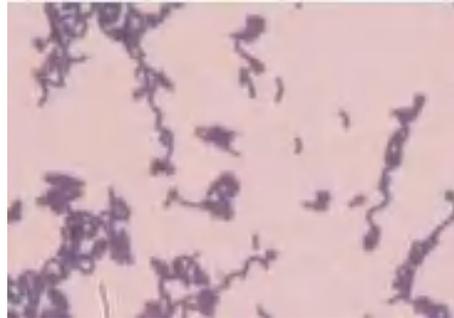
*Lactobacillus* merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang bulat, tunggal atau membentuk rantai pendek hingga panjang, tidak membentuk spora, non motil, anaerob fakultatif, katalase negatif, dengan ukuran bervariasi antara 0,6-0,9 x 1,5-6,0  $\mu\text{m}$ . *Lactobacillus* berwarna putih susu atau krem, bentuk bulat, halus, cembung dengan tepian rata. *Lactobacillus* menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir utama dari fermentasi karbohidrat, etanol, asam asetat dan  $\text{CO}_2$  melalui fermentasi karbohidrat. *Lactobacillus* tumbuh pada suhu 1-50°C, dan tumbuh baik pada suhu 25-40°C pada fermentasi terkontrol. *Lactobacillus* berperan dalam mengontrol pH usus sehingga membatasi pertumbuhan bakteri patogen (Lee dan Salminen, 2009). Jenis bakteri *Lactobacillus* diantaranya adalah *L. acidophilus*, *L. reuteri*, *L. sporogenes* dan *L. plantarum* (Khem, *et al.*, 2015; Sopandi dan Wardah, 2014).

*Lactobacillus plantarum* (*L. plantarum*) adalah bakteri gram positif,

batang, tunggal atau berkoloni dalam rantai pendek, nonmotil, dan 0,9-2,0 x 1,0-8,0  $\mu\text{m}$ , dengan suhu tumbuh optimum 35-38°C dan pH 4-9. Bakteri ini merupakan penghasil hidrogen peroksida tertinggi



dibandingkan bakteri asam laktat lainnya, dan banyak terdapat pada makanan fermentasi (Bhardwaj, *et al.*, 2012; Khem, *et al.*, 2015).



**Gambar 3.** *Lactobacillus plantarum* (Holt dan Bergey, 2000)

Klasifikasi bakteri *Lactobacillus plantarum* Menurut Holt dan Bergey (2000):

Kingdom : Bakteria  
 Divisi : Firmicutes  
 Kelas : Bacili  
 Ordo : Lactobacillales  
 Famili : Lactobacillaceae  
 Genus : Lactobacillus  
 Spesies : *Lactobacillus plantarum*

*Lactobacillus plantarum* bersifat homofermentatif dan tahan terhadap kadar asam yang cukup tinggi. *L. plantarum* dapat meningkatkan keasaman sebesar 1,5-2,0% pada substrat. Pertumbuhannya dapat menghambat kontaminasi dari mikroorganisme patogen dan penghasil

arena kemampuannya untuk menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH substrat. Selain itu juga dapat menghasilkan hidrogen



peroksida yang dapat berfungsi sebagai antibakteri dan mempunyai kemampuan untuk menghasilkan bakteriosin yang berfungsi sebagai zat antibiotik (Jenie dan Rini, 1995). *Lactobacillus plantarum* juga mampu menghasilkan enzim amilase untuk mendegradasi pati (Reddy, 2008) dan menghasilkan enzim *Bile Salt Hydrolase* (BSH) yang menurunkan kadar kolesterol (Saputri, 2012). Penurunan tersebut disebabkan adanya aktivitas BAL yang mempengaruhi proses sintesis asam lemak di dalam tubuh ternak dengan menurunkan aktivitas asetil Ko-A karboksilase yaitu enzim yang berperan dalam laju sintesis asam lemak (Kinasih dan Sopandi, 2017; Santoso, *et al.*, 1995)

## H. Kolesterol

Kolesterol merupakan komponen membran dari setiap sel. Kolesterol dalam makanan terdapat pada daging, susu, kuning telur dan lemak binatang. Kolesterol merupakan senyawa intermediat biosintesis beberapa steroida penting, seperti asam empedu, hormon adrenokortik, ergosteron, androgen dan progesteron (Poedjiadi, 1994).

