

DISERTASI
EKSPLORASI ISOLAT BAKTERI ASAM LAKTAT DARI DANGKE
UNTUK PENINGKATAN KUALITAS DAN PENGAWETAN DANGKE

M. ASKARI ZAKARIAH

P0100316006



PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020

**EKSPLORASI ISOLAT BAKTERI ASAM LAKTAT DARI DANGKE
UNTUK PENINGKATAN KUALITAS DAN PENGAWETAN DANGKE**

Disertasi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Doktor Program Studi
Ilmu Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

M. ASKARI ZAKARIAH

Kepada

PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU PERTANIAN

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

DISERTASI

EKSPLORASI ISOLAT BAKTERI ASAM LAKTAT DARI DANGKE UNTUK
PENINGKATAN KUALITAS DAN PENGAWETAN DANGKE

Disusun dan diajukan oleh

M. ASKARI ZAKARIAH
Nomor Pokok P0100316006

Telah dipertahankan di depan panitia ujian Disertasi
Pada tanggal 27 Juli 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat

Prof. Dr. Drh. Ratmawati Malaka, M. Sc
Promotor

Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS
Ko Promotor

Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, MS
Ko Promotor

Ketua Program Studi
Ilmu Pertanian

Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, M.S

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M. Sc

DAFTAR TIM PENGUJI

Promotor : Prof. Dr. Drh. Ratmawati Malaka, M. Sc

Ko-Promotor : Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS
Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, MS

Anggota : Prof. Dr. Ir. Sudirman Baco, M. Sc
Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradata, M. Sc
Prof. Dr. Ir. Syamsuddin Garancang, M. Sc
Dr. Zaraswaty Dwyana Zainuddin, M. Si

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : M. Askari Zakariah

Nomor mahasiswa : P0100316006

Program Studi : S3 Ilmu Pertanian Program Pascasarjana

Universitas Hasanuddin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 23 Oktober 2020



M. Askari Zakariah

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penyusunan dan penulisan Disertasi ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada yang terhormat kepada Prof. Dr. Drh. Ratmawati Malaka., MSc selaku Promotor, Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS, selaku Ko-promotor dan Prof. Dr. Ambo Ako, MS selaku Ko-promotor atas segala kearifan dan ketulusan hati telah meluangkan waktu memberikan arahan, bimbingan, motivasi, dan perhatian dalam perencanaan dan penyelesaian Disertasi ini. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Ketua Program Studi Ilmu Pertanian beserta seluruh jajarannya atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan pada Program Doktor (S3) di Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Demikian pula kepada seluruh staf administrasi Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas pelayanan administrasi selama penulis mengikuti pendidikan.

Berkah kedua orang tua (M. Zakariah dan Hasmawati), kebersamaan istri (Failal Ulfi Mauliah), kehangatan para saudara (Abd Haris Nasution, St Reski, dan St. Maghfira), dan dukungan teman teman

IP 2016, serta Keluarga Besar Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka yang menyertai proses studi di Program Doktor Ilmu Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menyadari bahwa Disertasi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dan kritikan sangat dibutuhkan demi penyempurnaan Disertasi ini

Makassar, 23 Oktober 2020

M. Askari Zakariah

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
DAFTAR TIM PENGUJI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Kebaruan Penelitian	5
F. Ruang Lingkup Penelitian	5
G. Kerangka Konseptual	5
H. Hipotesis	7
I. Alur Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Karakteristik Susu	9
B. Produk-produk Olahan Susu	11
C. Dangke sebagai Keju Asli Sulawesi Selatan	12
D. Koagulasi Protein Susu pada Pembuatan Dangke	14
E. Proses Pembuatan Dangke	17
1. Tempurung Kelapa sebagai Cetakan Dangke	18
2. Daun Pisang sebagai Pembungkus Khas Dangke	19
F. Karakteristik Dangke	20
G. BAL pada Dangke	22
H. Waktu peram pada Dangke	24

I. Masa Simpan Produk Dangke pada Suhu Kamar	25
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian	27
B. Alat dan Bahan	27
C. Metode Penelitian	27
3.1. Tahap 1. Karakteristik Produk Dangke Kabupaten Enrekang	28
3.2. Tahap 2. Isolasi dan Identifikasi BAL pada dangke	29
3.3. Tahap 3. Aplikasi inokulasi BAL <i>Indigenous</i> pada dangke terhadap kualitas dan masa simpan	31
BAB IV KARAKTERISASI PRODUK DANGKE KABUPATEN ENREKANG	33
A. Abstrak	33
B. Pendahuluan	33
C. Materi dan Metode	35
1. Waktu dan Tempat Penelitian	35
2. Alat dan Bahan	35
3. Metode Penelitian	35
D. Hasil dan Pembahasan	40
1. Kualitas Fisik dan Mikrobiologis Dangke Kabupaten Enrekang	40
2. Komposisi Kimia Dangke Kabupaten Enrekang	44
E. Kesimpulan	49
BAB V ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAL <i>INDIGENOUS</i> DANGKE	51
A. Abstrak	51
B. Pendahuluan	51
C. Materi dan Metode	52
1. Waktu dan Tempat Penelitian	52
2. Alat dan Bahan	52
3. Metode Penelitian	52
D. Hasil dan Pembahasan	59
1. Identifikasi Makroskopik BAL <i>Indegenous</i>	59

2. Identifikasi Mikroskopik dan Biokimia Isolat BAL <i>Indegenous</i>	63
3. Identifikasi Molekuler 16S rRNA BAL <i>Indigenous</i>	69
E. Kesimpulan	72
BAB VI KUALITAS DAN MASA SIMPAN DANGKE YANG DINOKULASIKAN BAL <i>INDIGENOUS</i>	74
A. Abstrak	74
B. Pendahuluan	74
C. Materi dan Metode	75
1. Waktu dan Tempat Penelitian	75
2. Alat dan Bahan	74
3. Metode Penelitian	76
D. Hasil dan Pembahasan	82
1. Pengaruh Inokulasi BAL <i>Indigenous</i> dan waktu peram terhadap Kualitas Fisik Dangke	82
2. Pengaruh Inokulasi BAL <i>Indigenous</i> dan waktu peram terhadap Komposisi Kimia Dangke	84
3. Pengaruh inokulasi BAL <i>Indigenous</i> dan waktu peram terhadap kualitas mikrobiologis	88
4. Pengaruh inokulasi BAL terhadap masa simpan dangke	90
E. Kesimpulan	95
BAB VII. PEMBAHASAN UMUM	97
BAB VIII. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	100
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN	111

ABSTRAK

M. ASKARI ZAKARIA. *Eksplorasi Isolat Bakteri Asam Laktat dan Dangke untuk Peningkatan Kualitas dan Pengawetan Dangke (dibimbing oleh Rahmawati Malaka, Amran Laga, dan Ambo Ako).*

Penelitian ini bertujuan mengeksplor isolat bakteri asam laktat yang terdapat pada produk dangke Enrekang.

