

SKRIPSI

**JUMLAH DAN MORFOLOGI BAKTERI *Halofilik* PADA TELUR ASIN
KOMERSIAL DI MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

**ASMAWATI NUR SALAM
I111 16 059**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

JUMLAH DAN MORFOLOGI BAKTERI *Haloflik* PADA TELUR ASIN
KOMERSIAL DI MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

ASMAWATI NUR SALAM
I111 16 059

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 10 Juni 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

drh. Farida Nur Yuliati, M.Si
NIP. 19640719 198903 2 001

Dr. Ir. Nahariah, S.Pt., MP., IPM
NIP. 19740815 200812 2 002

Ketua Program Studi,



Dr. Ir. Muh. Ridwan, S.Pt., M.Si., IPU
NIP. 19760616 200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asmawati Nur Salam
NIM : 1111 16 059
Program Studi : Peternakan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul Jumlah dan Morfologi Bakteri *Halofilik* pada Telur Asin Komersial di Makassar adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, 10 Juni 2021

Yang Menyatakan
Tanda tangan



Asmawati Nur Salam

ABSTRAK

Asmawati Nur Salam (I111 16 059). Jumlah dan Morfologi Bakteri *Halofilik* pada Telur Asin Komersial di Makassar. Pembimbing Utama: **Farida Nur Yuliati** dan Pembimbing Anggota: **Nahariah**

Telur asin merupakan salah satu sumber protein hewani yang memiliki gizi yang tinggi. Telur asin berpotensi terkontaminasi bakteri *halofilik*. Bakteri *halofilik* adalah bakteri tahan garam yang menghasilkan enzim amilase dan protease yang mampu mendegradasi makanan yang diasinkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total bakteri, jumlah dan morfologi bakteri *halofilik* pada telur asin komersial. Penelitian ini dilakukan dengan metode survey, dan sampel telur asin yang diperoleh dari tiga pasar tradisional di Makassar. Sampel telur asin diperiksa dengan metode cawan tuang (*pour plate*) untuk menghitung total bakteri (*Total Plate Count/TPC*) dan bakteri *halofilik*. Penambahan garam pada media dengan konsentrasi 0%, 3% dan 6%. Morfologi bakteri diuji secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total bakteri pada 3 pasar tradisional Makassar berkisar antara log 5,4-6,4 CFU/g. Sampel telur asin komersial dari 3 pasar tradisional di Makassar mengandung bakteri *halofilik* ringan dan sedang antara log 5,30-6,30 CFU/g. Ada 11 koloni bakteri ditemukan pada pengamatan morfologi, dengan karakteristik yang bervariasi.

Kata Kunci : Telur asin, Total Bakteri, *Halofilik*, Morfologi, Garam

ABSTRACT

Asmawati Nur Salam (I111 16 059). Number and Morphology of *Halophilic* Bacteria in Commercial Salted Eggs in Makassar. Supervised by **Farida Nur Yuliati** and **Nahariah**.

Salted eggs are a high nutritional source of animal protein. Salted eggs have the potential to be contaminated with *halophilic* bacteria. *Halophilic* bacteria are salt resistant bacteria that produce amylase and protease enzymes that can degrade salted foods. This study aims to determine the total bacteria, the number and morphology of *halophilic* bacteria in commercial salted eggs. This research was conducted using a survey method, and samples of salted eggs obtained from three traditional markets in Makassar. The salted egg samples were examined using the pour plate method to count the total bacteria (total plate count/TPC) and halophilic bacteria. The addition of salt to the media with a concentration (%) of 0, 3 dan 6 respectively. Bacterial morphology was examined microscopically and macroscopically. The results showed that the total bacteria in the Makassar traditional markets ranged from log 5,4-6,4 CFU/g. All commercial salted eggs contain mild and moderate *halophilic* bacteria between log 5.30-6.30 CFU/g. There were 11 bacterial colonies on morphological observations, with varying characteristic.

Keywords: Salted Egg, Total bacteria, *Halophilic*, Morphology, Salt

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada ALLAH Subhanahu wa Ta'ala, karena dengan segala berkah, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian hingga penyusunan tugas akhir yang berjudul “**Jumlah dan Morfologi Bakteri *Halofilik* pada Telur Asin Komersial di Makassar**” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Shalawat dan salam dihaturkan pada Nabiyullah Muhammad Shallallahu'Alaihi Wa Sallam sebagai Qudwah terbaik bagi umat manusia.

Selama pengerjaan skripsi ini, banyak pihak yang membantu dan mendukung penulis, berupa moril maupun materil, baik secara langsung maupun tidak langsung hingga penyusunan skripsi dapat dilakukan dengan baik dan lancar. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu **drh. Hj. Farida Nur Yulianti, M.Si.** selaku pembimbing utama dan ibu **Dr. Nahariah, S.Pt., MP.** sebagai pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dalam membimbing dan mengarahkan baik pada pelaksanaan penelitian hingga selesainya skripsi ini.
2. Orang tua, ayahanda **Nur Salam** dan Ibunda **Rahmatia** serta adik **Suwandi Nur Salam** segenap cinta dan hormat atas kasih sayang dan doanya. Dukungan baik spiritual maupun materil, keikhlasan dalam merawat dan mendidik sampai saat ini.

