

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telur

1. Pengertian telur

Telur merupakan salah satu bahan pangan yang paling lengkap gizinya. Selain itu, bahan pangan ini juga bersifat serba guna karena dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Telur adalah substansi yang dihasilkan oleh ternak itu sendiri di dalam tubuhnya, substansi tersebut membentuk organisme baru atau kehidupan baru. Selain dibungkus dengan kulit yang keras sebagai pelindung, telur juga dilengkapi dengan bahan makanan yang lengkap (Ardiansyah, 2016).

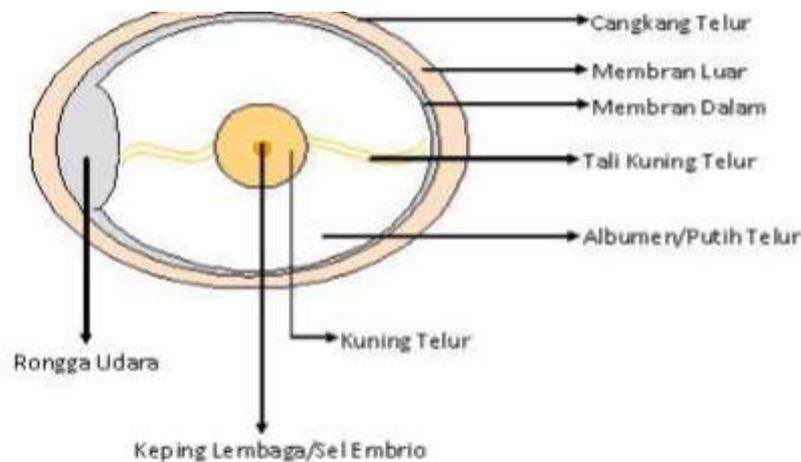
Telur mengandung protein, lemak, dan karbohidrat. Selain itu telur biasanya mengandung semua vitamin yang sangat dibutuhkan kecuali vitamin C. Vitamin larut lemak (A, D, E, K), vitamin yang larut dalam air (thiamin, riboflavin, asam pantotenat, niasin, asam folat, dan vitamin B12) serta faktor pertumbuhan yang lain juga dapat ditemukan dalam telur (Warsito, Heri, Rindiani & Fafa Nurdyansyah, 2015)

2. Struktur telur

Secara umum, telur terdiri dari tiga bagian yaitu kulit telur, putih telur, dan kuning telur. Telur unggas memiliki kulit yang keras, halus, dan dilapisi oleh kapur dan terikat kuat pada bagian luar lapisan membran. Kulit keras hampir sebagian besar tersusun dari gram-gram anorganik. Pada bagian kulit telur terdapat beberapa ribu pori-pori yang berguna dalam pertukaran gas terutama untuk memenuhi kebutuhan embrio dalam telur. Pori-pori tersebut sangat sempit, berukuran 0,01-1,07 mm dan tersebar diseluruh permukaan kulit telur. Jumlahnya bervariasi antara

100-200 lubang per cm². Pada bagian yang tumpul, pori-pori persatuan luas lebih besar dibandingkan bagian yang lain. Oleh sebab itu kantung udara terjadi di bagian ini. Pada telur yang masih baru, pori-pori ini masih dilapisi oleh lapisan tipis kutikula yang terdiri dari 90% protein dan sedikit lemak. Kutikula berfungsi untuk mengurangi penguapan air yang terlalu cepat dan mencegah masuknya mikroba melalui kulit telur (Warsito, Heri, Rindiani & Fafa Nurdyansyah, 2015).

Kulit telur memiliki berat sekitar 11% dari jumlah total berat telur. Meskipun terlihat keras dan benar-benar menutupi isi telur, kulit telur itu sebenarnya berpori (porous). Dengan kata lain, bau dapat menebus kulit telur dan uap basah (moisture) dan gas (terutama karbon dioksida) dapat keluar (Ardiansyah, 2016).



Gambar 1. Struktur Telur (Sumber: Asih, 2010)

Putih telur mempunyai empat bagian utama yaitu lapisan putih telur yang encer bagian luar, lapisan putih telur yang kental, lapisan putih telur encer bagian dalam dan lapisan kalaza. Bagian putih telur diikat dengan bagian kuning telur oleh kalaza, yaitu serabut-serabut protein berbentuk spiral yang disebut mucin. Struktur putih telur dibentuk oleh serabut-serabut protein yang terjalin membentuk

jala yang disebut ovomucin, sedangkan bagian cair diikat kuat di dalamnya menjadi bagian kental (Ardiansyah, 2016).

Kuning telur sekitar setengahnya mengandung uap basah (moisture) dan setengahnya adalah kuning padat (yolk solid). Semakin bertambah umurnya telur, kuning telur akan mengambil uap basah dari putih telur yang mengakibatkan kuning telur semakin menipis dan menjadi rata ketika telur dipecahkan ke permukaan yang rata (berpengaruh kepada grade dari telur itu sendiri (Ardiansyah, 2016).

Telur segar yang baik adalah yang kondisi luarnya baik, bentuk kulit baik dan cukup tebal, tidak cacat (retak atau pecah), tekstur permukaan dan warnanya bagus serta bersih. Bila diteropong rongga udaranya kecil, kuning telur ditengah, dan tidak terdapat bercak atau noda darah (Asih, 2010).

