

**PENGARUH PENGGUNAAN BEBERAPA KONSENTRASI SUBSTRAT
ANTIMIKROBA *Lactobacillus plantarum* BAF514 TERHADAP
KUALITAS FISIK DAN TOTAL BAKTERI BAKSO DAGING
SAPI YANG DISIMPAN PADA SUHU RUANG**

SKRIPSI

**WIDIYANTI
E10018211**



**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS JAMBI
2023**

**PENGARUH PENGGUNAAN BEBERAPA KONSENTRASI SUBSTRAT
ANTIMIKROBA *Lactobacillus plantarum* BAF514 TERHADAP
KUALITAS FISIK DAN TOTAL BAKTERI BAKSO DAGING
SAPI YANG DISIMPAN PADA SUHU RUANG**

**Widiyanti, di bawah bimbingan
Afriani¹⁾ dan Indra Sulaksana²⁾**

RINGKASAN

Bakso merupakan produk olahan daging yang relatif murah dan telah dikenal secara luas oleh masyarakat Indonesia. Bakso yang banyak dikonsumsi adalah jenis bakso daging sapi. Bakso daging sapi ini termasuk bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan beberapa level konsentrasi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 terhadap kualitas fisik dan total bakteri bakso daging sapi yang disimpan pada suhu ruang.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu P1 : Substrat antimikroba 50 ml (100%), P2 : Substrat antimikroba 40 ml + aquadest steril 10 ml (80%), P3 : Substrat antimikroba 30 ml + aquadest steril 20 ml (60%), P4 : Substrat antimikroba 20 ml + aquadest steril 30 ml (40%). Perendaman selama 30 menit dan disimpan pada suhu ruang selama 36 jam. Peubah yang diamati nilai pH, daya mengikat air, uji Eber (Tingkat kebusukan) dan total bakteri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa level konsentrasi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 terhadap kualitas fisik dan total bakteri bakso daging sapi yang disimpan pada suhu ruang selama 36 jam berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pH, daya mengikat air, uji Eber (Tingkat kebusukan) dan total bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi level konsentrasi diberikan maka nilai pH, daya mengikat air, terjadinya pembusukan dan jumlah bakteri yang tumbuh semakin rendah.

Disimpulkan bahwa penggunaan level konsentrasi 80% substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 mampu mempertahankan kualitas fisik dan menurunkan total bakteri bakso daging sapi yang disimpan pada suhu ruang dapat bertahan selama 36 jam.

Kata kunci : Bakso, *Lactobacillus plantarum*, Level konsentrasi, Substrat antimikroba dan suhu ruang.

Keterangan : ¹⁾ Pembimbing Utama
²⁾ Pembimbing Pendamping

PENGARUH PENGGUNAAN BEBERAPA KONSENTRASI SUBSTRAT
ANTIMIKROBA *Lactobacillus plantarum* BAF514 TERHADAP
KUALITAS FISIK DAN TOTAL BAKTERI BAKSO DAGING
SAPI YANG DISIMPAN PADA SUHU RUANG

Oleh

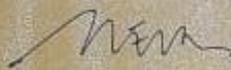
WIDIYANTI
E10018211

Telah Diuji Dihadapan Tim Penguji

Pada Hari Selasa, tanggal 27 Desember 2022, dan dinyatakan Lulus

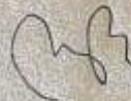
Ketua : Dr. Ir. Afriani, M.P.
Sekretaris : Ir. Indra Sulaksana, M.Si.
Anggota : 1. Ir. Haris Lukman, M.Si.
2. Dr. Ir. Zulfa Elymaizar, M.P.
3. Dr. Jaya Putra Jahidin, S.Pt. M.Si.

Menyetujui:
Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Afriani, M.P.
NIP. 196212281988032001
Tanggal:

Pembimbing Pendamping,



Ir. Indra Sulaksana, M.Si.
NIP. 196412251993031003
Tanggal:

Mengerahul:
Wakil Dekan BAKSI,



Dr. Ir. Syarifuddin, M.Sc.
NIP. 196802071993031003
Tanggal:

Ketua Jurusan Peternakan,



Dr. Bayu Rosadi, S.Pt., M.Si.
NIP. 197212101999031003
Tanggal:

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Beberapa Konsentrasi Substrat Antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF514 Terhadap Kualitas Fisik dan Total Bakteri Bakso Daging Sapi Yang Disimpan Pada Suhu Ruang” adalah karya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam bentuk daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

Jambi, Januari 2023

WIDIYANTI

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Jakarta pada Minggu, 12 November 2000, sebagai anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Nelson Jonathan Nababan dan Ibu Rolinda Heriaty Pasaribu. Penulis telah menyelesaikan jenjang pendidikan diantaranya di TK Garuda Kota Jambi pada tahun 2006, Sekolah Dasar di SDN 151 Kota Jambi pada tahun 2012, SMPN 22 Kota Jambi pada tahun 2015, dan SMKN 1 Kota Padang Sidempuan mengambil jurusan Administrasi Perkantoran pada tahun 2018.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Jambi melalui jalur SMMPTN mengambil jurusan program studi Peternakan dengan minat Teknologi Hasil Ternak. Sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi kesarjanaan, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Oktober 2021 selama satu bulan di Desa Bram Itam Kanan Kecamatan Bram Itam Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi dan menjalankan Praktek Kerja Lapang pada bulan April 2022 selama satu bulan di tempat Peternakan Moro Seneng, Kelurahan Kenali Besar Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan nafas kehidupan serta berkat yang telah dianugerahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Beberapa Level Konsentrasi Substrat Antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 Terhadap Kualitas Fisik dan Total Bakteri Bakso Daging Sapi Yang Disimpan Pada Suhu Ruang”. Skripsi ini merupakan persyaratan akademik untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Jambi.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian skripsi ini telah melibatkan banyak pihak. Skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu dengan segala kerendahan hati, izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu ROLINDA HERIATY PASARIBU dan Bapak NELSON JONATHAN NABABAN orang tua yang sangat saya kasihi, Ibu yang selalu terdepan memberikan semangat serta dukungan, doa, pengorbanan, nasehat dan kasihnya begitu luar biasa yang takkan tergantikan. Serta saudara saya KEZIA LULU MARIBETH, SONDIA GUSTIN, NELLY JANUARITA memberikan semangat, doa, sukacita dan dukungan.
2. Ibu Dr. Ir. Afriani, M.P selaku pembimbing utama dan Bapak Ir. Indra Sulaksana, M.Si. selaku pembimbing pendamping yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan begitu sabar membimbing saya, memberikan masukan selama ini dalam penelitian, menulis, dan menyusun skripsi serta memberi banyak dukungan agar saya cepat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Mairizal, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dalam menyelesaikan studi di Fakultas Peternakan Universitas Jambi
4. Bapak Dr. Bagus Pramusintha, S.Pt., M.Sc. pembimbing Praktek Lapang yang telah banyak memberikan perhatian, arahan, bimbingan dan diskusi

yang sangat memotivasi selama menempuh pendidikan di Fakultas Peternakan.

5. Bapak Ir. Haris Lukman, M.Si., Ibu Dr. Ir. Zulfa Elymaizar, M.P., Ibu Rts. Sherly Dwijayanti, S.Pt., M.Pt dan Bapak Dr. Jaya Putra Jahidin, S.Pt. M.Si. selaku tim evaluator yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis untuk perbaikan penulisan maupun isi dalam skripsi ini.
6. Bapak Muhammad Farhan, S.Pt, MP Pembimbing Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan, bimbingan, diskusi dalam penyelesaian Kuliah Kerja Nyata (KKN).
7. Bapak Dr. Ir. Agus Budiansyah, M.S selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
8. Bapak dan ibu dosen serta seluruh staf karyawan Fakultas Peternakan Universitas Jambi yang telah memberi ilmu pengetahuan dan wawasan kepada penulis dan perhatiannya dalam kelancaran berkas sampai penyelesaian tugas akhir ini.
9. Teman satu Penelitian Octavia Nathalia Sitompul, S.Pt, M. Ilham Batistuta dan Aan Adiyansyah yang sudah banyak membantu dan memberikan dukungan selama perjalanan penelitian hingga penulisan skripsi ini.
10. Kakak Deby Putri Situmeang, S.Pd dan Abang Frans Eduard Sihotang yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman seperjuangan saya dari perkuliahan Desri Amalia, Tiur Mida Tambunan, Abdi Vico Sumantri Manurung, Yohanes Lintong Sihombing yang sudah banyak membantu dan memberikan dukungan motivasi dan semangat selama perjalanan perkuliahan hingga penulisan skripsi ini.
12. Senior TIM BAL Kakak Ghea Bunga Pertiwi, S.Pt, Winda Juli Pasari, S.Pt, Ida Sofia Sipayung, S.Pt, Reta Aditya, S.Pt, Rizka Amalia Ay, S.Pt, Bang Abenni Anggraini, S.Pt dan Hidayat Iskandar, S.Pt sebagai senior yang telah sabar membantu dan memberi pengarahan serta meluangkan waktu dalam proses pengerjaan data dan penulisan sampai skripsi ini selesai.

13. Pemilik NIM 170620403006 selalu sabar, tetap sabar dan semakin sabar setiap saatnya menemani dan mendukung saya, memberikan semangat, doa serta bantuan baik moril dan materil. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan saya hingga sekarang ini, tetaplah tidak tunduk kepada apa-apa dan memiliki jalan pemikiran yang jarang dimiliki manusia lain.
14. Team Uno Fitri Wardani Sipayung, Yuli Angelina Manurung, Astika Nia Sihombing, Ronaldo Tampubolon, Rama Aprianto Panjaitan, Boy Dumoli Manik selalu ada canda tawa cerita didalam sehingga saya dengan sukacita menyelesaikan tugas akhir skripsi saya.
15. Teman sedari kecil Marta Riani Sihite dan Reza Afriani Sihite yang selalu mendukung dan memberikan semangat hingga penulisan skripsi ini.
16. Komunitas Gereja GBI Mayang Dewasa Muda Bethel Indonesia sebagai wadah menebarkan kasih dalam bentuk dukungan sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini dengan semangat.
17. Pakde beserta keluarga dan teman-teman posko 9 Kuliah Kerja Nyata (KKN) desa Bram Itam Kanan yang telah memberikan dukungan dan untuk kebersamaan serta kerjasama selama di dalam posko.
18. Kepada seluruh teman-teman kelas D angkatan 2018 yang telah banyak membantu selama perkuliahan dalam bentuk dukungan, doa dan motivasi penulis sampai skripsi ini selesai.
19. Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for, for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and tryna give more than I recieve, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis, semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu memberkati kita semua.

Jambi, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3. Manfaat.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Bakso Daging Sapi	4
2.2. Bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i>	6
2.3. Nilai pH	8
2.4. Daya Mengikat Air	8
2.5. Uji Eber (Tingkat Kebusukan).....	9
2.6. Total Mikroba.....	9
BAB III. MATERI DAN METODE.....	11
3.1. Tempat dan Waktu.....	11
3.2. Materi dan Peralatan.....	11
3.3. Metoda	11
3.3.1. Persiapan Media Pertumbuhan Bakteri	11
1. <i>de Man Rogosa Sharpe Broth</i> (MRS-B)	11
2. <i>Nutrient Agar</i> (NA)	12
3.3.2. Penyegaran Bakteri Asam Laktat	12
3.3.3. Produksi Substrat Antimikroba	12
3.3.4. Pembuatan Bakso Daging Sapi.....	12
3.3.5. Aplikasi Substrat Antimikroba Pada Bakso Daging Sapi	13
3.4. Rancangan Penelitian	14
3.5. Peubah Yang Diamati	14
3.5.1. Nilai pH	14
3.5.2. Daya Mengikat Air	14
3.5.3. Uji Eber (Tingkat Kebusukan)	15
3.5.4. Perhitungan Total Bakteri.....	15
3.4. Analisis Data	16
BAB IV. PEMBAHASAN	17
4.1. Kualitas Bakso Daging Sapi Tanpa Perlakuan.....	17
4.2. Kualitas Bakso Daging Sapi Setelah Diberi Perlakuan	19
4.3. Nilai pH.....	20

4.4. Daya Mengikat Air.....	21
4.5. Uji Eber (Tingkat Kebusukan)	23
4.6. Total Bakteri.....	24
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	27
5.1. Kesimpulan	27
5.2. Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kualitas Bakso Daging Sapi Tanpa Perlakuan dan pH Substrat Antimikroba.....	17
2. Rataan Nilai pH, Daya Mengikat Air, Uji Eber (Tingkat Kebusukan) dan Total Bakteri Bakso Daging Sapi Setelah Diberi Perlakuan	19
3. Nilai Uji Eber Bakso Daging Sapi	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bentuk Bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i>	7
2. Bagan Alir Penelitian	13
3. Histogram Nilai pH Bakso Daging Sapi	20
4. Histogram Nilai Daya Mengikat Air Bakso Daging Sapi	22
5. Histogram Nilai Total Bakteri Bakso Daging Sapi.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisis Keragaman Nilai pH	33
2. Analisis Keragaman Daya Mengikat Air	36
3. Analisis Keragaman Uji Eber (Tingkat Kesubukan)	39
4. Analisis Keragaman Total Bakteri	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daging merupakan salah satu produk peternakan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan protein hewani karena mengandung protein bermutu tinggi dan mampu memenuhi zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Daging dapat diolah dalam berbagai jenis produk yang menarik dengan aneka bentuk dan rasa untuk tujuan memperpanjang masa simpan serta dapat meningkatkan nilai ekonomis tanpa mengurangi nilai gizi dari daging yang diolah. Olahan daging yang sudah lama dikenal dan sangat digemari masyarakat Indonesia adalah bakso.