Penelitian terdiri dari tiga tahapan, yaitu (1) pengujian kualitas awal dangke Kabupaten Enrekang, (2) pengujian makroskopik, mikroskopik, dan biokimia untuk isolat yang diperoleh. Kemudian diuji konfirmasi dengan uji PCR, (3) aplikasi isolat kepada produk dangke.

Hasil penelitian tahap pertama menunjukkan dangke Kabupaten Enrekang memiliki karakteristik fisik, mikrobiologi dan kimia. Karakteristik pH dangke adalah 6,14-6,23, total asam titrasi 0,69-0,71; tingkat kekerasan 0,58-0,64 kg cm², angka lempeng total 7,25-7,71 log cfu/ml, kadar air 55,75-57,18%, abu 1,02-1,65%; protein kasar 14,77-15,44%; lemak kasar 19,81-20,67%, bahan ekstrak tanpa nitrogen (karbohidrat) 3,03-3,93%. Hasil penelitian tahap kedua menunjukkan bahwa Isolat yang diidentifikasi memiliki karakteristik BAL yaitu pewarnaan gram positif, berbentuk basil/coccus, tidak memfermentasi urea, tidak motil serta dapat memfermentasi gula. Identifikasi molekuler BAL asal dangke terdiri dari *Streptococcus lutetiensis*, *Weissella confuse* dan *Streptococcus equines*. Hasil penelitian tahap ketiga menunjukkan bahwa terdapat interaksi faktor jenis isolat dan waktu peram pada pH, bahan organik, dan lemak kasar dangke. Jenis isolat secara parsial dapat mempengaruhi kandungan bahan kering, dan protein kasar dangke. Penggunaan *Weissella confuse* dapat meningkatkan kualitas dangke dengan waktu peram 6 hari dan masa simpan 3 hari.

Kata kunci: Dangke, Keju, Enrekang, Kualitas, *Streptococcus lutetiensis*, *Weissella confuse* dan *Streptococcus equines*.



ABSTRACT

M. ASKARI ZAKARIA. *The Exploration of Lactate Acid Bacterium Isolate and Dangke for Dangke Quality Improvement and Preservation* (supervised by Rahmawati Malaka, Amran Laga and Ambo Ako).

The research aimed to explore the lactate acid bacterium isolate existing in Enrekang dangke product.

The research comprised three stages, namely: (1) dangke initial quality testing, (2) the microscopic and biochemical testing for the isolate obtained, it was then tested using PCR, (3) the isolate application on dangke product.

The research result of the first stage indicates that dangke of Enrekang Regency has the physical, microbiological, and chemical characteristics. The characteristics of dangke pH is 6.14-6.23; titration acid total is 0.69-0.71; hardness level is 0.58-0.64 kg cm²; total plate figure is 7.25-7.71 log cfu/ml; water content is 55.75-57.18%; ash is 1.02-1.65%; crude protein is 14.77-15.44%; crude fat is 19.81-20.67%; extract material without nitrogen (carbohydrate) is 3.03-3.93%. The research result of the second stage indicates that the identified isolate has BL characteristic of the positive gram coloring has the form of bacilli/coccus non-fermenting urea, non-motile, sugar fermenting capacity. Identification of Dangke origin BAL molecular consists of *Streptococcus lutetiensis*, *Weisella confuse* and *Streptococcus equines*. The research result of the third stage indicates that there is the interaction of the isolate type factors and racer time. in the organic material pH and dangke crude fat. Partially, the isolate types can affect the dry material content and dangke crude protein. The use of *Weisella confuse* can increase dangke quality with the racer time of 6 days and storage time of 3 days.

Key words: Dangke, cheese, Enrekang, quality, *Streptococcus lutetiensis*, *Weisella confuse* and *Streptococcus equines*.



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Susu merupakan bahan pangan yang sangat penting dalam kehidupan manusia karena merupakan makanan utama setelah kelahiran dari mamalia. Perkembangan teknologi yang semakin maju, maka usaha-usaha untuk mengolah susu menjadi berbagai produk olahan susu (diversifikasi produk susu) semakin berkembang. Berbagai usaha dilakukan oleh industri pengolahan susu maupun para peneliti untuk meningkatkan daya tahan produk dan usaha meningkatkan kualitas produk. Susu segar dapat dibuat menjadi berbagai macam hasil olahan antara lain susu pasteurisasi, susu sterilisasi, *ice cream*, *yoghurt*, susu bubuk dan keju.

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar yang dianugerahkan oleh Allah S. W. T dengan banyak sekali makanan tradisional, salah satunya adalah makanan tradisional yang terbuat dari susu. Tiga jenis makanan tradisional yang terbuat dari susu yaitu jenis mentega, yoghurt dan keju. Produk susu yang memiliki berbagai jenis keju sesuai asal daerahnya seperti *dali* atau *bagot ni horbo* di Tapanuli, *Dangke* di Enrekang, *Cologanti* dan *Litsusu* di Nusa Tenggara (Surono, 2015).

Dangke merupakan produk olahan susu sapi atau kerbau yang merupakan makanan tradisional berupa keju yang berasal dari Kabupaten Enrekang, Provinsi Sulawesi Selatan. Penambahan enzim papain pada

proses pembuatan dangke yang berperan sangat penting dalam mengubah susu menjadi menjadi padat karena koagulasi protein, sehingga *whey* mudah dipisahkan dari *curd* (Mukhlisah *et al.*, 2017).

Dangke saat ini mempunyai masalah masa simpan yang sangat pendek yaitu di suhu ruang berkisar 2-3 hari. Untuk meningkatkan kualitas produksi dan memperpanjang penyimpanan maka diperlukan beberapa alternatif proses preservatif. Masyarakat Enrekang umumnya menggunakan proses penggaraman dengan penyimpanan dingin. Pada pembuatan keju-keju yang daya tahannya tinggi umumnya membuat produk dengan proses pemeraman menggunakan bakteri asam laktat. Selama ini, untuk dangke bertahan lama, disimpan dalam suhu dingin, seperti *refrigerator* ataupun *freezer*. Tetapi penyimpanan inipun hanya bisa menyebabkan Dangke bertahan setelah 2 – 3 hari di suhu ruang/kamar.

Oleh sebab itu perlu adanya upaya untuk meningkatkan kualitas Dangke dengan mencoba melakukan proses fermentasi dengan bakteri asam laktat (BAL) sebagaimana proses pembuatan keju-keju fermentasi untuk meningkatkan kualitas dan membentuk varietas Dangke yang baru. BAL komersial sudah banyak dan bisa digunakan, tetapi pada Dangke sendiri sebenarnya mengandung BAL. Oleh sebab itu dieksplorasi BAL apa saja yang ada dalam Dangke yang dibuat oleh industri di masyarakat. BAL indigenous ini apakah bisa digunakan sebagai starter

untuk membuat dangke fermentasi sehingga daya tahannya bisa diperpanjang.