3. Komposisi telur

Telur tersusun oleh komponen-komponen utama yaitu air, protein, lemak, karbohidrat, dan abu/mineral. Komponen terbesar telur adalah air yaitu berkisar dari 70-77 persen. Dibandingkan dengan bagian putih telur, kuning telur mengandung komposisi kimia yang lebih lengkap dan mempunyai nilai gizi yang tinggi (Warsito, Heri, Rindiani & Fafa Nurdyansyah, 2015).

Komposisi telur terdiri dari protein dan lemak 13 dan 12 persen serta vitamin dan mineral. Nilai gizi tertinggi telur terdapat pada bagian kuningnya. Kuning telur mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan serta mineral, seperti zat besi, fosfor, sedikit kalsium, dan vitamin B kompleks. Sebagian protein (50%) dan semua lemak terdapat pada kuning telur. Adapun putih telur, yang jumlahnya sekitar 60 persen dari seluruh bulatan telur, mengandung 5 jenis protein dan sedikit karbohidrat. Sumber protein bisa berasal dari protein nabati dan protein

hewani. Salah satu sumber protein hewani yang penting bagi manusia disamping daging dan ikan adalah telur. Telur banyak dikonsumsi oleh masyarakat umum karena mudah didapat dan harganya terjangkau dibandingkan daging dan ikan (Ardiansyah, 2016).

4. Telur bebek

Bobot dan ukuran telur bebek rata-rata lebih besar dibandingkan dengan telur ayam. Telur bebek memiliki bau amis yang tajam, sehingga penggunaan telur itik dalam berbagai makanan tidak seluas telur ayam. Selain baunya yang lebih amis, telur bebek juga mempunyai pori-pori kulit yang lebih besar, sehingga sangat baik untuk diolah menjadi telur asin (Asih, 2010). Adapun kandungan gizi pada telur itik tiap 100 gram dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 1

Kandungan Gizi Telur Itik/ 100 gram, Sumber: (Asih, 2010)

Bagian (%)	Isi Telur	Putih Telur	Kuning Telur
Berat	67	40,4	26,6
Air	69,7	86,8	44,8
Bahan kering	30,3	13,2	55,2
Protein	13,7	11,3	17,7
Lemak	14,4	0,08	35,2
Karbohidrat	1,2	1,0	1,1

Telur dapat mudah rusak dan busuk, oleh karena itu perlu penanganan yang cermat sejak pemungutan dan pengumpulan telur dari kandang sampai penyimpanan pada konsumen. Kerusakan telur dapat dilihat dari bentuknya, keutuhannya, warnanya, teksturnya, dan kebersihan kulitnya. Di ruang terbuka (suhu kamar), telur segar hanya mempunyai masa simpan yang pendek. Lama

penyimpanan ini akan menentukan kondisi telur. Semakin lama disimpan, kualitas dan kesegaran telur semakin merosot. Untuk telur konsumsi akan mengalami kerusakan setelah disimpan lebih dari 2 minggu. Kerusakan ini biasanya ditandai dengan kocaknya isi telur dan bila dipecah isinya tidak mengumpul lagi. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan cara pengawetan. Dengan cara ini, telur dapat disimpan lebih lama, dapat meningkatkan selera konsumen, dapat mencegah hilangnya air dan CO₂ pada telur dan dapat mencegah masuknya bakteri dan kapang pada telur. Pengawetan telur yang paling mudah dan umum dilakukan oleh masyarakat adalah dengan pengasinan atau pembuatan telur asin. Telur- telur yang biasa diasinkan adalah telur bebek (Asih, 2010).

B. Telur Asin

Telur asin adalah salah satu bentuk pengawetan telur yang dapat ditemukan di beberapa negara, misalnya Indonesia, Cina dan Taiwan. Keuntungan dari proses pengasinan disamping pengawetan adalah meningkatkan cita rasa, yaitu masir atau berpasir yang didapatkan dari kuning telur. Telur yang biasa digunakan untuk pembuatan telur asin adalah telur bebek. Hal ini adalah karena telur bebek mempunyai kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan telur ayam (Lesmayati & Rohaeni, 2014).

Telur asin dapat dibuat dengan cara merendam menggunakan media garam. Garam berfungsi sebagai pencipta rasa asin sekaligus sebagai bahan pengawet karena garam mampu menyerap air dari dalam telur. Garam akan masuk kedalam telur melalui pori-pori kulit telur menuju ke putih telur, lalu ke kuning telur. Garam akan menarik air yang dikandung telur. Garam juga terdapat ion klor yang berperan

sebagai penghambat pertumbuhan bakteri dalam telur, sehingga menyebabkan telur menjadi awet karena bakteri yang terkandung dalam telur mati.

