

**DISERTASI**

**ENKAPSULASI ASAP CAIR SEBAGAI BAHAN ADITIF  
PADA AYAM RAS PEDAGING**

**ANDY**



**PROGRAM STUDI ILMU PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**ENKAPSULASI ASAP CAIR SEBAGAI BAHAN ADITIF  
PADA AYAM RAS PEDAGING**

Disertasi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Doktor  
Program Studi Ilmu Peternakan

Disusun dan diajukan oleh

ANDY

I013181001

Kepada

**PROGRAM STUDI ILMU PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**ENCAPSULATED LIQUID SMOKE AS AN ADDITIVE IN  
BROILER CHICKENS**

Dissertation

as one of the requirements for achieving a doctoral degree  
Study Program Animal Sciences

Prepared and submitted by

ANDY

I013181001

to

**GRADUATE PROGRAM  
ANIMAL SCIENCES STUDY PROGRAM  
HASANUDDIN UNIVERSITY  
MAKASSAR INDONESIA  
2023**

**DISERTASI****ENKAPSULASI ASAP CAIR SEBAGAI BAHAN ADITIF PADA AYAM  
RAS PEDAGING**

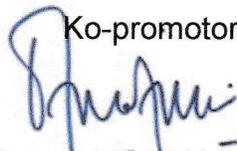
ANDY  
I013181001

Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian disertasi yang dibentuk  
dalam rangka penyelesaian studi Program Doktor Studi Ilmu Peternakan  
Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal Desember 2022

Menyetujui  
Promotor

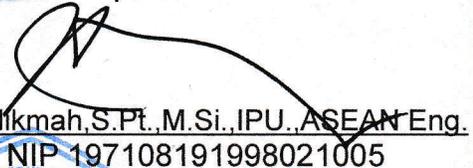
  
Prof. Dr. drh. Ratmawati Malaka, M.Sc.  
NIP 196407121989112002

Ko-promotor

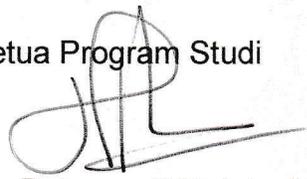


Dr. Ir. Sri Purwanti, S.Pt, M.Si, IPM, ASEAN Eng. NIP 197511012003122002

Ko-promotor

  
Dr. Ir. Hikmah, S.Pt., M.Si., IPU, ASEAN Eng.  
NIP 197108191998021005

Ketua Program Studi



Prof. Dr. drh. Ratmawati Malaka, M.Sc.  
NIP 196407121989112002

Dekan Fakultas Peternakan

  
Dr. Syahdar Baba, S.Pt., M.Si.  
NIP 197312172003121001

## PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, disertasi berjudul Enkapsulasi Asap Cair Sebagai Bahan Aditif Pada Ayam Ras Pedaging adalah benar karya saya dengan arahan komisi pembimbing Prof. Dr. drh. Ratmawati Malaka, M.Sc. sebagai promotor, Dr. Ir. Sri Purwanti, S.Pt., M.Si., IPM., ASEAN Eng. sebagai ko-promotor pertama dan Dr. Ir. Hikmah M Ali, S.Pt., M.Si., IPU., ASEAN Eng. sebagai ko-promotor kedua. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak ditertibatkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi disertasi ini telah dipublikasikan pada Jurnal Animal and Veterinary Sciences. Vol.10 Number 1, Desember 2022. P.2538-2545. E-ISSN:2307-8316 DOI:10.1758/journal.aavs/2022/10.12.2538.2545 dengan judul *Effects of the Encapsulation of Liquid Smoke on Growth Performance, Intestinal Profile, and Microbial Profile of Broiler Chickens*. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta sari karya tulis saya berupa disertasi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 17 Desember 2022



Penulis,

Andy

NIM 1013181001

## UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrohamanirrahim.

Alhamdulillah segala puji hanya milik Allah Subhanahu Wata'ala atas segala limpahan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini dengan baik. Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan disertasi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. drh. Ratmawati Malaka, M.Sc. dan Prof. Dr. Ir. Effendi Abustam, M.Sc., IPU. (almarhum) sebagai promotor, Dr. Ir. Sri Purwanti, S.Pt., M.Si., IPM., ASEAN. Eng. sebagai ko-promotor pertama dan Dr. Ir. Hikmah M. Ali, S.Pt., M.Si., IPU. sebagai ko-promotor kedua. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada beliau. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Asmuddin Natsir, M.Sc; Prof. Dr. Ir. Muhammad Irfan Said, S.Pt., MP., ASEAN Eng; DR. Ir. Wempie Pakiding, M.Sc; drh. Dwi Kusuma Sari, DVM., Ph.D. selaku penguji internal dan Sekretaris Badan BPPSDMP Pertanian Dr. Ir. Siti Munifah, M.Si. Yang telah berkenan hadir menjadi penguji eksternal. Penghargaan yang tinggi penulis sampaikan kepada Menteri Pertanian beserta jajarannya dan Direktur Polbangtan Gowa (Dr. Ir. Syaifuddin, MP.) yang telah memberikan beasiswa bagi penulis selama menempuh program pendidikan doktor. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Pascasarjana dan Dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi penulis dalam menempuh Pendidikan program doctor serta para wakil dekan, ketua program studi, para dosen dan seluruh tenaga kependidikan Fakultas Peternakan. Akhirnya kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda Hasan Basir (alm) dan Ibunda St. Khadijah, anakmu menyampaikan terima kasih dan sembah sujud atas segala doa, pengorbanan dan motivasi yang tak pernah padam selama penulis meenempuh Pendidikan. Penghargaan yang besar kepada Bapak mertua Sefudin dan Ibu Mini Tasmini yang telah mencurahkan semua perhatian dan doanya untuk penulis. Penghargaan yang besar penulis sampaikan kepada isteri tercinta Tutik Lusyta Aulyani dan anakku Hanan Aditya Hasan atas seluruh pengertian, doa dan pengorbanannya. Juga bagi Kakanda Hasim, Juwita Hasan, Syamsi Hasan, Rasnana Hasan, Wahyudi Hasan, dan adik Hesti dan seluruh keluarga besar bapak Hasan Basir (alm) atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada rekan-rekan dosen dan pegawai Polbangtan Gowa, rekan Program Doktor Ilmu Peternakan Angkatan 2018 serta semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian sampai disertasi rampung. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat sebagai bahan informasi perkembangan ilmu peternakan. Kami memohon ampun kepada Allah SWT atas segala dosa dan kesalahan dan menerima amalan ini, sesungguhnya Dia Maha Mendengar lagi Maha Mengabulkan doa. Aamiin

Penulis,

**Andy**

## ABSTRAK

Andy. Enkapsulasi Asap Cair Sebagai Bahan Aditif Pada Ayam Ras Pedaging. (Dibimbing oleh Malaka, R., Purwanti, S dan Ali, H.M)

*Antibiotic growth promoters* (AGPs) pada ternak telah dilarang penggunaannya, sehingga diperlukan alternatif pengganti dari bahan alami yang dapat memacu pertumbuhan dan kesehatan ayam ras pedaging, bahan alami yang dapat digunakan adalah asap cair. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh pemberian enkapsulasi asap cair (EAC) dalam air minum terhadap penampilan produksi dan kualitas daging ayam ras pedaging. Penelitian dibagi tiga tahap: 1) pembuatan dan EAC, pembuatan asap cair menggunakan bahan tempurung kelapa, sekam padi dan tempurung kelapa 50% + sekam padi 50%. Hasil asap cair terbaik berdasarkan uji fitokimia dienkapsulasi menggunakan penyalut maltodekstrin dan kitosan selanjutnya dilakukan *Scanning Electron Microscope*, 2) uji daya hambat EAC terhadap bakteri patogen dan asam laktat secara *in vitro*. Perlakuan: antibiotik acidal 0,01%, EAC tempurung kelapa 0,5%, 1% dan 1,5%, 3) aplikasi EAC pada ayam ras pedaging. Ayam ras pedaging *strain Cobb 500* sebanyak 100 ekor diberikan perlakuan pada umur 15 - 32 hari melalui air minum. Perlakuan penelitian: kontrol negatif, antibiotik acidal (kontrol positif), EAC tempurung kelapa 0,5%, 1%, dan 1,5%. Hasil yang diperoleh; 1) asap cair tempurung kelapa memiliki persentase rendemen dan kandungan zat bioaktif yang lebih baik dan asap cair tempurung kelapa yang dienkapsulasi menggunakan bahan penyalut kitosan 1%: maltodekstrin 9,0% lebih baik dibandingkan bahan penyalut kitosan 1,5%: maltodekstrin 8,5%; 2) EAC tempurung kelapa 1,5% memberikan nilai zona hambat terbesar pada bakteri uji; dan 3) EAC tempurung kelapa level 0,5% - 1,5% menghasilkan pertambahan bobot badan, FCR, tinggi vili, kedalaman kript, luas permukaan vili duodenum lebih baik dibandingkan antibiotik acidal dan pemberian EAC tempurung kelapa level 1,5% menghasilkan kualitas daging serta menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang lebih baik.

Kata kunci: Tempurung kelapa, enkapsulasi asap cair, performa produksi, kualitas daging, ayam ras pedaging.

## ABSTRACT

Andy. Encapsulated Liquid Smoke as an Additive in Broiler Chickens. (Supervised by Malaka, R., Purwanti, S and Ali, H.M).