Bakso yang banyak dikonsumsi adalah jenis bakso daging sapi. Bakso umumnya dibuat dari daging sapi yang dihaluskan terlebih dahulu dan dicampur dengan bumbu, tepung dan kemudian dibentuk bola-bola kecil lalu direbus dalam air panas (Montolalu *et al.*, 2013). Bakso mempunyai kandungan nutrisi cukup baik karena terbuat dari daging sapi yang komposisi proteinnya lebih mudah dicerna oleh manusia, selain itu juga mengandung lemak yang juga diperlukan untuk metabolisme tubuh. Kandungan gizi bakso terdiri dari kadar protein minimal 9% b/b, kadar lemak maksimal 2% b/b, kadar air maksimal 70% b/b dan kadar abu maksimal 3% b/b (SNI 01-3818-1995).

Bakso sapi mengandung gizi seperti protein dan lemak serta mengandung kadar air tinggi yang cocok untuk pertumbuhan mikroba. Oleh karena itu bakso sapi mempunyai masa simpan yang relatif pendek. Masa simpan bakso pada suhu ruang oleh industri bakso menengah yang umumnya lebih dari 1 hari. Namun, bakso tanpa bahan pengawet hanya mempunyai umur simpan 12 jam atau maksimum 1 hari. Kerusakan mikrobiologis pada bakso ditandai oleh adanya lendir dan bau basi akibat adanya aktivitas bakteri proteolitik. Hal ini dapat diatasi dengan penambahan pengawet dengan status aman yang memiliki efektivitas yang baik pada bakso untuk menghambat pertumbuhan kapang, khamir dan bakteri sehingga umur simpan bakso dapat mencapai 2 hari (Angga, 2007). Diperlukan suatu penanganan khusus untuk mengurangi jumlah bakteri yang dapat mempengaruhi kualitas bakso. Salah satunya adalah metode pengawetan secara

alami dengan penambahan antimikroba, yang diisolasi dari bakteri asam laktat (BAL). Bakteri asam laktat dapat menghambat kerja mikroorganisme perusak karena menghasilkan produk metabolit yang bersifat antimikroba antara lain diasetil, hidrogen peroksida, asam-asam organik dan bakteriosin.

Salah satu bakteri asam laktat yang potensial dalam memproduksi antimikroba adalah *Lactobacillus* spp. *Lactobacillus plantarum* bersifat homofermentatif yang merupakan hasil akhir dari fermentasi sebagian besar berupa bakteri asam laktat. *Lactobacillus* dicirikan dengan bentuk batang, umumnya dalam rantai-rantai pendek. *Lactobacillus* merupakan bakteri Gram positif, tidak menghasilkan spora, anaerob fakultatif, koloninya dalam media agar berukuran 2-5 mm, konfeks, opak atau sedikit transparan dan tak berpigmen. Genus ini tumbuh baik pada suhu 30-40°C. *Lactobacillus plantarum* merupakan bakteri asam laktat yang berpotensi sebagai biopresevatif (bahan pengawet alami) karena mampu dalam menghambat mikroorganisme pada bahan pangan dengan daerah penghambat terbesar dibandingkan dengan bakteri asam laktat lainnya (Aliya *et al.*, 2016). Dalam kondisi anaerob, *Lactobacillus plantarum* dapat menekan pertumbuhan mikroba lain (Akhmad Hidayatulloh dan Harlina, 2019).

Menurut hasil penelitian Komariah (2008) menyatakan bahwa kualitas fisik dan total bakteri dipengaruhi oleh konsentrasi, semakin besar konsentrasi maka nilai pH semakin turun, sehingga dapat dikatakan bahwa kandungan asam organik yang paling banyak adalah konsentrasi 100% dan paling efektif menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Diketahui bahwa konsentrasi yang diberikan mempengaruhi jumlah total mikroba, terjadi pada konsentrasi 50% dimana jumlah total mikroba semakin banyak hal tersebut disebabkan karena penambahan 50% aquadest steril. Aquadest steril tersebut dapat dijadikan media bagi bakteri patogen untuk tumbuh. Menambahkan hasil penelitian Tantri (2009) lama simpan memiliki pengaruh yang nyata, pengaruh dari suhu penyimpanan yakni disimpan dalam suhu ruang ($\pm 28^{\circ}\text{C}$) yang menguntungkan bakteri untuk dapat tumbuh dan berkembang secara pesat. Suhu dimana suatu makanan disimpan sangat besar pengaruhnya terhadap mikroorganisme yang dapat tumbuh serta kecepatan pertumbuhannya (fardiaz, 1992). Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian penggunaan beberapa level konsentrasi dengan senyawa antimikroba bakteri

Lactobacillus plantarum BAF 514 pada suhu ruang, hal ini diharapkan dapat mempertahankan kualitas fisik dan menurunkan pertumbuhan bakteri pada bakso daging sapi.

1.2. Tujuan

1. Untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh level konsentrasi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 terhadap kualitas fisik dan total bakteri bakso daging sapi yang disimpan pada suhu kamar.
2. Untuk mengetahui level konsentrasi optimum substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 yang digunakan untuk penyimpanan bakso daging sapi selama 36 jam pada suhu kamar.

1.3. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi dan menambah pengetahuan kepada masyarakat bahwa level konsentrasi 80% substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 dapat mempertahankan kualitas fisik dan total bakteri bakso daging sapi selama penyimpanan 36 jam pada suhu ruang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bakso Daging Sapi

Daging merupakan bahan pangan yang menjadi sumber protein hewani salah satunya adalah daging sapi. Adapun ciri dari daging sapi yaitu berwarna merah cerah, memiliki tekstur yang kasar, konsistensi daging keras, jumlah marbling banyak dan warna lemak putih kekuningan. Menurut Potter (1993) daging sapi memiliki warna cerah, bau dan rasa aromatis, berserabut halus dengan sedikit lemak, konsistensi liat/kenyal, permukaan mengkilat, dan bersih tidak ada darah. Sedangkan perbedaannya dengan daging lain dapat kita lihat pada daging kambing dan babi, daging kambing memiliki ciri warna merah gelap, tekstur daging halus, konsistensi daging kenyal, jumlah marbling sedikit, dan warna lemak putih. Karakteristik daging kambing adalah merah muda gelap, lemak menyerupai lemak domba warna putih, dan bau daging kambing jantan lebih menyengat dari pada bau daging kambing betina menurut Lawrie (2003) dan pada daging babi memiliki ciri warna merah muda, tekstur daging halus, konsistensi daging empuk, jumlah marbling banyak, dan warna lemak putih. Menurut Naruki dan Kononi (1992) warna daging babi pucat sehingga merah muda, serabut halus dengan konsistensi padat dan berbau spesifik dan pada umur tua daging berwarna lebih tua, sedikit lemak dan serabut kasar. Nilai gizi yang terkandung dalam daging lebih banyak dibandingkan dengan bahan pangan lainnya. Daging segar merupakan produk yang sangat mudah rusak sehingga kontaminasi bakteri pada daging segar menjadi faktor utama penyebab kerusakannya. Pengolahan daging menjadi jalan alternatif untuk meningkatkan daya simpan dan daya manfaatnya sehingga dapat meningkatkan kualitas serta jangkauan pemasarannya.

Salah satu cara pengolahan daging yang dikenal oleh masyarakat adalah bakso. Bakso sangat populer di Indonesia, karena harga dan macam bakso yang sangat bervariasi mampu memenuhi selera dan daya beli masyarakat (Hermanianto dan Andayani, 2002). Bakso suatu produk daging yang dihaluskan, dicampur dengan pati, dibentuk bulatan dan dimasak dengan air panas.

Bahan tambahan dalam pembuatan bakso yaitu tepung berpati. Tepung berpati berasal dari tanaman jagung, sagu dan ubi. Bahan tambahan adalah material bukan daging yang ditambahkan pada produk olahan daging. Bahan tambahan memiliki kandungan protein yang rendah dan karbohidrat yang tinggi, sehingga mempunyai daya dalam proses pemecahan lemak dan daya mengikat air yang tinggi (Soeparno, 2005). Pembuatan bakso pada prinsipnya terdiri atas empat tahap yaitu (1) penghancuran daging, (2) pembuatan adonan, (3) pencetakan dan (4) pemasakan. Bahan baku bakso terdiri dari bahan utama dan bahan tambahan. Bahan utamanya adalah daging, sedangkan bahan tambahannya adalah bahan pengisi (tepung), garam, es atau air es, STPP dan bumbu-bumbu seperti lada serta bahan penyedap (Sunarlim, 1992).

Umumnya daging yang digunakan dalam pembuatan bakso berada dalam kondisi segar (pre-rigor) tanpa mengalami tahap penyimpanan sebelumnya, sehingga dapat dihasilkan sifat kekenyalan bakso yang diharapkan (Pandisurya, 1983). Daging dengan kadar lemak terlalu tinggi kurang baik digunakan dalam pembuatan bakso. Lemak dalam bakso akan mencair pada waktu pemasakan dan keluar bersama air perebusan. Keluarnya lemak tersebut akan mempengaruhi permukaan produk yaitu menjadi tidak rata (berlubang-lubang) sehingga dapat mengurangi penerimaan konsumen (Elviera, 1998).

Tepung yang umum digunakan untuk pembuatan bakso adalah tepung tapioka yang jumlah penambahannya tidaklah pasti karena tergantung pada harga jual yang diinginkan (Pandisurya, 1983). Penambahan tepung dalam bakso maksimal adalah 50%. Tujuan penambahan tepung pada produk daging olahan adalah untuk: (1) memperbaiki stabilitas emulsi, (2) meningkatkan daya ikat air produk daging, (3) meningkatkan flavor, (4) mengurangi pengerutan selama pemasakan, (5) meningkatkan karakteristik isiran produk dan (6) mengurangi biaya formulasi (Forrest *et al.*, 1975).

Pada pengolahan daging, air berfungsi dalam pendistribusian bahan, melarutkan protein daging, mengontrol suhu, memperbaiki berbagai perlakuan sensori dan mengurangi biaya. Penambahan air yang diikuti dengan penambahan garam dapat memperbaiki ekstraksi protein larut garam (Claus *et al.*, 1994).

Garam yang ditambahkan pada daging yang digiling akan meningkatkan protein miofibril yang terekstraksi. Protein ini memiliki peranan penting sebagai pengemulsi. Fungsi garam adalah menambah atau meningkatkan rasa dan memperpanjang masa simpan (*shelf-life*) produk (Aberle *et al.*, 2000).

Bahan penyedap dan bumbu mempunyai pengaruh pengawetan terhadap produk daging olahan karena mengandung lemak. Beberapa bumbu mempunyai sifat sebagai antioksidan. Penambahan bahan penyedap dan bumbu terutama ditujukan untuk menambah atau meningkatkan flavor (Soeparno, 2005).

Merica adalah buah dari tanaman *Piper nigrum*. dan memiliki rasa yang sangat pedas (Pungent) dan berbau harum (aromatik). Rasa pedas dihasilkan oleh zat piperin dan aroma sedap dihasilkan oleh terpen. Merica mengandung minyak essensial 1%-2,7%.

