

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Susu Sapi

Susu sapi adalah cairan yang berasal dari ambing sapi perah yang sehat dan bersih yang diperoleh dengan cara pemerahan yang benar. Susu sapi merupakan produk susu yang berguna menjadi makanan dasar dan nutrisi untuk pertumbuhan manusia dan memiliki sumber energi berupa nutrisi, kalsium, protein, dan vitamin yang unik. (Amrulloh et al 2018).

2.1.1 Komposisi Susu sapi

a. Air

Susu sapi sebagian besar terdiri dari air sekitar 87% , air mempunyai fungsi sebagai pelarut semua zat-zat makanan dalam susu.

b. Protein

Susu merupakan sumber protein berkualitas tinggi. Protein susu berkisar 3,5% protein dalam susu terdiri dari kasein, laktaalbumin, dan laktaglobulin. Kasein merupakan protein yang terbanyak dari pada laktaalbumin dan laktaglobulin.

c. Lemak

Lemak pada susu berkisar 3,8%, lemak sangat mempengaruhi rasa pada susu sapi. Lemak susu mengandung asam lemak esensial, asam linoleat (*linoleicacid*) dan linolenat (*linolenicacid*) yang memiliki bermacam fungsi dalam metabolisme dan mengontrol berbagai proses fisiologis dan biokimia pada manusia.

d. Laktosa atau Karbohidrat

Kandungan laktosa dalam susu sekitar 4,7%, walaupun susu sapi mengandung gula yang cukup tinggi tetapi rasa susu tidak manis. Tingkat kemanisan hanya seperlima kemanisan gula pasir (suskrosa).

e. Mineral

Mineral pada susu kurang dari 1% , mineral ini larut dalam susu dan kasein. Mineral penting yang terkandung di dalam susu antara lain kalsium, fosfor, besi (Muchlisin Riadi, 2020).

2.1.2 Sifat Fisik Susu Sapi

Susu sapi memiliki beberapa sifat fisik yang dapat dilihat secara langsung tanpa alat bantuan dan menggunakan alat bantuan. Berikut merupakan sifat fisik pada susu sapi:

a. Keasaman (Ph)

Susu sapi segar bersifat ampoter yang berarti bersifat asam dan bersifat basa. Jika diberi kertas lakmus merah maka kertas lakmus akan berubah jadi biru gitu juga sebaliknya jika diberi kertas lakmus biru maka kertas lakmus akan berubah menjadi merah. PH susu segar adalah antara 6,6 dan 6,7 jika dititrasi dengan alkali dan kataliasatorpenolptalin maka total asam pada susu hanya 0.10-0.26%. keasamaan susu sebagian besar berasal dari asam laktat. Meskipun dengan demikian keasaman pada susu dapat disebabkan banyak senyawa seperti pospatkomplek, asam sitrat, asam amino, karbondioksida yang larut dalam susu yang umumnya bersifat asam. Bila nilai pH susu lebih tinggi dari 6,7 maka dapat di artikan susu itu mengalami mastitis dan bila ph di bawah 6,6 menunjukkan susu terdapat kolostrum atau pemburukan bakteri.

b. Warna

Warna susu dapat mudah berubah dari satu warna ke warna yang lain, tergantung dari bangsa ternak, jenis pakan, jumlah lemak, bahan padat dan pembentuk warna. Warna susu berkisar putih kebiruan hingga warna kuning keemasan.

c. Aroma dan rasa

Aroma dan rasa pada susu sapi sangat erat hubungannya dalam menentukan kualitas susu sapi. Susu sapi normal nya memiliki rasa yang sedikit manis yang berasal dari laktosa dan rasa asin berasal dari klorida, sitrat

dan garam-garam mineral lainnya. Cita rasa pada susu sapi sering sekali berubah menjadi tidak normal, berikut faktor-faktor yang menjadikan rasa susu sapi menjadi tidak normal:

- a. Faktor fisiologis mempengaruhi cita rasa faktor ini di pengaruhi melalui pakan sapi yang akan masuk kedalam susu jika ada bahan-bahan yang dapat mencemari pakan dan air minum susu sapi.
- b. Faktor enzim yang menghasilkan cita rasa susu sapi yang menjadi tengik karena kegiatan lipase pada susu sapi.
- c. Faktor kimiawi yang disebabkan oleh oksidasi lemak.
- d. Faktor bakteri yang mengakibatkan pencemaran dan pertumbuhan bakteri yang menyebabkan meragikan laktosa menjadi asam laktat.