Antibiotic growth promoters (AGPs) in livestock have been banned for use. As an alternative, it is needed to find out the natural ingredients that can stimulate the growth and health of broiler chickens. The natural ingredients that can be used is liquid smoke. This study aims to determine the effect of liquid smoke encapsulation (LSE) in drinking water on the growth performance and meat quality of broiler chicken. The research was conducted in three stages, There are: 1) making liquid smoke encapsulated (LSE). Liquid smoke was produced by coconut shell, rice husk, and 50% coconut shell + 50% rice husk. The best results of liquid smoke based on phytochemical tests were encapsulated using maltodextrin and chitosan coatings, and then scanned by Electron Microscope, 2) testing the inhibition of LSE against pathogenic and lactic acid bacteria in vitro. The treatments were 0.01% acidal antibiotics and 0.5, 1, and 1.5% of LSE, 3) application of LSE on broiler chickens. One hundred broiler chickens of Cobb SR 707 strain were treated by LSE dissolved in drinking water at the age of 15 - 32 days. The treatments applied were negative control, acidal antibiotics (positive control), coconut shell EAC of 0.5, 1, and 1.5%. Results obtained were; 1) coconut shell liquid smoke has a better percentage of yield and content of bioactive substances and coconut shell liquid smoke encapsulated using 1% chitosan coating material: 9.0% maltodextrin was better than 1.5% chitosan coating material: 8.5% maltodextrin; 2) 1.5% LSE gave the largest inhibition zone value for the tested bacteria; and 3) LSE level of 0.5 -1.5% resulted in better body weight gain, FCR, villi height, crypt depth, surface area of duodenum villi than acidal antibiotics. The addition of LSE level of 1.5% resulted in better meat quality and inhibit the growth of *Escherichia coli* bacteria.

Keywords: Coconut shell, liquid smoke encapsulation, performance, meat quality, broiler chickens.

## DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	5
1.6. Sistematika Penelitian .....	5
1.7. Kebaruan Penelitian .....	8
<b>BAB II. TINJUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1. Asap cair.....	9
2.2. Enkapsulasi .....	12
2.3. Saluran pencernaan .....	13
2.4. Usus halus.....	14
2.5. Pengaruh bahan aditif terhadap histologi usus halus.....	16
2.6. Mikroba saluran pencernaan.....	17
2.7. Penampilan produksi ayam ras pedaging.....	19
2.8. Kualitas daging ayam ras pedaging.....	20
<b>BAB III. PEMBUATAN DAN ENKAPSULASI ASAP CAIR.....</b>	<b>24</b>
3.1. Pendahuluan .....	25
3.2. Tujuan.....	26
3.3. Metode.....	26
3.3.1. Rancangan Penelitian .....	26

3.3.2. Lokasi dan Waktu .....	27
3.3.3. Alat dan Bahan .....	27
3.3.4. Teknik Pengumpulan Data .....	28
3.3.5. Parameter yang diukur .....	29
3.3.6. Analisis Data .....	29
3.4. Hasil dan Pembahasan .....	30
3.4.1. Pembuatan asap cair .....	30
3.4.2. Enkapsulasi Asap Cair .....	34
3.5. Kesimpulan .....	39
<b>BAB IV. DAYA HAMBAT ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA TERENKAPSULASI TERHADAP BAKTERI PATOGEN DAN BAKTERI ASAM LAKTAT SECARA <i>IN VITRO</i> .....</b>	<b>40</b>
4.1. Pendahuluan .....	41
4.2. Tujuan .....	42
4.3. Metode .....	42
4.3.1. Rancangan Penelitian .....	42
4.3.2. Lokasi dan Waktu .....	42
4.3.3. Alat dan Bahan .....	43
4.3.4. Teknik Pengumpulan Data .....	43
4.3.5. Parameter yang diukur .....	43
4.3.6. Analisis Data .....	43
4.4. Hasil dan Pembahasan .....	44
4.5. Kesimpulan .....	47
<b>BAB V. APLIKASI ENKAPSULASI ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA PADA AYAM RAS PEDAGING .....</b>	<b>48</b>
5.1. Pendahuluan .....	49
5.2. Tujuan .....	50
5.3. Metode .....	50
5.3.1. Rancangan Penelitian .....	50
5.3.2. Lokasi dan Waktu .....	50
5.3.3. Alat dan Bahan .....	50
5.3.4. Teknik Pengumpulan Data .....	52
5.3.5. Parameter yang Diukur .....	53
5.3.6. Analisis Data .....	55
5.4. Hasil dan Pembahasan .....	55

5.4.1. Performans ayam ras pedaging .....	55
5.4.2. Histologi usus ayam ras pedaging .....	60
5.4.3. Presumtif bakteri patogen pada usus ayam ras pedaging .....	65
5.4.4. Kualitas Daging Ayam Ras Pedaging .....	68
5.5. Kesimpulan.....	74
BAB VI. PEMBAHASAN UMUM .....	75
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
7.1. Kesimpulan.....	79
7.2. Saran .....	79
DAFTAR PUSTAKA .....	80
LAMPIRAN .....	94
<i>CURRICULUM VITAE</i> .....	135

**DAFTAR TABEL**

Nomor		Halaman
Tabel 1	Jenis bakteri pada setiap bagian saluran pencernaan unggas (ayam) .....	18
Tabel 2	Hasil analisis fitokimia asap cair .....	33
Tabel 3	Hasil analisis kandungan enkapsulasi asap cair dengan konsentrasi bahan penyalut yang berbeda .....	34
Tabel 4	Hasil analisis fitokimia asap cair tempurung kelapa dan enkapsulasinya .....	36
Tabel 5	Daya hambat enkapsulasi asap cair tempurung kelapa terhadap bakteri <i>Streptococcus</i> , <i>E coli</i> dan <i>Lactobacillus</i> .....	44
Tabel 6	Pengaruh penambahan enkapsulasi asap cair tempurung kelapa terhadap penampilan produksi ayam ras pedaging ....	56
Tabel 7	Pengaruh pemberian enkapsulasi asap cair (EAC) tempurung kelapa terhadap kondisi vili duodenum ayam ras pedaging.....	60
Tabel 8	Pengaruh penambahan enkapsulasi asap cair tempurung kelapa terhadap presumtif bakteri patogen dalam duodenum ayam ras pedaging .....	65
Tabel 9	Pengaruh penambahan enkapsulasi asap cair terhadap sifat fisik, kimia dan mikrobiologis daging ayam ras pedaging .....	68

**DAFTAR GAMBAR**

Nomor		Halaman
Gambar 1	Kerangka Konseptual Penelitian .....	6
Gambar 1	Kerangka Operasional Penelitian .....	7
Gambar 3	Histologi vili usus halus ayam ras pedaging .....	16
Gambar 4	Skema produksi asap cair .....	28
Gambar 5	Skema pembuatan asap cair grade 1 .....	28
Gambar 6	Proses pembuatan asap cair grade 1 .....	30
Gambar 7	Asap cair hasil penelitian.....	31
Gambar 8	Enkapsulasi asap cair tempurung kelapa .....	35
Gambar 9	Mikrostruktur enkapsulasi asap cair tempurung kelapa ....	38
Gambar 10	Struktur dinding sel bakteri.....	47
Gambar 11	Histologi vili duodenum ayam ras pedaging .....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
Lampiran 1	Hasil analisis asap cair .....	94
Lampiran 2	Hasil analisis enkapsulasi asap cair.....	95
Lampiran 3	Hasil enkapsulasi asap cair tempurung kelapa dengan metode <i>spray drying</i> .....	101
Lampiran 4	Hasil analisis daya hambat enkapsulasi asap cair tempurung kelapa terhadap bakteri patogen dan asam laktat .....	102
Lampiran 5	Hasil analisis presuntif bakteri dalam usus halus (duodenum) ayam ras pedaging.....	103
Lampiran 6	Hasil analisis daya hambat enkapsulasi asap cair tempurung kelapa terhadap bakteri patogen dan asam laktat .....	104
Lampiran 7	Hasil analisis SEM enkapsulasi asap cair tempurung kelapa .....	105
Lampiran 8	Hasil analisis histologi usus halus (duodenum) .....	107
Lampiran 9	Analisis statistik daya hambat enkapsulasi asap cair tempurung kelapa terhadap bakteri patogen dan bakteri asam laktat secara <i>in vitro</i> .....	108
Lampiran 10	Analisis statistik pengaruh pemberian enkapsulasi asap cair terhadap penampilan produksi ayam ras pedaging .....	112
Lampiran 11	Analisis statistik pengaruh pemberian enkapsulasi asap cair terhadap histologi usus ayam ras pedaging .....	117
Lampiran 12	Analisis statistik pengaruh pemberian enkapsulasi asap cair terhadap presuntif bakteri pathogen dalam usus ayam ras pedaging .....	119
Lampiran 13	Analisis statistik pengaruh pemberian enkapsulasi asap cair terhadap kualitas daging ayam ras pedaging .....	120
Lampiran 14	Dokumentasi Penelitian .....	125

## DAFTAR ISTILAH

Istilah	Arti dan Penjelasan
Bahan aditif	suatu bahan atau kombinasi bahan yang biasa dicampurkan dalam pakan dengan jumlah sedikit untuk memenuhi kebutuhan tertentu, misalnya memacu pertumbuhan, meningkatkan pencernaan, dan lain sebagainya.
Asap cair	campuran larutan dari dispersi asap kayu atau tanaman dalam air yang dibuat dengan cara mengkondensasikan asap hasil pirolisis kayu atau tanaman .
Pirolisis	pembakaran tidak langsung dengan kondisi minim oksigen yang menghasilkan cairan, gas dan arang.
Kondensasi	proses perubahan wujud dari gas ke cair.
Enkapsulasi	pelapisan suatu partikel dengan partikel lainnya dengan tujuan untuk melindungi pelepasan komponen bioaktif yang terkandung di dalam suatu bahan.
Presumptif bakteri	dugaan jumlah bakteri.
Penampilan produksi	variabel yang diamati selama penelitian meliputi: konsumsi pakan dan air minum, penambahan bobot badan dan konversi pakan.
Konsumsi	Jumlah ransum/air minum yang dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu untuk memenuhi energi dan zat nutrisi yang lain.
Pertambahan bobot badan	mengukur pertumbuhan melalui pengukuran kenaikan bobot badan dengan cara melakukan penimbangan dalam jangka waktu hari, minggu, atau setiap bulan.
Konversi ransum	jumlah ransum yang dikonsumsi dengan penambahan bobot badan dalam waktu tertentu.
Duodenum	bagian usus halus yang berfungsi sebagai penyerap air, natrium dan mineral-mineral lain, disamping itu juga terjadi pencernaan dengan proses penguraian dari nutrient kasar berupa pati, lemak dan protein.