3. Ibu **Prof. Dr. drh. Hj. Ratmawati Malaka, M.Sc** dan Ibu **Dr. Wahniyathi Hatta, S.Pt M.Si.**, sebagai pembahas yang telah memberikan masukan dalam proses perbaikan tugas akhir ini.
4. Bapak **Dekan Prof. Dr. Ir. H. Lellah Rahim M.Sc.**, bapak **Prof. Dr. Ir. Muhammad Yusuf, S.Pt., IPU**. Wakil Dekan Bidang Akademik, Riset dan Inovasi, Ibu **Dr. Ir. Sitti Nurani Sirajuddin, S.Pt., M.Si.** Wakil Dekan Bidang Perencanaan, Keuangan dan Sumber Daya, dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Jasmal A. Syamsu, M.Si., IPU**. Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni serta Bapak **Dr. Ir. Muh. Ridwan, S.Pt., M.Si.** selaku Ketua Program Studi Peternakan.
5. Ibu **Dr. Ir. Sitti Nurani Sirajuddin, S.Pt., M.Si.** sebagai Penasehat Akademik.
6. Bapak **Prof. Dr. Ir. Muhammad Irfan Said, S.Pt., MP., IPM** selaku panitia ujian meja, Ibu **Endah Murpi Ningrum, S.Pt., MP** selaku Panitia Seminar Hasil Penelitian, Ibu **Dr. Fatma Maruddin, S.Pt, MP** dan **drh. Farida Nur Yulianti, M.Si** selaku panitia Usulan Penelitian, Ibu **Prof. Dr. Drh. Ratmawati Malaka, M.Sc** selaku panitia Usulan Topik, dan Bapak **Dr. Ir. Hikmah M. Ali, S.Pt, M.Si., IPU** dan Ibu **Dr. Wahniyathi Hatta, S.Pt, M.Si** selaku Panitia Seminar Jurusan atas bantuan dan dukungan selama ini.
7. Tante **Fatmawati, S.Pd.i, Hasnawati, S.Pd.i, Rosniati S.Pd.i, Rosmini** dan om **Syaiful Asa** atas dukungan berupa moril dan materialnya. Sepupu **Nur Wahyuni** atas Motivasinya.

8. Tim penelitian **St. Magfira R. Yahya** terima kasih atas waktu, pikiran, tenaga dan kerjasamanya selama penelitian.
9. Sahabatku ‘**Insyallah Till Jannah**’ **St Nurjannah S.Pt, Juwilda S.Pt, dan Anisa S.Pt.** atas kebersamaan dan dukungannya.
10. Teman seperjuangan SNMPTN “**STAH**” **Sindi, Taya dan Hendriana** atas kebersamaannya.
11. “**Pondok Aksar Squad**” **Anti, Ayu, Ulfah, dan Mila** atas kehangatannya.
12. Keluarga besar “**Laboratorium Mikrobiologi dan Kesehatan Ternak**”, atas kebersamaan dan kerjasamanya sehingga menjadi salah satu pengalaman terbaik.
13. Keluarga besar **Lembaga Dakwah An-Nahl FAPET UH**, yang memberikan kehangatan cinta dan kasih dalam bingkai ukhuwah.
14. Keluarga besar “**BOSS 16**” atas kebersamaannya selama ini
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu per satu, terima kasih atas bantuannya.

Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Namun penulis telah berusaha untuk mempersembahkan yang terbaik dengan rangkaian penelitian yang didedikasikan untuk pengembangan ilmu mikrobiologi khususnya kelompok bakteri *Halofilik* di bidang peternakan. Akhir kata, semoga Allah SWT melimpahkan Rahmat, dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, 10 Juni 2021

Asmawati Nur Salam

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PENDAHULUAN	1
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
Tinjauan Umum Telur	3
Telur Asin.....	6
Tinjauan Umum Bakteri <i>Halofilik</i>	8
Morfologi Bakteri.....	13
METODE PENELITIAN.....	17
Waktu Dan Tempat	17
Materi Penelitian	17
Metode Penelitian.....	17
A. Prosedur Penelitian.....	17
B. Analisis Data.....	21
C. Alur Penelitian.....	22
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
Total Bakteri (<i>Total Plate Count</i>)	24
Bakteri <i>Halofilik</i>	27
Pengamatan Morfologi	30
KESIMPULAN DAN SARAN	35
Kesimpulan	35
saran	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	40
RIWAYAT HIDUP	42

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Kandungan Gizi Telur Segar dan Telur Asin	4
2. Batas Maksimum Cemaran Mikroba pada Telur Segar	5
3. Mutu Telur Asin (BSN-01-4277-1996)	7
4. Karakteristik Morfologi Bakteri <i>Halofilik</i> pada Telur Asin Komersial	30
5. Koloni Bakteri <i>Halofilik</i> pada Telur Asin Komersial	33

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Telur Asin	6
2. Proses Osmosis pada Penambahan Garam.....	8
3. Bakteri (a) Gram Positif dan (b) Gram Negatif	14
4. Skema Pewarnaan Gram	15
5. Bentuk Sel Bakteri (a) Batang (b) Kokus (c) Spiral	16
6. Bentuk-Bentuk Koloni Bakteri	16
7. Diagram Alir Penelitian	22
8. Total Bakteri dan Bakteri <i>Halofilik</i> pada Telur Asin Komersial	24
9. Koloni Bakteri <i>Halofilik</i> yang Tumbuh pada Media NA.....	31
10. Pewarnaan Gram Bakteri <i>Halofilik</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Halaman
1. Dokumentasi Penelitian	40

PENDAHULUAN

Telur asin merupakan sumber protein hewani yang bergizi tinggi dan sangat diminati oleh kalangan masyarakat luas. Selain memiliki cita rasa khas, juga memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh manusia. Penggunaan garam pada proses pengawetan telur asin tidak mampu menghambat semua bakteri, karena masih ada bakteri *halofilik* yang mampu tumbuh dalam kadar garam yang cukup tinggi.