Bawang putih adalah umbi dari tanaman *Allium sativum* dan memiliki rasa pedas (pungent). Bawang putih dapat digunakan sebagai pengawet karena bersifat bakteriostatik yang disebabkan oleh adanya zat aktif allicin yang sangat efektif terhadap bakteri. Bawang putih mengandung sekitar 0,1%-0,25% zat volatil, yaitu alil sulfida yang terbentuk secara enzimatis ketika butiran umbi bawang putih dihancurkan atau dipecah, bawang putih juga mengandung S-(2-propenil)-L-cistein sulfoksida yang merupakan prekursor utama dalam pembentukan alil thiosulfat (*allicin*) (Hitokoro *et al.*, 1990).

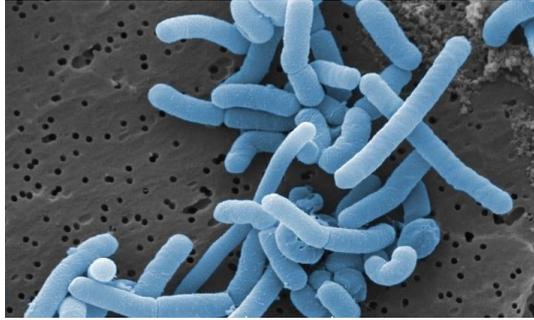
Sodium Tripolifosfat (STPP), tujuan utama penambahan fosfat yaitu untuk mengurangi kehilangan lemak dan air selama pemasakan, pengalengan, atau penggorengan (Wilson *et al.*, 1981). Menurut Soeparno (2005) fungsi fosfat adalah untuk meningkatkan daya mengikat air oleh protein daging, mereduksi pengerutan daging dan menghambat ketengikan. Purnomo (1990) menyatakan bahwa terdapat pembatasan dalam penggunaan polifosfat, hal ini disebabkan fosfat memiliki rasa agak pahit pada konsentrasi tertentu. Penggunaan fosfat pada umumnya berkisar 0,3% dan tidak melebihi 0,5%. Sedangkan menurut Pearson dan Tauber (1984) konsentrasi STPP yang dapat ditolerir oleh tubuh tanpa ada gangguan fisiologis adalah 0,5%.

2.2. Bakteri *Lactobacillus plantarum*

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bersifat heterogenus, Gram positif, anaerob, tidak berspora, dan merupakan bakteri yang tahan terhadap asam. Bakteri asam laktat secara alami ditemukan pada tanaman, daging, susu dan hasil olahannya serta fermentasi serelia yang sudah lama digunakan dalam industri makanan dalam skala besar atau industri rumah tangga, serta makanan hasil fermentasi. Bakteri asam laktat digunakan sebagai starter untuk fermentasi sayur atau daging. Bakteri ini juga dapat mengendalikan pertumbuhan bakteri patogen dengan memproduksi asam organik, hidrogen peroksida, diasetil dan bakteriosin (Januarsyah, 2007). Terbagi menjadi empat genus BAL, yaitu *Streptococcus* bersifat homofermentatif, *Leuconoctoc* bersifat heterofermentatif, *Pediococcus* dan *Aerococcus* bersifat homofermentatif dan *Lactobacillus* bersifat homofermentatif dan heterofermentatif (Sharpe, 1979).

Lactobacillus plantarum merupakan salah satu jenis bakteri asam laktat homofermentatif dengan temperatur optimal lebih rendah dari 37°C (Frazier dan Westhoff, 1988) *Lactobacillus plantarum* mampu merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan hasil akhirnya yaitu asam laktat. Asam laktat dapat menghasilkan pH yang rendah pada substrak sehingga menimbulkan suasana asam. *Lactobacillus plantarum* dapat meningkatkan keasaman sebesar 1,5 sampai 2,0% pada substrat. Dalam keadaan asam *Lactobacillus plantarum* memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri pathogen dan bakteri pembusuk dalam (Tantri, 2009).

Pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* dapat menghambat kontaminasi dari mikroorganisme pathogen dan penghasil racun karena kemampuannya untuk menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH substrak, selain itu bakteri asam laktat dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang dapat berfungsi sebagai antibakteri (Suriawiria, 1983). *Lactobacillus plantarum* juga mempunyai kemampuan untuk menghasilkan bakteriosin yang berfungsi sebagai zat antibiotik (Jenie dan Rini, 1995) bakteriosin dari bakteri asam laktat dikenal sebagai bahan pengawet alami yang tidak membahayakan atau yang disebut dengan biopreservative. Bentuk bakteri ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bentuk Bakteri *Lactobacillus plantarum*
(Sumber : <http://cfns.ugm.ac.id>)

Lactobacillus plantarum salah satu bakteri gram positif yang memiliki bentuk batang dengan susunan rantai atau tunggal dan tidak bergerak (non motil). Bakteri ini memiliki sifat katalase negatif, aerob, mampu mencairkan gelatin, cepat mencerna protein, tidak mereduksi nitrat, toleran terhadap asam dan mampu memproduksi asam laktat. Diketahui bahwa penambahan *Lactobacillus plantarum* level 6% menghasilkan pengaruh yang sangat nyata terhadap pH dan nyata terhadap kadar air pada waktu 12 jam. Sedangkan dalam waktu 18 jam mampu menurunkan kadar air dendeng iris fermentasi, berdasarkan hasil penelitian (Larasati, 2017).

2.3. Nilai pH

Nilai pH merupakan pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui sifat asam, netral atau basa dari suatu produk pangan. Nilai pH olahan daging dipengaruhi oleh bahan-bahan lain, terutama pH daging yang digunakan. Pencampuran bahan-bahan membuat titik keseimbangan hidrogen yang baru pada bakso. pH bakso berkisar antara 6-7 (Standar Nasional Indonesia, 1995). Nilai pH olahan bakso juga berhubungan dengan daya mengikat air bakso. Nilai pH menentukan kualitas produk bakso, tetapi lama waktu penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap pH bakso (Tahrir dan Retty, 2009).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai pH, stres sebelum pemotongan yaitu pemberian obat-obatan tertentu, spesies, jenis otot, dan aktifitas enzim yang mempengaruhi glikolisis (Soeparno, 2005). Earnshaw (1999) menambahkan bahwa asam laktat dapat menyebabkan perubahan nilai pH secara signifikan. Hampir semua bakteri tumbuh secara optimal pada pH sekitar 7,0 dan tidak akan tumbuh pada pH dibawah pH 4,0 atau diatas pH 9,0, tetapi pH untuk

pertumbuhan optimal ditentukan oleh kerja stimulant dari berbagai variabel lain diluar faktor keasamaan itu sendiri (Lawrie, 2003).

2.4. Daya Mengikat Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan. Selain itu sebagian besar dari perubahan-perubahan makanan terjadi dalam media air yang ditambahkan atau berasal dari bahan itu sendiri (Winarno, 1997). Kehilangan air yang disebabkan oleh pengerutan pada waktu pemasakan akan lebih besar karena suhu tinggi yang terlibat akan menyebabkan perubahan protein dan banyak menurunkan kapasitas mengikat air (Lawrie, 2003). Daya mengikat air oleh protein adalah kemampuan daging untuk mengikat airnya atau air yang ditambahkan selama ada pengaruh kekuatan dari luar misalnya pemotongan daging, pemanasan, penggilingan dan tekanan (Soeparno, 2005). Daya mengikat air juga merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan kualitas bakso yang dihasilkan. Daya mengikat air dapat mempengaruhi tekstur, *juiceness*, susut masak dan rendemen bakso (Sunarlim, 1992).

Jamhari (2000) menjelaskan bahwa ada beberapa faktor yang bisa menyebabkan terjadinya variasi pada daya mengikat air diantaranya: faktor pH, faktor perlakuan maturasi, pemasakan atau pemanasan, faktor biologik seperti jenis otot, jenis ternak, jenis kelamin dan umur ternak. Komariah (2009) menambahkan perbedaan jenis ternak, daging sapi memiliki rata-rata nilai mgH_2O nyata lebih rendah yaitu sebesar 31,66% atau memiliki persentase air bebas lebih tinggi jika dibandingkan dengan daging kerbau yaitu sebesar 37,26% dan daging domba yaitu sebesar 37,52%.

2.5. Uji Eber (Tingkat Kebusukan)

Uji eber memiliki prinsip pengujian yaitu gas NH_3 yang dihasilkan pada awal proses pembusukan daging akan bereaksi dengan reagen eber membentuk senyawa NH_4Cl yang terlihat seperti awan putih. Jika terjadi pembusukan, maka pada uji ini ditandai dengan pengeluaran asap di dinding tabung, dimana rantai asam amino akan terputus oleh asam kuat (HCl) sehingga akan membentuk NH_4Cl (gas). Waktu dehidrasi daging atau pengeluaran darah daging yang belum

berlangsung sempurna juga semakin meningkatkan laju awal pembusukan (Abarele *et al.*, 2001).

Uji eber merupakan metode untuk mengetahui produksi NH₃ sebagai akibat dari aktivitas biokimia mikroorganisme dalam daging. Pelepasan NH₃ dapat dilihat dengan reaksi Uji Eber yang ditandai dengan bentukan awan putih. Semakin lama penyimpanan maka pertumbuhan mikroorganisme juga semakin meningkat (Soeparno, 2005) semakin lama waktu perendaman maka semakin lama daya seimpah daging, dengan bertambah banyaknya mikroorganisme maka asam amino yang dirombak oleh deaminase dengan produksi hydrogen, karbondioksida dan amonia juga semakin meningkat (Lawrie, 2003).

2.6. Total Bakteri

Daging merupakan media yang sangat mudah dan cocok untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri, oleh karena itu daging mudah rusak apabila disimpan pada suhu ruang. Ada beberapa faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri meliputi : 1. Keadaan medium, 2. Suhu, 3. Kelembaban, dan 4. Nilai pH. Kontaminasi juga dapat terjadi akibat sanitasi yang kurang baik di tempat pemotongan maupun tempat pengolahan bakso daging sapi dan penyimpanan dapat meningkatkan jumlah cemaran bakteri didalam bakso daging sapi. Kelompok bakteri yang mendominasi akan mengalami penurunan jumlah apabila suatu substrat hidupnya tidak cocok dan akan digantikan oleh sekelompok jenis bakteri lain yang dapat tumbuh pada substrat tersebut (Nugroho, 2007).

Kontaminasi bakteri pada daging sapi terkait erat dengan masih rendahnya masalah sanitasi dalam proses penanganan daging, semakin lama penyimpanan jumlah koloni bakteri semakin sedikit karena resiko terkontaminasi daging biasanya berasal dari rumah potong dan para pekerja. Untuk penyimpanan sehari-hari atau penyimpanan diatas rata-rata sudah diketahui dari kualitas daging sapi, makin lama penyimpanan makin sedikit jumlah pertumbuhan jumlah koloni bakteri, suhu yang dipakai untuk tahap penyimpanan adalah suhu 3⁰C pada suhu ini dapat mematikan bakteri disamping itu kualitas dari daging sapi tersebut menurun, tapi masih layak dikonsumsi oleh manusia (Takasari, 2013).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Peternakan dan Laboratorium Terpadu Universitas Jambi. Penelitian ini dilakukan mulai dari tanggal 27 September 2021 sampai 25 Oktober 2021.

3.2. Materi dan Peralatan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Lactobacillus plantarum* BAF 514 yang diisolasi dari bekas (Afriani, 2018). Pada pengolahan bakso bahan yang digunakan ialah daging sapi, garam, es batu, Sodium tripolifosfat (STPP), merica, penyedap, bawang putih, tepung tapioka, media yang digunakan adalah *de Man Rogosa Sharpe Broth* (MRS-B) untuk pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL), *Nutrient Agar* (NA) untuk menghitung total bakteri, aquades steril, dan pepton, pada uji eber bahan yang digunakan ialah alkohol 96%, HCl, dan eter.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah plastik mika steril, plastik wrap, tissue, kain kasa, pisau, talenan, coolbox, food processor, kapas, pH meter, refrigerator, thermometer, timbangan digital, hotplate, panci, kompor, kertas saring *Whatman no. 41*, milimeter blok, aluminium foil, tabung Erlenmeyer, gelas beker, pinset, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet mikro, inkubator, cawan petri, vortex, colony counter, autoclave, laminar air flow dan sentrifus.