Vili	bagian permukaan dinding usus halus yang berbentuk tonjolan halus, berfungsi untuk memperoleh daerah absorpsi yang luas.
<i>Streptococcus</i>	salah satu genus bakteri nonmotil yang mengandung sel Gram positif, berbentuk bulat, oval dan membentuk rantai pendek, panjang atau berpasangan, tidak membentuk spora, bakteri ini dapat ditemukan dalam usus ayam ras pedaging.
<i>Escherichia coli</i>	salah satu jenis spesies bakteri Gram negatif, bakteri ini dapat ditemukan dalam usus ayam ras pedaging.
Fenol	merupakan zat kristal tak berwarna yang memiliki bau khas. Rumus kimianya merupakan $C_6H_5OH$ dan strukturnya memiliki gugus hidroksil (-OH) yang berikatan dengan cincin fenil. Senyawa ini potensial digunakan sebagai antimikroba dan antioksidan.
Flavanoid	zat alami yang terkandung pada tanaman (fitonutrien) yang bersifat antioksidan untuk menangkal radikal bebas dalam tubuh.
Antibiotik acidal	kombinasi asam organik, bertujuan sebagai pemacu pertumbuhan ternak dan mengendalikan pertumbuhan bakteri patogen.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Kebutuhan protein hewani yang berasal dari ternak ayam ras pedaging terus meningkat seiring peningkatan pengetahuan, pergeseran gaya hidup dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Konsumsi daging ayam ras per kapita tahun 2020 sebesar 6,408 kg. Total produksi daging tahun 2020 sebanyak 4,6 juta ton, produksi daging terbesar disumbang oleh ayam ras pedaging yaitu 70,67 persen (Ditjen PKH, 2021).

Perkembangan genetik ayam ras pedaging semakin pesat, ayam ras pedaging tidak lagi disembelih pada umur 35 hari tetapi menjadi lebih cepat yaitu 21 hari, pertumbuhan yang cepat tersebut diikuti oleh menurunnya daya tahan tubuh ayam ras pedaging. Sehingga diperlukan *feed additive* ke dalam ransum untuk meningkatkan pertumbuhan dan daya tahan tubuh ayam ras pedaging (Keirs *et al.*, 2002).

Ayam ras pedaging dalam pemeliharaannya membutuhkan zat-zat makanan dalam jumlah yang cukup. Jumlah absorpsi zat-zat makanan dapat dipengaruhi beberapa faktor, yaitu luas permukaan epitel usus, jumlah vili dan mikrovili serta tinggi vili (Harimurti dan Rahayu, 2009). Fungsi usus halus sebagai tempat absorpsi utama dalam saluran pencernaan dapat terganggu oleh keberadaan bakteri patogen, seperti *Salmonella* spp., *Escherchia coli*, *Clostridium* spp., *Campylobacter* spp., *E. coli* dan *Streptococcus*. Apabila mikroba-mikroba tersebut dominan, maka toksin yang dihasilkan dapat mengganggu fungsi vili usus halus. Disisilain, bakteri patogen tersebut akan berkompetisi dengan tubuh ternak dalam memanfaatkan zat-zat makanan yang dikonsumsi.

*Feed additive* berupa antibiotik menjadi pilihan utama oleh produsen untuk mengatasi hal tersebut dan dapat mengendalikan pertumbuhan patogen dalam saluran pencernaan. Penggunaan antibiotik ataupun bahan sintetik lainnya, misalnya penisilin, *tylosin*, *kanamycin*, dan *zinc bacitracin*, bila tidak sesuai dengan aturan penggunaannya, dapat meninggalkan residu yang membahayakan kesehatan konsumen berupa efek *teratogenic*, *carcinogenic*, *mutagenic* dan resisten terhadap antibiotik.

Penggunaan *Antibiotic Growth Promoters* (AGPs) pada ternak yang tidak tepat akan berdampak pada kesehatan manusia yang mengonsumsi produk ternak tersebut. Penggunaan AGPs pada ternak akan berdampak seleksi terhadap bakteri berakibat timbulnya kelompok bakteri resistensi antibiotika yang dapat menyebar ke manusia, dan selanjutnya menimbulkan masalah resistensi pada manusia (Silbergeld *et al.*, 2008).

Perkembangan persyaratan keamanan pangan meningkat dengan pesat dan tuntutan konsumen lebih selektif memilih produk ternak. Berdasarkan hal tersebut, maka penggunaan antibiotik dalam industri perunggasan perlu dibatasi penggunaannya bahkan dihilangkan. Pemerintah Indonesia telah membuat regulasi larangan penggunaan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan pada ternak yang berlaku efektif 1 Januari 2018 yang tertuang dalam pasal 16 Permentan No. 14/2017 tentang klasifikasi obat hewan.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengganti fungsi *feed additive* sebagai *Antibiotic Growth Promoters* (AGPs) pada ternak ayam ras pedaging. Penggunaan berbagai jenis tanaman herba sebagai bahan aditif telah banyak digunakan, diantaranya kunyit, bawang putih dan campuran keduanya (Purwanti *et al.*, 2014) yang mengandung zat aktif kurkumin dan *xantorizol* sebagai alternatif pengganti antibiotik. Selain tanaman herba, zat atau senyawa yang berasal dari tanaman dapat digunakan sebagai bahan aditif yaitu asap cair.

Asap cair merupakan hasil kondensasi dari pirolisis material berlignoselulosa. Asap cair mengandung senyawa seperti fenol dan karbonil yang dapat digunakan sebagai antibakteri yang mampu mengendalikan pertumbuhan mikroba serta menambah lama penyimpanan produk peternakan. Asap cair mengandung zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Candida albicans* (Jiang, 2005), serta berfungsi sebagai antibiotik alami (Yamauchi *et al.*, 2010).

Asap cair telah disetujui oleh banyak negara untuk digunakan pada bahan pangan dan sekarang ini banyak digunakan pada produk daging. Menurut Astuti (2000) bahwa keuntungan penggunaan asap cair adalah: 1). aman digunakan, penggunaan asap cair yang diproses dengan baik dapat mengeliminasi komponen asap berbahaya yang berupa hidrokarbon

polisiklis aromatis. 2). sebagai antioksidan, kandungan senyawa fenol dalam asap cair memberikan sifat antioksidan terhadap fraksi minyak dalam produk asapan. 3). sebagai antibakterial, kandungan senyawa fenol dan asam-asam organik yang bekerja secara sinergis mencegah dan mengontrol pertumbuhan mikrobia. 4). mudah digunakan, asap cair digunakan dalam bentuk cairan sehingga memungkinkan penggunaan asap cair yang lebih luas dan mudah untuk berbagai produk.

Selain keuntungan, asap cair memiliki kekurangan yaitu mudah mengalami kerusakan selama penyimpanan (teroksidasinya senyawa fenol, menguapnya beberapa senyawa flavor/cita rasa asap dan mudah mengalami perubahan warna). Oleh sebab itu, diperlukan suatu metode untuk mempertahankan potensinya.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melindungi dan mengoptimalkan fungsi senyawa bioaktif yang terdapat dalam asap cair adalah metode enkapsulasi. Enkapsulasi merupakan proses penyalutan bahan inti berbentuk cair atau padat menggunakan suatu enkapsulan khusus yang membuat partikel-partikel inti mempunyai sifat fisikokimia yang diinginkan (Deladino *et al.* 2008). Pemilihan enkapsulan sangat menentukan keberhasilan enkapsulasi, selain itu enkapsulan harus *food grade* dan *Generally Recognized as Safe* (Anal, 2010). Diantara enkapsulan yang memenuhi kriteria tersebut adalah kitosan dan maltodekstrin (Wandrey *et al.*, 2010).

Enkapsulasi merupakan salah satu alternatif pemberian asap cair pada ternak yang diharapkan dapat melindungi dan mengefisiensikan penggunaan bahan aktif yang terkandung dalam asap cair. Berdasarkan uraian tersebut, dianggap perlu melakukan penelitian tentang potensi enkapsulasi asap cair sebagai bahan aditif dan pengaruhnya terhadap performans dan kualitas daging ayam ras pedaging.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Penggunaan *Antibiotic Growth Promoters* (AGPs) pada ternak ayam ras pedaging yang tidak tepat akan berdampak pada kesehatan manusia yang mengkonsumsi produk tersebut, yaitu timbulnya resistensi antibiotik. Berdasarkan hal tersebut, maka penggunaan AGPs dalam industri perunggasan perlu dibatasi penggunaannya bahkan dihilangkan.

Pemerintah Indonesia telah melarang penggunaan antibiotik sebagai AGPs dalam industri perunggasan, sejak diterbitkannya Permentan No. 14/2017 tentang klasifikasi obat hewan. Diperlukan upaya untuk mengganti fungsi *feed additive* sebagai AGPs pada ternak ayam ras pedaging. Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai bahan aditif adalah asap cair. Untuk meningkatkan absorpsi dan mempertahankan senyawa bioaktif asap cair, maka dilakukan enkapsulasi asap cair.