Pengawetan telur melalui proses pengasinan, dapat mengganggu kesehatan tubuh. Hal tersebut terjadi karena adanya bakteri tahan garam (*halofilik*) seperti *Staphylococcus aureus* yang mengkontaminasi telur dengan kadar garam yang cukup tinggi. Kontaminasi berasal dari proses pemasaran, dengan adanya kontak langsung antara penjual dan pembeli, faktor udara, tanah, dan lingkungan. Faktor tersebut akan memicu pertumbuhan bakteri *halofilik*.

Bakteri *halofilik* adalah bakteri tahan garam yang menghasilkan enzim amilase dan protease yang mampu mendegradasi makanan yang diasinkan. Bakteri *halofilik* memiliki kemampuan untuk bertahan pada kadar garam tinggi, dengan mengakumulasi suatu senyawa yang disebut *compatible solute*. Telur asin yang terkontaminasi oleh bakteri *halofilik* akan menurunkan kualitas telur asin dan berdampak pada gangguan kesehatan konsumennya. Jika jumlah bakteri tinggi telur asin akan beresiko atau berpotensi tidak aman untuk dikonsumsi.

Sampel yang digunakan berasal dari 3 pasar tradisional di Makassar, selain pemasaran berskala besar juga memiliki lokasi yang strategis untuk ditempuh baik konsumen maupun peneliti. Ketersediaan telur asin pada ke3 pasar cukup banyak, sehingga berpotensi menjadi lokasi penelitian, mengingat telur asin dipasaran

khususnya pasar tradisional Makassar sangat terbatas. Penelitian bakteri *halofilik* pada produk peternakan masih sangat terbatas, sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap telur asin komersial.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan bakteri *halofilik* yang terdapat pada telur asin komersial. Mengetahui jumlah total bakteri (*Total Plate Count/TPC*), jumlah bakteri *halofilik* dan mengetahui morfologi bakteri *halofilik*.

Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi kepada mahasiswa maupun masyarakat tentang keberadaan bakteri tahan garam (*halofilik*) pada telur asin komersial.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum Telur

Telur dapat dibedakan sebagai telur komersial dan telur bibit. Telur komersial yaitu telur yang dihasilkan dari peternakan unggas petelur komersial dengan tujuan untuk konsumsi manusia, dan telur ini tidak mengandung embrio (infertil). Telur bibit yang dikenal dengan telur tetas adalah telur yang dihasilkan dari peternakan pembibitan unggas dan telur berasal dari induk yang dikawinkan oleh pejantan dengan tujuan telurnya untuk ditetaskan (Kurtini et al., 2011).

Telur merupakan salah satu bahan makanan yang paling diminati oleh kalangan masyarakat luas, karena tidak memerlukan pengolahan yang sulit. Kegunaan yang paling umum untuk lauk pauk. Tetapi terkadang telur digunakan sebagai campuran atau ramuan obat-obatan tradisional yang berkaitan erat dengan kesehatan. Dari segi pengolahan bahan makanan, telur merupakan bahan makanan yang banyak mengandung peranan di dalam membantu mencukupi kebutuhan gizi, terutama protein. Telur kaya akan protein yang sangat mudah dicerna. Oleh karena itu, telur amat baik dikonsumsi oleh anak balita. Kebutuhan sekitar 15 gram protein untuk anak balita bisa tercukupi dengan mengkonsumsi 2 butir telur sehari.

Telur memiliki rasa lezat, mudah dicerna dan bergizi tinggi. Telur terdiri dari protein 13%, lemak 12%, serta mineral dan vitamin. Nilai tertinggi telur terdapat pada bagian kuningnya. Kuning telur mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan serta mineral seperti besi, fosfor, sedikit kalsium dan vitamin B kompleks. Adapun putih telur yang jumlahnya sekitar 60% dari seluruh bulatan

telur mengandung 5 jenis protein dan sedikit karbohidrat (Ginting, 2007).
Kandungan telur itik segar dan telur itik asin disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi Telur Segar dan Telur Asin

Komposisi	Telur itik segar	Telur itik asin
Kalori (kal)	189	195
Protein (g)	13,1	13,6
Lemak (g)	14,3	13,6
Karbohidrat (g)	0,8	1, 4
Kalsium (mg)	56	120
Fosfor (mg)	175	157
Besi (mg)	2,8	1,8
Vitamin A (IU)	1230	841
Vitamin B (mg)	0,18	0,28
Air (g)	70,8	66, 5

Sumber : Leitasari (2012)

Kelemahan telur yaitu memiliki sifat mudah rusak, akibat serangan mikroorganisme melalui pori-pori telur. Oleh sebab itu usaha pengawetan sangat penting untuk mempertahankan kualitas telur. Agar kualitasnya tidak menurun hingga busuk, sebaiknya telur diasinkan. Makin lama telur dibungkus dengan adonan garam, maka makin banyak garam yang merembes masuk ke dalamnya, sehingga semakin awet dan asin (Wati, 2012).