3.3. Metoda

3.3.1. Persiapan Media Pertumbuhan Bakteri

1. *de Man Rogosa Sharpe Broth* (MRS-B)

de Man Rogosa Sharpe Broth (MRS-B) merupakan media tumbuh yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum*. Cara pembuatan media agar ini yaitu dengan melarutkan *de Man Rogosa Sharpe Broth* (MRS-B) sebanyak 26 gr dalam 500 ml aquades steril pada tabung erlenmeyer dan dipanaskan diatas hotplate. Larutan tersebut kemudian distrerilkan di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Trinanda, 2015).

2. Nutrient Agar (NA)

Media *Nutrient Agar* (NA) untuk pertumbuhan bakteri dibuat dengan cara ditimbang sebanyak 7 gr dalam 250 ml aquades steril, lalu dipanaskan diatas hotplate sampai bahan larut sempurna lalu disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Oxoid, 1982).

3.3.2. Penyegaran Bakteri Asam Laktat

Dalam keadaan beku bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* BAF 514 diletakkan terlebih dahulu atau ditunggu mencair pada suhu ruang, sebelum dilakukan penyegaran. Penyegaran dilakukan dengan 5 ml *Lactobacillus plantarum* BAF 514 dimasukkan ke dalam 45 ml MRS-broth dan divortex sampai homogen, lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C (Yuliana, 2008).

3.3.3. Produksi Substrat Antimikroba

Produksi substrat antimikroba adalah menghomogenisasi *Lactobacillus plantarum* BAF 514 yang sudah disegarkan lalu diambil sebanyak 5% dan dimasukkan ke dalam 500 ml MRS-broth dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah 24 jam, bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* BAF 514 dimasukkan ke dalam tabung eppendorf lalu disentrifugasi dengan kecepatan putar 1200 rpm selama 20 menit pada suhu 4⁰ C, lalu cairan dengan endapan dipisahkan. Cairan tersebut merupakan substrat antimikroba yang disebut supernatan (Tantri, 2009).

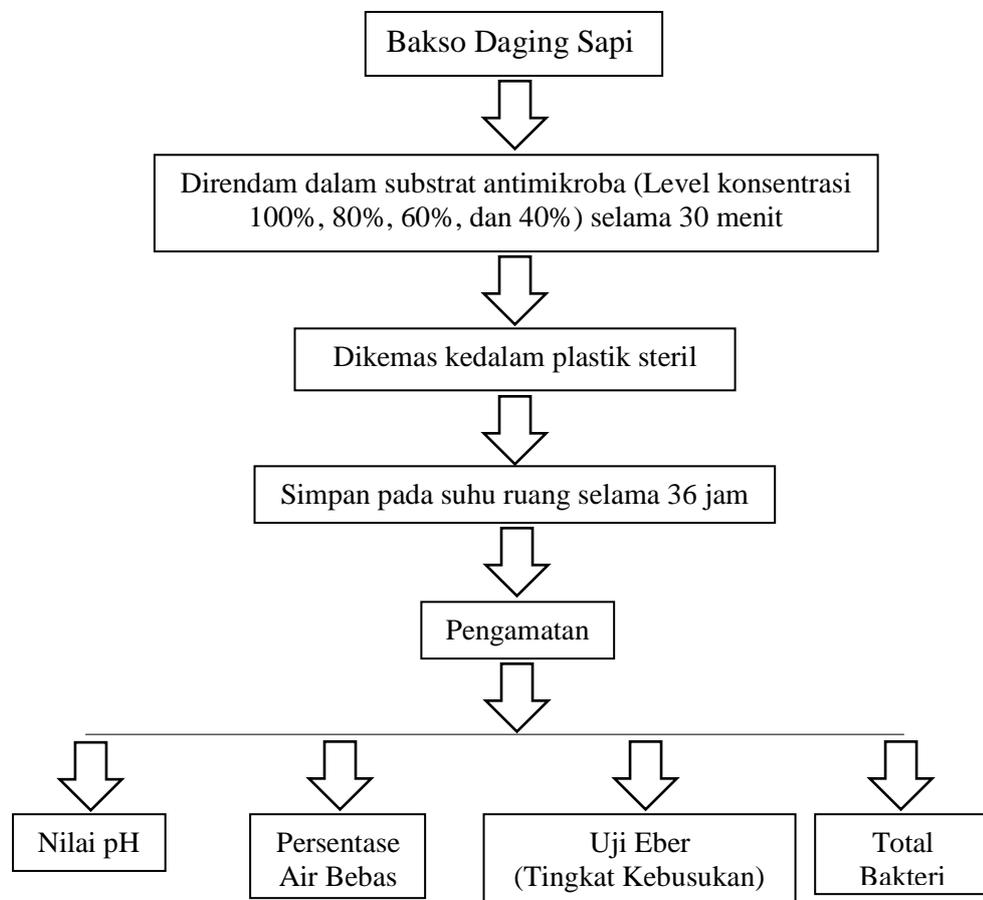
3.3.4. Pembuatan Bakso Daging Sapi

Daging segar dipotong-potong, kemudian digiling dalam *food processor* bersama garam 3%, STPP 0,5% , dan air es 20%. Bumbu-bumbu seperti merica 0,2%, penyedap 0,2%, bawang putih 2%, dan tepung tapioka 20%, ditambahkan ke dalam adonan. Persentase bahan tambahan pembuatan bakso didasarkan berat daging sapi yang digunakan. Adonan kembali digiling sampai tercampur rata dan adonan menjadi kalis. Adonan tersebut lalu dibentuk bulat-bulat dan dimasukkan ke dalam air hangat dengan suhu 60-70 °C. Setelah mulai mengembang, bakso direbus dalam air mendidih (100 °C) sampai matang (kira-kira 10-15 menit).

Bakso yang telah matang sebagian diambil sebagai kontrol dan sebagian diberikan perlakuan pengawetan dengan substrat antimikroba (Tantri, 2009).

3.3.5. Aplikasi Substrat Antimikroba pada Bakso Daging Sapi

Bakso daging sapi sebanyak 20 butir dengan berat masing-masing 1 butir bakso ± 13 gr dimasukkan ke dalam gelas beker yang telah disterilkan sebelumnya, lalu direndam dengan substrat antimikroba sebanyak 50 ml dengan level konsentrasi 100%, 80%, 60%, dan 40% selama 30 menit. Setelah 30 menit masing-masing bakso diangkat dan dimasukkan ke dalam plastik steril dan direkatkan, kemudian bakso disimpan pada suhu ruang selama 36 jam. Setelah 36 jam dilakukan pengujian nilai pH, daya mengikat air, tingkat kebusukan (Uji Eber), dan total bakteri (Tantri, 2009). Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.4. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan maka diperoleh 20 unit percobaan. Perlakuan dari penelitian ini adalah perendaman bakso selama 30 menit (Komariah, 2008) disimpan selama 36 jam pada level konsentrasi substrat antimikroba yang berbeda dengan rincian sebagai berikut:

P1 : Substrat antimikroba 50 ml (100%)

P2 : Substrat antimikroba 40 ml + aquadest steril 10 ml (80%)

P3 : Substrat antimikroba 30 ml + aquadest steril 20 ml (60%)

P4 : Substrat antimikroba 20 ml + aquadest steril 30 ml (40%)

3.5. Peubah yang Diamati

3.5.1. Nilai pH (AOAC, 1987)

Pengukuran pH bakso daging sapi dilakukan dengan menghaluskan sebanyak 5 gr bakso menggunakan mortar, setelah halus masukkan kedalam gelas beaker lalu tambahkan 50 ml aquades. Setelah itu di homogenkan dengan menggunakan blender selama 1 menit, kemudian ukur pH bakso daging sapi menggunakan pH meter digital yang sebelumnya dikalibrasi pada pH 4 dan 7 lalu amati hasilnya.

3.5.2. Daya Mengikat Air (Hamm, 1972)

Daya mengikat air dilakukan dengan metode penekanan (press method) yaitu dengan menyiapkan sampel sebanyak 0,3 g. Sampel ditempatkan diantara 2 kertas saring whatman no. 41 dan kemudian meletakkan diantara 2 plat kaca yang diberi besi beban 35 kg selama 5 menit, lalu besi penekan diangkat kemudian ambil sampel. Lingkaran yang berbentuk ditandai kemudian diukur menggunakan milimeter block. Jumlah air yang keluar dari bakso daging sapi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{mg H}_2\text{O} = \frac{\text{luas area basah (cm}^2\text{)}}{0,0948} \cdot 8.0$$

Untuk mengetahui banyaknya jumlah air bebas yang keluar sebagai berikut :

$$\% \text{air bebas} = \frac{\text{mg H}_2\text{O}}{300} \times 100\%$$

3.5.3. Uji Eber (Tingkat Kebusukan)

Uji eber bakso daging sapi diperoleh dengan cara, reagen Eber terdiri atas 1 bagian HCl pekat, 3 bagian alkohol 96%, dan 1 bagian eter, masukkan kedalam tabung reaksi. Selanjutnya tusukkan bakso sebanyak 1 gr pada kawat besi yang sudah disterilkan dan masukkan tusukan daging tersebut dalam tabung reaksi yang sudah dituangi reagen Eber. Kemudian tutup atas tabung dengan menancapkan gabus steril pada bagian atas atau pangkal kawat besi sehingga mampu menutup seluruh bagian atas tabung agar tidak terjadi penguapan reagen Eber. Selanjutnya perhatikan gas NH_4Cl pada permukaan reagen dengan mengamati terbentuk atau tidaknya uap atau awan putih di sekitar bakso yang dapat terlihat pada dinding tabung (Dengen, 2015 dalam Franciska *et al.*, 2018).

3.5.4. Penghitungan Total Bakteri

Penghitungan total bakteri dilakukan dengan metode *Total plate count* yaitu dengan menyiapkan 5 gr bakso daging sapi dan di hancurkan sampai halus. Kemudian siapkan 6 tabung reaksi yang sudah steril lalu masukkan 9 ml larutan pepton dan tambahkan 1 gr bakso daging sapi yang telah dihaluskan. Kemudian lakukan pengenceran dengan memasukkan ke dalam tabung pertama 10^{-1} lalu homogenkan tabung pertama dengan *Vortex*. Selanjutnya lakukan pengenceran ke-2 dengan mengambil 1 ml larutan sampel yang sudah homogen pada tabung pertama tersebut menggunakan mikro pipet 10^{-2} dan homogenkan dengan *Vortex*. Lakukan hal tersebut sampai pengenceran 10^{-6} . Setelah dilakukan pengenceran ambil 1 ml larutan pada pengenceran 10^{-4} dan 10^{-5} kemudian masukkan kedalam cawan petri steril secara duplo. Tambahkan 15 - 20 ml media *Nutrient Agar* (NA) kedalam cawan petri, homogenkan larutan dengan pemutar cawan petri membentuk angka delapan dan didiamkan sampai menjadi padat. Setelah memadat cawan petri dilapisi dengan plastik perekat lalu dimasukkan kedalam inkubator dengan posisi terbalik dan inkubasikan pada temperatur 37°C selama 24 jam. Hitung jumlah bakteri yang tumbuh menggunakan *coloni conter*. Koloni yang tumbuh dihitung sebagai jumlah total bakteri bakso (APHA, 1992).

3.6. Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati dilakukan uji Sidik Ragam, apabila berpengaruh dilakukan uji lanjut dengan uji jarak Duncan (Stell dan Torrie, 1995).

Model matematik sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

i = 1,2,3,4 = Perlakuan

j = 1,2,3,4,5 = Ulangan

Y_{ij} = Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Nilai harapan (nilai rata-rata umum)

α_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = Galat perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kualitas Bakso Daging Sapi Tanpa Perlakuan

Kualitas bakso daging sapi tanpa perlakuan setelah 30 menit dan pH substrat antimikroba dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Bakso Daging Sapi Tanpa Perlakuan dan pH substrat antimikroba

Jenis	Nilai
pH	6,32
Persentase Air Bebas (%)	21,88
Uji Eber (Tingkat Kebusukan)	(-)
Total Bakteri (cfu/g)	$1,13 \times 10^5$
pH Substrat Antimikroba	3,7

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai pH bakso daging sapi tanpa perlakuan yaitu 6,32. Hasil ini sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (1995) pH bakso berkisar antara 6-7. Nilai pH dapat dipengaruhi oleh pemakaian STPP. Penambahan STPP dalam adonan bakso dapat meningkatkan pH karena bersifat basa. STPP pada umumnya bersifat basa dengan nilai pH antara 9-9,7 (Ockerman, 1983). Sesuai dengan pendapat Angga (2007) bahwa nilai pH adonan daging dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan, terutama pH daging yang digunakan.