Upaya fermentasi dengan BAL pernah diteliti oleh Malaka *et al.*, (2017a) dengan inokulasi BAL *Lactococcus lactis* pada dangke dengan masa peram 6 hari di suhu 5°C. Inokulasi BAL *Lactobacillus plantarum* yang dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* (Arini *et al.*,2016). Penggunaan BAL telah sering digunakan dalam pengawetan produk pangan dan pakan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplor isolat BAL potensial pada dangke, sebagai pangan tradisional dari Kabupaten Enrekang, yang dapat digunakan untuk menjadi starter dalam peningkatan kualitas dan pengawetan dangke fermentasi. Pada penelitian ini dimulai dengan melakukan dulu penelitian tentang kualitas dangke alami yang diproduksi oleh masyarakat di Kabupaten Enrekang untuk menjadi data dasar tentang kualitas dangke yang ada di masyarakat, sekaligus sebagai data kontrol penelitian ini. Selanjutnya, dari sampel dangke tersebut diisolasi beberapa sampel BAL potensial untuk diuji karakteristik makroskopik, mikroskopik, biokimia serta identifikasi rRNA 16S. Akhirnya, setelah diperoleh jenis isolate BAL, lalu diaplikasikan ke produk dangke untuk dilihat pengaruhnya terhadap parameter fisik, komposisi kimia, jumlah tital BAL selama masa masa penyimpanan di suhu kamar dalam upaya peningkatan kualitas dan daya simpan Dangke.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kualitas dangke alami yang diperoleh dari Kabupaten Enrekang?
2. Bagaimana biodiversitas mikrobiologi BAL produk dangke, Enrekang, Sulawesi Selatan?
3. Bagaimana pengaruh penambahan Isolat BAL yang *indigenous* terhadap kualitas dan masa simpan Dangke?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi kualitas standar dangke yang diperdagangkan di Kabupaten Enrekang.
2. Mengeksplorasi BAL yang berpotensi dijadikan sebagai starter kultur untuk peningkatan kualitas Dangke.
3. Membuat dangke fermentasi dari isolate BAL terpilih dan mengevaluasi masa simpannya untuk mendapatkan kemungkinan isolate BAL terpilih tersebut dapat memperpanjang daya simpan Dangke.

D. Manfaat Penelitian

Kegunaan penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu: 1). Manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, dan 2). Manfaat bagi produsen dangke dan industri keju. Manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan adalah menambah khazanah ilmu dan pengetahuan di

masa yang akan datang tentang pengembangan produk tradisional dangke dengan inovasi starter kultur. Manfaat bagi produsen dangke dan industri keju dalam pengembangan industri dengan memanfaatkan starter kultur dari isolat indigenous dari dangke.

E. Kebaharuan Penelitian

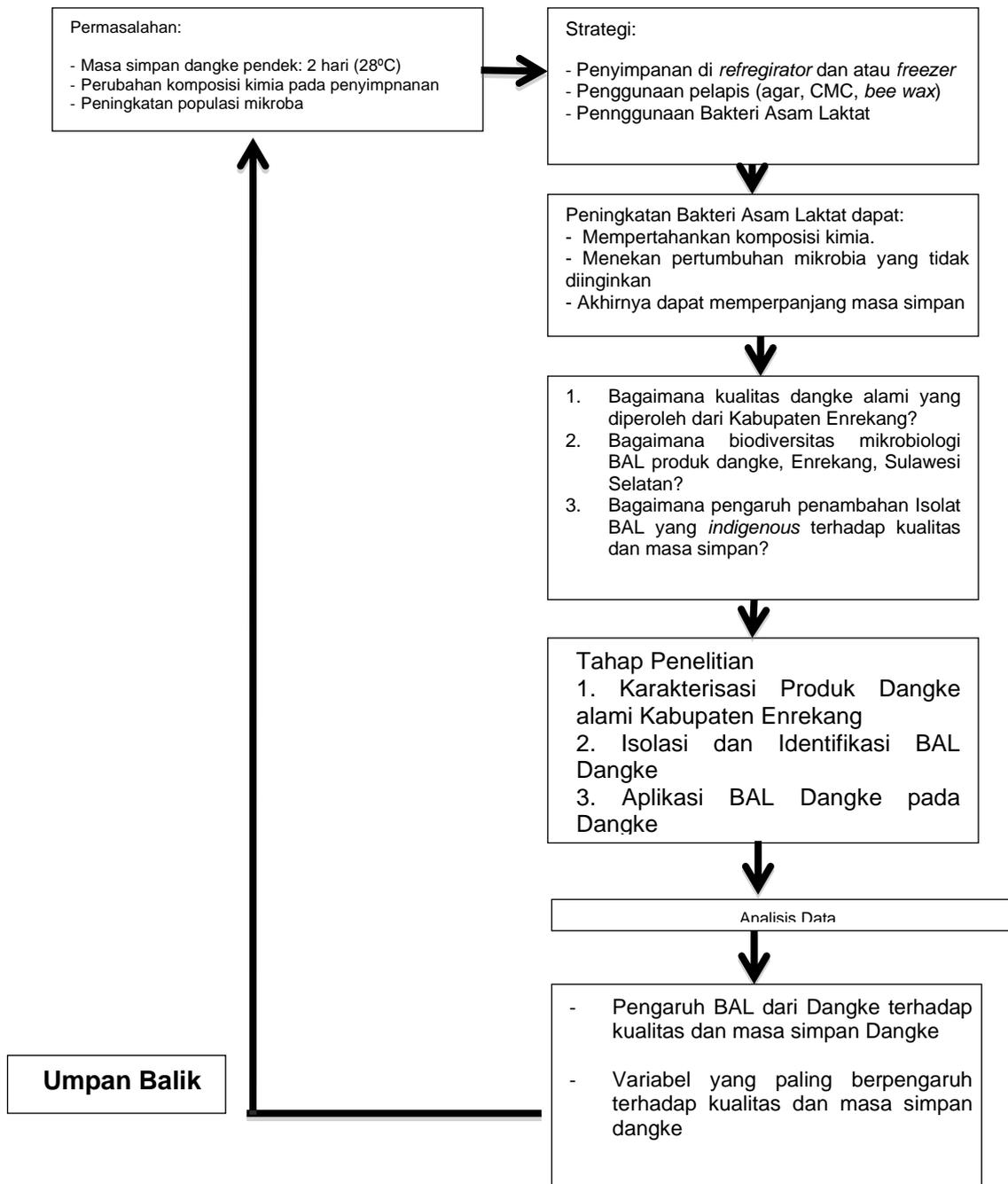
Nilai *novelty* (kebaruan) dalam penelitian ini adalah penggunaan BAL *indigenous* pada pembuatan Dangke sebagai produk diversifikasi Dangke untuk peningkatan kualitas dan masa simpan dangke.

F. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini meliputi serangkaian kajian mikrobiologi, kimia, dan fisik untuk mendapatkan Isolat BAL *indigenous* yang dapat meningkatkan kualitas produk dangke. Ruang lingkup kajian penelitian yang akan dilakukan yaitu: 1). Mengevaluasi karakteristik fisik, kimia, mikrobiologi produk dangke Kabupaten Enrekang untuk menjadi acuan standar dasar kualitas Dangke yang ada dan beredar di masyarakat, 2). Mengeksplorasi BAL *Indigenous* asal dangke Kabupaten Enrekang, 3). Membuat Dangke yang diinokulasi BAL *indigenous* asal dangke susu sapi Kabupaten Enrekang dengan mengevaluasi kualitas produk dan daya simpannya.

G. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka konseptual penelitian

Dangke sebagai pangan tradisional memiliki karakteristik dengan daya simpan tidak lama, dan mudah rusak karena terkontaminasi. Proses fermentasi diharapkan dapat meningkatkan kualitas dangke. Starter kultur yang dapat digunakan adalah bakteri yang berasal dari produk dangke itu sendiri sebagai sumber daya hayati lokal yang selanjutnya disebut sebagai BAL *Indigenous*. Produksi dangke dengan inokulasi BAL diharapkan memberikan harapan baru akan adanya diversifikasi produk dangke sebagai varietas keju baru Indonesia.

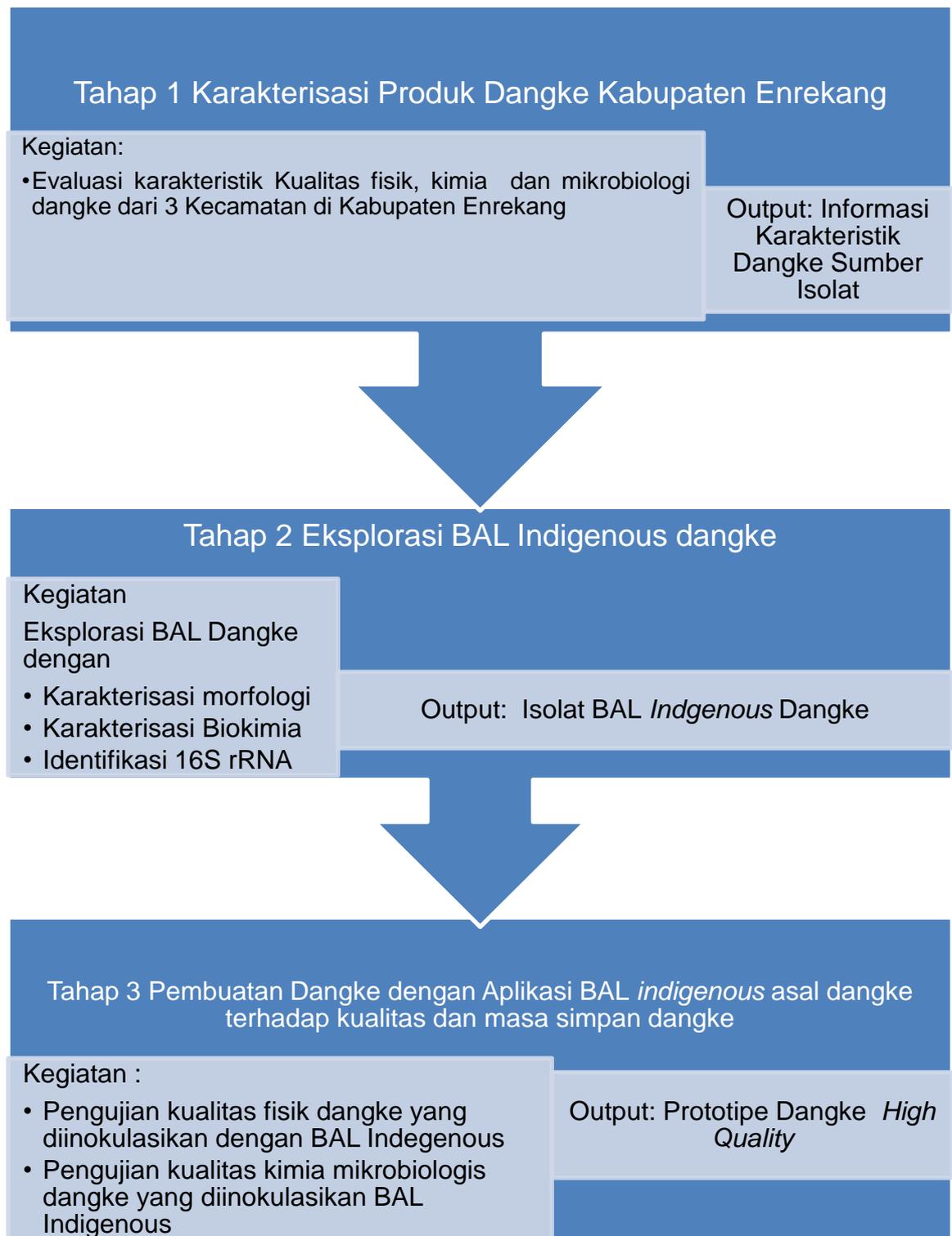
H. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Diduga ada keragaman kualitas dangke yang diperdagangkan di Kabupaten Enrekang
2. Diduga terdapat keragaman BAL pada produk dangke dari beberapa produsen dangke di Kabupaten Enrekang.
3. Diduga BAL yang disolasi dari dangke dapat meningkatkan kualitas fisik, dan kimia serta masa simpan dangke.

I. Alur Penelitian

Alur penelitian dapat dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Kegiatan Penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Susu

Susu merupakan sekresi dari kelenjar *mammae*, yang tidak dikurangi atau ditambahkan sesuatu apapun kedalamnya dan diperoleh dengan pemerahan sapi-sapi sehat secara kontinyu dan sekaligus (Aritonang, 2010; Malaka, 2014). Penduduk dunia yang semakin meningkat menyebabkan permintaan terhadap pangan semakin meningkat demikian juga permintaan terhadap hasil ternak termasuk susu, sementara untuk Indonesia sendiri menunjukkan bahwa produksi susu nasional belum mampu memenuhi seluruh kebutuhan konsumsi nasional. Pada saat ini untuk daerah Sulawesi Selatan hanya terdapat dua sentra pengembangan sapi perah yaitu Kabupaten Enrekang dan Kabupaten Sinjai. Untuk Kabupaten Enrekang, umumnya susu dibuat Dangke yang merupakan makanan tradisional masyarakat yang berupa keju, sedangkan untuk daerah Gunung Perak Kabupaten Sinjai produksi susu yang utama berupa produksi susu segar dan pasteurisasi (Malaka, 2010).

Susu disintesa pada kelenjar ambing dalam alveolus, sekelompok kelenjar susu terdiri dari beberapa gelembung susu. Dinding alveoli terdiri dari selapis epitel yang disebut sel myoepitel dan sel laktasi berbentuk kubus dan di tengahnya terdapat lumen. Sel laktasi dikelilingi oleh sel myoepitel dan kapiler-kapiler darah, susu yang terbentuk dari lumen alveoli kemudian dialirkan masuk ke dalam sisterna melalui duktus

alveolus ke lobus kemudian ke lobulus dan akhirnya ke sisterna ambing. Lubang puting susu mempunyai otot-otot sirkuler di dalam dindingnya, akibat rangsangan syaraf atau karena tekanan susu di dalam ambing, maka otot mengendur (relaksasi) sehingga susu keluar (Malaka, 2010).