Kerusakan pada telur diperkecil supaya telur tersebut dapat disimpan dalam waktu yang cukup lama. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan cara pengawetan. Pengawetan bertujuan untuk mempertahankan mutu telur, bukan memperbaiki mutu. Prinsip pengawetan adalah mencegah penguapan kandungan air (H₂O) dan karbondioksida (CO₂) yang telah ada dalam telur, serta memperlambat perkembangan mikroba. Ada beberapa cara pengawetan telur antara lain dengan cara pengasinan atau penggaraman, dibuat tepung dan dibuat pindang. Cara yang paling banyak dilakukan adalah dengan cara pengasinan menggunakan garam yang dicampur dengan batu bata merah halus. Selain itu juga dapat dilakukan dengan menggunakan abu maupun perendaman dalam larutan

garam. Selain memberi rasa asin, garam juga berfungsi sebagai pengawet. Garam yang meresap ke dalam telur akan berfungsi sebagai antiseptik dan pengendali mikroorganisme penyebab pembusukan. Garam akan mengurangi kelarutan oksigen hingga bakteri yang membutuhkan oksigen untuk hidupnya terhambat serta garam dapat menyerap air. Adanya air di dalam bahan makanan dapat menyebabkan bahan makanan tersebut cepat rusak oleh beragam mikroorganisme yang memanfaatkannya sebagai tempat perkembangbiakan. Garam juga dapat menghambat bekerjanya enzim proteolitik, yaitu enzim yang menguraikan protein. Dengan demikian, protein di dalam telur akan terpelihara kualitasnya (Yuliyanto,2011).

Makin lama penyimpanan telur maka semakin menurunkan kualitas telur yang diakibatkan keluarnya gas karbondioksida (CO₂) pada telur. Salah satu langkah yang dilakukan untuk meningkatkan umur simpan telur adalah dengan cara pengawetan. Dengan metode ini, telur dapat disimpan lebih lama, meningkatkan selera konsumen, mencegah keluarnya gas karbondioksida (CO₂) pada telur dan mencegah masuknya mikroba pada telur melalui pori-pori (Leitasari, 2012). Batas maksimum cemaran mikroba pada telur segar dan produk pangan penutup berbahan dasar telur disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Batas Maksimum Cemaran Mikroba pada Telur Segar

No	Kategori Pangan	Jenis Cemaran Mikroba	Batas Maksimum
1	Telur Segar	ALT (30°C, 72 jam)	1x10 ⁵ koloni/g
		Koliform	1x10 ² koloni/g
		<i>Escherichia coli</i>	1x10 ¹ koloni/g
		<i>Salmonella sp.</i>	Negatif/25 g
2	Pangan penutup berbahan dasar telur (misalnya custard)	ALT (30°C, 72 jam)	1x10 ⁴ koloni/g
		APM Koliform	<3/g
		<i>Salmonella sp.</i>	negatif/25 g
		<i>Staphylococcus aureus</i>	negatif/g

Sumber: Badan Standarisasi Nasional tahun 2009

Telur Asin

Telur asin merupakan telur yang diawetkan dengan cara diasinkan. Telur yang telah diasinkan tersebut, dapat disimpan dalam keadaan mentah ataupun matang. Umumnya, telur asin mentah dijual dengan sedikit adonan yang masih menempel pada kulit luar telur. Hal ini dimaksudkan untuk membedakannya dengan telur tawar mentah (Wirakusumah, 2005). Masa simpan telur asin yang sudah direbus, kurang lebih hanya 1-2 minggu (Sukma et al., 2012).

Telur asin merupakan makanan yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia. Hal ini dikarenakan telur asin dapat tahan lama dibanding telur lainnya, selain itu telur asin banyak disukai karena rasanya yang asin. Daya simpan telur asin sebelum direbus adalah 8 minggu. Kerusakan pada telur asin disebabkan terjadinya penguapan air dan masuknya mikroorganisme melalui pori-pori cangkang telur. Sedangkan kerusakan mikrobiologis telur disebabkan oleh bakteri pembusuk, antara lain *Pseudomonas* sp. *Micrococcus*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* (Fakhrudin, 2011).

Pembuatan telur asin dapat menggunakan telur itik maupun telur ayam, tetapi yang sering digunakan adalah telur itik karena kulit cangkangnya lebih tebal dan rasanya lebih enak. Sehingga kebanyakan telur asin komersial yang dijual dipasaran, adalah telur asin dari telur itik.



Gambar 1. Telur Asin
Sumber : Bukubiruku, 2020

Membuat telur asin dibutuhkan larutan garam pekat dengan konsentrasi minimal 2% sesuai dengan SNI 01-4277-1996 tentang mutu telur asin yang menyatakan bahwa kadar garam telur asin minimal 2%. Semakin tinggi kadar garam dalam telur asin akan semakin meningkatkan daya simpan produk. Namun, di sisi lain akan mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen. Pembuatan telur asin bisa menggunakan campuran serbuk bata merah ataupun abu gosok, garam dapur, dan air dengan perbandingan 4:2:2. Mutu telur asin sesuai SNI-01-4277-1996 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Mutu Telur Asin (BSN-01-4277-1996)