1. Karakteristik telur asin

Telur asin merupakan teknologi hasil peternakan yang peminatnya cukup banyak. Sebagian besar telur asin dibuat dari telur itik. Hal ini disebabkan telur itik mempunyai pori-pori yang besar sehingga baik untuk telur asin. Dengan pengasinan telur itik menjadi tidak amis dan masa simpan telur lebih lama. Semakin lama waktu pengasinan akan semakin tahan lama masa simpan telur. (Ristanto, 2013). Selain itu, di bandingkan dengan telur unggas lain, telur itik mempunyai kadar air lebih rendah, sedangkan kandungan protein dan lemak lebih tinggi (Winarno & Koswara (2002) dalam Rukmiasih, Ulupi & Indriani, 2015). Kondisi ini menyebabkan telur itik sangat cocok untuk diolah menjadi telur asin. Sampai saat ini telur asin yang berasal dari telur bebek belum bisa digantikan oleh telur yang dihasilkan unggas lain (Rukmiasih, Ulupi & Indriani, 2015).

Pada dasarnya proses pembuatan telur asin ada beberapa cara. Namun kebanyakan orang lebih memilih dengan cara direndam atau dibalut dalam adonan garam dicampur dengan serbuk bata merah, tanah liat, atau abu gosok. Selain itu juga ada yang merendamnya dengan cairan teh bercampur dengan adonan garam. Dalam hal ini kesemua cara tersebut bertujuan sama yaitu membuat telur bebek menjadi telur yang berasa asin. Tetapi ada juga yang mencoba membuat telur asin dengan ditambahkan rasa jahe, rasa jeruk, bahkan rasa cabai kedalam larutan garamnya, sehingga rasa telur tersebut tidak hanya asin, melainkan berpadu dengan rasa lain yang telah ditambahkan kedalam adonan garam tersebut. Penggaraman merupakan tahapan inti dari pengolahan telur asin. Garam (NaCl) akan masuk ke

dalam telur dengan cara merembes ke poris-pori kulit, menuju ke bagian putih, dan akhirnya ke kuning telur. Garam NaCl mula-mula akan diubah menjadi ion natrium (Na^+) dan ion chlor (Cl^-). Ion chlor inilah yang sebenarnya berfungsi sebagai bahan pengawet, dengan menghambat pertumbuhan mikroba pada telur (Asih, 2010).

Pengasinan merupakan proses penetrasi garam ke dalam bahan yang diasin dengan cara difusi setelah garam mengion menjadi Na^+ dan Cl^- . Laju difusi tergantung perbedaan tekanan osmosis antara isi telur dan kandungan garam dalam adonan. Makin besar perbedaannya, makin cepat laju difusi yang terjadi. Laju difusi mendapat hambatan dari lapisan kapur pada kulit dan lemak pada kuning telur (Koswara, 2009).

Menurut Koswara (2009) pengasinan telur dikatakan berhasil dengan baik, jika telur asin yang dihasilkan bersifat :

- a. Stabil serta dapat disimpan lama tanpa banyak mengalami perubahan. Keawetan telur asin tergantung pada konsentrasi garam yang digunakan dalam adonan. Semakin tinggi konsentrasinya, semakin awet telur asin yang dihasilkan. Selain itu, waktu telur dibungkus dengan adonan juga berpengaruh terhadap keawetan. Semakin lama dibungkus adonan, semakin baik keawetannya. Dalam hal ini harus dipertimbangkan intensitas rasa asin yang dihasilkan. Dengan kata lain rasa asin yang diperoleh juga harus diatur.
- b. Aroma dan rasa telur asin terasa dengan nyata (tidak tercium bau amoniak atau bau yang kurang sedap).
- c. Penampakan putih dan kuning telur yang baik. Telur dengan albumen yang putih dan kuning telur yang mampur dan berminyak dipinggirnya saja merupakan telur asin yang disukai. Jika adonan pembungkus telur kurang baik,

kuning telur akan berwarna kebiruan. Kuning telur pada telur asin yang bermutu tinggi terletak di tengah, dengan ukuran kantung udara yang kecil. Jika letaknya tidak di tengah, menandakan telur yang digunakan mutunya kurang baik.

Menurut peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor HK.00.06.1.52.4011 yang ditetapkan tanggal 28 Oktober 2009 tentang Penetapan Batas Maksimum Cemarkan Mikroba dan Kimia Dalam Makanan, batas maksimum cemarkan mikroba dalam telur asin ditetapkan yaitu *Salmonella sp.* negatif/25g dan *Staphylococcus aureus* <10¹ koloni/g.

2. Proses pembuatan telur asin

Metode pengasinan meliputi metode pengasinan basah dan metode kering. Pengasinan dengan metode kering dilakukan dengan penutupan kulit telur dengan dua tumbukan batu bata dan garam dalam bentuk adonan pasta, pengasinan dengan metode perendaman dengan cara merendamkan telur dengan larutan garam (Ramadhani, Thohari & Evanuarini, 2017).

Pemilihan bahan baku sangat penting untuk diperhatikan. Telur bebek yang akan digunakan untuk pembuatan telur asin haruslah telur yang masih baru dengan umur 10 jam kurang atau maksimal 48 jam. Hal ini untuk menghasilkan telur asin yang bermutu. Telur bebek yang besar mempunyai cangkang lebih tipis dari yang kecil. Sedangkan jika menggunakan garam, maka pilih garam yang kristal garamnya tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil. Jika kristal garamnya terlalu kecil, maka garam tidak sempurna masuk ke dalam telur (Sari *et al.*, 2015).