Kolesterol adalah suatu komponen lemak yang didalamnya terdapat zat *triglycerida*, fosfolipid, asam lemak bebas dan kolesterol. Secara umum, kolesterol berfungsi untuk membangun dinding sel. Kolesterol yang terdapat dalam tubuh manusia berasal dari dua sumber

yaitu dari makanan yang dikonsumsi dan dari pembentukan oleh (Magustina, 2007).



Mekanisme penurunan kolesterol oleh aktivitas BAL disebabkan oleh enzim *Bile Salt Hydrolase* (BSH) yang mendekongugasi garam empedu, dimana glisin atau taurin dipisahkan dari steroid, sehingga menghasilkan garam empedu bebas atau terdekonjugasi. Enzim BSH menghasilkan garam empedu terdekonjugasi dalam bentuk asam kolat bebas yang kurang diserap oleh usus halus. Dengan demikian, garam empedu yang kembali ke hati selama sirkulasi enterohepatik menjadi berkurang, sehingga total kolesterol dalam tubuh menjadi berkurang (Fadhillah, dkk., 2015).

Sekitar 80% dari kolesterol yang mengalami metabolisme diubah menjadi asam empedu. Baik asam-asam empedu dan kolesterol direabsorpsi terus-menerus melalui usus, kemudian melewati hati lagi dan diekskresi lagi ke dalam empedu, siklus ini disebut siklus enterohepatik (Poedjadi, 1994).

## I. Enzim

Enzim adalah biomolekul yang berfungsi sebagai katalis (senyawa yang mempercepat proses reaksi tanpa habis bereaksi) dalam suatu reaksi kimia. Bila zat ini tidak ada maka proses-proses tersebut akan terjadi lambat atau tidak berlangsung sama sekali. Hampir semua enzim merupakan protein. Enzim adalah biokatalisator, yang artinya dapat mempercepat reaksi-reaksi biologi tanpa mengalami perubahan struktur

ada reaksi yang dikatalisasi oleh enzim, molekul awal reaksi sebagai substrat dan enzim mengubah molekul tersebut menjadi



molekul-molekul yang berbeda, disebut produk. Hampir semua proses biologis sel memerlukan enzim agar dapat berlangsung dengan cepat (Harahap, 2012).

Enzim dapat diperoleh dari makhluk hidup seperti hewan, tumbuhan dan mikroorganisme. Meskipun banyak sumber dapat menghasilkan enzim yang berasal dari hewan dan tumbuhan, namun pemanfaatan mikroorganisme sebagai sumber enzim lebih banyak diminati, karena enzim dari mikroorganisme dapat dihasilkan dalam waktu yang sangat singkat, mudah diproduksi dalam skala besar, proses produksi bisa dikontrol, kemungkinan terkontaminasi oleh senyawa lain lebih kecil, dan dapat diproduksi secara berkesinambungan dengan biaya yang relatif rendah (Thomas, 1989).

Sifat-sifat katalitik dari enzim menurut Page (1989), ialah sebagai berikut:

- a. enzim mampu meningkatkan laju reaksi pada kondisi biasa (fisiologik) dari tekanan, suhu dan pH,
- b. enzim mempunyai selektifitas tinggi terhadap substrat (substansi yang mengalami perubahan kimia setelah bercampur dengan enzim) dan jenis reaksi yang dikatalisis,
- c. enzim memberikan peningkatan laju reaksi yang tinggi dibanding dengan katalis biasa.