Standar mutu susu segar yaitu berat jenis (27,5°C) minimal 1,0280 g/cm³, kadar lemak minimal 3%, solid non fat minimal 8%, kadar protein minimal 2,7%, cemaran Pb maksimal 0,3 ppm, cemaran Zn maksimal 0,5 ppm, cemaran Hg maksimal 0,5 ppm, cemaran As maksimal 0,5 ppm, tidak ada perubahan pada organoleptik susu, tidak ada kotoran/benda asing, total kuman maksimal 10⁶, tidak ada *Salmonella*, tidak ada *E. coli*, tidak ada residu antibiotik/pestisida, insektisida, pH sekitar 6-7, titik beku -0,520 hingga -0,560°C (SNI 01-3141-1998).

Sifat susu terdiri dari tiga yaitu, sifat fisik, kimia dan biologi. Susu merupakan suatu larutan koloidal, dimana air sebagai media disperse dan bagian dari yang menyusun susu disebut didispersi. Ada 3 macam disperse pada susu yaitu disperse kasar dengan diameter 0,0001 mm, disperse koloidal 0,0001-0,000001 mm, disperse molekuler 0,000001 mm, lemak dari susu merupakan disperse kasar yang berupa emulsi, sedangkan protein susu yaitu casein, albumin dan globulin merupakan larutan koloidal. Adapun laktosa, garam-garam mineral dan sebagian dari laktalbumin merupakan disperse molekuler atau larutan sebenarnya. Secara kimiawi susu yang baru diperah mempunyai reaksi amphoter dengan pH sedikit asam yaitu sekitar 6,5-6,6. Bila susu segar dipanaskan

pada suhu di bawah titik didih, maka akan terbentuk lapisan tipis di atas permukaan susu yang merupakan koagulasi sebagian kecil dari casein dan lemak. Bila susu dalam keadaan asam, maka pada waktu pemanasan akan terjadi penggumpalan dari casein dan albumin. Susu segar dalam keadaan baik, baru menggumpal bila dipanaskan sampai 131-137°C. Susu adalah media yang paling cocok bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Segera setelah susu diperah akan mengalami perubahan-perubahan yang disebabkan oleh mikroorganisme. Untuk itu sangat penting mencegah perkembangan mikroorganisme pada waktu penanganan susu setelah diperah (Aritonang, 2010).

B. Produk-produk Olahan Susu

Diversifikasi atau penganekaragaman produk olahan susu merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan konsumsi susu bagi masyarakat. Diversifikasi produk olahan susu dapat dikelompokkan menjadi dua (2) golongan yaitu: diversifikasi vertikal dan horizontal. Diversifikasi horizontal yaitu pemanfaatan berbagai jenis susu untuk diolah menjadi jenis produk olahan tertentu, misalnya beberapa jenis susu dapat digunakan dasar pembuatan produk susu bubuk, sedangkan diversifikasi vertikal adalah pemanfaatan satu jenis susu untuk diolah menjadi berbagai jenis produk olahan. Diversifikasi vertikal banyak diterapkan untuk mengolah susu dari sapi perah, hal ini dapat dimaklumi karena susu sapi jumlahnya paling dominan dan paling banyak dikonsumsi dibandingkan susu dari ternak yang lain. Susu dapat diolah menjadi berbagai macam

produk susu seperti susu pasteurisasi dan susu steril atau susu UHT (*ultra high temperature*) dengan tipe biasa (*plain*), ber"*flavor*" dan rendah lemak, dengan pengurangan kadar air dikenal produk susu kental manis, serta berbagai produk susu bubuk (instan, formula, *whole*, krim, *low fat*, *low lactose*, tinggi mineral), melalui fermentasi diperoleh produk yoghurt, kefir, keju dan berbagai jenis produk fermentasi lainnya, penggunaan lemak susu dapat memperoleh es krim, dan mentega (Legowo, 2005).

Indonesia menghasilkan 3 macam pangan susu tradisional, golongan sejenis mentega berupa minyak samin, sejenis yoghurt berupa dadih, dan sejenis keju berupa dali, bagot, horbo, litsusu, cologanti dan dangke (Surono, 2015).

C. Dangke sebagai Keju Asli Sulawesi Selatan

Dangke adalah keju lembut dari Enrekang, Sulawesi Selatan Indonesia yang diproduksi melalui koagulasi protein susu pada suhu 85°C dan menggunakan getah pepaya. Getah pepaya mengandung enzim papain, yaitu enzim protease.

Kualitas, stuktur mikro dan penyimpanan keju dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu temperatur, konsentrasi enzim, *coating* dan *ripening*. Keju dangke menjadi lebih kompak disebabkan adanya interaksi antara lemak, protein, dan air untuk membentuk jaringan tiga dimensi (Malaka *et al.*, 2017).

Dangke dibuat dengan cara dipanaskan dengan api kecil sampai mendidih, kemudian ditambahkan koagulan berupa getah pepaya (*papain*) sehingga terjadi penggumpalan, metode pengawetan yang biasa dilakukan adalah dengan penambahan garam dapur (Kesuma *et al.*, 2013). Dangke memiliki kandungan air 55%, protein 23,8%, lemak 14,8% dan abu 2,1% (Hatta *et al.*, 2013). Semakin tinggi suhu pemanasan maka kandungan protein dan lemak semakin rendah, pH semakin tinggi, asam laktat semakin tinggi dan laktosa semakin rendah (Malaka *et al.*, 2015).

Beberapa kajian tentang beberapa jenis keju tradisional yang menggunakan bahan penggumpal dari tanaman telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Penelitian Elsamani *et al.*, (2014) menyatakan bahwa keju putih lembut yang dibuat dari susu sapi mengandung protein yang tinggi, kadar abu yang rendah dibandingkan dengan keju dari sari tanaman lupin, mikroorganisme seperti jamur, *Salmonella* dan *E. coli* tidak ditemukan pada keju. Keju putih Iran yang dikoagulasi pada suhu 34, 37, dan 41,5°C menghasilkan keju dengan kandungan lemak dan protein meningkat, dan menurunkan kandungan air. Temperatur koagulasi menjadikan indeks warna putih menurun, sedangkan indeks warna kuning meningkat, sedangkan mikrostruktur dengan koagulasi pada 41,5°C terlihat menjadi lebih kompak (Madadlou *et al.*, 2006).

Penurunan pH terjadi dengan adanya peningkatan konsentrasi starter pada keju putih Iran, hal ini mempengaruhi karakteristik kimia. Rendahnya pH pada saat proses renneting menjadikan kandungan air dan abu

menjadi menurun, sedangkan kandungan protein menjadi meningkat. Kandungan *free tyrosin-trytopen* di dalam *curd* meningkat pada hari ke-29, dan mulai menurun dari hari ke-29 hingga hari ke 49 (Khosroshahi *et al.*, 2006).