Nilai daya mengikat air bakso daging sapi sebelum diberi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1 sebesar 21,88%. Hal ini menandakan bahwa nilai daya mengikat air masih normal dan keadaan baik. Hasil penelitian Tahrir dan Retty (2009) Rataan persentase mg H₂O (air yang keluar) pada bakso daging sapi $30,20 \pm 1,11 - 37,85 \pm 2,07$. Semakin tinggi persentase mg H₂O, maka daya mengikat air semakin rendah. Area basah terbentuk karena adanya pelepasan Mg H₂O dari bakso. Nilai persentase mg H₂O dihitung berdasarkan nilai daya ikat air yang keluar dari bakso.

Uji Eber pada tingkat kebusukan bakso daging sapi sebelum diberi perlakuan dilakukan selama >5 menit dan mendapatkan hasil negatif (-), dinyatakan dengan negatif apabila tidak ada awan putih yang terbentuk disekitar dinding tabung reaksi, tidak terjadinya pembusukan atau tidak adanya NH₄Cl yang terbentuk pada sampel. Diduga pada Uji Eber masih belum mengalami kebusukan awal dikarenakan mikroorganisme masih dalam fase adaptasi sehingga belum terjadi metabolisme sehingga tidak dapat menghasilkan NH₄Cl. Jika terjadi kebusukan bakso akan mengeluarkan gas putih yang akan menempel di dinding tabung reaksi, dimana rantai asam amino akan terputus oleh asam kuat (HCl) sehingga terbentuk NH₄Cl (gas) (Prawesthirini *et al.*, 2009).

Kontaminasi awal bakteri akan menentukan populasi bakteri pada produk olahan selanjutnya. Populasi bakteri pada bakso jam ke-0, sesuai dengan standar yang ditetapkan SNI 01-3818-1995 yaitu 1×10^5 log cfu/g sedangkan pada hasil total bakteri bakso daging sapi setelah 30 menit tanpa perlakuan sebesar $1,13 \times 10^5$ cfu/g, hal ini dinyatakan total bakteri pada bakso daging sapi memiliki kualitas yang masih cukup baik, karena total bakteri pada bakso daging sapi tersebut masih di atas ambang standar dan masih dalam batas layak konsumsi. Menurut SNI 01-0366-2000 juga dinyatakan bahwa bakteri yang melebihi batasan normal dapat disebabkan oleh daging yang digunakan memiliki jumlah bakteri diambang batasan normal dan terjadi kontaminasi dari alat-alat yang digunakan. Tingkat kebersihan selama mengelola bakso dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri, dilengkapi Fardiaz (1992) faktor – faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri, antara lain ketersediaan nutrisi, pH, aktivitas air, ketersediaan oksigen, dan potensi oksidasi reduksi.

Nilai pH substrat antimikroba *Lactobacillus Plantarum* BAF 514 yaitu 3,7. Pada penelitian Ferdeus *et al.*, (2008) *Lactobacillus plantarum* hidup dengan kisaran suhu 5 – 53°C dan pada kondisi pH 4,5 – 6,5 suhu optimum biasanya berkisar 30 – 40°C. Hal ini dapat dinyatakan bahwa nilai pH yang dihasilkan oleh substrat antimikroba memiliki tingkat asam yang tinggi, dikarenakan *Lactobacillus plantarum* merupakan salah satu bakteri yang menghasilkan asam laktat paling tinggi. Selain itu, *Lactobacillus plantarum* memiliki kemampuan

menghambat pertumbuhan bakteri patogen dengan daya hambat terbesar dibandingkan dengan bakteri asam laktat lainnya (Azizah *et al.*, 2018).

4.2. Kualitas Bakso Daging Sapi Setelah Diberi Perlakuan

Kualitas fisik dan total bakteri bakso daging sapi yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 dengan beberapa level konsentrasi yang disimpan pada suhu ruang selama 36 jam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan nilai pH, daya mengikat air, uji Eber (Tingkat Kebusukan) dan total bakteri bakso daging sapi setelah diberi perlakuan.

Perlakuan	Nilai pH	Persentase Air Bebas (%)	Uji Eber (Tingkat Kebusukan)	Total Bakteri (cfu/g)
P1	5,10 ± 0,14 ^A	22,72 ± 0,9 ^A	6,32 ± 0,29 ^A	8,4 ± 17,99 ^A
P2	5,20 ± 0,1 ^{AB}	23,42 ± 0,29 ^{AB}	5,81 ± 0,48 ^B	16,0 ± 85,76 ^B
P3	5,48 ± 0,35 ^{BC}	24,90 ± 0,73 ^{BC}	5,18 ± 0,07 ^C	18,9 ± 9,74 ^C
P4	6,06 ± 0,18 ^D	26,24 ± 0,76 ^D	3,06 ± 0,37 ^D	21,1 ± 6,41 ^D

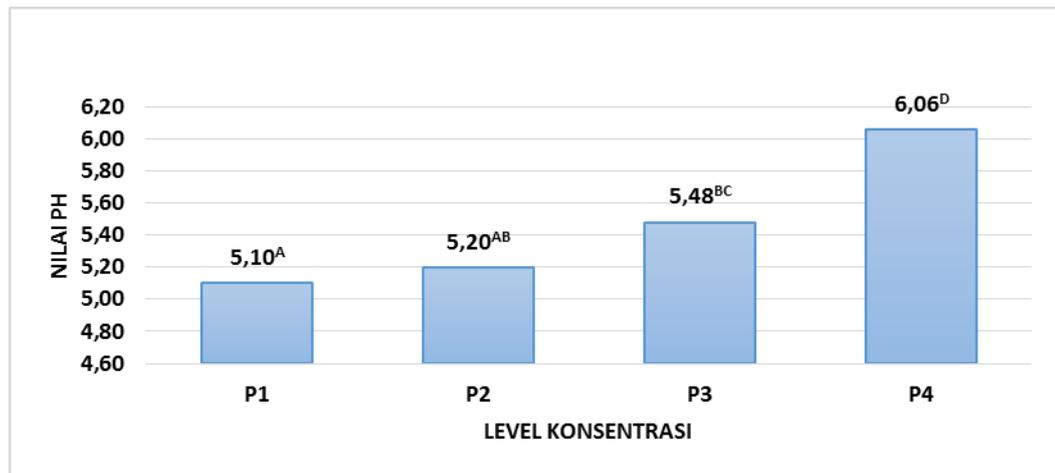
Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01)

Analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan beberapa level konsentrasi memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) terhadap pH, daya mengikat air, uji Eber (Tingkat Kebusukan) dan total bakteri. Nilai pH merupakan salah satu kriteria dalam menentukan kualitas bakso. Pengukuran nilai pH dilakukan untuk mengetahui sifat asam, netral atau basa dari suatu produk pangan (Tahrir dan Retty, 2009). Daya mengikat air dilakukan dengan pengukuran area basah yang dihasilkan ketika bakso ditekan dengan beban tertentu. Area basah terbentuk karena adanya pelepasan mg H₂O dari bakso. Semakin kecil persentase mg H₂O maka daya mengikat air semakin besar. Pada tahap pengujian eber masih belum mengalami kebusukan awal dikarenakan mikroorganisme masih dalam fase adaptasi sehingga belum terjadi metabolisme sehingga tidak dapat menghasilkan NH₄Cl. Total bakteri perlu diketahui untuk memastikan suatu bahan pangan layak untuk dikonsumsi. Semakin lama penyimpanan pada suhu ruang akan semakin banyak basa yang dihasilkan akibat semakin meningkatnya aktivitas mikroorganisme yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya pembusukan.

Proses pembusukan akan diikuti dengan peningkatan pH, dan keadaan ini akan diikuti pula dengan peningkatan pertumbuhan bakteri (Jay, 1978).

4.3. Nilai pH

Nilai pH bakso daging sapi yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus Plantarum* BAF 514 dengan beberapa level konsentrasi pada suhu ruang selama 36 jam dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Nilai pH Bakso Daging Sapi

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

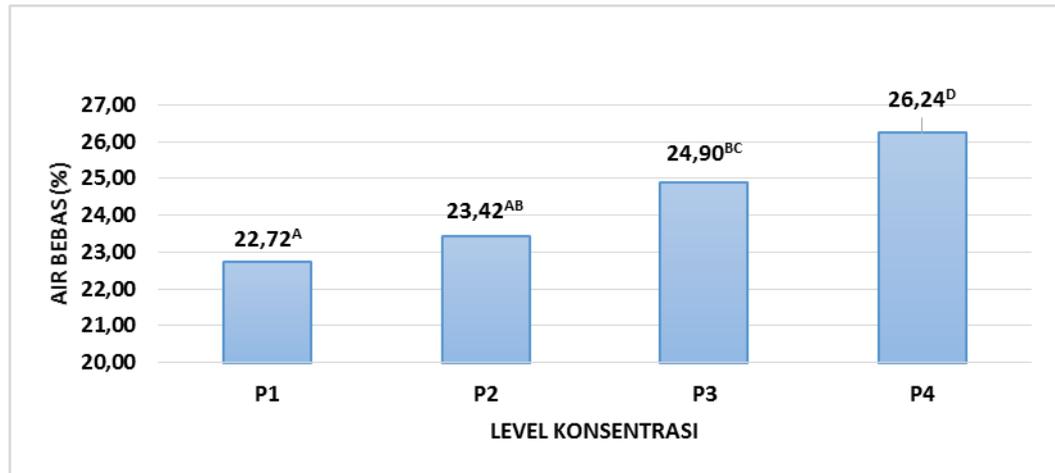
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa beberapa level konsentrasi substrat antimikroba *Lactobacillus Plantarum* BAF 514 pada bakso daging sapi yang disimpan selama 36 jam berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pH (Lampiran 1). Menurut Bourne (2002) pH bakso berkisar antara 5,5 sampai 7,2 memperlihatkan bahwa nilai pH bakso daging sapi dipengaruhi oleh level konsentrasi, semakin rendah level konsentrasi substrat antimikroba maka nilai pH semakin tinggi, hal ini karena perendaman bakso selama 30 menit dengan beberapa level konsentrasi menyebabkan keasaman dari substrat antimikroba sudah meresap kedalam bakso. Hasil penelitian ini mendekati hasil penelitian Komariah (2008) yang menyatakan bahwa substrat antimikroba dengan level konsentrasi 100% memiliki nilai pH yang paling rendah dibandingkan dengan level konsentrasi 0% dan 50% karena banyaknya asam organik yang terkandung didalam bakso daging sapi sehingga semakin efektif dalam menghambat bakteri patogen.

Asam organik merupakan salah satu hasil metabolit bakteri asam laktat yang bersifat antimikroba. Rendahnya nilai pH tidak dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan, karena lama simpan tidak dapat menambah kandungan asam organik yang terdapat dalam substrat antimikroba. Kandungan asam organik dipengaruhi oleh jumlah dan jenis asam laktat yang digunakan. Asam organik akan banyak dihasilkan oleh bakteri asam laktat homofermentatif (*Lactobacillus plantarum*) dibandingkan dengan bakteri asam laktat heterofermentatif. Earnshaw (1999) menambahkan bahwa asam laktat dapat menyebabkan perubahan nilai pH secara signifikan

Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai pH pada level konsentrasi disimpan selama 36 jam P4 berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) paling tinggi dibandingkan dengan pH pada perlakuan P1, P2, dan P3. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikemukakan bahwa semakin rendah level konsentrasi maka nilai pH semakin tinggi. Nilai pH beberapa level konsentrasi bakso daging sapi mengalami penurunan jika dibandingkan dengan nilai pH bakso daging sapi tanpa perlakuan (6,32). Nilai pH beberapa level konsentrasi bakso daging sapi berkisar antara 5,10 (P1) sampai dengan 6,06 (P4) pada perlakuan disimpan selama 36 jam. Menurut hasil penelitian Siagian (2002), yang menyatakan bahwa bahan makanan dengan pH mendekati netral jumlah mikroba jenis bakteri lebih banyak dibandingkan dengan mikroba jenis lainnya. Pertumbuhan mikroba ini akan terus berlangsung dan akan dicapai pH ideal untuk pertumbuhan mikroba, yaitu pada pH netral karena sebagian besar bakteri akan tumbuh pada pH netral (Forrest *et al.*, 1975, Levie, 1977) hal yang sama dinyatakan Jay (1978), bahwa pH ideal untuk bakteri adalah pada kisaran pH 6,6 sampai 7,5.