Berdasarkan uraian tersebut maka permasalahan yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Seberapa kuat daya hambat enkapsulasi asap cair terhadap bakteri patogen (*Streptococcus* dan *E. coli*).
2. Bagaimana pengaruh pemberian enkapsulasi asap cair terhadap jumlah presumtif bakteri patogen (*Streptococcus* dan *E. coli*) dalam usus halus (duodenum) ayam ras pedaging.
3. Bagaimana pengaruh pemberian enkapsulasi asap cair terhadap penampilan produksi dan kualitas daging ayam ras pedaging
4. Apakah enkapsulasi asap cair dapat mengganti fungsi antibiotik.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Mengukur daya hambat enkapsulasi asap cair terhadap bakteri patogen (*Streptococcus* dan *E. coli*).
2. Menganalisis pengaruh pemberian enkapsulasi asap cair dalam air minum terhadap jumlah presumtif bakteri patogen (*Streptococcus* dan *E. coli*) dalam usus halus (duodenum) ayam ras pedaging
3. Menganalisis pengaruh enkapsulasi asap cair dalam air minum terhadap penampilan produksi dan kualitas daging ayam ras pedaging
4. Menentukan apakah enkapsulasi asap cair dapat mengganti fungsi antibiotika.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

1. Sebagai informasi pemanfaatan enkapsulasi asap cair sebagai bahan aditif pada air minum yang dapat meningkatkan penampilan produksi dan kualitas daging ayam ras pedaging.
2. Sebagai rujukan level enkapsulasi asap cair pada air minum yang aman untuk meningkatkan penampilan produksi dan kualitas daging ayam ras pedaging.

### 1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup atau batasan penelitian merupakan upaya untuk memberikan lingkup atau batasan terhadap aspek yang diteliti. Batasan penelitian dipandang perlu untuk mendekatkan pada pokok permasalahan yang dibahas, sehingga tidak terjadi kesalahan dalam menginterpretasikan hasil penelitian. Batasan penelitian sebagai berikut:

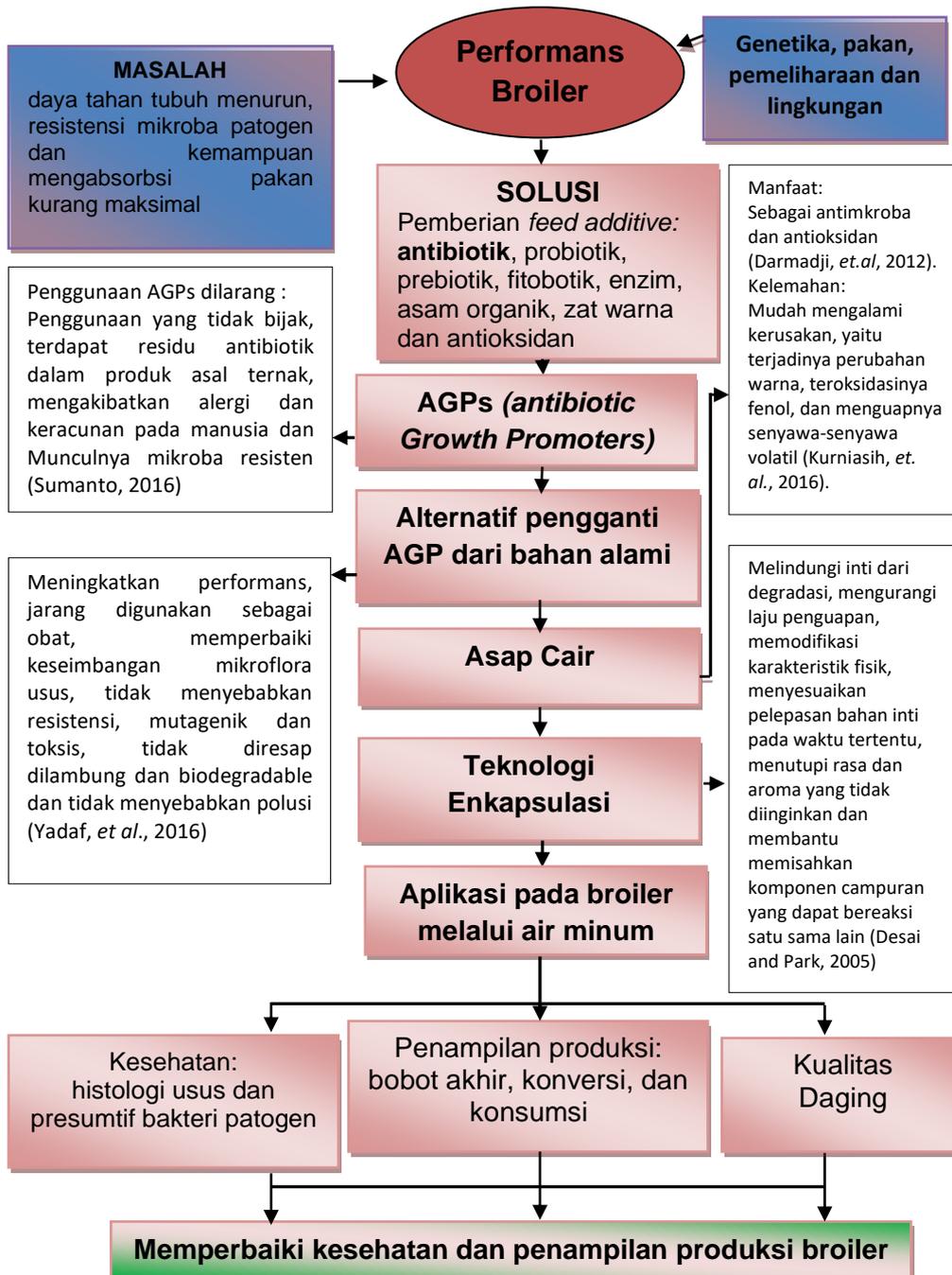
1. Pembuatan asap cair menggunakan 3 macam bahan: tempurung kelapa, sekam padi, dan campuran tempurung kelapa dengan sekam padi. Asap cair terbaik dari ketiga bahan selanjutnya dienkapsulasi.
2. Pengujian daya hambat enkapsulasi asap cair terhadap bakteri: *Streptococcus*, *E. coli*, dan *Lactobacillus*.
3. Aplikasi enkapsulasi asap cair dalam air minum ayam ras pedaging, parameter yang diukur: presuntif bakteri patogen dalam usus halus (duodenum), histologi usus halus (duodenum), penampilan produksi dan kualitas daging ayam ras pedaging.

### 1.6. Sistematika Penelitian

Sistematika merupakan kerangka dasar pemikiran penelitian yang disintesiskan dari tinjauan literatur dan kondisi aktual. Kerangka ini mengacu pada permasalahan-permasalahan yang akan diteliti serta memberikan penjelasan tentang hubungan dan keterkaitan antara variabel. Permasalahan pada ayam ras pedaging adalah daya tahan tubuh menurun, resistensi mikroba patogen dan kemampuan mengabsorpsi pakan kurang maksimal, hal ini merupakan kondisi aktual (*das sein*) yang terjadi. Antibiotika menjadi pilihan utama untuk mengatasi hal tersebut, namun penggunaan antibiotika sebagai *Antibiotic Growth Promoters* (AGPs) pada ayam ras pedaging telah dilarang penggunaannya karena berdampak pada Kesehatan manusia.