Dipilih telur bebek yang bermutu baik, kemudian dicuci dan dibersihkan dari kotoran yang melekat. Kemudian telur dikeringkan menggunakan lap agar

proses dapat berjalan lebih cepat. Seluruh permukaan telur diampelas secara merata agar pori-porinya terbuka. Proses selanjutnya membuat adonan pengasin, yaitu dengan membuat campuran abu gosok:garam:air. Selain abu gosok dapat juga digunakan pula serbuk bata merah sebagai media pengasin dengan pembuatan campuran yang sama serbuk bata merah:garam:air. Setelah adonan pengasin tercampur rata, setiap telur dibungkus dengan adonan secara merata dengan tebal ± 2 mm. Kemudian telur disimpan dalam ember plastik selama 20 hari dan diletakkan pada ruang terbuka. Setelah selesai telur dibersihkan dan dipastikan telur tetap dalam keadaan utuh dan bagus (Warsono, 2005 dalam Yuniati, 2011).

3. Faktor penyebab keusakan telur asin

Mikroba penyebab pangan menjadi busuk dapat ditemukan di mana saja, baik di tanah, air, udara, di atas kulit atau bulu dari ternak, dan di dalam usus biji-bijian dan kacang-kacangan. Demikian juga pada telur, bagian dalam dari telur sehat mula-mula adalah steril, tetapi bagian kulitnya banyak mengandung bakteri yang berasal dari kotoran ternak (Koeswardhani, 2008).

Telur asin merupakan telur yang telah mengalami proses pengawetan dan pemanasan. Namun, beberapa bakteri dapat membentuk spora dan tahan terhadap pemanasan, pengaruh kimia dan perubahan lain-lainnya. Spora bakteri ini jauh lebih tahan dari khamir atau kapang, dan lebih tahan terhadap pengolahan dengan panas yang tinggi daripada enzim. Untuk membunuh spora ini perlu dilakukan sterilisasi, yaitu usaha untuk membunuh mikroorganisme yang berspora, dengan tekanan 1 atm dan suhu 121°C (Koeswardhani, 2008).

Bakteri, khamir dan kapang dapat tumbuh dengan baik pada keadaan yang hangat dan lembab. Sebagian besar bakteri mempunyai kisaran suhu pertumbuhan

antara 45 – 55⁰C, dan disebut bakteri termofilik. Beberapa bakteri mempunyai kisaran suhu pertumbuhan antara 20 –45⁰C yang disebut bakteri mesofilik, dan yang lainnya mempunyai suhu pertumbuhan di bawah 20⁰C dan disebut bakteri psikrofilik. Spora dari kebanyakan bakteri dapat mempertahankan diri pada suhu air mendidih. Beberapa bakteri dan semua kapang yang membutuhkan oksigen untuk hidupnya, disebut bakteri aerobik. Bakteri yang lain tidak dapat tumbuh apabila ada oksigen, bakteri demikian disebut bakteri anaerobik (Koeswardhani, 2008).

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam penyimpanan telur adalah lama dan suhu penyimpanan, serta bau yang terdapat di sekitar tempat penyimpanan. Mikroba akan mengkontaminasi kulit telur lalu memasuki pori-pori telur dan membran telur. Mikroorganisme selanjutnya dapat menyebabkan kerusakan pada telur sehingga menjadi busuk, serta menghasilkan racun yang dapat menyebabkan terjadinya keracunan makanan (Firmansyah, 2015).

C. *Enterobacteriaceae*

1. Klasifikasi *Enterobacteriaceae*

Jenis bakteri yang dapat mengkontaminasi makanan terbagi menjadi dua jenis yaitu bakteri yang menyebabkan makanan menjadi rusak atau disebut bakteri perusak dan bakteri yang menyebabkan keracunan pada manusia atau disebut bakteri patogen. Penularan bakteri terhadap manusia melalui dua cara yaitu: (1) intoksikasi, yaitu makanan mengandung toksin yang dihasilkan bakteri yang tumbuh di dalam makanan tersebut, dan (2) infeksi, yaitu penyakit yang disebabkan oleh masuknya bakteri ke dalam tubuh melalui makanan yang telah terkontaminasi dan adanya reaksi dari tubuh terhadap keberadaan metabolit-metabolit yang

dihasilkan bakteri yang bersifat patogen dan digunakan sebagai tolok ukur untuk mengetahui besarnya tingkat aktivitas antimikroba (Firmansyah, 2015).

Enterobacteriaceae adalah kelompok batang gram-negatif yang besar dan heterogen dengan habitat alaminya di saluran cerna manusia dan hewan. Familinya memiliki banyak genus. *Enterobacteriaceae* bersifat fakultatif aerob atau anaerob, memfermentasikan berbagai karbohidrat, memiliki struktur kompleks antigen, dan menghasilkan berbagai toksin dan faktor virulensi lainnya. *Enterobacteriaceae* juga disebut dengan bakteri enterik (Jawetz, Melnick & Adelberg, 2008).

Sebagian besar bakteri enterik tidak menimbulkan penyakit pada *host* (tuan rumah), namun apabila kuman berada di dalam usus besar dan berada pada keadaan-keadaan di mana terjadi perubahan pada *host* atau adanya kesempatan memasuki bagian tubuh yang lain, banyak diantara kuman enterik ini dapat menimbulkan penyakit pada setiap jaringan tubuh manusia (Karsinah *et al.*, 2010).