4.4. Daya Mengikat Air

Daya mengikat air (DMA) dapat dihitung berdasarkan persentase air bebas. Semakin tinggi persentase air bebas maka daya mengikat air semakin rendah. Daya mengikat air bakso daging sapi yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus Plantarum* BAF 514 dengan beberapa level konsentrasi pada suhu ruang selama 36 jam dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Histogram Nilai Daya Mengikat Air Bakso Daging Sapi
Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa beberapa level konsentrasi substrat antimikroba *Lactobacillus Plantarum* BAF 514 pada bakso daging sapi yang disimpan selama 36 jam berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap daya mengikat air (Lampiran 2). Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah level konsentrasi yang diberikan maka persentase air bebas semakin meningkat. Daya mengikat air merupakan hal yang penting untuk kualitas daging dan produk daging termasuk bakso (Natasasmita *et al.*, 1987). Menurut Soeparno (2005), bahwa kisaran normal daya mengikat air antara 20% - 60%. Perbedaan daya mengikat air ini salah satunya disebabkan oleh perbedaan jumlah asam laktat yang dihasilkan, sehingga pH diantara dan di dalam otot berbeda. Semakin pH mendekati nilai isoelektrik maka daya mengikat air akan semakin rendah, sebaliknya semakin jauh nilai pH dari titik isoelektrik maka semakin tinggi daya mengikat air tersebut (Alda *et al.*, 2015). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Kadarsih (2004) bahwa dalam keadaan pH yang rendah karena banyaknya asam laktat, maka gugus reaktif protein berkurang dan menyebabkan makin banyaknya kandungan air yang lepas, sehingga daya mengikat air bakso rendah.

Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Gambar 4 menunjukkan bahwa persentase air bebas pada level konsentrasi disimpan selama 36 jam P4 (26,2%) berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) paling tinggi dibandingkan dengan persentase air bebas pada perlakuan P1 dan P2, akan tetapi tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) atau relatif sama dengan P3. Semakin tinggi jumlah air yang keluar maka daya mengikat air

semakin rendah (Lawrie, 2003). Tingginya nilai daya mengikat air bakso juga dipengaruhi oleh tingginya total koloni yang didapatkan. Hal ini didukung oleh pernyataan Fardiaz (1992) bahwa semakin sedikit bakteri yang tumbuh, maka jumlah air yang dihasilkan juga semakin rendah. Komponen utama nutrisi daging, terdiri dari air, protein, lemak dan sebagian kecil mineral serta beberapa vitamin B (Soeparno, 2005). Ekstraksi protein saat penggilingan dan pembentukan adonan merupakan faktor utama dalam pembentukan produk daging (Zayas, 1997). Peran lain dari protein adalah menahan air, protein membentuk jaringan yang kompak selama proses pemasakan bakso, sehingga meningkatkan daya mengikat air produk (Ranken, 2000).

4.5. Uji Eber (Tingkat Kebusukan)

Uji Eber pada bakso daging sapi yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus Plantarum* BAF 514 dengan beberapa level konsentrasi pada suhu ruang selama 36 jam dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Uji Eber Bakso Daging Sapi

Perlakuan	Reaksi Eber	Pengamatan (Menit)
P1	-	6,32
P2	-	5,81
P3	+	5,18
P4	++	3,06

Keterangan : Hasil negatif (-) apabila tidak ada awan putih yang terbentuk (setelah 5 menit), positif 1 (+) terbentuk awan putih sedikit (dalam waktu 5 menit), positif 2 (++) terbentuk awan putih cukup banyak (dalam waktu < 5 menit).

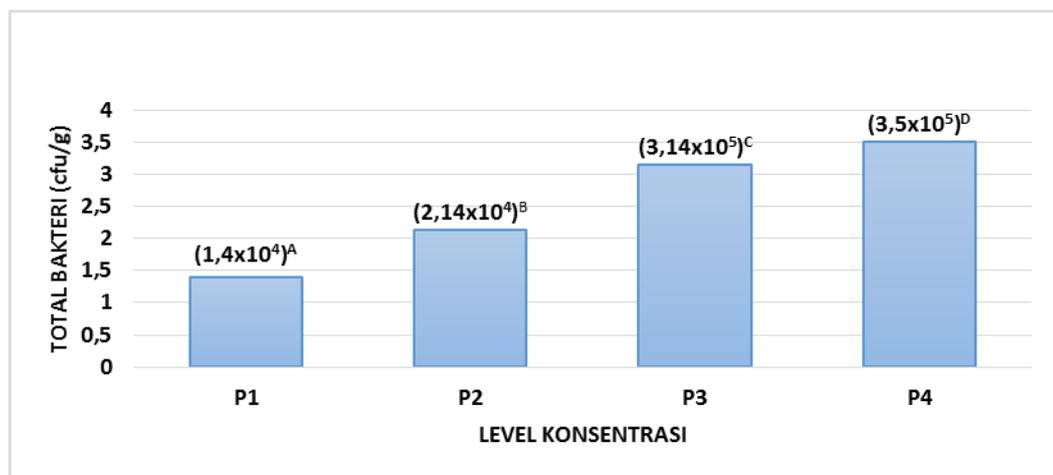
Hasil pengujian Eber pada penelitian ini menunjukkan bahwa bakso daging sapi yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 terhadap uji Eber pada sampel P1 dan P2 tidak mengalami pembusukan atau tidak ada awan putih yang terbentuk sedangkan P3 dan P4 yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 disimpan selama 36 jam didapat hasil sampel berawan atau mengalami pembusukan. Semakin sedikit jumlah level konsentrasi yang diberikan maka pembusukan semakin tinggi. Ketika pengujian dilakukan perombakan asam amino yang disebabkan oleh mikroorganisme belum terjadi

sehingga gas NH₃ tidak terbentuk, maka gas NH₄Cl yang berbentuk awan putih tidak dapat terlihat. Pada bakso daging sapi yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514, jumlah mikroorganisme akan ditekan sehingga produksi ammonia sebagai hasil perombakan asam amino menjadi semakin berkurang. Sehingga dengan semakin sedikitnya gas NH₃ yang terbentuk, maka gas NH₄Cl yang berbentuk awan putih juga akan semakin berkurang (Franciska, 2018).

Prinsip kerja pada uji Eber adalah bakso yang mengalami pembusukan akan mengeluarkan gas NH₃. Pengujian dilanjutkan dengan terlebih dahulu untuk hasil negative (-) tidak ada awan putih yang terbentuk (setelah 5 menit), positif 1 (+) terbentuk awan putih sedikit (dalam waktu 5 menit), positif 2 (++) terbentuk awan putih cukup banyak (dalam waktu < 5 menit) dan ditransformasikan ke dalam uji statistik (Franciska *et al.*, 2018). Menurut Dengen (2015) hasil pengujian Eber pada bakso yang busuk akan menghasilkan gas putih pada dinding tabung reaksi.

4.5. Total Bakteri

Total bakteri perlu diketahui untuk memastikan suatu bahan pangan layak untuk dikonsumsi. Total bakteri bakso daging sapi yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 disimpan selama 36 jam pada suhu ruang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Histogram Total Bakteri Bakso Daging Sapi
Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa level konsentrasi bakso daging sapi yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 disimpan pada suhu ruang berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap total bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian level konsentrasi substrat antimikroba yang berbeda mampu menghambat pertumbuhan total bakteri, semakin rendah jumlah konsentrasi yang diberikan maka jumlah bakteri yang tumbuh semakin tinggi. Hal ini terjadi seiring dengan peningkatan nilai pH, persentase air bebas dan uji Eber (Tingkat kebusukan) yang disebabkan aktivitas bakteri pada level konsentrasi yang disimpan selama 36 jam pada suhu ruang. Menurut Saputri *et al.*, (2017) kombinasi antara pH yang bersifat asam dan adanya senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat akan menghambat pertumbuhan bakteri. Menurut Davidson dan Branen (1993), kemampuan suatu zat antibakteri dalam menghambat pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi zat antibakteri, waktu penyimpanan, suhu lingkungan sifat-sifat bakteri (jenis, umur, konsentrasi, dan keadaan bakteri) dan sifat – sifat fisik dan kimia makanan termasuk kadar air, pH, dan jenis senyawa di dalamnya.

Menurut SNI 01-0366-2000, batas maksimal batas total mikroba produk bakso adalah 1×10^5 cfu/g. Perhitungan koloni bakteri pada cawan yang telah diinkubasi dihitung berdasarkan jumlah yang layak dihitung (30 - 300 koloni) (APHA,1992). Hasil penelitian memperlihatkan total bakteri bakso daging sapi berkisar antara ($1,4 \times 10^4$) sampai dengan ($3,5 \times 10^5$). Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan total bakteri dimana jumlah total bakteri bakso daging sapi sebelum diberi perlakuan yaitu ($1,13 \times 10^5$). Menurut SNI 01-0366-2000, dinyatakan bahwa mikroba yang melebihi batasan normal dapat disebabkan oleh daging yang digunakan memiliki jumlah mikroba di ambang batasan normal dan terjadi kontaminasi dari alat-alat yang digunakan (Badan Sandardisasi Nasional, 2000). Suhu merupakan faktor yang paling utama dalam pertumbuhan bakteri, semakin tinggi suhu maka semakin besar tingkat pertumbuhan. Suhu penyimpanan yakni disimpan dalam suhu ruang ($\pm 28^\circ\text{C}$) yang menguntungkan bakteri untuk dapat tumbuh dan berkembang secara pesat. Menurut Fardiaz (1992) suhu dimana suatu makanan disimpan sangat besar pengaruhnya terhadap mikroorganisme yang dapat tumbuh serta kecepatan pertumbuhannya. Jenis

bakteri yang dapat tumbuh pada suhu ruang adalah bakteri mesofilik, menurut Soeparno (2005) bakteri ini dapat tumbuh baik pada temperatur 25 - 40°C. Kecepatan pertumbuhan bakteri ini sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH, kandungan nutrisi, kondisi lingkungan termasuk suhu dan kelembaban udara.

Pemberian antimikroba maupun lama simpan mempengaruhi populasi total bakteri ($P < 0,05$) namun tidak terdapat interaksi antara keduanya. Antimikroba dari *Lactobacillus plantarum* merupakan genus yang tumbuh baik pada suhu 30 – 40°C (Holt *et al.*, 1994). Menurut Klaenhammer (1998) bakteriosin dari Gram positif efektif menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif tetapi secara bakterisidal tidak efektif menghambat pertumbuhan bakteri Gram negatif. Umumnya bakteri Gram negatif memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap senyawa antimikroba dibanding Gram positif (Usmiati *et al.*, 2009). Bakteri *Lactobacillus plantarum* menghasilkan bakteriosin yang merupakan senyawa protein yang bersifat bakterisidal (James *et al.*, 1992).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa semakin rendah level konsentrasi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 diberikan maka nilai pH semakin tinggi, persentase air bebas semakin meningkat, terjadinya pembusukan semakin tinggi dan jumlah bakteri yang tumbuh semakin tinggi. Penggunaan level konsentrasi 80% substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 mampu mempertahankan kualitas fisik dan total bakteri bakso daging sapi yang disimpan pada suhu ruang dapat bertahan selama 36 jam.