## 1. Enzim amilase

Amilase adalah enzim yang mempunyai kemampuan memecah ikatan glukosida pada polimer pati. Penggunaan amilase dilaporkan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Permintaan akan enzim golongan amilase telah mencapai sekurang-kurangnya 25% dari keseluruhan pasar enzim (Vaseekaran, *et al.*, 2010). Kelompok enzim ini memiliki banyak variasi dalam aktivitasnya, sangat spesifik, dan tergantung pada tempatnya bekerja. Seiring dengan penemuan-penemuan baru mengenai enzim amilase, kelompok dari amilase semakin bertambah. Beberapa kelompok dari enzim amilase adalah  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, dan  $\gamma$ -amilase (Aiyer, 2005).

Enzim amilase akan memecah substrat pati melalui tiga tahapan utama yaitu gelatinisasi, likuifikasi, dan sakarifikasi (Kaneko, *et al.*, 2005). Ketiga proses tersebut merupakan proses dengan tingkat konsumsi energi yang tinggi sehingga meningkatkan biaya hidrolisis bahan berpati (Sun, *et al.*, 2008).

## 2. Aktivitas enzim

Organisme hidup mampu mendapatkan dan menggunakan energi dengan cepat karena adanya katalis biologis yang disebut enzim. Sebagaimana katalis anorganik, enzim mengubah kecepatan suatu reaksi

etapi tidak mempengaruhi kesetimbangan akhir reaksi. Enzim



dibutuhkan dalam jumlah kecil untuk perubahan besar pada molekul substrat (Bintang, 2010).

Enzim sebagai biokatalisator berstruktur protein, dalam mekanisme kerja aktivitasnya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain temperatur, pH, konsentrasi substrat, konsentrasi enzim, kehadiran aktivator atau inhibitor (Poedjiadi, 1994). Tiap enzim memerlukan suhu dan pH (tingkat keasaman) optimum yang berbeda-beda, karena enzim adalah protein, yang dapat mengalami perubahan bentuk jika suhu dan keasaman berubah. Pada suhu atau pH yang tidak sesuai, enzim tidak dapat bekerja secara optimal atau strukturnya akan mengalami kerusakan. Hal ini akan menyebabkan enzim kehilangan fungsinya sama sekali. Kerja enzim juga dipengaruhi oleh molekul lain. Inhibitor adalah molekul yang menurunkan aktivitas enzim, sedangkan aktivator adalah yang meningkatkan aktivitas enzim (Harahap, 2012).

Menurut Harahap (2012), faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim diantaranya:

**a. Suhu**

Enzim tersusun dari protein, maka enzim sangat peka terhadap temperatur. Temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein. Temperatur yang terlalu rendah dapat menghambat reaksi. Pada umumnya temperatur optimum enzim adalah 30-40°C. Kebanyakan enzim

menunjukkan reaksi jika suhu turun sampai 0°C, namun enzim tidak



rusak, bila suhu normal maka enzim akan aktif kembali. Enzim tahan pada suhu rendah, namun rusak diatas suhu 50°C.

#### **b. pH**

Enzim juga sangat terpengaruh oleh pH. Perubahan pH dapat mempengaruhi perubahan asam amino kunci pada sisi aktif enzim sehingga menghalangi sisi aktif berkombinasi dengan substratnya. pH optimum yang diperlukan berbeda-beda tergantung jenis enzimnya.

#### **c. Konsentrasi enzim dan substrat**

Agar reaksi berjalan optimum, maka perbandingan jumlah antara enzim dan substrat harus sesuai. Jika enzim terlalu sedikit dan substrat terlalu banyak reaksi akan berjalan lambat bahkan ada substrat yang tidak terkatalisasi. Semakin banyak enzim, reaksi akan semakin cepat.