Taksonomi *Enterobacteriaceae* sangat kompleks dan cepat berubah karena adanya teknik mengukur jarak evolusi, seperti hibridisasi dan sekuens asam nukleat. Lebih dari 25 genus dan 110 spesies atau kelompok telah ditentukan namun, *Enterobacteriaceae* yang memiliki arti klinis hanya 20-25 spesies, dan spesies lainnya jarang ditemukan (Jawetz, Melnick & Adelberg, 2008).

Berikut ini jenis-jenis bakteri yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae* yaitu:

a. *Escherichia*

Genus *Escherichia* terdiri dari dua spesies yaitu *Escherichia coli* dan *Escherichia hermannii*. *Escherichia coli* adalah kuman oportunistik yang banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya unik karena

dapat menimbulkan infeksi primer pada usus misalnya diare pada anak dan kemampuannya menimbulkan infeksi pada jaringan di luar usus. Kuman ini berbentuk batang pendek (kokobasil) dengan sifat gram negatif. *E. Coli* memiliki ukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm dan sebagian besar gerak positif dan beberapa strain mempunyai kapsul (Karsinah *et al.*, 2010).

b. *Klebsiella*

Klebsiella pneumoniae termasuk genus *Klebsiella* dalam famili Enterobacteriaceae yang merupakan penghuni normal traktus digestivus. Kuman ini dan dapat diisolasi dari tinja manusia atau hewan. Pada manusia, genus *Klebsiella* dapat merupakan kuman penyebab pneumonia, disamping infeksi lain diluar sistim pernapasan misalnya: infeksi saluran kemih, infeksi nosokomial (Susilo, Sartono & Sumamo, 2002).

c. *Enterobacter*

Bakteri enterobacter adalah gram negatif, memiliki motilitas melalui motil dengan 5 flagella polar dalam satu kutub, fermentasi glukosa dengan produksi asam dan gas, tidak menghidrolisis urea. Serotipe memiliki reaksi positif pada uji *Voges-Proskauer* dan *simmons citrat*, menjadi negatif untuk uji metil merah dan indol. Mereka juga dinyatakan positif *ornithine-descaboxilase*. Suhu optimum untuk pertumbuhan adalah 30° C, namun sebagian besar tumbuh pada suhu 37 ° C. Genus terdiri dari 16 spesies sesuai dengan karakteristik biokimia dan genetiknya. Spesies nilai klinis terbesar adalah *Enterobacter cloacae* dan *Enterobacter aerogenes*, diikuti oleh *Enterobacter sakazakii*, yang ditandai dengan produksi pigmen kuning khas. Spesies lain seperti *Enterobacter asburiae*, *Enterobacter gergoviae*, *Enterobacter taylorae* (saat ini *Enterobacter cancerogenus*), *Enterobacter*

hormaechei, *Enterobacter amnigenus* dan *Enterobacter agglomerans* (dikeluarkan dari genus *Enterobacter* dan diganti namanya menjadi *Pantoea agglomerans*) (Santos *et al.*, 2015).

d. *Serratia*

Serratia genus terdiri dari bakteri anaerob dan aerob fakultatif. Mereka adalah basil gram negatif. Koloni *Serratia* kebanyakan buram, dan bisa dipresentasikan warna-warni, yaitu mencerminkan warna pelangi, putih, merah muda atau merah. Sebagian besar koloni tumbuh pada suhu antara 10 dan 36 ° C dan pada pH 5- 9. Karena virulensi spesies *Serratia*, identifikasi penting dilakukan dengan benar memisahkan mereka dari kelompok *Enterobacter* (Santos *et al.*, 2015).

e. *Proteus*

Genus *Proteus* termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. Genus *Proteus* saat ini terdiri dari lima spesies yaitu *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *P. penneri*, *P. hauseri*, dan *P. myxofaciens*. Mikroorganisme ini banyak tersebar di lingkungan alam, termasuk air, tanah, dan pupuk yang tercemar. Karena aktivitas proteolitik mereka memiliki kemampuan untuk menghidrolisis urea menjadi ammonia dan karbon dioksida, serta deaminasi oksidatif dari asam amino. Bakteri ini terlibat dalam pembusukan bahan organik yang berasal dari hewan. Mereka juga hadir di usus manusia dan hewan (Rozalski *et al.*, 2013).

f. *Morganella*

Morganella merupakan jenis bakteri gram negatif yang merupakan famili dari *Enterobacteriaceae* dengan dua spesies yaitu *M. morganii* and *M. sibonii*. Bakteri ini merupakan flora normal dalam usus manusia maupun hewan.