5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilaksanakan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan uji Organoleptik dan uji Kimiawi pada bakso daging sapi yang diberi substrat antimikroba *Lactobacillus plantarum* BAF 514 dengan level konsentrasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abarele, E. D. Forrest, H. B. Hendrick, M. D. Judge and R. A. Merkel. 2001. Principles of meat science. W. H. Freeman and Co. San Fransisco.
- Afriani. 2018. Potensi Bakteri Asam Laktat Proteolitik yang diIsolasi dari Bekasam Ikan Sepat (*Trichogaster pectoralis*) dan Aplikasinya untuk Meningkatkan Kualitas Dendeng Daging Sapi. Disertasi. Program Doktor Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang.
- Akhmad Hidayatulloh, J. G., dan Harlina, E. 2019. Potensi Senyawa Metabolit yang dihasilkan. 7 (2) : 1-6.
- Alda, N. H., Dian, S., Dan Purnama, E. S. 2015. Kualitas Fisik Daging dari Pasar Tradisional di Bandar Lampung. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. 3 (3) : 98 - 103
- Aliya, H., Maslakah, N., Numrapi, T., Buana, A. P., dan Hasri, Y. N. 2016. Pemanfaatan Asam Laktat Hasil Fermentasi Limbah Kubis Sebagai Pengawet Anggur dan Stroberi. Jurnal Pendidikan Biologi. 8 (2) : 23.
- Angga W. D. 2007. Pengaruh Metode Aplikasi Kitosan, Tanin, Natrium Metabisulfit dan Mix Pengawet Terhadap Umur Simpan Bakso Daging Sapi Pada Suhu Ruang. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- AOAC. 1984. Official methods of analysis. Association of Official. Agricultural Chemists. Washington DC.
- APHA (American Public Health Association). 1992. Standard Method for the Examination of Dairy Products. 16th Edition. Porth City Press, Washington D.C.
- Azizah, N., K. Suradi dan J. Gumilar. 2019. Pengaruh Konsentrasi Baakteri Asam Laktat *Lactobacillus Plantarum* dan *Lactobacillus Casei* Terhadap Mutu Mikrobiologi dan Kimia Mayones Probiotik. Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran. 18 (2) 79–85.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. Standar Nasional Indonesia 01-6366-2000. Batas Minimum Cemaran Mikroba pada Daging. Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Bourne, M. C. 2002. Food Texture and Viscosity : Concept and Measurement. 2nd Ed. Academic Press, An Elsevier Science Imprint, London.
- Claus, R.J., Jhung-Won Colby, and George J. Flick. 1994. *Processed Meats / Poultry / Seafood*. New York: Inc.
- Davidson, M dan L. L. Branen. 1993. Antimicrobial in Food. 2nd ed. New York : Marcell Dekker Inc.

- Dengen. 2015. Perbandingan Uji Pembusukan Dengan Menggunakan Metode Uji Postma, Uji Eber, Uji H₂S dan Pengujian Mikroorganisme Pada Daging Babi Di Pasar Tradisional Sentral Makassar. Universitas Sultan Hassanudin, Makassar.
- Earnshaw, R. G. 1999. The Antimicrobial Action Of Lactic Acid Bacteria : Natural Food Preservation System. dalam: B. J. B. Wood (Editor). The Lactic Acid Bacteria Vol. I : The Lactic Acid Bacteria In Helth And Disease. Aspen Publisher, Inc., Gaithersburg, Maryland.
- Elviera, G. 1998. Pengaruh Pelayuan Daging Sapi Terhadap Mutu Bakso Sapi. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ferdeus, F., Wijayanti, M. O., Retnoningtyas, E. S., dan Irawati, W. 2008. Pengaruh pH, Konsentrasi Substrat, Penambahan Kalsium Karbonat dan Waktu Fermentasi Terhadap Perolehan Asam Laktat Dari Kulit Pisang. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. 7 (1) : 1-14.
- Forrest, J. C., E. D. Aberle, H. B. Hedrick, M. D. Judge, and R. A. Merkel. 1975. Principles of Meat Science. Freeman, London.
- Franciska. J., I. W. Suardana., dan I. N. Suarsana. 2018. Bakteriosin Asal *Streptococcus Bovis* 9A sebagai Biopreservatif pada Daging Sapi Ditinjau dari Uji Eber. Jurnal Indonesia Medicus Veterinus. 7 (2) : 158- 167.
- Frazier, W. C. and O. C. Westhoff. 1988. Food Microbiology. Tata mc Graw Hill Publ. Inc., New York.
- Hamm. 1972. Metode Influencing Cooking Losses from Meat. J. Food Scl.
- Hermanianto, J. dan R. Y. Andayani. 2002. Studi Perilaku Konsumen dan Identifikasi Parameter Bakso Sapi Berdasarkan Preferensi di Wilayah DKI Jakarta. Teknologi dan Industri Pangan, Bogor.
- Hitokoro, H., S. Morozomi, T. Wauke, S. Sakai dan H. Murata. 1990. Inhibitory Effect of Spices on Growth and Toxin Production of Toxigenic Fungi. Journal Applied Environment. Microbial. 39 (4) : 818 – 888.
- Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Stanley dan S.T Williams. 1994. Bergey's Manual of determinanative Bacteriology. The Williams and Wilkins, Baltimore.
- Januarsyah, T. 2007. Kajian Aktivitas Hambat Bakteriosin dari Bakteri Asam Laktat Galur SCG 1223. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian, Bogor.
- James, R., C. Lazdunski dan F. Pattus. 1992. Bacteriocins, Microcins, and Lantibiotics. Springer-Verlag, Heidelberg.

- Jamhari. 2002. Perubahan Sifat Fisik dan Organoleptik Daging Sapi Selama Penyimpanan Beku. Buletin Peternakan 24 (1) : 43 – 50.
- Jay, J. M. 1978. Modern Food Microbiology, second Ed. Wayne State University, D. Van Nastrand Co, New York.
- Jennie, B. S. L. dan S. E. Rini. 1995. Aktivitas Antimikroba Dari Beberapa Spesies *Lactobacillus* Terhadap Mikroba Pathogen dan Perusak Makanan. Bul. Teknologi Industri Pangan. 6 (2) : 46-51.
- Kadarsih, S. 2004. Performans Sapi Bali Berdasarkan Ketinggian Tempat di Daerah Transmigrasi Bengkulu : I Performans Pertumbuhan. 6 (1) : 50 – 56.
- Klaenhammer, T.R. 1998. Bacteriocin of lactic acid bacteria. Biochemistry 70: 337-349.
- Komariah, S. 2008. Aplikasi Substrat Antimikroba Dari *Lactobacillus Fermentum* 2b4 Sebagai Biopreservatif Pada Daging Sapi Iris Selama Penyimpanan Dingin. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Larasati, E. 2017. Pengaruh Penambahan Starter *Lactobacillus plantarum* pada Level dan Waktu Inkubasi Berbeda Terhadap Karakteristik Kimia Dendeng Iris Fermentasi. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Lawrie R. A. 2003. Ilmu Daging. Edisi V Cetakan ke-1. Terjemahan Aminuddin Parakkasi. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Montolalu S, N. Lontaan, S. Saktul, dan A. Dp. Mirah. 2013. Sifat Fisika-Kimia dan Mutu Organoleptik Bakso Broiler dengan Menggunakan tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L). Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Naruki, S., dan Kononi, S. 1992. Kimia Teknologi Pengolahan Hasil Hewan I. Yogyakarta: Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Natasasmita, S, R. Priyanto dan D. M. Tauchid. 1987. Evaluasi Daging. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nugroho, dan Astri. 2007. Dinamika Populasi Konsorsium Bakteri Hidrokarbonklasik: Studi Kasus Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Skala Laboratorium (The Dynamic population of the Bacterial Hydrocarbonoclastic Concorsium in the Crude Oil Slude Degradation). Jurnal Ilmu Dasar. 8 (1) : 13-23.
- Ockerman, H.W. 1983. Chemistry of Meat Tissue. 10th edition. Departement of Animal Science The Ohio State University and The Ohio Agricultural Research and Development Center, Ohio.

- Oxoid. 1982. The Oxoid Manual Of Culture Media, Ingredients And Other Laboratory Services. Fifth Edition. Published By Oxoid Limited, Wade Road. Basingtoke. Hampshire.
- Pandisurya, C. 1983. Pengaruh Jenis Daging Dan Penambahan Tepung Terhadap Mutu Bakso. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pearson, A.M. dan F. M. Tauber. 1984. Processed meat. The AVI Publishing Co, Inc, Westport, CT
- Potter, M. D. 1993. Principle of Meat Science 2th. Iowa: Publishing Co.
- Purnomo, H. 1990. Kajian bakso daging, bakso urat dan bakso aci di daerah Bogor. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Prawesthirini S, HP. Siswanto, ATS. Estoepangestie, MH. Effendi, N. Harijani, GC. Vries, Budiarto, dan EK. Sabdoningrum. 2009. Analisa Kualitas Susu, Daging dan Telur. Cetakan kelima. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.Surabaya.
- Ranken. M.D. 2000. Water Holding Capacity of Meat and Its Control Them. And inc 24: 1502.
- Saputri, M., E. Rosii dan U. Pato. 2017. Aktivitas antimikroba isolat bakteri asam laktat dari kulit ari kacang kedelai terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Jom FAPERTA. 4(2): 1-5
- Sharpe, M. E. 1979. Identification of The Lactic Acid Bacteria. In : Identification Methods For Microbiologists 2nd ed (Eds. FA. Skinner, Loveloskl DW). International Jurnal. Press Soc. Appl. Bact. Techn. 14 : 233-259.
- Siagian, A. 2002. Mikroba Patogen Pada Makanan dan Sumber Pencemarannya. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara.
- Standar Nasional Indonesia. 1995. SNI 01-3818. Tentang Bakso Daging Sapi. Jakarta.
- Soeparno. 2005. Ilmu Dan Teknologi Daging. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Steel, R. G. D and J. H. Torrie. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistfk Suatu Pendekatan Biometrik. Terjemahan : Sumantri, B. Pr. Gramedia Utama. Jakarta.
- Suriawiria, U. 2005. Mikrobiologi Dasar. Penerbit Papas Sinar Sinanti. Jakarta.
- Sunarlim, R. 1992. Karakteristik Mutu Bakso Daging Sapi Dan Pengaruh Penambahan Natrium Klorida Dan Natrium Tripolifosfat Terhadap Perbaikan Mutu. Program Pasca Sarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Tahrir, A. dan Retty, N. 2009. Sifat Fisik Bakso Daging Sapi Dengan Bahan Pengenyal dan Lama Penyimpanan Yang Berbeda. *Jurnal Peternakan* 6 (2) : 44-52.
- Takasari C. 2013. Kualitas Mikrobiologi Daging sapi segar dengan penambahan bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. Galur scg 1223 yang di isolasi dari daging sapi.
- Tantri, S. 2009. Karakteristik Mikrobiologis Bakso Sapi Yang Diawetkan Dengan Substrat Antimikroba *Lactobacillus Plantarum* 1a5 Pada Penyimpanan Suhu Ruang. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. *Jurnal Peternakan* 6 (2) : 44-52.
- Trinanda, A. M. 2015. Studi Aktivitas Bakteri Asam Laktat (*L. Plantarum* Dan *L. Fermentum*) Terhadap Kadar Protein Melalui Penambahan Tepung Kedelai Pada Bubur Instan Terfermentasi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta
- Usmiati, S., Miskiyah dan R.R.A. Maheswari. 2009. Effect of bacteriocin from *Lactobacillus* sp. Var. SCG 1223 on microbiological quality of fresh meat. 14(2): 150-166.
- Winarno, F. G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wilson, N.R.P. 1981. Meat and Meat Product: Factor Affecting Quality Control. Applied Science Publisher, London.
- Yuliana, N. 2008. Kinetika Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Isolat T5 Yang Berasal Dari Tempoyak. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* 13 (2) : 108-116
- Zayas, J.F. 1997. Functionality of Proteins in Food. Springer, New York.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Keragaman Nilai pH

PERLAKUAN	ULANGAN					JUMLAH	RATAAN
	U1	U2	U3	U4	U5		
P1	5,2	5	4,9	5,2	5,2	25,5	5,10 ± 0,14 ^A
P2	5,1	5,2	5,3	5,1	5,3	26	5,20 ± 0,1 ^{AB}
P3	5,3	5,5	5,9	5,7	5	27,4	5,48 ± 0,35 ^{BC}
P4	6,3	6,2	5,9	5,9	6	30,3	6,06 ± 0,18 ^D
JUMLAH						109,2	

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{Y_{ij}^2}{r.t} \\
 &= \frac{109,2^2}{4.5} \\
 &= \frac{11.924,64}{20} \\
 &= 596,23
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat (JK)

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 \text{JKT} &= \sum(Y_{ij})^2 - \text{FK} \\
 &= (5,2^2 + 5^2 + 4,9^2 + \dots + 5,9^2 + 6^2) - 596,23 \\
 &= 119,25 - 596,23 \\
 &= 3,53
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned}
 \text{JKP} &= \left(\sum_r (\sum Y_{ij})^2 \right) - \text{FK} \\
 &= \frac{(25,5)^2 + (26)^2 + (27,4)^2 + (30,3)^2}{5} - 596,23 \\
 &= \frac{650,25 + 676 + 750,76 + 918,09}{5} - 596,23 \\
 &= \frac{2.995,1}{5} - 596,23 \\
 &= 2,79
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 3,53 - 2,79 \\ &= 0,74 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{\text{dbp}} \\ &= \frac{2,79}{3} \\ &= 0,93 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{dbg}} \\ &= \frac{0,74}{16} \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