#### **d. Inhibitor enzim**

Seringkali enzim dihambat oleh suatu zat yang disebut inhibitor, ada dua jenis inhibitor yaitu sebagai berikut:

##### a) Inhibitor kompetitif

Pada penghambatan ini zat-zat penghambat mempunyai struktur yang mirip dengan struktur substrat. Dengan demikian, baik substrat maupun zat penghambat berkompetisi atau bersaing untuk bersatu dengan sisi aktif enzim. Jika zat penghambat lebih dulu berikatan dengan sisi aktif enzim, maka substratnya tidak dapat lagi berikatan dengan sisi aktif

b) Inhibitor nonkompetitif



Pada penghambatan ini, substrat sudah tidak dapat berikatan dengan kompleks enzim-inhibitor, karena sisi aktif enzim berubah.

Selain faktor temperatur, pH, konsentrasi enzim dan substrat serta inhibitor yang dapat mempengaruhi aktivitas enzim, kofaktor juga mempengaruhi aktivitas enzim.

Sejumlah besar enzim membutuhkan suatu komponen lain untuk dapat berfungsi sebagai katalis. Komponen ini secara umum disebut kofaktor. Kofaktor ini dapat dibagi dalam tiga kelompok, yaitu: gugus prostetik, koenzim dan aktivator. Aktivator pada umumnya ialah ion-ion logam yang dapat terikat atau mudah terlepas dari enzim. Contoh aktivator logam adalah  $K^+$ ,  $Mn^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Cu^{++}$ , atau  $Zn^{++}$  (Poedjiadi, 1994).

Enzim yang memerlukan ion logam sebagai kofaktornya dinamakan metaloenzim. Ion logam ini berfungsi untuk menjadi pusat katalis primer, menjadi tempat untuk mengikat substrat dan sebagai stabilisator supaya enzim tetap aktif.

## J. Ion Logam

Ion-ion logam memainkan peran penting dalam proses biologis. Dalam tubuh terdapat dalam jumlah makroelemen ataupun mikroelemen, jumlah makroelemen dari yang terbesar ke terkecil berturut-turut adalah Ca, P, K, S, Na, Cl, dan Mg. Sedangkan mikroelemen berturut-turut adalah Fe, I, Cu, Zn, Mn, dan Co. Proses biokimiawi dalam tubuh hidup hampir selalu melibatkan unsur-unsur logam didalamnya. Untuk suatu proses fisiologik yang normal, ion logam esensial sangat



berperan aktivitasnya, baik dalam ikatannya dengan protein, enzim maupun dalam bentuk yang lainnya (Darmono, 1995).

Ion logam dapat digunakan sebagai aktivasi enzim dan pembawa elektron dengan mekanisme variasi yang berbeda dan lingkungan mikro yang berbeda dalam jenis protein yang berbeda. Fungsi dari ion logam tersebut pada semua enzim, mencakup:

1. Secara tepat menjadi katalis pada enzim
2. Berpartisipasi dalam ikatan substrat pada sisi aktif
3. Menjaga konformasi enzim agar tetap sebagai katalis
4. Berpartisipasi dalam reaksi redoks

Beberapa logam seperti  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mo}^{2+}$  berikatan sangat kuat dengan enzim dan membentuk metaloenzim, sedangkan logam  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  berikatan lemah dengan enzim sehingga membentuk metal-aktif enzim.

### 1. Tinjauan umum logam Mg

Magnesium (Mg) adalah logam putih yang dapat ditempa, melebur pada  $605^{\circ}\text{C}$ . Logam ini perlahan-lahan terurai oleh air pada suhu biasa, tetapi pada titik didih air reaksi berlangsung dengan cepat (Svehla, 1990).

Magnesium memegang peranan penting dalam lebih dari tiga ratus sistem enzim di dalam tubuh. Magnesium bertindak di dalam plasma

sel jaringan lunak sebagai katalisator dalam reaksi-reaksi biologik  
 k reaksi-reaksi yang berkaitan dengan metabolisme energi,  
 rat, lipida, protein dan asam nukleat. Kekurangan magnesium



ditandai gejala-gejala seperti gangguan mental, kelelahan, gangguan jantung dan masalah-masalah pada konduksi saraf serta kontraksi otot. Gejala lainnya kejang otot, stres, dan susah tidur (Cahyono, 2013).