Aroma susu dapat berubah dari yang beraroma sedap menjadi aroma bau yang tidak sedap. Aroma susu dapat di pengaruhi oleh sifat lemak yang dapat mudah menyerap aroma sekitarnya. Demikian juga proses pemerahan susu sapi dapat mempengaruhi aroma susu sapi karena aroma sekitar kandang sapi.

- d. Berat jenis

Susu sapi memiliki berat jenis yang lebih besar dari air, berat jenis susu sapi 1.027-1.035 dengan rata-rata 1.031. Menurut *codex* susu berat jenis susu sapi adalah 1.028. *Codex* susu adalah satuan yang harus dipenuhi susu sebagai bahan makanan. Daftar ini telah di sepakati oleh ahli gizi sedunia meskipun tiap negara memiliki ketetapan dan ketentuannya masing-masing.

- e. Kekentalan susu sapi (viskositas)

Kekentalan susu sapi lebih tinggi dari pada air, kekentalan (viskositas) susu sapi biasanya berkisar 1,5-2,0 Cp. Pada suhu 20°C viskositas whey 1,2 cP, viskositas susu skim 1,5 cP dan susu segar 2,0 cP. Yang dapat mempengaruhi berat jenis dan viskositas adalah bahan padat dan lemak susu sapi.

- f. Titik beku dan titik didih susu sapi

Susu sapi memiliki titik beku yang berbeda pada air biasa, pada air biasa titik didih berada pada 0°C sedangkan pada susu menurut *codex* susu titik beku

susu berada pada $-0,500^{\circ}\text{C}$. Akan tetapi di Indonesia sendiri titik beku susu sapi berada pada $-0,520^{\circ}\text{C}$.

2.1.3 Penanganan Susu Sapi Segar

Untuk mempertahankan kualitas susu sapi dari segala hal, maka susu sapi harus di lakukan penanganan yang serius karena susu mudah terkontaminasi bakteri. Susu sapi sangat di senangi bakteri untuk berkembang biak karena kandungannya yang kompleks. Berikut merupakan beberapa metode penanganan susu sapi segar:

- a. Filtrasi untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang lebih kecil, sehingga koloni bakteri dan sel-sel darah putih yang mempunyai BJ dapat di pisahkan
- b. Separasi atau melakukan pemisahan susu sapi menjadi skim (susu skim) dan krim (mentega, eskrim)
- c. Homogenisasi susu sapi memiliki globula lemak dengan diameter $2\mu-6\mu$, dengan melakukan homogenisasi maka diameter globula lemak menjadi kecil rata-rata hanya 2μ .
- d. Pasteurisasi dengan melakukan pemanasan susu sapi akan mengalami pengurangan mikroorganisme yang ada pada susu.

2.1.4 Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Susu

Susu sapi dapat dipengaruhi kualitasnya oleh beberapa faktor, berikut merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kualitas susu:

- a. Kandang sapi

Kandang sapi haruslah dalam keadaan baik dan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Letak kandang harus bebas dari kandang ternak hewan lainnya untuk menjaga rasa dan bau karena susu sapi mudah sekali menyerap bau.
- Konstruksi kadang yang baik terbuat dari papan kayu atau beton
- Ventilasi atau sirkulasi udara kandang harus baik
- Tersedia tempat penampungan kotoran yang terletak jauh dari kandang.

b. Penyimpanan susu

Ruang penyimpanan susu berfungsi sebagai tempat sementara sebelum dibawa ke pengepul ataupun ke konsumen. Ruang penyimpanan sebaiknya terhindar dari bau kandang yang tidak enak, ruang tidak perlu luas tetapi harus bersih dan steril.