Mikroorganisme milik genus *Morganella* menunjukkan reaksi katalase positif, oksidase negatif dan mengurangi nitrat menjadi nitrit non fermentasi laktosa, menghasilkan reaksi negatif terhadap uji *Voges-Proskauer*, respons bervariasi terhadap *lisin dekarboksilase* dan negatif untuk uji *Simmons citrat*. Reaksi positif untuk reaksi Metil Merah, dan juga untuk produksi indol. Kebanyakan strain tidak menghasilkan sulfida dan urea *dihidrolisis* (Santos *et al.*, 2015).

g. *Providencia*

Genus terdiri dari anggota Gram negatif dari *Enterobacteriaceae*. Terdiri dari lima spesies, dalam urutan menurun prevalensi mereka meliputi *Providencia stuartii*, *P. rettgeri*, *P. alcalifaciens*, *P. rustigianii* dan *P. heimbachae*. Mereka umumnya dianggap commensals di saluran cerna. Genus *Providencia* dapat ditemukan di berbagai waduk hewan, anjing, kucing, sapi, domba dan unggas serta lalat, dan sering juga di tanah dan air limbah (Santos *et al.*, 2015).

h. *Citrobacter*

Anggota genus *Citrobacter* adalah bakteri gram negatif milik famili *Enterobacteriaceae*, fakultatif anaerobik dengan motilitas. Mereka mungkin sendiri atau membentuk pasangan, biasanya tidak memiliki kapsul dan fitur motil dengan 5 polar flagella dalam satu tiang mungkin memiliki metabolisme pernafasan dan fermentasi, bersifat oksidase negatif, katalase positif, kurangi nitrat menjadi nitrit dan bukan desarboksilat lysine. Bakteri ini sebelumnya dianggap sebagai kontaminan lingkungan murni atau penjajah non-patogen, namun diketahui patogen oportunistik karena mereka dapat menyebabkan infeksi serius, sepsis, infeksi saluran pernafasan dan kemih, terutama pada kelompok berisiko tinggi seperti bayi

dan orang dewasa yang memiliki sistem imun yang kurang baik (Santos *et al.*, 2015).

i. *Shigella*

Shigella spesies adalah kuman patogen usus yang telah lama dikenal sebagai agen penyebab penyakit disentri basiler. Berada dalam tribe *Escherichia* karena sifat genetik yang saling berhubungan, tetapi dimasukkan dalam genus tersendiri yaitu genus *Shigella* karena gejala klinik yang disebabkan bersifat khas. Kuman ini berbentuk batang dengan ukuran 0,5-0,7 μm x 2-3 μm dan tidak berflagel. Sampai saat ini terdapat spesies *Shigella* yaitu: *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri*, *Shigella boydii*, dan *Shigella sonnei* (Karsinah *et al.*, 2010).

Shigella spesies dapat bertahan dalam 0,5% fenol selama 5 jam dan dalam 1% fenol dalam 30 menit. Dapat bertahan dalam es selama dua bulan dan dalam laut 2—5 bulan. Toleran dalam suhu rendah dan kelembaban yang cukup. Kuman akan mati pada suhu 55°C (Karsinah *et al.*, 2010).

j. *Salmonella*

Bakteri *Salmonella* merupakan salah satu jenis bakteri yang berada pada famili *Enterobacteriaceae*. *Salmonella* bersifat Gram negatif, tidak berbentuk spora, berbentuk batang berukuran 1-3,5 μm x 0,5-0,8 μm , dapat memfermentasi glukosa dan biasanya disertai dengan pembentukan gas, serta tidak memfermentasi laktosa atau sukrosa (Karsinah *et al.*, 2010). *Salmonella sp.* merupakan mikroba yang paling banyak terdapat dalam telur, sehingga digunakan sebagai uji mikroba kontaminan pada telur. *Salmonella* merupakan bakteri yang habitat primernya dalam usus besar manusia (saluran pencernaan) sehingga disebut sebagai bakteri enterik. Bakteri ini juga terdapat di saluran pencernaan hewan ternak dan burung.

Salmonella merupakan bakteri fakultatif aerob, dengan suhu optimum pertumbuhannya antara 35-37°C (Firmansyah, 2015).

2. Morfologi *Enterobacteriaceae*

Famili *Enterobacteriaceae* memiliki karakteristik yaitu merupakan kuman anaerob maupun anaerob fakultatif yang berbentuk batang gram negatif yang bersifat motil dengan flagel peritrika atau nonmotil. Bakteri ini dapat tumbuh pada medium pepton atau dengan ekstrak daging tanpa penambahan natrium klorida atau suplemen lain. Dapat berkembang baik pada media *Mac Conkey agar*. Kuman enterik ini mampu memfermentasikan glukosa yang juga disertai produksi gas dan merupakan katalase-positif serta oksidase-negatif. Mampu mereduksi nitrat menjadi nitrit serta mengandung 39-59 % G + C DNA (Jawetz, Melnick & Adelberg, 2008).

Kuman enterik ini memiliki ukuran 0,5 µm - 3,0 µm. Mempunyai kapsul atau selubung tipis pada *Escherichia* atau tidak berkapsul sama sekali. Sebagian spesies memiliki pili atau fimbriae yang berfungsi sebagai alat perlekatan dengan bakteri yang lain. Memiliki gerak positif dengan menggunakan flagel (*Salmonella*, *Proteus*, *Escherichia*) atau gerak negatif (*Shigella*, *Klebsiella*) (Karsinah *et al.*, 2010).