F. Hitung (Fhit)

$$\begin{aligned} \text{Fhit} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{0,93}{0,05} \\ &= 20,09 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA

SK	Db	JK	KT	F hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
PERLAKUAN	3	2,79	0,93	20,09**	2,87	4,43
GALAT	16	0,74	0,05			
TOTAL	19	3,53				

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$)

Uji Lanjut Duncan

$$\begin{aligned} \text{SX (Simpangan baku)} &= \sqrt{\frac{\text{KTG}}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{0,05}{5}} \\ &= 0,10 \end{aligned}$$

Jarak Perbandingan (Perlakuan)	2	3	4	5	
SSR	0,05	2,95	3,09	3,19	3,25
LSR	0,05	0,28	0,30	0,31	0,31

Perlakuan	P4	P3	P2	P1
	6,06	5,48	5,20	5,10
P1	0,96	0,38	0,10	
P2	0,86	0,28		
P3	0,58			
P4				
	6,06			

Perlakuan	Nilai Beda	Nilai LSR 0,01	Kesimpulan
P1-P2	0,10	0,28	**
P1-P3	0,38	0,30	tn
P1-P4	0,96	0,31	tn
P2-P3	0,28	0,31	tn
P2-P4	0,86	0,28	tn
P3-P4	0,58	0,30	tn

Perlakuan	Rataan	Notasi
P1	5,10	A
P2	5,20	AB
P3	5,48	BC
P4	6,06	D

Lampiran 2. Analisis Keragaman Persentase Air Bebas

PERLAKUAN	ULANGAN					Jumlah	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4	U5		
P1	22,65	22,30	23,00	22,65	23,00	113,60	22,72 ± 0,29 ^A
P2	23,35	23,00	23,70	23,35	23,70	117,12	23,42 ± 0,29 ^{AB}
P3	24,41	24,06	25,46	24,76	25,81	124,50	24,90 ± 0,73 ^{BC}
P4	25,81	25,11	26,52	26,87	26,87	131,18	26,24 ± 0,76 ^D
JUMLAH						486,40	

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{\sum Y_{ij}^2}{r.t} \\
 &= \frac{486,40^2}{4.5} \\
 &= \frac{236.584,96}{20} \\
 &= 11.829,22
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat (JK)

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 \text{JKT} &= \sum (Y_{ij})^2 - \text{FK} \\
 &= (22,65^2 + 22,30^2 + 23,00^2 + \dots + 26,87^2 + 26,87^2) - 11.829,22 \\
 &= 11.871,23 - 11.829,22 \\
 &= 42,00
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned}
 \text{JKP} &= \left(\sum_r (\sum Y_{ij})^2 \right) - \text{FK} \\
 &= \frac{(113,60)^2 + (117,12)^2 + (124,50)^2 + (131,18)^2}{5} - 11.829,22 \\
 &= \frac{12.904,96 + 13.717,09 + 15.500,25 + 17.208,19}{5} - 11.829,22 \\
 &= \frac{59.330,41}{5} - 11.829,22 \\
 &= 36,86
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 42,00 - 36,786 \\ &= 5,14 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{\text{dbp}} \\ &= \frac{36,86}{3} \\ &= 12,29 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{dbg}} \\ &= \frac{5,14}{16} \\ &= 0,32 \end{aligned}$$

F. Hitung (Fhit)

$$\begin{aligned} \text{Fhit} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{12,29}{0,32} \\ &= 38,22 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
PERLAKUAN	3	36,86	12,29	38,22**	2,87	4,43
GALAT	16	5,14	0,32			
TOTAL	19	42,00				

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$)

Uji Lanjut Duncan

$$\begin{aligned} \text{SX (Simpangan baku)} &= \sqrt{\frac{\text{KTG}}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{0,32}{5}} \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

Jarak Perbandingan (Perlakuan)		2	3	4	5
SSR	0,05	2,95	3,09	3,19	3,25
LSR	0,05	0,75	0,78	0,81	0,82

Perlakuan	P4	P3	P2	P1
	26,24	24,90	23,42	22,72
P1 22,72	3,51	2,18	0,70	
P2 23,42	2,81	1,47		
P3 24,900	1,33			
P4 26,24				

Perlakuan	Nilai Beda	Nilai LSR 0,01	Kesimpulan
P1-P2	0,70	0,75	*
P1-P3	2,18	0,78	tn
P1-P4	3,52	0,81	tn
P2-P3	1,48	0,82	tn
P2-P4	2,81	0,75	tn
P3-P4	1,34	0,78	tn

Perlakuan	Rataan	Notasi
P1	22,72	A
P2	23,42	AB
P3	24,90	BC
P4	26,24	D

Lampiran 3. Analisis Keragaman Uji Eber (Tingkat Kebusukan)

PERLAKUAN	ULANGAN					JUMLAH	RATA-RATA
	U1	U2	U3	U4	U5		
P1	6,02	6	6,53	6,55	6,51	31,61	6,32
P2	5,48	5,47	5,41	6,38	6,29	29,03	5,81
P3	5,2	5,17	5,15	5,10	5,3	25,92	5,18
P4	2,56	3,42	3,33	3,19	2,80	15,3	3,06
JUMLAH						101,86	

PERLAKUAN	(-/+) REAKSI EBER	RATAAN
P1	-	6,32 ± 0,29 ^A
P2	-	5,81 ± 0,48 ^B
P3	+	5,18 ± 0,07 ^C
P4	++	3,06 ± 0,37 ^D

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{\sum Y_{ij}^2}{r.t} \\
 &= \frac{101,86^2}{4.5} \\
 &= \frac{10.375,45}{20} \\
 &= 518,77
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat (JK)

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 \text{JKT} &= \sum (Y_{ij})^2 - \text{FK} \\
 &= (6,02^2 + 6^2 + 6,53^2 + \dots + 3,19^2 + 2,80^2) - 518,77 \\
 &= 551,39 - 518,77 \\
 &= 32,63
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned}
 \text{JKP} &= \left(\sum_r (\sum Y_{ij})^2 \right) - \text{FK} \\
 &= \frac{(31,61)^2 + (29,03)^2 + (25,92)^2 + (15,3)^2}{5} - 518,77 \\
 &= \frac{999,19 + 842,74 + 671,84 + 234,09}{5} - 518,77 \\
 &= \frac{2.747,86}{5} - 518,77 \\
 &= 30,80
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 32,63 - 30,80 \\ &= 1,84 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{\text{dbp}} \\ &= \frac{30,80}{3} \\ &= 10,27 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{dbg}} \\ &= \frac{1,84}{16} \\ &= 0,11 \end{aligned}$$

F. Hitung (Fhit)

$$\begin{aligned} \text{Fhit} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{10,27}{0,11} \\ &= 90,05 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
PERLAKUAN	3	30,80	10,27	90,05**	2,87	4,43
GALAT	16	1,82	0,11			
TOTAL	19	32,63				

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$)

Uji Lanjut Duncan

$$\begin{aligned} \text{SX (Simpangan baku)} &= \sqrt{\frac{\text{KTG}}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{1,82}{5}} \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

Jarak Perbandingan (Perlakuan)		2	3	4	5
SSR	0,05	2,95	3,09	3,19	3,25
LSR	0,05	0,45	0,47	0,48	0,49

Perlakuan	P1	P2	P3	P4
	6,32	5,81	5,18	3,06
P4 3,06	3,26	2,75	2,12	
P3 5,18	1,14	0,62		
P2 5,81	0,52			
P1 6,32				

Perlakuan	Nilai Beda	Nilai LSR 0,01	Kesimpulan
P4-P3	2,12	0,45	tn
P4-P2	2,75	0,47	tn
P4-P1	3,26	0,48	tn
P3-P2	0,62	0,49	*
P3-P1	1,14	0,45	tn
P2-P1	0,52	0,47	tn

Perlakuan	Rataan	Notasi
P4	3,06	A
P3	5,18	B
P2	5,81	C
P1	6,32	D

Lampiran 4. Analisis Keragaman Total Bakteri

PERLAKUAN	ULANGAN					JUMLAH	RATA-RATA
	1	2	3	4	5		
P1	1,0x10 ⁴	1,2x10 ⁴	1,4x10 ⁴	1,8x10 ⁴	1,4x10 ⁴	7,0x10 ⁴	1,4x10 ⁴
P2	1,9x10 ⁴	2,6x10 ⁴	1,8x10 ⁴	2,1x10 ⁴	2,2x10 ⁴	10,7x10 ⁴	2,1x10 ⁴
P3	3,1x10 ⁵	2,9x10 ⁵	3,3x10 ⁵	3,0x10 ⁵	3,2x10 ⁵	15,7x10 ⁵	3,1x10 ⁵
P4	3,4x10 ⁵	3,6x10 ⁵	3,5x10 ⁵	3,4x10 ⁵	3,3x10 ⁵	17,5x10 ⁵	3,5x10 ⁵
JUMLAH						51,0x10 ⁵	

PERLAKUAN	ULANGAN					JUMLAH	RATA-RATA
	1	2	3	4	5		
P1	63,81	72,54	87,59	111,08	87,29	422,31	84,46 ± 17,99 ^A
P2	116,64	313,07	112,28	126,73	133,05	801,77	160,35 ± 85,76 ^B
P3	190,40	175,5	202,14	186,33	193,11	947,48	189,50 ± 9,74 ^C
P4	208,91	219,45	215,68	208,16	203,34	1055,54	211,11 ± 6,41 ^D
JUMLAH						3227,10	

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{\sum Y_{ij}^2}{r.t} \\
 &= \frac{3227,01^2}{4.5} \\
 &= \frac{10.413.593,54}{20} \\
 &= 520.708
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat (JK)

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 \text{JKT} &= \sum (Y_{ij})^2 - \text{FK} \\
 &= (63,81^2 + 72,54^2 + 87,59^2 + \dots + 208,16^2 + 203,34^2) - 520.708 \\
 &= 597.872,01 - 520.708 \\
 &= 77.163,30
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned}
 \text{JKP} &= \left(\sum_r (\sum Y_{ij})^2 \right) - \text{FK} \\
 &= \frac{(422,31)^2 + (801,77)^2 + (947,48)^2 + (1055,54)^2}{5} - 520.708 \\
 &= \frac{178.345,73 + 642.835,13 + 897.718,35 + 1.114.164,69}{5} - 520.708 \\
 &= \frac{2.833.063,91}{5} - 520.708 \\
 &= 45.904,06
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 77.163,30 - 45.904,06 \\ &= 31.259,24 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT)

Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{\text{dbp}} \\ &= \frac{45.904,06}{3} \\ &= 15.301,35 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{dbg}} \\ &= \frac{31.259,24}{16} \\ &= 1953,70 \end{aligned}$$

F. Hitung (Fhit)

$$\begin{aligned} \text{Fhit} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{15.301,35}{1953,70} \\ &= 7,83 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA

SK	Db	JK	KT	F hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
PERLAKUAN	3	45904,06	15301,35	7,83**	2,87	4,43
GALAT	16	31259,24	1953,70			
TOTAL	219	77163,30				

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$)

Uji Lanjut Duncan

$$\begin{aligned}
 SX \text{ (Simpangan baku)} &= \sqrt{\frac{KTG}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{1953,70}{5}} \\
 &= 19,77
 \end{aligned}$$

Jarak Perbandingan (Perlakuan)		2	3	4	5
SSR	0,05	2,95	3,09	3,19	3,25
LSR	0,05	58,31	61,08	63,06	64,24

Perlakuan	P4	P3	P2	P1
	211,11	189,50	160,35	84,46
P1 84,46	126,65	105,03	75,89	
P2 160,35	50,75	29,14		
P3 189,496	21,61			
P4 211,11				

Perlakuan	Nilai Beda	Nilai LSR 0,01	kesimpulan
P1-P2	75,89	58,31	tn
P1-P3	105,03	61,08	tn
P1-P4	126,65	63,06	tn
P2-P3	29,14	64,24	**
P2-P4	50,75	58,31	*
P3-P4	21,61	61,08	**

Perlakuan	Rataan	Notasi
P1	84,46	A
P2	160,35	B
P3	189,50	C
P4	211,11	D