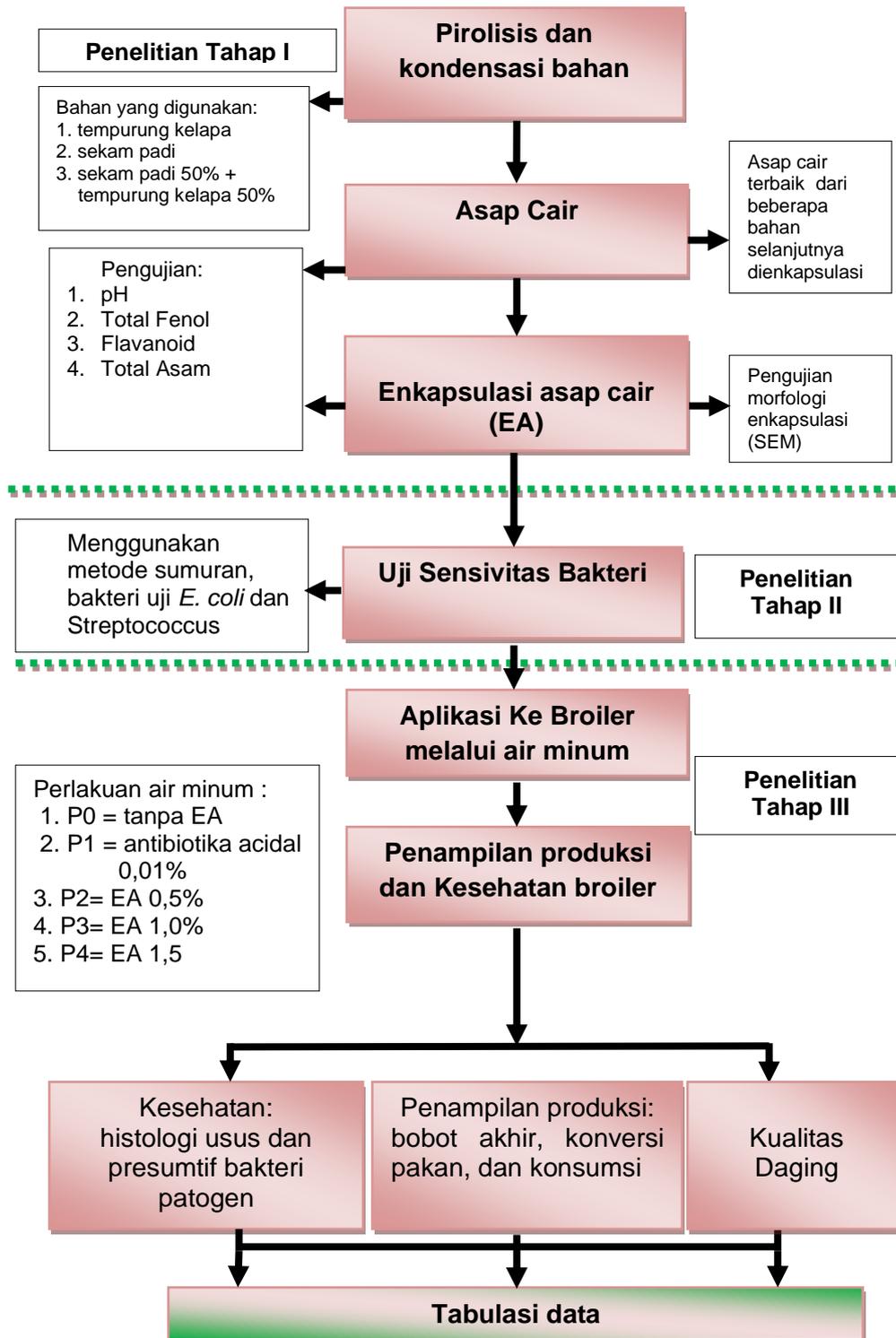
Kondisi tersebut merupakan bagian yang akan dijawab pada penelitian ini. Studi literatur dan melihat kondisi aktual ayam ras pedaging saat ini adalah tahapan awal dalam penelitian. Penelitian mencari alternatif pengganti antibiotika dengan bahan alami yaitu asap cair untuk menjawab permasalahan dalam industri ayam ras pedaging. Asap cair diubah bentuknya menjadi padatan serbuk melalui proses enkapsulasi dengan tujuan mempertahankan senyawa bioaktif dan memaksimalkan dalam

penyerapannya. Enkapsulasi asap cair dengan konsentrasi terbaik melalui uji daya hambat bakteri secara *in vitro* selanjutnya diaplikasikan pada ternak penelitian untuk melihat penampilan produksi dan kualitas daging ayam ras pedaging. Kerangka konseptual dan operasional penelitian dibuat dalam bentuk diagram yang tersaji pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

## Operasional Penelitian



Gambar 2. Kerangka Operasional Penelitian

### **1.7. Kebaruan Penelitian**

Riset terkini dilakukan oleh Widodo *et al.* (2020), melakukan penelitian tentang substitusi asap cair tempurung kelapa tanpa enkapsulasi sebagai pengganti antibiotik pada pakan ayam ras pedaging terhadap karakteristik ileum. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa tidak ada pengaruh nyata pada panjang dan berat ileum pada ayam ras pedaging.

Peneliti melakukan uji pada ayam ras pedaging menggunakan asap cair yang telah terenkapsulasi menggunakan bahan penyalut maltodekstrin dan kitosan. Enkapsulasi asap cair diberikan melalui air minum sebagai antibiotik alami untuk melihat penampilan produksi, kesehatan dan kualitas daging ayam ras pedaging.

## BAB II

### TINJUAN PUSTAKA

#### 2.1 Asap cair

Asap cair merupakan suatu campuran larutan dan dispersi koloid dari uap asap kayu dalam air yang diperoleh dari hasil pirolisa kayu atau dibuat dari campuran senyawa murni (Maga, 1988). Saloko *et al.* (2012) redistilasi asap cair tempurung kelapa menghasilkan asap cair dengan kandungan senyawa fenol sebesar 2,08%, karbonil 10,83% dan total asam 9,97 %. Ketiga senyawa tersebut fenol, karbonil dan asam secara simultan dapat berperan sebagai antioksidan dan antimikrobia serta memberikan pengaruh terhadap warna dan citarasa khas asap pada produk pangan (Maga, 1988).

Asap cair merupakan campuran larutan dari dispersi asap kayu dalam air yang dibuat dengan cara mengkondensasikan asap hasil pirolisis kayu pada suhu tinggi. Asap cair mengandung senyawa seperti fenol dan karbonil yang dapat digunakan sebagai antibakteri dan antioksidan yang dapat mengendalikan pertumbuhan mikroba. Disamping itu, kedua golongan senyawa tersebut juga memberikan aroma dan warna yang spesifik. Selain itu, asap cair mengandung berbagai senyawa asam, seperti asam laktat dan butirrat, yang sangat diperlukan untuk mengoptimalkan proses metabolisme zat nutrisi di dalam saluran cerna (Wang *et al.*, 2012).

Distilasi asap cair dilakukan untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan dan berbahaya, seperti Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (HAP) dan tar, dengan cara pengaturan suhu didih sehingga diharapkan diperoleh asap cair yang jernih, bebas tar dan benzo(a)piren (Darmadji, 2002). HAP merupakan golongan senyawa organik yang memiliki dua atau lebih cincin aromatik yang dihasilkan dari pembakaran yang tak sempurna bahan bakar fosil, kayu, atau selama pengolahan makanan seperti pembakaran dan pengasapan. *Environmental Protection Agency* (EPA) menetapkan 15 jenis HAP yang berbahaya dari 100 jenis HAP yang diketahui, salah satunya adalah benzo(a)piren (Chen dan Chen, 2005).

Kandungan benzo[a]pyrene pada asap cair sangat rendah, bahkan menurut Guillen *et al.* (2000) penggunaan asap cair memungkinkan untuk menghasilkan produk asap yang tidak mengandung benzo[a]pyrene dan senyawa karsinogenik lainnya. Faktor yang menyebabkan terbentuknya senyawa HAP adalah suhu pengasapan dan benzo[a]pyrene tidak terbentuk jika suhu pirolisis dibawah 425°C (Guillen *et al.*, 2000; Stolyhwo and Sikorski, 2005).

Asap cair mengandung senyawa-senyawa antibakteri dan antioksidan, selain itu asap cair mengandung senyawa organik seperti asam asetat, alkohol, fenol dan senyawa lainnya (Mu *et al.*, 2004) yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Candida albicans* (Jiang, 2005), berfungsi sebagai antibiotik alami (Yamauchi *et al.*, 2010).

Asap cair telah disetujui oleh banyak negara untuk digunakan pada bahan pangan dan sekarang ini banyak digunakan pada produk daging. Menurut Astuti (2000) bahwa keuntungan lain yang diperoleh dari asap cair adalah:

1. Aman untuk di gunakan, penggunaan asap cair yang diproses dengan baik dapat mengeliminasi komponen asap berbahaya yang berupa hidrokarbon polisiklis aromatis. Komponen ini tidak diharapkan karena beberapa di antaranya terbukti bersifat karsinogen pada dosis tinggi. Melalui pembakaran terkontrol, aging, dan teknik pengolahan yang semakin baik, tar dan fraksi minyak berat dapat dipisahkan sehingga produk asapan yang dihasilkan bebas HAP.
2. Sebagai antioksidan, kandungan senyawa fenol dalam asap cair memberikan sifat antioksidan terhadap fraksi minyak dalam produk asapan. Senyawa fenolat ini dapat berperan sebagai donor hidrogen dan efektif dalam jumlah sangat kecil untuk menghambat autooksidasi lemak.
3. Sebagai antibakterial, aktivitas bakteriostatik dari asap cair semula hanya disebabkan oleh adanya formaldehid saja, tetapi aktivitas dari senyawa ini saja tidak cukup sebagai penyebab semua efek yang diamati. Kombinasi antara komponen fungsional fenol dan asam-asam organik yang bekerja secara sinergis mencegah dan mengontrol

pertumbuhan mikrobial. Adanya fenol dengan titik didih tinggi dalam asap juga merupakan zat antibakteri yang tinggi.

4. Mudah digunakan, asap cair digunakan dalam bentuk cairan sehingga memungkinkan penggunaan asap cair yang lebih luas dan mudah untuk berbagai produk. Penggunaan asap cair pada bahan pangan biasanya dilakukan dengan perendaman, pencelupan, penyemprotan, atau dicampur langsung ke dalam makanan.

Asap cair dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) *grade* berdasarkan manfaat dan kegunaannya (Madaniah, 2018):

1. Asap cair *grade* 3, tidak dapat digunakan sebagai pengawet makanan, hal ini dikarenakan asap cair *grade* 3 masih mengandung banyak tar yang bersifat karsinogenik. Asap cair *grade* 3 biasa digunakan dalam pengolahan karet penghilang bau dan pengawet kayu biar tahan terhadap rayap.
2. Asap cair *grade* 2, dipakai untuk pengawet makanan sebagai pengganti formalin dengan aroma asap (daging asap, ikan asap/bandeng asap) berwarna coklat transparan, rasa asam sedang, dan aroma asap sedang.
3. Asap cair *grade* 1, digunakan sebagai pengawet makanan siap saji seperti bakso, mie, tahu, bumbu-bumbu *barbeque*. Asap cair ini berwarna bening, rasa sedikit asam, aroma netral dan merupakan asap cair paling bagus kualitasnya serta tidak mengandung senyawa yang berbahaya untuk diaplikasikan ke produk makanan.