3. Sifat pertumbuhan *Enterobacteriaceae*

Sifat biokimia dari kuman enterik kompleks dan bervariasi. Pada suasana anaerob atau kadar O₂ rendah terjadi reaksi fermentasi dan pada suasana aerob atau kadar O₂ cukup, terjadi siklus asam trikarbositat dan transpor elektron untuk pembentukan energi. Semua kuman enterik meragi glukosa menjadi asam dengan atau tanpa disertai pembentukan gas, mereduksi nitrat menjadi nitrit ada yang

membentuk indol dan ada yang tidak membentuk indol. Perbedaan dalam jeni-jenis karbohidrat yang difermentasi, hasil akhir metabolisme, substrat yang digunakan serta perubahan beberapa asam amino akan menjadi dasar pembagian spesies. Sifat biakan kuman enterik umumnya memiliki koloni yang basah, halus, keabu-abuan, permukaannya licin, hemolisi bila ada yaitu tipe beta dan pada pembedahan cair tumbuh secara difus (Karsinah *et al.*, 2010).

Adapun media pembedahan yang digunakan untuk isolasi kuman enterik menurut (Karsinah *et al.*, 2010) yaitu :

a. Diferensial

MacConkey Agar, agar *Eosin Methylen Blue*, agar *Desoxycholate*. Pada pembedahan ini hampir semua kuman enterik dapat tumbuh.

b. Selektif

Salmonella-Sigella Agar, agar *Desoxycholate citrat*. Pembedahan ini khusus untuk mengisolasi kuman usus patogen.

c. Persemaian

Kaldu GN, kaldu selenit, kaldu tetrahionat. Kuman usus patogen dapat tumbuh lebih subur.

Menurut Jawetz (2008) adapun sifat pertumbuhan dari masing-masing genus *Enterobacteriaceae* yaitu :

a. *Escherichia*

E.coli secara khas menunjukkan hasil positif pada tes indol, lisin dekarboksilase, fermentasi manitol dan menghasilkan gas dari glukosa. Morfologi koloni yang khas dengan warna pelangi yang berkilau pada medium diferensial seperti agar EMB dan tes bercak indol yang positif.

b. Grup *Klebsiella-Enterobacter-Serratia*

Pertumbuhan spesies *Klebsiella* menghasilkan pertumbuhan yang mukoid, kapsul polisakarida yang besar serta kurangnya motil. Spesies ini menunjukkan hasil positif untuk lisin dekarboksilase dan sitrat. Kebanyakan spesies *Enterobacter* menunjukkan hasil positif terhadap uji motilitas, sitrat, ornitin dekarboksilase, dan menghasilkan gas dari glukosa. *Klebsiella*, *Enterobacter*, dan *Serratia* memberikan hasil positif pada reaksi *Voges-Proskauer*.

c. Grup *Proteus-Morganella-Providencia*

Anggota grup ini mendeaminasi fenilalanin, motil, tumbuh pada medium kalium sianida (KCN), dan memfermentasi xilosa. Spesies *Proteus* dan *Morganella* merupakan urease-positif sedangkan spesies *Providencia* urease-negatif. Kelompok *Proteus-Providencia* sangat lamban memfermentasi laktosa atau tidak memfermentasikannya sama sekali.

d. *Citrobacter*

Bakteri ini bersifat sitrat-positif dan berbeda dari *Salmonella* karena organisme ini tidak mendekarbonasi lisin. Organisme ini sangat lambat memfermentasi laktosa

e. *Shigella*

Shigella nonmotil dan biasanya tidak memfermentasi laktosa tetapi memfermentasi karbohidrat lain, memproduksi asam tapi tidak menghasilkan gas. Sifat koloni kuman adalah kecil, halus, tidak berwarna bila ditanam pada agar SS, EMB, Endo, *Mac Conkey*.

f. *Salmonella*

Salmonella merupakan batang motil yang secara khas memfermentasi laktosa dan manosa tanpa memproduksi gas tetapi tidak memfermentasikan laktosa atau sukrosa. Sebagian besar *Salmonella* menghasilkan H₂S. Organisme ini termasuk bersifat patogen untuk manusia.

g. *Enterobacteriaceae* lainnya

Spesies *Yersinia* bersifat katalase positif dan oksidase negatif. Genus lainnya yang kadang-kadang ditemukan pada infeksi manusia antara lain *Edwardsiella*, *Ewingella*, *Hafnia*, *Cedecea*, dan *Kluyvera*.

4. Daya tahan *Enterobacteriaceae*

Kuman enterik tidak membentuk spora, mudah dimatikan dengan desinfektan dengan konsentrasi rendah. Zat-zat seperti fenol, formaldehid, B-glutetradehid, komponen halogen bersifat bakterisid. Pemberian zat klor pada air dapat mencegah penyebaran kuman enterik khususnya kuman penyebab penyakit tifus dan penyakit usus lain. Kuman enterik toleran terhadap garam empedu dan zat warna bakteristatik, sehingga zat ini dipakai dalam pembenihan untuk isolasi primer. Toleran terhadap dingin dan dapat hidup berbulan-bulan di dalam es. Peka terhadap kekeringan, menyukai suasana yang cukup lembab dan mati pada pasteurisasi (Karsinah *et al.*, 2010).