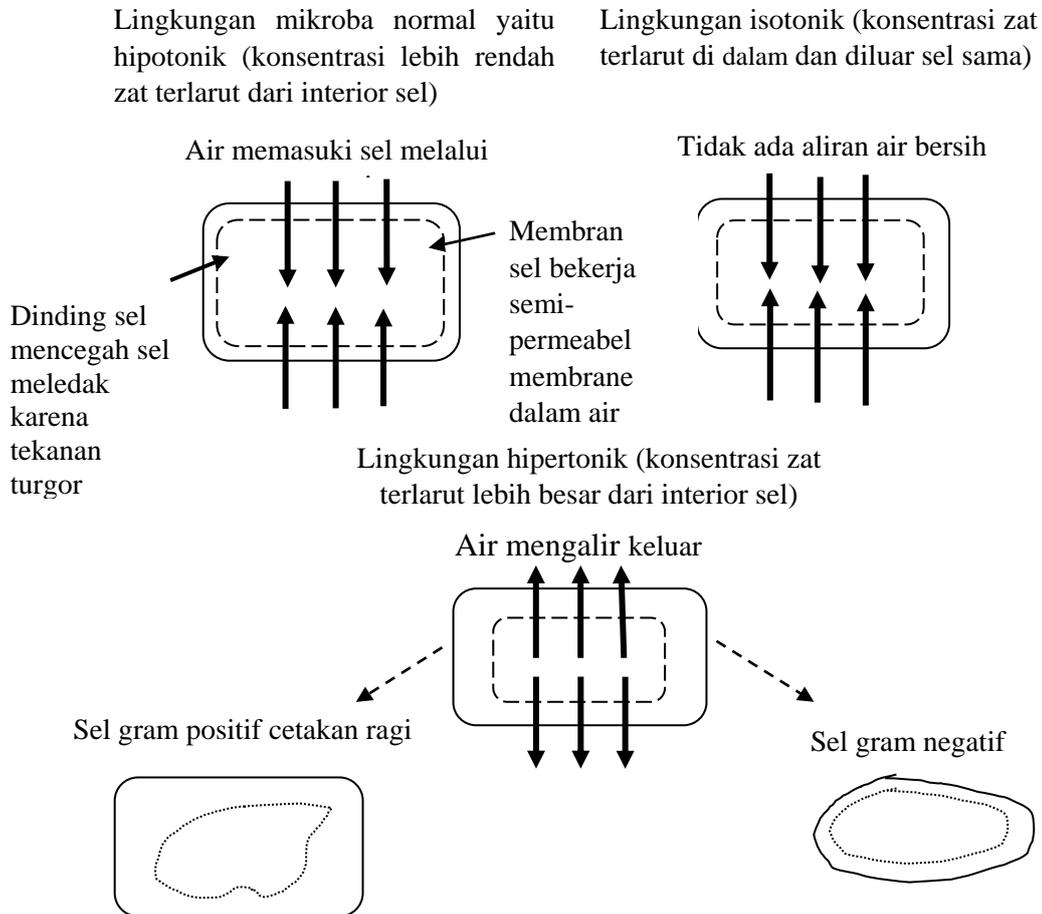
No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan	-	Normal
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Warna	-	Normal
1.3	Kenampakan		
2	Garam	b/b %	Min. 2,0
3	Cemaran mikroba		
	<i>Salmonella</i>	Koloni 25/g	Negatif
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni	< 10

Sumber: Badan Standarisasi Nasional tahun 1996

Telur asin adalah suatu hasil olahan telur dengan prinsip penggaraman. Fungsi penggaraman yaitu menarik air sampai kadar air tertentu sehingga bakteri tidak dapat berkembang lagi. Garam digunakan harus bersih dan ukuran kristal garamnya harus bermutu baik karena akan mempengaruhi telur asin yang dihasilkan. Dalam pembuatan telur asin biasa digunakan abu gosok, bubuk bata merah yang dicampur dengan garam sebagai medium pengasinan (Dwiari, 2008).

Telur asin merupakan pengawetan telur dengan cara *immersion liquid* yaitu pengawetan telur dengan cara perendaman telur dengan cairan yang dapat menutup pori-pori kulit telur sekaligus juga bersifat antiseptik, cairan yang digunakan ini antara lain larutan air garam, larutan air kapur, dan ekstrak daun

jambu biji (Suprapti, 2002). Proses osmosis pada pangan dengan penambahan garam disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Proses Osmosis pada Penambahan Garam
Sumber: Garbutt, 1997

Tinjauan Umum Bakteri *Halofilik*

Bakteri *halofilik* merupakan salah satu kelompok mikroorganisme yang dapat hidup di lingkungan berkadar garam tinggi. Lingkungan berkadar garam tinggi antara lain danau air asin, kolam penguapan di ladang pemanenan garam dari air laut, tanah atau gurun berkadar garam tinggi, bahkan makanan yang diawetkan dengan penggaraman, contohnya ikan asin, keju, ikan sarden, dan ikan cod. Kadar garam di lingkungan bakteri *halofilik* tersebut berkisar antara 2%

hingga 30% sedangkan pertumbuhan optimalnya di kadar garam 3% hingga 15% (Ventosa dan Nieto, 1995).