Asap cair berpotensi untuk digunakan sebagai zat aditif pada pakan ternak (Wang *et al.*, 2012). Asap cair diketahui berpengaruh pada fungsi fisiologis tubuh ternak, diantaranya karakteristik darah, seperti sel darah putih dan limfosit. Hasil penelitian Yan *et al.* (2012) menunjukkan pemberian asap cair pada ternak dapat merangsang perkembangan sistem imun pada usus ternak dan meningkatkan jumlah limfosit darah secara nyata.

Penambahan asap cair pada daging pra rigor, mampu mempertahankan atau meningkatkan sifat fungsional daging segar. Sehingga keterbatasan waktu pengolahan dapat diperpanjang (Abustam dan Ali, 2012). Kandungan asam dalam asap cair dapat mempengaruhi

citarasa, pH dan umur simpan produk asapan, karbonil yang bereaksi dengan protein pada asap cair membentuk pewarnaan coklat sedangkan fenol merupakan pembentuk utama aroma dan menunjukkan aktivitas antioksidan (Prananta, 2008).

Sifat antioksidan dan antibakteri dalam asap cair diperoleh dari senyawa fenol sebagai salah satu komponen aktif asap cair (Suharto, 1991). Senyawa yang berperan sebagai antimikrobia adalah senyawa fenol dan asam asetat dan perannya semakin meningkat bila kedua senyawa tersebut ada secara bersamaan (Darmadji, 1995).

Penggunaan asap cair pada ayam ras pedaging melalui air minum tidak berpengaruh pada *Blood Urea Nitrogen* (BUN) dan kreatin. Rata-rata BUN dan kreatin adalah 6,79 mg/dL dan 0,17 mg/dL (Yan *et al.*, 2012). Pemberian asap cair tidak berpengaruh nyata terhadap kadar keratin ayam ras pedaging sampai pada level 1% air minum dan tidak merusak ginjal (Yosi and Sandi, 2014).

Penggunaan asap cair tempurung kelapa pada tingkat 1% menghasilkan jumlah presumtif bakteri *Coliform* dan nilai pH yang optimal, jumlah presumtif bakteri *Coliform* ( $8,00 \times 10^3$ ) dan nilai pH (7,22) pada usus ayam ras pedaging (Ernawati, 2012).

## 2.2. Enkapsulasi

Enkapsulasi merupakan proses penyalutan bahan inti berbentuk cair atau padat menggunakan suatu enkapsulan khusus yang membuat partikel-partikel inti mempunyai sifat fisikokimia yang diinginkan (Deladino *et al.* 2008). Peningkatan sifat-sifat fungsional asap cair perlu dikembangkan melalui teknologi yang dapat melindungi, dengan cara mengenkapsulasi dalam suatu enkapsulan (Carvajal *et al.*, 2010; Chaudhry *et al.*, 2010).

Pemilihan enkapsulan sangat menentukan keberhasilan enkapsulasi, selain itu enkapsulan harus *food grade* dan *Generally Recognized as Safe* (Anal, 2010). Diantara enkapsulan yang memenuhi kriteria tersebut adalah kitosan dan maltodekstrin (Wandrey *et al.*, 2010).

Kitosan adalah jenis polimer alami yang dihasilkan dari proses deasetilasi kitin. Kitosan merupakan jenis polimer alam yang mempunyai rantai tidak linier dan mempunyai rumus ( $C_6H_{11}NO_4$ ). Kitosan larut dalam

pelarut organik, HCl encer, HNO<sub>3</sub> encer, dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0,5%, tetapi tidak larut dalam basa kuat dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Sifat kelarutan kitosan ini dipengaruhi oleh bobot molekul dan derajat deasetilasi. Bobot molekul kitosan beragam, bergantung pada degradasi yang terjadi selama proses deasetilasi (Sugita, 2010).

Kitosan telah dikembangkan sebagai pengawet alami menggantikan formalin karena mampu menginaktivkan bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* (Darmadji dan Izumimoto, 1994), Kitosan mempunyai sifat sebagai antioksidan (Feng *et al.*, 2007), dan memberikan perlindungan terhadap inti sel (Honarkar dan Barikani, 2009; Kong *et al.*, 2010).

Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk hidrolisis pati yang mengandung  $\alpha$ -D-glukosa unit yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE (*Dextrose Equivalent*) kurang dari 20. DE (*Dextrose Equivalent*) adalah kandungan gula pereduksi yang menyatakan persentase dekstrosa dalam basis kering. DE maltodekstrin biasanya antara 3 sampai 20. Maltodekstrin mempunyai kelarutan tinggi, tidak mempunyai rasa dan aroma (Desobry *et al.*, 1997; Tax *et al.*, 2003; Righetto and Netto, 2005). Enkapsulasi dengan menggunakan 1,5% kitosan dan 8,5% maltodekstrin dalam redestilat asap cair menunjukkan hasil yang terbaik karena memiliki struktur granula yang halus dan berbentuk bola berdasarkan hasil *Scanning Electron Microscope* (Saloko *et al.*, 2012).

### **2.3. Saluran pencernaan**

Anatomi saluran pencernaan ayam ras pedaging terdiri dari: paruh, esopagus, tembolok, proventrikulus, gizzard, usus halus, usus besar, dan sekum. Usus halus merupakan bagian yang paling penting dalam pencernaan komponen-komponen makanan dan absorpsi zat-zat makanan (*nutrient*). Sedangkan usus besar dan sekum merupakan tempat yang banyak terjadinya kolonisasi mikroba (Koustsos and Arias, 2006).

Pakan yang dikonsumsi ayam ras pedaging sementara waktu disimpan dalam tembolok yang merupakan bagian esopagus yang mengalami pelebaran. Gerakan peristaltik pada saluran pencernaan secara tidak langsung membantu ransum yang dikonsumsi bergerak ke bagian

pertengahan saluran pencernaan. Gerakan ini juga membantu mencegah perlekatan beberapa mikroba pada bagian sel-sel epitel saluran pencernaan. Mikroba yang tidak mampu melekat akan dikeluarkan dari usus oleh cairan musin (Sun, 2004). Mikroba bakteri Gram negatif yang dapat melekat dan tumbuh pada sel-sel epitel tembolok, yaitu *lamina propria*, sedangkan di permukaan vili usus, yaitu *Eschericia coli* (Edelman *et al.*, 2003).

#### 2.4. Usus halus

Usus halus merupakan organ utama dalam proses pencernaan dan absorpsi pada saluran pencernaan unggas. Usus halus terdiri tiga bagian, yaitu duodenum, jejunum, dan ileum. Berbagai jenis enzim terlibat dalam mempercepat dan meningkatkan efisiensi pemecahan zat-zat makanan, seperti karbohidrat, protein dan lemak sehingga lebih mudah untuk diabsorpsi (Suprijatna *et al.*, 2005).

Histologi usus halus terdiri atas lapisan fungsional, yaitu mukosa (*lamina epithelia*, *lamina propria* dan *muscularis mucosae*), submukosa, muskularis (*tunica muscularis*) dan serosa (*tunica serosa*). Submukosa merupakan jaringan kolagen longgar yang mengandung pembuluh darah, pembuluh limfe dan saraf. *Tunika muskularis* terdiri dari otot polos yang menyebar sebagai lapisan sirkular dan longitudinal. Serosa atau *tunika adventesia* merupakan lapisan terluar terdiri dari jaringan ikat longgar, mengandung pembuluh darah dan saraf (Banks, 1992; Denbow, 2000; Sturkie, 2000; Harimurti and Rahayu, 2009).

Mukosa usus halus tersusun ke dalam tonjolan berbentuk jari yang disebut vili, yang memiliki fungsi untuk memperluas daerah permukaan. Vili merupakan ciri khas bagi usus halus. Pada bagian permukaan epitel vili terdapat mikrovili yang merupakan penjurulan sitoplasma yang penting dalam meningkatkan efisiensi penyerapan zat makanan. Mukosa usus halus memiliki karakteristik tersendiri dengan adanya kript Lieberkuhn. Pada lapisan epitel terdapat sel goblet penghasil mukus. Daerah usus halus penting dalam proses transfer zat makanan dari bagian lumen ke dalam pembuluh darah dan limfa (Denbow, 2000; Sturkie, 2000).

Fungsi usus halus sebagai tempat pencernaan dan absorpsi zat-zat makanan dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya luas permukaan epitel usus, jumlah lipatan-lipatannya, jumlah vili dan makrovili, tinggi dan luas permukaan vili, luas serta penampang usus halus (Yao *et al.*, 2006 dan Sugito *et al.*, 2007). Luas penampang usus halus dipengaruhi oleh panjang dan lebarnya, penambahan bobot dan panjang usus halus, penambahan besar rongga usus halus, dan penambahan luas permukaan usus halus (Yao *et al.*, 2006).

Duodenum merupakan bagian usus halus pertama yang berfungsi untuk pemecahan zat-zat makanan menjadi bentuk yang siap untuk diabsorpsi, seperti air, natrium, zat besi dan folat (Dellmann dan Brown 1992; Ganong, 2008). Di dalam duodenum ransum akan dicampurkan dengan garam empedu dan enzim pankreas. Jumlah vili pada daerah duodenum lebih banyak dan memiliki lipatan mukosa yang melingkar (Banks, 1992). Pada duodenum terdapat kelenjar Lieberkuhn yang disusun oleh sel epitel silindris sebaris. Kelenjar Lieberkuhn menghasilkan mukus dan beberapa enzim untuk metabolisme peptida, lemak, dan karbohidrat (Dellmann dan Brown 1992).

Jejunum dan ileum memiliki peran yang penting dalam proses absorpsi zat makanan, seperti asam amino, vitamin dan monosakarida ke dalam sirkulasi darah (Denbow, 2000). Bagian Jejunum merupakan tempat absorpsi mikronutrien paling banyak, sekaligus sebagai tempat penyerapan obat. Jejunum memiliki ukuran vili langsung, lebih kecil dan lebih sedikit jumlahnya dibanding duodenum (Banks, 1992).