c. Kesehatan sapi

Kesehatan sapi salah satu hal utama yang harus di perhatikan karena manusia dapat tertular kepada manusia (*zoonosis*) melalui susu sapi. Penyakit yang dapat ditularka oleh sapi melalui susu adalah penyakit TBC, *Anthrax*, dan *brucellosis*.

d. Persiapan pemerahan sapi

Sapi perah sebaiknya di steril sebelum dilakukannya pemerahan. Steril pada susu sapi yang akan diperah melakukan membersihkan paha sapi sampai ambingnya menggunakan kain yang telah diberikan air panas. Sebagai pemerah juga melakukan steril dengan mencuci tangan sampai menggunakan sarung tangan dan ember penampung susu juga menggunakan ember khusus agar tidak mudah kontaminasi.

e. Pemindahan susu sapi

Untuk melakukan pemindahan susu sapi yang baru diperah harus segera disimpan pada ruangan steril agar susu tidak berbau sapi dan langsung didinginkan untuk menghambat pertumbuhan sapi. Susu sapi yang baru diperah harus segera disaring agar menghilangkan kotoran sapi dengan kapas filter ataupun kain bersih (Warsito dkk 2015).

2.1.5 Manfaat Susu Sapi

Susu sapi memiliki manfaat yang besar bagi kelangsungan kehidupan manusia terutama anak-anak untuk mengurangi angka stunting. Berikut merupakan manfaat susu sapi:

a. Memberikan gizi seimbang yang alami

Susu sapi memiliki zat gizi yang hampir lengkap seperti vitamin, karbohidrat, lemak, protein, dan mineral yang pas untuk mencukupi kebutuhan gizi tubuh manusia.

b. Susu sapi memiliki sembilan gizi

Sembilan kandungan gizi yang penting untuk kesehatan, yaitu protein, vitamin A, vitamin B2, Vitamin B 12, vitamin D, kalsium, fosfor, niasin, dan kalium terdapat pada susu sapi.

c. Susu sapi baik untuk tulang

Menjaga kesehatan dan pertumbuhan tulang sangatlah penting terutama pada anak-anak dan lansia. Dengan mengonsumsi susu sapi sangat baik untuk pertumbuhan tulang karena memiliki kandungan kalsium, magnesium, fosfor, dan protein yang sangat esensial.

d. Susu sapi baik untuk kesehatan gigi

Kesehatan gigi juga menjadi salah satu yang harus diperhatikan, gigi memerlukan kandungan kalsium, fosfor, dan protein kaseinnya pada susu untuk melindungi email gigi

e. Mengurangi risiko penyakit jantung

Mengonsumsi susu sapi dapat mengurangi risiko terkena penyakit jantung terutama di konsumsi setiap hari karena susu sapi dapat mengurangi kolestrol jahat (R. Toto Sugiarto, 2016)

2.1.6 Cemarkan bakteri pada susu

Kualitas susu harus diperhatikan sesuai standar yang ada. Dengan adanya persyaratan pada kualitas susu dapat menjadi pendorong kesadaran peternak agar berusaha meningkatkan kualitas susu sapi. Di Indonesia kualitas susu sapi telah diatur oleh Badan Standar Nasional (BSN) Pada Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7388 tahun 2009. Pada pemeriksaan susu sapi segar terdapat 2 metode pemeriksaan yaitu *Most Probable Number*(MPN) dan Angka Lempeng Total (ALT).

2.2 Most Probable Number (MPN)

Pada perhitungan bakteri di perlukan analisis kualitatif yakni menghitung jumlah bakteri. Analisis kualitatif sangat penting untuk mengetahui jumlah mikroorganisme pada suatu sampel terdapat banyak mikroorganisme ataupun sedikit. Enumerasi mikroorganisme atau disebut juga analisis kualitatif dapat dilakukan dengan perhitungan langsung terhadap dan secara tidak langsung suatu sampel. Untuk menentukan jumlah mikroorganisme dapat dilakukan dengan menghitung mikroorganisme menggunakan sentrifuge, berdasarkan kekeruhan, perhitungan elektronik, analisis kimia, berdasarkan berat kering, menggunakan *Most Probable Number* (MPN) dan menghitung bakteri berdasarkan jumlah koloni.