5. Uji mikrobiologi *Enterobacteriaceae*

a. Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*)

Uji TSIA dirancang untuk membedakan antar kelompok atau antar genus yang berbeda dalam *Enterobacteriaceae*, yang seluruhnya merupakan basilus gram-negatif yang dapat memfermentasi glukosa disertai pembentukan asam, dan untuk membedakan *Enterobacteriaceae* dari basilus gram-negatif lainnya. Untuk

memudahkan pengamatan pola penggunaan karbohidrat, agar miring TSIA mengandung laktosa dan sukrosa dengan konsentrasi 1 % serta glukosa dengan konsentrasi 0,1 %. Hal ini akan memungkinkan deteksi penggunaan-penggunaan substrat saja. Indikator asam-basa fenol merah juga ditambahkan dalam media untuk mendeteksi fermentasi karbohidrat yang ditandai oleh perubahan warna media dari merah jingga menjadi kuning karena terbentuknya asam. Agar miring TSIA diinokulasi dengan teknik tusuk dan gores. Pada teknik ini dilakukan penusukkan suatu jarum yang lurus dan steril mulai dari pagkal kemiringan sampai ke dasar tabung. Saat menarik jarum kembali, permukaan media miring digores (Cappuccino & Sherman, 2014).

b. Uji IMViC

Diferensiasi kelompok-kelompok *Enterobacteriaceae* dapat dilakukan berdasarkan sifat biokimia dan reaksi enzimatik bakteri tersebut ketika terdapat substrat spesifik. Salah satu uji yang bisa digunakan yaitu uji IMViC (Indol, metil merah, *Voges-Proskauer*, dan penggunaan sitrat) (Cappuccino & Sherman, 2014).

1) Uji produksi indol

Pada uji indol menggunakan agar SIM yang mengandung substrat triptofan. Triptofan merupakan asam amino esensial yang dapat mengalami oksidasi melalui aktivitas enzimatik beberapa bakteri. Perubahan triptofan menjadi produk-produk metabolik dimediasi oleh enzim triptofanase. Keberadaan indol dapat dideteksi dengan menambahkan pereaksi kovac yang akan menghasilkan lapisan pereaksi berwarna merah ceri. Warna merah ceri dihasilkan oleh pereaksi yang terdiri atas *p*-dimetilaminobenzaldehida, butanol, dan asam hidroklorida. Indol direaksikan dari media ke dalam lapisan pereaksi oleh komponen butil alkohol yang diasamkan

dan membentuk suatu kompleks dengan *p*-dimetilaminobenzaldehida, menghasilkan warna merah ceri. Biakan-biakan yang menghasilkan lapisan pereaksi merah setelah penambahan pereaksi kovac merupakan indol positif (Cappuccino & Sherman, 2014).

2) Uji metil merah

Monosakarida heksosa glukosa merupakan substrat utama yang digunakan oleh semua organisme enterik untuk membentuk energi. Produk-produk akhir dalam proses ini akan beragam bergantung pada jalur enzimatik spesifik yang ada dalam bakteri. Pada uji ini, indikator pH metil merah mendeteksi terbentuknya produk akhir asam berkonsentrasi tinggi (Cappuccino & Sherman, 2014).

3) Uji *Voges-Proskauer*

Uji menentukan kemampuan beberapa organisme membentuk produk akhir non-asam atau netral. Pereaksi yang digunakan dalam uji ini yaitu pereaksi Barritt, yang terdiri atas campuran senyawa alkohol α -naftol dan larutan kalium hidroksida 40%. Deteksi asetilmetilkarbinol dapat dilakukan apabila produk akhir ini dioksidasi menjadi suatu senyawa diasetil. Reaksi ini akan terjadi dengan adanya katalis α -naftol dan gugus guanidin dalam pepton yang terkandung dalam media MR-VP. Hasilnya akan terbentuk warna merah muda, yang memberikan warna merah mawar pada media (Cappuccino & Sherman, 2014).

4) Uji penggunaan sitrat

Dalam kondisi ini tidak ada glukosa atau laktosa yang dapat difermentasi, beberapa mikroorganisme dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon untuk mendapatkan energi. Kemampuan menggunakan sitrat sebagai sumber karbon bergantung pada keberadaan sitrat permease yang memfasilitasi transpor sitrat di

dalam sel. Biakan positif sitrat diidentifikasi dengan adanya pertumbuhan pada permukaan miring, yang disertai dengan pembentukan warna biru. Biakan negatif sitrat tidak menunjukkan pertumbuhan dan media akan tetap berwarna hijau (Cappuccino & Sherman, 2014).

c. Uji Fermentasi Karbohidrat

Sebagian besar mikroorganisme mendapatkan energi dari serangkaian reaksi enzimatik yang teratur yang mengarah pada biooksidasi suatu substrat, biasanya karbohidrat. Penguraian fermentatif pada kondisi anaerob dilakukan dalam suatu tabung kaldu fermentasi yang diberi satu tabung Durham, suatu vial terbalik di dalam tabung yang berfungsi untuk mendeteksi pembentukan gas. Media fermentasi karbohidrat umumnya mengandung komposisi kaldu nutrisi untuk menyokong pertumbuhan seluruh organisme. Selain itu suatu karbohidrat spesifik yang berperan sebagai substrat untuk menentukan kemampuan fermentasi organisme. Indikator pH fenol merah, yang berwarna merah pada pH netral (7) dan berubah menjadi kuning pada pH sedikit asam (6,8), memperlihatkan bahwa pembentukan sedikit asam akan menyebabkan perubahan warna (Cappuccino & Sherman, 2014).