Daerah ileum usus halus mirip dengan jejunum. Vili pada ileum membentuk kelompok. Daerah ileum tidak memiliki lipatan-lipatan mukosa (Banks, 1992). Motilitas makanan yang melewati ileum lebih lambat daripada jejunum. Fungsi vili usus halus akan meningkat dengan bertambahnya ukuran tinggi vili jejunum dan ileum (Yamauchi *et al.*, 2010).

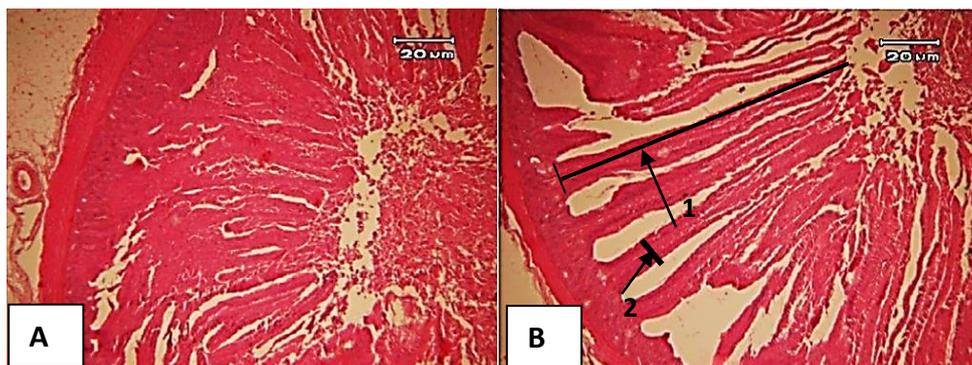
Proses pencernaan utama berlangsung pada bagian duodenum. Hati menyalurkan empedu masuk ke dalam duodenum, sedangkan pankreas menyalurkan enzim yang digunakan bersama-sama dengan enzim yang dihasilkan usus halus untuk proses pencernaan (Denbow, 2000).

## 2.5. Pengaruh bahan aditif terhadap histologi usus halus

Beberapa ilmuwan telah melakukan penelitian untuk meningkatkan fungsi usus halus dalam proses absorpsi zat-zat makanan diantaranya probiotik strain tunggal dan campuran (Harimurti *et al.*, 2009); kunyit, bawang putih dan campuran keduanya (Purwanti *et al.*, 2014); probiotik dan sinbiotik (Awad *et al.*, 2009) ekstrak temulawak (Gulo, 2013); bubuk arang bambu dan cuka cair (Yamauchi *et al.*, 2010); dan penggunaan asam organik.

Atapattu dan Nelligaswatta (2005) dan Abdel-Fattah *et al.* (2008), menyatakan bahwa asam organik yang diberikan pada air minum atau ransum dapat meningkatkan fungsi absorpsi dan enzim pencernaan usus halus. Meningkatnya fungsi usus halus dalam proses absorpsi menurut Dehghani and Jahanian (2012), sehubungan dengan membaiknya kondisi vili (lebih tinggi). Hal tersebut menyebabkan luas area absorpsi lebih besar (Awad *et al.*, 2009).

Harimurti dan Rahayu (2009) menyatakan bahwa histologi vili usus halus ayam ras pedaging dengan pemberian probiotik campuran (*Lactobacillus murinus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Pediococcus acidilactici*) meningkatkan tinggi dan lebar vili (Gambar 3 A), dibandingkan usus halus tanpa pemberian probiotik (Gambar 3 B), gambar histology vili usus sebagai berikut:



Keterangan: 1. Tinggi vili, 2. Lebar vili

Gambar 3. A. Histologi vili usus halus ayam ras pedaging tanpa probiotik, B. Histologi vili usus halus dengan probiotik campuran (*Lactobacillus murinus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Pediococcus acidilactici*). (Harimurti dan Rahayu, 2009).

Girard (1992) senyawa yang mendukung sifat antibakteri dalam destilat asap cair adalah senyawa fenol dan asam. Senyawa fenol dapat menghambat pertumbuhan populasi bakteri dengan memperpanjang fase adaptasi secara proposional. Fenol sebagai senyawa antibakteri dapat dimanfaatkan sebagai senyawa alternatif yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen.

Robinson (1995) senyawa fenol merupakan senyawa yang mempunyai kecenderungan untuk mengikat protein bakteri sehingga menghambat aktivitas enzim yang pada akhirnya mengganggu proses metabolisme bakteri.

Setiaji (2006) menjelaskan mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroba oleh senyawa antimikroba, yaitu dengan cara: (1) merusak dinding sel sehingga mengakibatkan lisis atau menghambat pertumbuhan dinding sel pada sel yang sedang tumbuh; (2) mengubah permeabilitas membran sitoplasma yang menyebabkan kebocoran nutrisi di dalam sel; (3) denaturasi protein sel; dan (4) merusak sistem metabolisme dalam sel dengan cara menghambat kerja enzim intraseluler.

Asap cair berpengaruh pada fungsi fisiologis tubuh ternak, diantaranya karakteristik darah, seperti sel darah putih dan limfosit. Hasil penelitian Yan *et al.* (2012) menunjukkan pemberian asap cair pada ternak dapat merangsang perkembangan sistem imun pada usus ternak dan meningkatkan jumlah limfosit darah secara nyata. Penggunaan asap cair sebagai antioksidan juga berdampak pada peningkatan keempukan daging ayam ras pedaging.

## **2.6. Mikroba saluran pencernaan**

Mikroba dalam usus dapat dibagi menjadi dua, yaitu menguntungkan (*commensal*) dan merugikan (*harmful*). Bakteri yang merugikan dapat menyebabkan |bakteri yang menguntungkan dapat menghasilkan vitamin. Bakteri yang menempati saluran usus dan bila dianalogikan sebagai tumbuhan dikenal sebagai mikroflora usus (Nakazawa and Hosono, 1992).

Mikroba dalam saluran pencernaan unggas sekitar  $10^7$ - $10^{11}$  bakteri per g digesta saluran pencernaan. Dengan menggunakan *culture-independent flow cytometric method*, kepadatan bakteri di ileum dan sekum pada ayam ras pedaging umur satu hari sekitar  $10^8$ - $10^{10}$  per g digesta (Apajalahti *et al.*, 2004). Populasi mikroba setelah tiga hari menetas mengalami perubahan, yaitu pada sekum mencapai  $10^9$  per g digesta dan ileum  $10^{11}$  per g digesta. Jumlah mikroba tersebut relatif tetap stabil untuk 30 hari berikutnya (Lu *et al.*, 2003).

Terdapat sekitar 100-400 jenis bakteri atau flora di dalam usus. Yang termasuk bakteri baik, diantaranya *Bifidobacterium*, *Eubacterium*, dan *Lactobacillus*, sedangkan bakteri jahat, seperti *Clostridium*, *Shigella*, dan *Vellonella*. Populasi bakteri baik dan jahat hidup dalam keseimbangan, jika hal tersebut berubah, maka bakteri jahat atau patogen dapat meningkat, konsekuensinya kondisi kesehatan akan terganggu. Keseimbangan flora usus dapat terganggu oleh kehadiran antibiotik, infeksi bakteri dan virus, kemoterapi, radiasi, pola makan, stres dan iklim (Gsianturi, 2002). Berbagai jenis bakteri (Tabel 1) yang terdapat di saluran pencernaan ayam, pada masing-masing organ pencernaan, jenis bakteri tersebut berbeda-beda.

Tabel 1. Jenis bakteri pada setiap bagian saluran pencernaan unggas (ayam).

No.	Organ Pencernaan	Jenis Bakteri
1.	Tembolok	<i>Lactobacilli</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Coliform</i>
2.	Proventrikulus dan gizzard	<i>Lactobacilli</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Coliform</i>
3.	Usus halus	<i>Lactobacilli</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Coliform</i>
4.	Sekum	<i>Bacteroides</i> , <i>Bifidobacteria</i> , <i>Streptococci</i> , <i>Clostridia</i> , <i>Propionibacteria</i> , <i>Eubacteria</i>
5.	Kolon dan kloaka	<i>Lactobacilli</i> , <i>Coliform</i> , <i>Bifidobacteria</i> , <i>Streptococci</i> , <i>Clostridia</i> , <i>Propionibacteria</i> , <i>Eubacteria</i>

Sumber: Spring (1997).

## **2.7. Penampilan produksi ayam ras pedaging**

### ***Konsumsi pakan***

Konsumsi pakan merupakan jumlah pakan yang dimakan dalam jangka waktu tertentu. Pakan yang dikonsumsi digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi dan zat nutrisi lain. Konsumsi pakan tiap ekor ternak berbeda-beda. Konsumsi diperhitungkan sebagai jumlah makanan yang dimakan oleh ternak (Tillman *et al.* 1991).

Konsumsi pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya: pakan (level energi dan protein, warna, bau, dan ukuran partikel pakan), asupan air minum, jenis ternak (mekanisme fisiologis tubuh, umur, dan jenis kelamin), lingkungan (temperature dan kelembaban), manajemen kandang (kepadatan kandang), dan stress (Morel *et al.*, 2001; Scott, 2005; Blair, 2008; Kellems dan Chruch, 2010). Rerata konsumsi pakan ayam ras pedaging jantan umur 35 hari yaitu 3056 g dan betina 2838 g (Leeson dan Summers, 2005).