Magnesium berfungsi sebagai aktivator enzim untuk memecah gugus fosfat yang membantu penyerapan kalsium. Selain itu, magnesium berperan untuk kelancaran kerja berbagai enzim. Magnesium diperlukan tubuh untuk memproduksi 300 jenis enzim (Budiasih, 2009).

## 2. Tinjauan umum kalium

Kalium adalah logam putih-perak yang lunak. Logam ini melebur pada  $63,5^{\circ}\text{C}$ . Tetap tidak berubah dalam udara kering, tetapi cepat teroksidasi dalam udara lembab, menjadi tertutup dengan suatu lapisan biru. Logam ini menguraikan air dengan dahsyat, sambil melepaskan hidrogen dan terbakar dengan nyala lembayung. Garam-garam kalium mengandung kation monovalen  $\text{K}^+$ . Garam-garam ini biasanya larut dan membentuk larutan yang tak berwarna, kecuali bila anionnya berwarna (Svehla, 1990).

Kalium penting dalam menghantarkan impuls saraf serta pembebasan tenaga dari protein, lemak dan karbohidrat sewaktu metabolisme. Kalium bergerak di dalam tubuh secara difusi, absorbs dan sekresi. Kalium memasuki tubuh dari saluran usus dengan cara difusi

dinding kapiler dan absorpsi aktif. Kalium masuk ke dalam sel-sel dengan cara difusi dan membutuhkan proses metabolisme yang aktif.



Kalium dibuang melalui urin dengan cara sekresi dan penyaringan, dan sebagian kecil dibuang melalui feses (Nasution dan Darwin, 1998).

Kalium mudah sekali diserap tubuh, diperkirakan 90% dari yang dicerna akan diserap dalam usus kecil (Winarno, 2004). Kalium merupakan unsur anorganik yang penting di dalam cairan intraseluler, penting untuk kontraksi otot dan penting untuk pertumbuhan.