Keju putih turki memiliki *biogenic* amin meliputi *tyramine*, *histamine*, fenilalanin, sedangkan komposisi kimianya sesuai standar Turki No. 591, bahwa total solid pada keju tidak lebih dari 60g/100g, *fat in solid* minimal 45g/100g dan pH tidak lebih tinggi dari 4,5 sedangkan karakteristik mikrobiologis populasi *Lactococcus* mendominasi dibandingkan *Lactobacillus* (Oner *et al.*, 2006).

D. Koagulasi Protein Susu pada Pembuatan Dangka

Batang, daun dan buah papaya muda mengandung getah berwarna putih, didalam getah papaya terdapat lebih dari 50 asam amino antara lain aspartate, treonin, sein, asam glutamate, prolin, glisin, alanine, valine, isoleusine, leusin, tirosin, fenilalanin, histidin, lysine, arginine, tritophan, dan sistein. Selain itu getah juga mengandung suatu enzim pemecah protein atan enzim proteolitik yang disebut papain (Indriani *et al.*,2008). Papain adalah protein globular dengan rantai tunggal, berat molekul 23,406 DA dan terdiri dari 212 asam amino dengan empat jembatan disulfide secara katalitik memiliki posisi Gln19, Cys25, His158 dan His159. pH optimal untuk aktivitas papain sekitar pH3-9 dengan variasi substrat yang berbeda. (Amri dan Mamboya, 2012).

Reaksi umum yang dikatalisis oleh enzim proteolitik adalah hidrolisa ikatan peptide pada protein, kinetika reaksi proses penggumpalan protein susu oleh enzim proteolitik dibagi menjadi 3 tahap yaitu: 1). Hidrolisa enzimatis pada k-kasein; 2). Flokulasi misel kasein; 3). Pembentukan dan pengembangan ikatan silang gel susu (Yuniwati *et al.*, 2008). Mekanisme kerja papain dalam penggumpalan susu pada pembuatan dangke adalah proses koagulasi misel kasein dalam susu. Enzim papain ini akan mengubah bagian kappa kasein yang berada pada bagian permukaan misel kasein sehingga membentuk para-kappa-kasein, selanjutnya ketika pH mendekati titik isoelektrik kasein (pH 4,6-4,7) misel-misel kasein akan bergabung dan menggumpal membentuk gel, misel - misel ini dapat bergabung disebabkan oleh interaksi bagian-bagian hidrofobik pada para-kappa-kasein. Adanya kalsium yang terdapat dalam susu akan membantu proses koagulasi yang berperan sebagai jembatan penghubung antara misel (Pardede *et al.*, 2013).

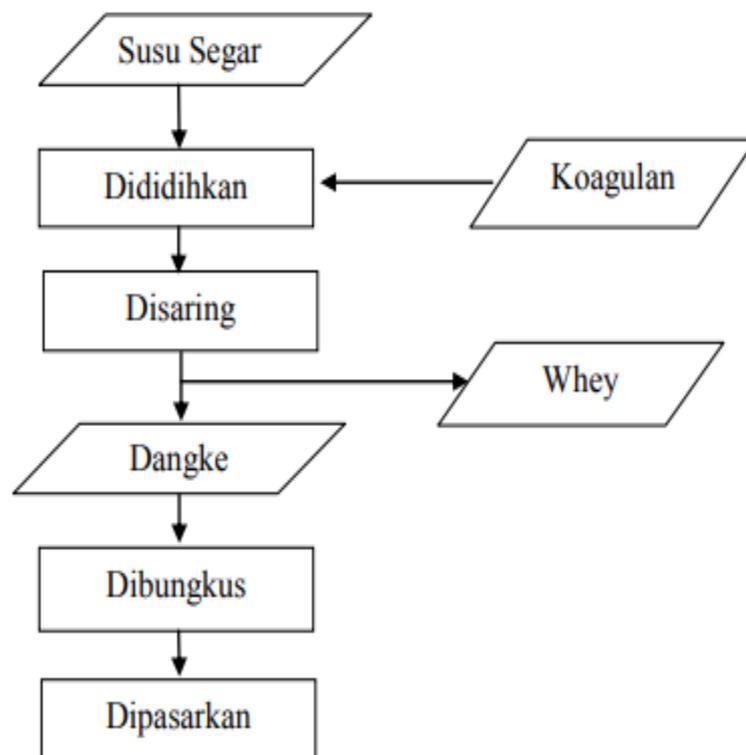
Penggunaan enzim papain pada dangke diperoleh dari getah papaya, penambahan getah papaya 1% menjadikan produksi *curd* 43,94%, *Whey* 51,14%, pH 6,96, asam laktat 0,15 (Sulmiyati dan Said, 2018). Hal yang berbeda pada penelitian lain yaitu Malaka *et al* (2015) penggunaan getah papaya 0,5% menghasilkan dangke dengan struktur dangke yang kompak, kandungan protein 17,94%, lemak 24,95%, Laktosa 14,12%, pH 5,93 dan presentasi asam laktat 0,29%. Fatma *et al.* (2012) dengan level getah papaya 0,8% menghasilkan rata-rata jumlah rendamen yang lebih

besar daripada perlakuan level enzim 0,1-0,7%, sedangkan perlakuan 0,9-1% memiliki pengaruh yang sama dengan pemberian 0,8%.

Penambahan enzim dengan konsentrasi kecil menghasilkan jumlah/berat produk yang lebih besar, tetapi kadar protein rendah. Produk yang banyak ini, disebabkan hasil yang diperoleh banyak mengandung air yang sulit dipisahkan dari produk padatan karena proses penggumpalan yang kurang sempurna. Produk yang dihasilkan mempunyai tekstur tidak bagus (lembek), pada penambahan enzim yang optimal, hasil yang diperoleh tidak begitu besar tetapi memiliki kadar air rendah, karena pengendapan lebih sempurna sehingga mudah dipisahkan airnya dari padatan yang diinginkan dan tekstur lebih bagus (kenyal). Proses penggumpalan yang optimal terjadi apabila aktivitas enzim dalam proses penggumpalan tersebut cukup baik, hal ini terjadi apabila jumlah enzim memadai untuk reaksi tersebut dan media untuk aktivitas enzim mencukupi, apabila enzim kurang maka aktivitas enzim juga kurang untuk terjadinya reaksi penggumpalan. Sebaliknya bila terlalu banyak enzim yang ditambahkan, kemungkinan media yang tersedia tidak memadai dengan kebutuhan aktivitas enzim yang ada, sehingga kadar protein dalam produk menurun, selain itu penambahan enzim yang terlalu banyak juga akan menimbulkan cita rasa yang kurang disukai konsumen (pahit) (Yuniwati *et al.*, 2008).

E. Proses Pembuatan Dangke

Pembuatan Dangke dapat dilihat pada Gambar 3. Pada proses pembuatan dangke ada dua yang khas yang mencirikan produk tradisional ini, yaitu pencetakan dengan tempurung kelapa, dan pembungkusan dengan daun pisang. Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan kajian tentang dangke ini, baik dari segi proses pengolahannya, kualitas produk dan mikrobiologisnya.