Most Probable Number (MPN) adalah jumlah perkiraan terdekat, dalam metode MPN pengenceran harus dilakukan dengan akurat sehingga tabung berisi medium cair yang telah diinokulasi dengan lauran hasil pengenceran berisi lebih dari satu sel sedangkan tabung yang lain tidak berisi sel. Setelah di inkubasi diharapkan pertumbuhan bakteri di beberapa tabung sebagai tabung positif dan tabung lainnya negatif. Untuk mendapatkan beberapa tabung negatif pengenceran di lakukan pada metode MPN harus lebih tinggi dibanding pengenceran metode cawan.

Pada MPN memiliki nilai jumlah unit tumbuh (*growth unit*) atau pembentuk koloni (*colony forming unit*) pada sampel. Nilai MPN juga diartikan sebagai perkiraan jumlah individu bakteri. Satuan yang digunakan biasanya menggunakan 100 per ml atau per gram. Nilai kepercayaan MPN sebesar 95% sehingga MPN terdapat nilai tinggi dan nilai rendah. MPN menggunakan medium cair atau padat yang di jadikan suspensi dalam wadah berupa tabung reaksi. Menghitung pada metode MPN dilakukan berdasarkan jumlah tabung yang positif, tabung positif adalah tabung yang mengalami perubahan pada medianya berupa perubahan warna dan terbentuknya gas pada tabung Durham.

2.2.1 Jenis Pengujian MPN

Most Probable Number adalah metode yang digunakan untuk menghitung *coliform* pada air dengan menggunakan pengujian fermentasi dalam tabung. Metode MPN terdiri dari 3 pengujian yaitu uji penduga (*presumptive test*), uji penegas (*confirmed test*), dan uji pelengkap (*complete test*) uji ini tidak ada perbedaan yang dilakukan oleh negara-negara lain.

a. Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Uji penduga dilakukan untuk mengetahui ada/tidaknya bakteri *coliform* tanpa mempertimbangkan jenis bakteri tersebut tergolong *coli* fekal atau *coli* non-fekal. Pada uji penduga sampel diencerkan terlebih dulu. Agar mendapatkan hasil yang maksimal mendekati keadaan alami pengenceran dilakukan sampai ke nilai tertinggi umumnya sampai 10^{-11} . Media yang digunakan adalah laktosa yang dilengkapi dengan tabung Durham dalam posisi terbalik, langkah selanjutnya adalah menginokulasi sampel kemudian diinkubasi selama 1-4 X 24 jam. Setelah diinkubasi amati gas atau gelembung pada tabung Durham dan asam media yang menjadi keruh. Jika terdapat gas pada tabung Durham berarti terdapat bakteri *coliform*, jika tidak terdapat gas maka sampel tersebut tidak perlu diuji lebih lanjut.

b. Uji Penegas (*Confirmed Test*)

Uji penegas dilakukan jika pada uji penduga menghasilkan positif. Uji ini dilakukan untuk menentukan bakteri *coliform* yang ditemukan termasuk ke dalam golongan *coliform* fekal atau non-fekal. Langkah yang dilakukan pada uji ini hampir sama dengan langkah-langkah uji penduga hanya media dan suhu inkubasi saja yang berbeda. Media yang digunakan pada uji penegas adalah BGLB (*Brilliant Green Lactose Bile*). Untuk menentukan bakteri tersebut termasuk *coliform* fekal dengan inkubasi yang digunakan adalah $42 \pm 1^\circ\text{C}$ sedangkan non-fekal diinkubasi pada suhu $37 \pm 1^\circ\text{C}$ diinkubasi selama 1x24 jam. Jika terdapat gas pada bagian dasar tabung Durham berarti sampel tersebut bakteri *coliform* fekal, jika tidak terdapat gas maka sampel mengandung bakteri *coliform* non-fekal.