Bakteri *halofilik* (*halo*: garam, *philis*: suka) ini hidup pada lingkungan dengan kadar garam tinggi dan sebagian memerlukan kadar garam 10 kali lebih tinggi dari pada air laut untuk dapat hidup. Bakteri *halofilik* dapat berfotosintesis dan memiliki zat warna yang disebut *bacteriorodhopsin* (Ferdinand dan Moekti, 2007). Bakteri *halofilik* ditemukan pada tiga domain kehidupan: bakteri, archaea dan eukariot. Bakteri *halofilik* merupakan kelompok mikroorganisme yang dapat hidup di lingkungan berkadar garam tinggi hingga 30% (Andriyani, 2005).

Pengelompokan bakteri *halofilik* dibagi menjadi tiga golongan yaitu bakteri *halofilik* ringan, sedang dan ekstrim. Bakteri *halofilik* ringan tumbuh pada konsentrasi garam 2-5%, sedangkan bakteri *halofilik* sedang tumbuh pada konsentrasi 5-20%, dan bakteri *halofilik* ekstrem tumbuh pada konsentrasi 20-30%. Bakteri yang bersifat *halofilik* diantaranya adalah *Halobacterium*, *Sarcina*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio*, *Pediococcus*, dan *Alcaligenes* (Fifendy et al., 2017).

Salah satu contoh bakteri *halofilik* yang termasuk dalam bakteri patogen yaitu bakteri *Staphylococcus aureus* yang tahan larutan garam hingga 20%. Bakteri ini memproduksi racun yang sulit dihancurkan dengan panas, sehingga walaupun pemanasan yang dilakukan dapat mematikan bakteri tetapi racun tetap bersifat membahayakan dan menyebabkan keracunan. Gejala yang ditimbulkan apabila keracunan bakteri *Staphylococcus aureus* adalah muntah, nyeri perut, dan diare (Febriyanti et al., 2015).

Bakteri *halofilik* dapat tumbuh dalam larutan garam yang hampir jenuh, tetapi mikroorganisme ini membutuhkan waktu penyimpanan yang lama untuk tumbuh. Bakteri *halofilik* ini merupakan indikator pencemar yang menandakan akan terjadinya pembusukan pada makanan yang diasinkan. Proses pembusukan ini disebabkan oleh berbagai perubahan enzimatik, terutama amilolitik dan proteolitik, yang mengakibatkan degradasi pada bahan makanan yang diasinkan (Buckle, 1987).

Penelitian Suprayitno tahun 2017 mengenai ikan, pada kadar garam cukup tinggi tetapi kondisi sanitasi kurang baik, atau bahan baku yang digunakan bermutu rendah kemungkinan tumbuh mikroorganisme pembusuk yang bersifat *halofilik* misalnya bakteri *halofilik* yang membentuk pigmen merah muda (*pink spoilage*) dan kapang *halofilik* cukup tinggi. Bakteri *halofilik* yang menyebabkan kebusukan tersebut bersifat proteolitik aktif, mempunyai suhu optimal pertumbuhan 35-40 °C dengan kisaran pertumbuhan 5 sampai 50 °C, dan dapat tumbuh pada kisaran pH 6,0 sampai 10,0. Bakteri ini bersifat *halofilik* obligat yaitu memerlukan konsentrasi garam yang tinggi untuk pertumbuhan dan dapat tumbuh dengan baik pada larutan garam jenuh, dan memproduksi hidrogen sulfida dan indol sebagai hasil pemecahan protein.

Mikroorganisme membutuhkan 80%-90% air untuk pertumbuhannya. Tekanan osmotik yang tinggi akan menimbulkan efek pergerakan air dari dalam sel ke luar. Ketika sel mikroorganisme berada dalam larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut yang lebih tinggi dari pada di dalam selnya (hipertonis), maka air dalam sel akan keluar dari membran plasma ke larutan hipertonis tersebut (Tortora, 1995). Kondisi ini sesuai dengan sifat air yang akan mengalir

dari daerah dengan konsentrasi zat terlarut rendah ke daerah dengan konsentrasi zat terlarut tinggi sehingga akan mengakibatkan plasmolisis sel (Zilda, 208).

Plasmolisis sel akan menyebabkan kematian sel. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu mekanisme adaptasi khusus untuk dapat hidup dan tumbuh di lingkungan dengan tekanan osmotik yang tinggi (Black, 1999). Bakteri *halofilik* melindungi aktivitas metabolismenya pada habitat dengan salinitas tinggi 2%-30% dan mencegah hilangnya air dari dalam sel maka membutuhkan mekanisme adaptasi khusus. Pada bakteri *halofilik*, mekanisme adaptasi tersebut adalah dengan mengakumulasi suatu senyawa yang disebut *compatible solute*, yang dapat mencegah lisisnya sel karena rendahnya ketersediaan air bebas untuk pertumbuhannya (Canovas et al, 1998).

Compatible solute adalah suatu senyawa dengan berat molekul rendah yang berfungsi untuk melindungi protein di dalam sel dari lingkungan dengan kadar garam tinggi, pengatur keseimbangan osmotik sel dan metabolisme selulernya (Kushner, 1985). *Compatible solute* sebagai molekul organik terlarut, sifatnya netral, berat molekulnya kecil dan tidak bercampur dengan hasil metabolisme sel (Roebler dan Muller, 2002). Senyawa ini secara alami disintesis oleh sel di dalam sitoplasma atau diambil dari medium ketika senyawa tersebut tersedia. Menurut Galinski (1993), senyawa *compatible solute* yang dihasilkan oleh bakteri *halofilik* antara lain adalah poliol (gliserol, sorbitol dan arabitol), gula dan derivat gula (sukrosa, trehalosa, glukosilgliserol), asam amino (glisin, alanin dan prolin), serta glisin-betain dan ektoin.