Gambar 3. Diagram alir pengolahan dangke oleh masyarakat (Marzoeki *et al.*, 1978)

1. Tempurung Kelapa sebagai Cetakan Dangke

Secara tradisional, pemisahan *curd* dan *whey* dalam pembuatan dangke menggunakan tempurung kelapa yang berfungsi untuk mencetak bentuk dangke (Al-Baari *et al.*, 2018). Seluruh pekerja dangke di Kabupaten Enrekang menggunakan tempurung kelapa sebagai alat pencetak dangke, cairan yang tersisa dari penyaringan awal akan keluar melalui lubang pada bagian bawah tempurung, gumpalan dicetak dalam kondisi panas agar satu sama lain dapat melekat sehingga tekstur dangke yang dihasilkan padat dan kompak (Hatta *et al.*, 2014). Hatta dan Malaka (2016) menyatakan bahwa penggunaan tempurung kelapa dapat mempertahankan kualitas organoleptik dangke Enrekang.

Penggunaan tempurung kelapa dalam proses pencetakan dangke membutuhkan waktu yang lama dan tenaga yang banyak sehingga dalam mengatasi masalah tersebut, dilakukan beberapa pengembangan yaitu dengan modifikasi alat cetak, salah satu bagian yang diubah adalah cetakan dari bentuk persegi menjadi setengah elips atau menyerupai bentuk setengah tempurung kelapa yang berfungsi sebagai cetakan dangke dengan prinsip kerja yang sama yaitu pengepresan, sehingga dalam satu kali pencetakan dengan menggunakan alat dihasilkan 2 buah dangke, sedangkan cetakan manual dihasilkan 1 buah dangke, sehingga waktu yang digunakan dalam proses pencetakan relatif lebih cepat (Yasir dan Wijaya, 2019).

2. Daun Pisang sebagai Pembungkus Khas Dangke

Daun pisang memiliki 3 lapisan sel hypodermal, dan 2 lapisan sel palisade, dan disertai dengan ada *adaxial* dan *abaxial fibers*. Selain itu panjang daun, lebar daun, ketebalan daun, serta jumlah, diameter dan kekuatan *tensile* serat daun pisang menjadi faktor pendukung sehingga daun pisang menjadi bahan potensial untuk membungkus makanan (Harijati *et al.*, 2013). Daun pisang batu dan pisang ambon memiliki senyawa kimia penghasil aroma dan kemungkinan juga memiliki aktivitas biologi senyawa fitokimia, selanjutnya disebutkan bahwa hasil identikasi ekstrak senyawa flavor dari daun pisang batu dan ambon hasil destilasi air yang diestruk dengan pelarut etil asetat diketahui adanya senyawa kimia yang sama yaitu 2-Methoxy-4-vinylphenol, Phytol, 1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester, Vanillin dan E-15-Heptadecenal. Sedangkan senyawa Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl) dan Alloaromadendren hanya terdapat pada daun pisang ambon (Mastuti dan Handayani, 2014).

Dangke umumnya dibungkus dengan daun pisang (Rahman, 2014). Penggunaan daun pisang ini dapat menghambat jumlah mikrobia dibandingkan dangke tanpa pembungkus pisang (hanya dibungkus plastik) (Zakariah *et al.*, 2019). Penggunaan daun pisang dapat mempertahankan parameter warna makanan dan perubahan komposisi kimia dibandingkan kemasan plastik (Mufida *et al.*, 2018). Penggunaan daun pisang dalam proses pengemasan buah lulo (buah khas Negara

Kolombia) pada suhu 7-20° menjadi pilihan alternatif proses preservasi untuk waktu penyimpanan yang lebih lama (Forero-Cabrera *et al.*, 2017).

F. Karakteristik Dangke

Karakteristik Dangke telah dikaji oleh beberapa peneliti dengan hasil yang bervariasi. Malaka *et al.* (2015) mengkaji tentang sifat fisiko-kimia dangke yang dihubungkan dengan mikrostrukturnya yang menyimpulkan bahwa mikrostruktur dangke pada level getah pepaya 0,5% dan suhu pemanasan 75°C menyebabkan adanya ruang ruang kosong yang tidak beraturan yang menandanya pengeluaran air yang banyak. Pada pengamatan mikrostruktur ini juga terlihat untaian globula lemak yang tersebar merata di antara untaian-untaian protein, dengan (Malaka *et al.*, 2015).

Malaka *et al.* (2017b) juga telah melakukan penelitian kualitas fisik Dangke yang sudah difermentasi alami dan dicoating dengan bee wax, agar dan CMC yang dihubungkan dengan waktu penyimpanan pada suhu refrigerator. Hasil penelitian tersebut menunjukkan tingkat kekerasan setelah waktu peram selama 30 hari di refrigerator dan dievaluasi setiap 10 hari, menunjukkan hasil yang berbeda pada dangke yang diberi bee wax (1,61, 3,54, 4,92), agar (2,93, 13,05, 61,30), dan CMC (1,63, 3,28, dan 9,23), tingkat kekerasan akan meningkat dengan adanya penambahan waktu peram. Tingkat kekerasan pada dangke dipengaruhi oleh kandungan air, tingkat kekerasan menunjukkan kekuatan interaksi

molekul pada komposisi susu. Karakterisasi tingkat kekerasan memiliki hubungan yang sangat erat dengan mikrostruktur dangke (Malaka *et al.*, 2017b).

Hal yang berbeda oleh Sulmiyati *et al.* (2017), menunjukkan bahwa tingkat kekerasan dangke memiliki nilai 0,37-0,53 kg/cm² yang dipengaruhi oleh kadar getah pepaya pada pembuatan dangke. Hal ini yang sama ditunjukkan oleh Malaka dan Sulmiyati (2010), tingkat kekerasan dengan penambahan *Lactococcus lactis* sekitar 0,63-1,52 kg/cm².

pH *curd* dangke dengan penambahan *crude protein* dengan konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% masing masing berturut-turut 6,92, 5,96, 6,94 dan 6,94 (Sulmiyati dan Said, 2018). Kesuma *et al.* (2013) juga menyatakan bahwa pH dangke yang dibuat dengan perendaman di Larutan *lactoferin* memiliki pH sekitar 6,67-6,77.

Mukhlisah *et al.*, (2017) melakukan kajian tentang komposisi kimia yang terdiri dari protein, air, lemak, abu dan karbohidrat pada dangke yang diberi papain dengan konsentrasi 0,2% yaitu 13,68%; 59,98%; 12,30%; 2,15%; 11,11%; konsentrasi 0,3% yaitu 16,41%; 60,02%; 13,68%; 2,28%; 7,51%; sedangkan konsentrasi 0,4% yaitu 16,03%; 60,42%; 15,56%; 2,21%; 6,74%. Komposisi kimia dangke yang ditambahkan *Lactobacillus plantarum* memiliki kadar air 60,65%, kadar abu 1,94%, kadar lemak 17,31%, kadar protein 15,42%, dan kadar karbohidrat 4,68%.