c. Uji Pelengkap (*Complete Test*)

Uji ini dilakukan setelah terdapat hasil positif pada uji penegas, uji ini untuk mengetahui bakteri *coliform* fekal yang terdapat pada sampel. Media yang digunakan pada uji ini adalah BGLB yang diinokulasikan pada cawan petridish dengan cara goresan kuadran dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Koloni yang berwarna merah merupakan koloni bakteri memfermentasikan laktosa, jika koloni yang tidak berwarna merupakan koloni bakteri yang tidak memfermentasikan laktosa. *Coliform* merupakan indikator kualitas sampel makin sedikit *coliform* maka semakin baik kualitas sampel tersebut. Pemeriksaan MPN terdapat 3 ragam yang biasanya di pakai pada pemeriksaan MPN, yaitu Ragam 511 atau 5x10ml, 1x1ml, 1x0,1ml, ragam 555 atau 5x10ml, 5x1ml 5x0,1ml, dan ragam 333 atau 3x10ml, 3x1ml, 3x0,1ml. (Kuswiyanto 2015).

2.3 Angka Lempeng Total (ALT)

Uji lempeng total merupakan metode umum yang digunakan untuk menghitung adanya bakteri yang terhadap sediaan yang di periksa. Angka lempeng total biasa disebut juga *Total Plate Count* (TPC). Angka lempeng total dapat menunjukkan angka jumlah bakteri mesofil dalam tuap 1 ml atau 1gr pada sampel makanan maupun minuman. Prinsip uji angka lempeng total menghitung pertumbuhan koloni bakteri setelah sampel ditanam pada media lempeng yang sesuai dengan cara tuang kemudian di inkubasi dengan inkubator selama 24-48 jam dengan suhu 35-37°C.

Uji lempeng total dapat dilakukan dengan 2 teknik, yaitu dengan cara teknik cawan tuang (*pourplat*) dan teknik sebaran (*spreadplate*). Pada uji lempeng total dilakukan pengenceran terhadap sediaan yang diperiksa kemudian ditanam pada media lempeng agar. Koloni bakteri yang tumbuh pada lempeng agar di hitung setelah inkubasi di suhu dan waktu yang sesuai, perhitungan pada petri dengan jumlah koloni bakteri antara 30-300.

2.3.1 Keuntungan dan kekurangan ALT

Keuntungan menggunakan metode pertumbuhan uji angka lempeng total dapat mengetahui jumlah mikroba yang dominan dan keuntungan lainnya dapat mengetahui adanya mikroba jenis lain. Kekurangan menggunakan metode ini sebagai berikut:

- a. Tumbuhnya koloni yang berasal lebih dari satu sel mikroba, seperti mikroba berpasangan, rantai ataupun kelompok.
- b. Kemungkinan terjadinya memperkecil jumlah mikroba
- c. Tumbuhnya mikroba tertentu yang dapat menyebar dan menutupi mikroba lain(Sundari, 2019.).

2.4 Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli termasuk bakteri yang bersifat psikrofilik yang dapat hidup atau berkembangan pada suhu dingin di 1,7-10°C dan bakteri yang juga termasuk di dalamnya adalah *pseudomonassp*, *Flavobacteriumsp*, *alcaligenes*, *achromobactersp*, terdapatnya bakterin psikrofilik pada suhu proses pasteurisasi dapat mempengaruhi daya simpan (Evy Ratnasari E., M.Si. 2018.).

Escherichia coli salah satu bakteri golongan koliform yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceace*. *Enterobacteriaceace* termasuk bakteri enterik atau yang daoathidup di dalam saluran pencernaan. *Escherichia coli* merupakan bakteri yang berbentuk batang bersifat Gram-negatif, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora dan merupakan flora alami pada usus manusia maupun hewan. Beberapa strain bakteri ini juga memberikan manfaat bagi manusia dan juga terdapat beberapa kelompok lain yang daoat menyebabkan penyakit pada manusia di sebut *Escherichia coli* patogen.