Menurut Ventosa dkk., (1998) *compatible solute*, berdasarkan berat molekulnya, terdiri dari beberapa kelompok yaitu asam amino (misalnya alanin

yang disintesis oleh *Halomonas elongata*, glisin yang disintesis oleh *Halobacillus halophilus*, prolin yang disintesis oleh *Salinicoccus roseus* dan *Salinicoccus hispanicus*), *glycine betain* (Barth, 2000) yang disintesis oleh *Halobacillus halophilus* (Roebler dan Muller, 2002) dan *Halomonas elongata* (Kanovas dkk., 2002), *ectoin* dan *hydroxyectoin* disintesis oleh *Halomonas elongata* (Grammann et al., 2002). Kelompok *compatible solute* lain yaitu sakarida (trehalosa dan sukrosa), *polyols* (misalnya gliserol yang disintesis oleh alga *halofilik*, *Dunaliella*) (Ventosa dan Nieto, 1995), *cholin* dan *cholin-O-sulfate* yang disintesis oleh *Halomonas elongata* (Canovas dkk., 1998).

Bakteri *halofilik* bersifat merugikan dan menguntungkan. Merugikan karena dapat merusak makanan yang diawetkan dengan penggaraman, misalnya ikan asin, keju atau medium untuk menumbuhkan mikroorganisme (kultur media). Bakteri *halofilik* juga menyebabkan penurunan kualitas pada bisnis kulit. Di sisi lain bakteri halofilik juga menguntungkan untuk pengembangan potensi enzim dan *compatible solute*. Enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh bakteri *halofilik* merupakan produk yang bernilai komersial, terlebih lagi enzim tersebut mampu beraktivitas optimal pada kondisi kadar garam tinggi. Enzim-enzim tersebut merupakan enzim hidrolase, yaitu amilase, nuclease, fosfatase, dan protease. Enzim-enzim tersebut berperan sebagai biokatalis dalam proses industri yang berlangsung pada kondisi ekstrem, kondisi yang melibatkan salinitas tinggi, misalnya industri pembuatan detergen, industri oli, industri kosmetik, dan industri obat-obatan (Meral dan Cen, 2003).

Senyawa *compatible solute*, yang dihasilkan oleh *halofilik* antara lain adalah poliol, gula, asam amino, serta glisin-betain dan ektoin. Senyawa

compatible solute digunakan untuk mengatasi stress osmotik seperti kadar garam tinggi, denaturasi oleh suhu tinggi, kekeringan, dan pembekuan. Selain itu senyawa ini juga digunakan sebagai penstabil enzim, asam nukleat, membran dan seluruh sel (Meral dan Cen, 2003).

Berdasarkan tingkat aktivitas air dan kemungkinan organisme pembusuk menyebabkan masalah. Makanan yang diawetkan dengan pengeringan intens atau penambahan garam dengan konsentrasi garam yang cukup tinggi, seperti keju matang, buah-buahan kering, ikan asin, dan lain-lain sebagainya. Makanan ini umumnya rusak oleh ragi, jamur perophilic, jamur osmofilat dan bakteri *halofilik* (Garbutt, 1997).

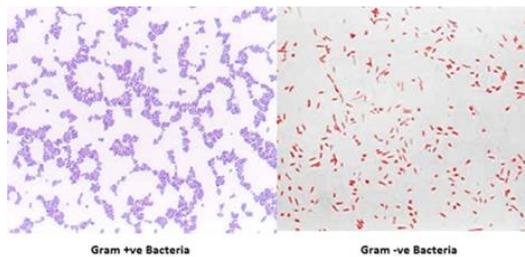
Morfologi Bakteri

Mikroorganisme yang ada di alam ini mempunyai morfologi, struktur dan sifat-sifat yang khas begitu pula dengan bakteri. Sifat morfologi pada bakteri mencakup sifat-sifat koloni, seperti ukuran, bentuk, warna, elevasi dan tepian. Salah satu cara untuk mengamati morfologi bakteri agar mudah diidentifikasi adalah dengan cara metode pengenceran atau pewarnaan.

Sebagian besar mikroorganisme tidak berwarna, maka untuk dapat melakukan pengamatan di bawah mikroskop, diperlukan pewarnaan mikroorganisme dengan pewarna tertentu. Ada tiga macam pewarnaan, yaitu pewarnaan sederhana (*simple stain*), pewarnaan diferensial (*differential stain*), dan pewarnaan khusus (*special stain*). Penelitian mengenai jumlah dan morfologi bakteri *halofilik* pada telur asin komersial di Makassar ini, hanya menggunakan satu pewarnaan yaitu pewarnaan diferensial (*differential stain*). Pewarnaan

diferensial menggunakan lebih dari satu pewarna dan memiliki reaksi yang berbeda untuk setiap bakteri, sehingga digunakan dalam pewarnaan Gram.