Yuniwati *et al.* (2008), menyatakan bahwa faktor - faktor yang mempengaruhi komposisi kimia dangke adalah konsentrasi enzim papain, tingginya suhu pemanasan, larutan garam dan kondisi awal susu. Semakin tinggi konsentrasi enzim papain yang digunakan akan semakin tinggi pula kadar protein dangke yang dihasilkan, semakin tinggi suhu pemanasan sampai 60°C maka semakin tinggi pula kadar protein dangke, semakin tinggi konsentrasi larutan garam yang digunakan maka akan semakin awet dangke tersebut. Hal yang berbeda oleh Malaka *et al.* (2015) menyatakan bahwa semakin meningkat suhu pemanasan menyebabkan semakin banyak protein yang mengalami denaturasi yang dapat mengubah struktur asli protein susu yang berupa protein globular dan protein plasma, sedangkan dengan adanya peningkatan suhu pemanasan memperlihatkan terjadinya penurunan kadar protein.

G. BAL pada Dangke

Isolasi BAL yang berasal dari Dangke (susu kerbau) yang ditumbuhkan pada media Man Rogosa Sharpe (MRS) diperoleh spesies *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus fermentum* yang memiliki potensi sebagai kandidat probiotik (Nur, 2013). Penggunaan *L. plantarum* (*L. lactis* FNCC 0086) terbukti mampu menekan pertumbuhan *S. aureus* ATCC 25923 dan *E. coli* ATCC 25922 secara *in vitro*, sedangkan dengan penambahannya di dangke menjadikan penambahan masa simpan dangke susu sapi pada suhu ruang sampai 2 hari (Arini, 2016).

Isolasi dan identifikasi BAL menghasilkan 30 isolat yang teridentifikasi sebagai BAL Gram positif, negatif uji katalase, dengan karakteristik bentuk batang, 10 isolat yang diisolasi dari dangke memiliki tingkat toleransi yang tinggi pada pH yang rendah dan garam empedu, serta dengan identifikasi sequencing rRNA 16S menunjukkan bahwa semua Isolat diidentifikasi sebagai *Lactobacillus fermentum* dengan tingkat kemiripan sekitar 99-100% (Syah *et al.*, 2017). Penggunaan supernatan *Lactobacillus plantarum* dapat menghambat *S. aureus* TCC 25923 pada medium VJA dengan MIC 10%, tetapi tidak menunjukkan penghambatan pada *S. aureus* ATCC 25923 pada medium dangke (Arini *et al.*, 2016).

Keragaman BAL pada keju putih lembut Moroccan meliputi *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus garviae*, *Lactococcus raffinolactis*, *Leuconostoc pseudomesenteroides*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc citreum*, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus saccharominimus* dan *Streptococcus* sp. (Oudghiri, *et al.*, 2005).

BAL yang dominan didapatkan di keju lembut di Serbia dan Kroasia yang sudah asam adalah *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Leuconostoc mesenteroides* sedangkan keju yang segar *L. lactis*, *Enterococcus faecalis* dan *Leuconostoc pseudomesenteroides*. Antimikrobia yang dihasilkan 44,3% dari BAL adalah aktivitas proteolitik,

sedangkan banyak dari jamur memiliki aktivitas lipolitik dan proteolitik. (Golic *et al.*, 2013).

Perubahan populasi terjadi pada susu segar dan keju putih lembut Serbia, populasi mikrobial di susu teridentifikasi adalah *Leuconostoc lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* setelah diolah menjadi keju maka populasi mikrobial yang teridentifikasi adalah *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, *Lactobacillus brevis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc lactis* subsp. *diacetylactis*, *Lactobacillus casei* subsp. *alactosus*, *Streptococcus salivarius*. (Mikulec dan Javanovic, 2005). Burhan *et al.*, (2017), mengisolasi *Lactobacillus fermentum* dari dangke Enrekang, Sulawesi Selatan disimpulkan bahwa strain bakteri tersebut dapat menurunkan kolesterol.

H. Waktu peram pada dangke

Faktor mikrobiologis akan sangat menentukan dalam proses *ripening* (pemeraman) maupun dalam hal daya tahan produk (Malaka *et al.*, 2015). Yerlikaya dan Karagozlu (2011), menunjukkan bahwa terdapat pengaruh waktu peram terhadap kualitas fisik dari keju. Bahkan, pH dangke akan relatif basa karena ada pengaruh dari waktu peram (Mukhlisa *et al.*, 2017)

Proses *ripening* pada kemasan vakum menjadikan populasi *L. acidophilus* bertahan pada populasi 10^7 CFU /g, adanya perbedaan kandungan protein, bahan kering, garam dan persentase kandungan asam laktat pada penyimpanan yang berbeda yaitu divakum dan diberi air asin (Kasimoglu, *et al.*, 2004). Waktu peram dalam jangka panjang

menjadikan tingginya diversifikasi jenis strain BAL di keju yang diproduksi dari susu (Pogacic *et al.* 2013).

I. Masa Simpan Produk Dangke pada Suhu Kamar

Dangke dalam pembuatan secara tradisional ditambahkan dengan garam, jenis garam yang biasa ditambahkan adalah NaCl yang merupakan salah satu bahan pengawet karena dapat mengendalikan pertumbuhan jamur pada makanan, semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet maka umur simpan mentah akan semakin lama, hal ini disebabkan karena garam NaCl dapat menarik ion air dari bahan pangan sehingga mikroorganisme tidak dapat berkembang biak pada bahan pangan tersebut, tetapi perlu diperhatikan juga bahwa pengawet mempunyai batasan penggunaan, jika ditambahkan dalam bahan makanan dengan konsentrasi diatas 5% akan menyebabkan rasa asin yang berlebih sehingga dapat mempengaruhi cita rasa, sehingga dalam penelitian konsentrasi NaCl 1, 2, 3, 4, 5% memiliki umur simpan masing masing adalah 2, 2, 3, 3, dan 4 hari (Yuniwati *et al.*, 2008).

Penggunaan bakteri asam laktat juga dapat mempengaruhi masa simpan dangke. Arini *et al.* (2016) menunjukkan bahwa dangke tanpa penambahan supernatan hanya bertahan di suhu kamar pada umur 1 hari (24 jam), sedangkan dengan penambahan supernatant *L. plantarum* (*L. lactis* FNCC 0086) menjadikan umur simpan sampai 2 hari (48 jam) dengan parameter uji sensoris. Hal yang berbeda dilakukan oleh Al Baari *et al.* (2018) menyatakan bahwa masa simpan dangke di suhu kamar

berkisar ± 2 hari, dengan inisiasi masalah adalah kehadiran bakteri yang tidak diharapkan, sehingga dengan penambahan enzim laktoperoksida dan lizosim dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diharapkan dan memperpanjang masa simpan dangke 8 jam lebih lama dibandingkan dangke tanpa penambahan dua enzim tersebut.