2.4.1 Karakteristik Bakteri *Escherichia coli*

Genus *Escherichia* termasuk bagian *Escherichia* bagian dari famili *Enterobacteriaceae* dan pertama kali diisolasi pada tahun 1885 oleh seorang bakteriologis asal Jerman bernama *Theodor Escherich*. *Escherichia coli* bagian dari bakteri gram negatif berbentuk batang dengan ukuran berkisar antara 1,0-

1,5µm x 2.0-6,0 µm. Bakteri ini motil dengan menggunakan flagela serta dapat tubuh tanpa oksigen dan bersifat fakultatif anaerobik dapat tahan pada media yang miskin nutrisi. Biokimia *Escherichia coli* mampu memproduksi indol dan kurang mampu memfermentasikan yang bersifat negatif pada analisis urease.

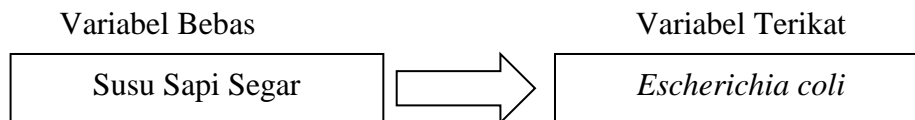
Escherichia coli umumnya hidup pada saluran pencernaan manusia ataupun hewan. Secara fisiologi *e.coli* mampu hidup di lingkungan yang sulit untuk bertahan. Bakteri ini dapat tumbuh di air tawar, air laut, dan di tanah. Pada lingkungan abiotik dan biotik dapat terpapar oleh *E.coli* dan dapat menimbulkan penyakit karena kemampuannya untuk beradaptasi dan bertahan hidup di lingkungan yang berbeda dari asalnya. Ada beberapa kondisi yang membuat *E.coli* tidak dapat bertahan hidup misalnya lingkungan asam (pH rendah) pada saluran pencernaan manusia, perubahan suhu dan tekanan osmotik.

Escherichia coli dapat bertahan hidup pada tingkat keasaman yang tinggi pada tubuh manusia dan dapat bertahan di luar tubuh manusia melalui feses. Kedua habitat ini cukup berlawanan bagi *E.coli*. Saluran pencernaan manusia adalah habitat yang stabil, hangat, bersifat anaerob dan kaya nutrisi sedangkan diluar tubuh manusia kondisi yang sangat beragam jauh lebih dingin, aerobik, serta kondisi nutrisi yang sulit (Rahayu, 2021).

Escherichia coli bakteri yang paling umum dan sering digunakan sebagai indikator adanya kontaminasi feses. Di Amerika direkomendasikan oleh Badan Lingkungan Amerika Serikat/ US *Environmental Protection Agency* (US EPA) dan negara-negara lain menggunakan *Escherichia coli* sebagai indikator untuk mengevaluasi kualitas lingkungan seperti perairan. Bakteri *E.coli* sering juga di jadikan obyek penelitian ilmiah dari pada mikroorganisme yang lain. *Escherichia coli* dapat tumbuh dengan baik hampir semua media yang biasa sebagai koloni yang meragi laktosa dan bersifat mikroaerofilik. Di Indonesia pemantauan kualitas lingkungan, termasuk air tanah ataupun air permukaan seperti sungai yang menjadi bahan baku air minum. Sehingga ketika suatu bahan makanan ataupun minuman didapatkan positif mengandung *E.coli* maka

dapat di artikan bahan tersebut sudah terkontaminasi feses yang terdapat bakteri-bakteri patogen seperti *salmonella*, *shigella*, *vibrio*, *campylobacter*, dan *yersinia*. Jika bahan makanan dan minum sudah positif mengandung *E.coli* maka bahan tersebut sudah tidak layak dikonsumsi. (Riky, 2019)

2.5 Kerangka Konsep



2.6 Definisi Operasional

1. Susu Segar adalah sampel yang akan diperiksa dalam penelitian ini.
2. *Escherichia coli* adalah bakteri yang akan dihitung dari bahan susu sapi Segar.