### K. Kerangka pemikiran

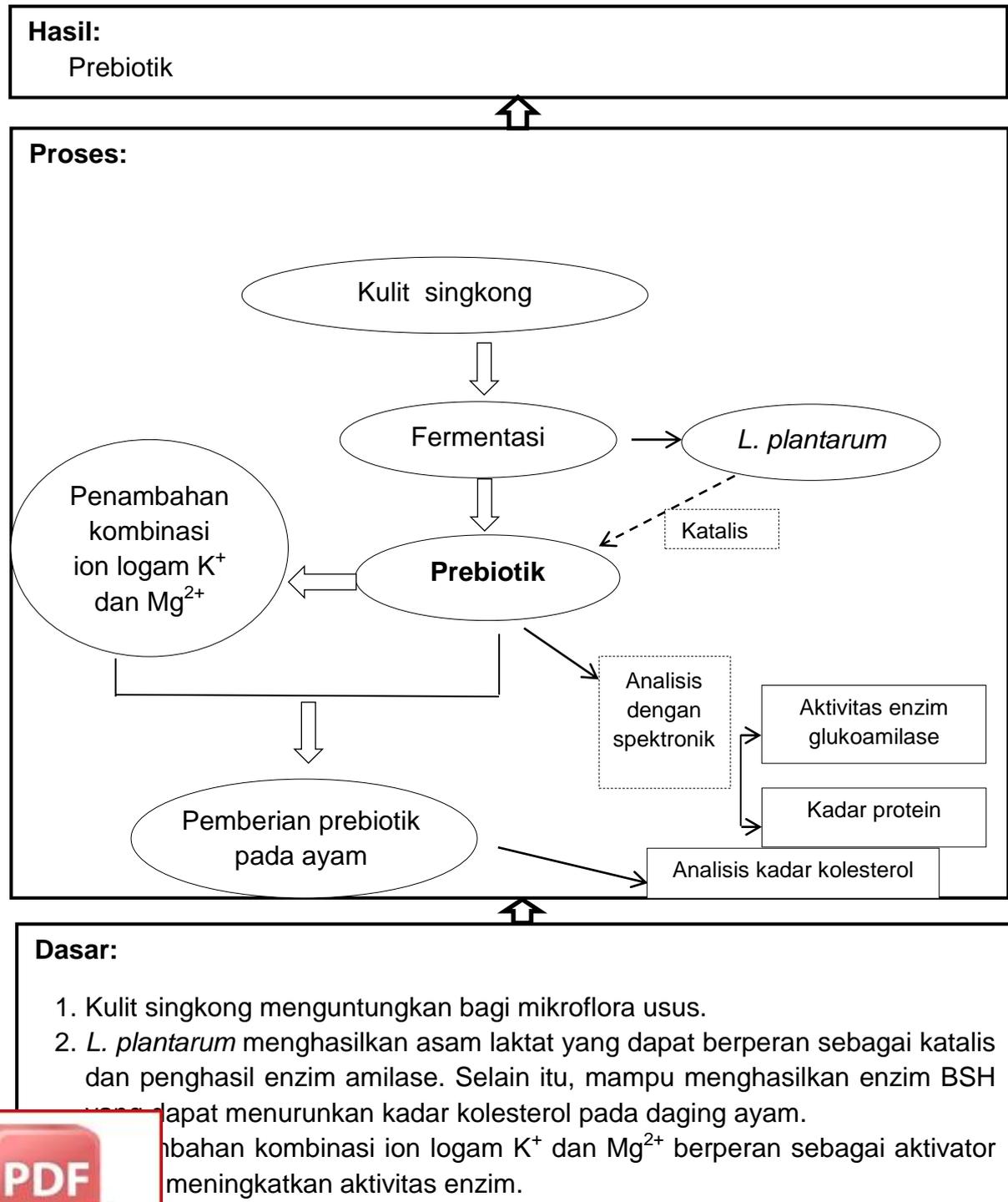
Kulit singkong memiliki potensi untuk dijadikan sebagai prebiotik. Kulit singkong merupakan karbohidrat yang tidak tercerna sehingga tidak dapat diserap oleh usus halus dan ketika mencapai usus besar akan didegradasi oleh bakteri usus. Hal ini yang akan menstimulir pertumbuhan bakteri menguntungkan bagi pencernaan, sehingga berpengaruh pada pertumbuhan (pertambahan) bobot pada *broiler*. Kulit singkong berperan sebagai substrat. Substrat membutuhkan enzim untuk mempercepat reaksi membentuk suatu produk berupa glukosa. Glukosa ini akan digunakan oleh bakteri probiotik sebagai nutrisi.

*Lactobacillus plantarum* menghasilkan asam laktat yang dapat berperan sebagai katalis dan menghasilkan enzim amilase untuk mendegradasi pati. Selain itu, *Lactobacillus plantarum* menghasilkan enzim BSH yang dapat menurunkan kadar kolesterol pada ayam.

peningkatan aktivitas enzim dilakukan dengan menambahkan berupa kombinasi ion logam  $K^+$  dan  $Mg^{2+}$ . Prebiotik yang



diperoleh kemudian dilanjutkan dengan analisis biomolekul dan diuji potensi prebiotiknya terhadap penambahan bobot *broiler*. Dilakukan uji kadar kolesterol darah pada ayam setelah diberi prebiotik.



## L. Hipotesis

- a. Kulit singkong berpotensi sebagai prebiotik ditunjukkan dengan penambahan bobot ayam yang lebih besar dibandingkan dengan yang tanpa pemberian prebiotik.
- b. Penambahan kombinasi ion logam  $K^+$  dan  $Mg^{2+}$  berpengaruh pada kinerja prebiotik terhadap penambahan bobot ayam dibandingkan dengan prebiotik yang tanpa penambahan ion logam.