### ***Pertambahan berat badan***

Pertumbuhan pada hewan bermula dari sel telur yang telah dibuahi dan berlanjut dewasa. Pertumbuhan umumnya dinyatakan dengan pengukuran kenaikan berat badan yang dilakukan dengan penimbangan berulang-ulang tiap minggu atau tiap waktu lain (Tilman *et al.*, 1991)

Jull (1982) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi pertambahan berat badan ayam ras pedaging yaitu genetik, penyakit, ransum yang diberikan dan kondisi klimatik. Selanjutnya Murtidjo (2003) dinyatakan bahwa jika ransum yang diberikan banyak mengandung protein, mineral, asam amino, maka ayam ras pedaging akan mengalami pertumbuhan yang optimal.

### ***Konversi pakan***

Konversi pakan merupakan pembagian antara berat badan yang dicapai dengan konsumsi pakan pada waktu yang sama. Nilai ini merupakan suatu ukuran efisiensi penggunaan pakan oleh ayam ras pedaging. Semakin rendah nilainya, maka efisiensinya dalam menghasilkan bobot badan akhir semakin tinggi (Rasyaf, 2004).

Konversi pakan adalah jumlah pakan yang dikonsumsi oleh seekor ayam untuk memproduksi 1 kg berat badan (Whittow, 1976). Konversi pakan dapat dilihat seberapa jauh efisiensi perubahan makanan ini menjadi daging. Tidak semua makanan yang dikonsumsi oleh ayam digunakan untuk pembentukan daging, melainkan sebagian untuk proses fisiologis tubuh. Selain itu pula ada bagian makanan yang tidak dapat dicerna oleh ayam lalu terbuang dalam feses dan untuk produksi daging (Rasyaf, 1994).

Konversi pakan adalah rasio antara jumlah pakan yang diberikan pada ayam sampai umur panen, dengan bobot hidup pada saat itu (Siregar *et al.*, 1982). Konversi pakan erat kaitannya dengan konsumsi pakan dan pertumbuhan. Semakin tinggi nilai konversi pakan, maka konsumsi kurang efisien (North dan Bell, 1987). Selain kualitas pakan, konversi pakan juga bisa dipengaruhi oleh mortalitas dan teknik pemberian pakan. Teknik pemberian pakan yang baik dapat menekan angka konversi pakan (Amrullah, 2004).

## **2.8. Kualitas daging ayam ras pedaging**

### ***Lemak***

Soeparno (2005) menyatakan bahwa kadar lemak mempunyai korelasi negatif dengan kadar protein dan kadar air, yakni apabila kadar protein dan airnya tinggi maka kadar lemaknya rendah. Proses pemanasan dapat menurunkan kadar lemak.

Aberle *et al* (2001) mengemukakan bahwa kandungan lemak daging sebesar 1,5 – 13 %. Persentase lemak bertambah sesuai dengan bertambahnya umur tetapi dapat berubah setiap saat tergantung dari zat makanan yang dikonsumsi (Soeparno, 2005). kandungan lemak daging bervariasi tergantung dari jumlah lemak eksternal dan lemak intramuscular (Aberle *et al.*, 2001).

Tumpukan lemak dalam tubuh ayam terjadi karena energi yang merupakan hasil dari proses metabolisme zat gizi yang masuk ke dalam tubuh ayam melebihi tingkat kebutuhan yang diperlukan oleh tubuh itu sendiri, baik itu untuk hidup pokok maupun untuk memproduksi (Oktaviana *et al.*, 2010).

Asap cair mengandung senyawa flavanoid. Senyawa ini merupakan zat yang paling efektif menurunkan kadar trigliserida dengan meningkatkan aktivitas enzim lipoprotein lipase yang kerjanya memecah trigliserida (Sudhees *et al.*, 2001). Trigliserida adalah ester dari alkohol gliserol dengan asam lemak. Trigliserida merupakan bentuk simpanan lemak di dalam tubuh yang berfungsi sebagai sumber energi. Trigliserida adalah lemak utama yang disimpan dalam jaringan tubuh ayam, sekitar 95% trigliserida datang dari ransum sedangkan 5% sisanya disintesis dalam tubuh (Amrullah, 2004).

### ***Kolesterol***

Kolesterol merupakan komponen terbesar dari senyawa yang banyak dijumpai pada keluarga besar steroid yaitu pada struktur organ tubuh manusia dan hewan dengan berbagai fungsi biologis yang terkait (Anggorodi, 1985). Kolesterol banyak dijumpai dalam jaringan syaraf, otak dan darah serta tidak terdapat dalam jaringan tanaman dan produk nabati.

Piliang dan Djojosoebago (1990) menyatakan bahwa kolesterol tubuh berasal dari dua sumber yaitu dari makanan yang disebut kolesterol eksogen dan yang diproduksi sendiri di dalam tubuh atau disebut kolesterol endogen.

Asap cair mengandung senyawa flavonoid, senyawa ini dapat menurunkan kadar kolesterol darah dengan cara meningkatkan ekskresi asam empedu dan mengurangi kekentalan (viskositas) darah sehingga mengurangi terjadinya pengendapan lemak pada pembuluh darah (Carvajall-Zarrabal *et al.*, 2005). Kadar kolesterol total daging normal ayam ras pedaging sebesar 100 mg/dl (Chan *et al.*, 1995).

### ***Derajat keasaman (pH)***

pH daging tidak diukur segera setelah pemotongan (biasanya dalam waktu 45 menit) untuk mengetahui penurunan pH awal. pH daging yang berhubungan dengan daya ikat air, kesan jus daging, keempukan dan susut masak, juga berhubung dengan warna dan sifat mekanik daging (daya putus *Warner Bratzler*), kompresi, adhesi dan kekuatan tarik). Kenaikan pH daging akan meningkatkan jus daging dan menurunkan susut masak. pH ultimat daging adalah 5,5-5,8 dan faktor yang mempengaruhi

laju dan besarnya penurunan pH postmortem di bagi menjadi dua yaitu faktor intrinsik yang terdiri atas spesies, jenis otot, glikogen otot, dan variabilitas diantara ternak. Sedangkan faktor ekstrinsik antara lain temperatur lingkungan, perlakuan bahan aditif sebelum pemotongan dan stress sebelum pemotongan (Soeparno, 2005).

Menurut Lawrie (2003) bahwa pH akhir daging yang dicapai merupakan petunjuk untuk mengetahui mutu daging yang baik. Daging yang mempunyai pH antara 5,5-5,7 (pH Normal) memberikan warna merah pucat pada daging ayam. Laju penurunan pH otot adalah cepat yang akan mengakibatkan warna daging menjadi pucat, daya ikat air protein terhadap cairan menjadi rendah dan permukaan otot daging menjadi basah karena keluarnya cairan kepermukaan potongan daging (*weep*). Sebaliknya pH ultimat yang tinggi, daging berwarna gelap dan permukaan potongan daging menjadi sangat kering karena cairan daging terikat erat oleh proteinnya.

### ***Mikrobiologi daging***

Daging dan produk olahannya merupakan pangan yang bersifat *perishable food* (pangan mudah rusak) karena sangat rentan terkontaminasi oleh mikroorganisme pembusuk maupun mikroorganisme patogen. Daging dan produk olahannya mengandung nutrisi yang baik bagi manusia. Zat-zat nutrisi ini juga merupakan media pertumbuhan yang sangat baik bagi mikroba. Daging dan produk olahannya mudah sekali mengalami kerusakan mikrobiologi karena kandungan gizi dan kadar airnya yang tinggi, serta banyak mengandung vitamin dan mineral. Kerusakan mikrobiologi pada daging terutama disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Beberapa tanda-tanda kerusakan pada daging di antaranya adalah perubahan warna, bau (bau menjadi tengik atau berbau busuk), terbentuknya lendir, rasa menjadi asam (Fitrianti, 2017)

Mikroorganisme yang merusak daging berasal dari infeksi dan ternak hidup dan kontaminasi *postmortem*. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada daging: faktor intrinsik (nilai daging, kadar air, pH, potensi oksidasi reduksi dan tidak adanya substansi penghalang atau penghambat) dan faktor ekstrinsik (temperatur, kelembaban relatif, ada tidaknya oksigen dan bentuk atau kondisi daging) (Soeparno, 2005).

Kontaminasi mikroorganisme pada daging ayam ras pedaging dapat merusak atau menyebabkan deteriorasi karkas atau daging sehingga secara langsung dapat mempengaruhi kualitas fisik dan kimia daging. Batas cemaran mikroba pada karkas dan daging ayam maksimum  $1 \times 10^6$  cfu/g dan *E. coli* harus negatif (BSN, 2009).

Lawrie (2003) menyatakan bahwa jamur dan kapang yang tumbuh pada daging adalah aerobik, sedangkan bakteri tumbuh dalam kondisi aerobik, anaerobik atau fakultatif anaerobik. Jadi mikroorganisme yang tumbuh di permukaan daging adalah mikroorganisme aerobik dan fakultatif anaerobik, sedangkan bagian dalam daging dapat mengandung bakteri anaerobik dan fakultatif anaerobik.

Aktifitas mikroorganisme juga dipengaruhi oleh kondisi fisik daging, seperti besar kecilnya karkas, potongan karkas atau daging, bentuk daging cacahan, daging giling dan perlakuan pengolahan. Penggilingan daging akan memperbesar kontaminasi dan pertumbuhan mikroorganisme (Forrest *et al.*, 1975) karena area permukaan menjadi lebih besar, nutrisi dan air lebih tersedia, penetrasi dan pemanfaatan oksigen menjadi lebih besar, kontak dengan alat yang menjadi sumber kontaminasi dan distribusi mikroorganisme lebih merata ke seluruh bagian daging selama pengolahan (Soeparno, 1994).