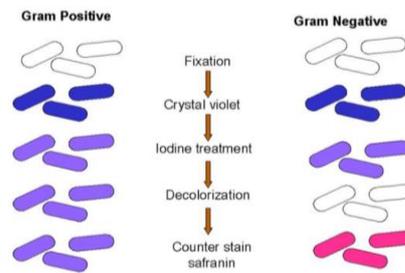
Pewarnaan Gram ditemukan oleh Christian Gram tahun 1884 seorang ahli bakteri asal Denmark. Pewarnaan Gram bertujuan untuk mengamati morfologi sel bakteri dan mengetahui kemurnian sel bakteri. Pewarnaan ini mampu membedakan dua kelompok besar bakteri yaitu Gram positif dan Gram negatif. Bakteri Gram positif adalah bakteri yang memberikan respon berwarna biru keunguan, sedangkan Gram negatif memberikan respon warna merah jika dilakukan uji pewarnaan Gram (Tortora dan Derrickson, 2006). Bakteri Gram positif dan Gram negatif dapat dilihat pada (Gambar 3).



Gambar 3. Bakteri (a) Gram Positif dan (b) Gram negatif
Sumber: Elsa, 2016

Sebelum mikroorganisme dapat diwarnai, mikroorganisme tersebut harus terlebih dahulu difiksasi di atas lampu spiritus agar terikat (menempel) pada kaca obyek. Preparat ditetesi pertama dengan selama 1-2 menit. Membuang larutan pewarna dengan aquades dan tetesi yodium/lugol selama 1-2 menit. Membuang larutan pewarna yodium dengan aquades, dan lunturkan menggunakan alkohol 95 % sampai bersih (jangan terlalu lama). Memberikan pewarna kedua dengan larutan safranin selama 1-2 menit. Membuang larutan safranin dengan aquades kemudian preparat dikeringkan dan diamati morfologi sel serta warnanya di

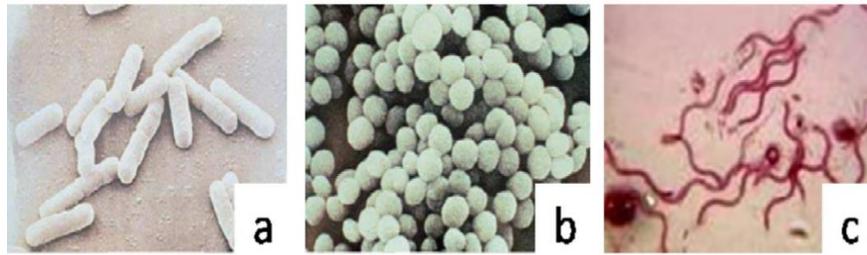
bawah mikroskop (Malaka et al, 2019). Skema pewarnaan Gram dapat dilihat pada (Gambar 4).



Gambar 4. Skema pewarnaan Gram
Sumber: Ryan dan Ray, 2004

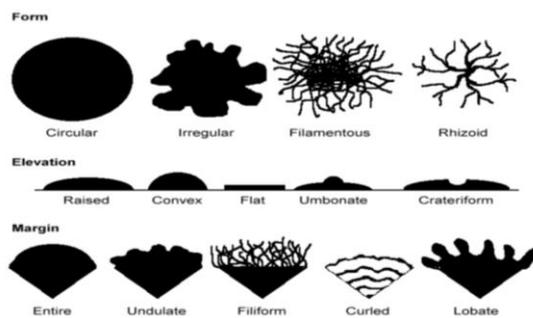
Crystal violet merupakan pewarna *triarylmethane*. Pewarna ini digunakan sebagai histologis noda dalam metode gram klasifikasi bakteri. *Crystal violet* memiliki sifat-sifat anti bakteri, jamur dan obat cacing. *Crystal violet* dipakai sebagai zat warna primer dikarenakan mampu melekatkan bakteri pada kaca dan mencegah autolisis pada sel, membuat sel-sel lebih kuat atau keras, mencegah mengkerutnya globula-globula protein sel, mempertinggi sifat reaktif gugusan-gugusan, membunuh bakteri secara cepat dengan tidak mengubah bentuk, strukturnya dan mengubah afinitas cat (Vebrita dkk., 2015).

Penelitian Ventosa dan Nieto tahun 1995 mengenai aplikasi bioteknologi dan potensi mikroorganime *halofilik*, morfologi bakteri *halofilik* cukup bervariasi dari yang berbentuk batang (*rod shape*) hingga bulat (*coccus*). Bentuk bakteri dapat dilihat pada (Gambar 4). Umumnya bakteri memiliki diameter antara 0,5-2,5 μm (Lisdayanti, 2013). Apabila dilihat dari morfologinya, bakteri dapat berbentuk: kokus/bulat (*coccus*), basil/batang (*bacillus*), spiral (*spirilla*), koma (*vibrio*), dan berpilin (*spirochete*) (Saraswati, 2017).



Gambar 5. Bentuk Sel Bakteri (a) Batang (b) Kokus (c) Spiral
 Sumber: Kayser, 2005

Bakteri dapat ditumbuhkan dalam suatu medium dan akan membentuk penampakan berupa koloni. Koloni sel bakteri merupakan sekelompok massa sel yang dapat dilihat dengan mata langsung. Penampakan koloni bakteri dalam media lempeng menunjukkan bentuk dan ukuran koloni yang khas, dapat dilihat dari bentuk keseluruhan penampakan koloni, tepi dan permukaan koloni. Koloni bakteri dapat berbentuk bulat, tak beraturan dengan permukaan cembung, cekung atau datar serta tepi koloni rata atau bergelombang (Lisdayanti, 2013). Bentuk-bentuk koloni bakteri dapat dilihat pada (Gambar 6).



Gambar 6. Bentuk-bentuk koloni bakteri
 Sumber : Coppucino, 1987