# HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Mikrobiologi TPC *(Total Plate Count)*

TPC *(Total Plate Count)* merupakan metode perhitungan jumlah mikroba dalam satu sampel bahan pangan seperti susu, media untuk dikembangbiakan bakteri yaitu media agar yang memiliki nutrisi untuk kebutuhan hidup bakteri. Koloni yang tumbuh dalam media tersebut menunjukkan seluruh jumlah mikroorganisme diantaranya kapang, bakteri dan khamir pada sampel yang diuji. Penyimpanan pada suhu 4-7oC digunakan untuk menghambat mikroorganisme yang masih hidup, pada umumnya suhu rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme tetapi dalam batas waktu kadaluarsa susu tetap mengalami kerusakan (Herudiyanto, 2008). Hasil jumlah mikrobiologi TPC *(Total Plate Count)* pada susu pasteurisasi dengan penambahan ekstrak kapulaga dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kapulaga dan Lama Penyimpanan terhadap Jumlah Mikroba pada Susu Pasteurisasi

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Waktu Penyimpanan (B) | | |  |
| Konsentrasi Ekstrak Kapulaga (A) | | B1  (3 Hari) | B2  (6 Hari) | B3  (9 Hari) | Rata-rata |
| A1 (0,5%) | | 2,35 x 102 f | 2,94 x 103 d | 10 x 104 a | 3,44x104 w |
| A2 (1%) | | 2,5 x 101 h | 2,64x 103 e | 10 x 104 a | 3,42x104 x |
| A3 (1,5%) | | 2,3 x 101 h | 2,64x 102 e | 2,73 x 103 b | 9,97x103 y |
| A4 (2%) | | 0,9 x 101 g | 10 x 101 h | 2,22 x 103 c | 7,43x103 z |
| Rata-rata | | 7,3x101 r | 2,08x103 q | 6,24x104 p |  |

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda (w,x,y,z) menunjukkan faktor A, notasi huruf (p,q,r) menunjukkan faktor B dan notasi huruf (a,b,c,d,e,f,g,h) menunjukkan faktor AB, berbeda nyata pada α=0,05.

Tabel 4 menunjukkan berdasarkan hasil uji sidik ragam (ANOVA) dalam Lampiran 6 konsentrasi ekstrak kapulaga berpengaruh nyata (p<0,05) terhadap jumlah mikroba yang terdapat dalam susu pasteurisasi. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan diketahui bahwa konsentrasi ekstrak kapulaga masing-masing perlakuan berbeda nyata terlihat dengan rataan TPC (*Total Plate Count*) A1= 3,44x104 cfu/mL, A2= 3,42x104 cfu/mL, A3= 9,97x103 cfu/mL dan A4= 7,43x103 cfu/mL. Semakin tinggi ekstrak kapulaga pada susu semakin menurun jumlah pertumbuhan mikroba, hal ini dikarenakan adanya kandungan senyawa flavonoid yang mudah larut dalam air untuk kerja antimikroba dan antivirus (Swandina *et al*., 2018) dan senyawa fenol dan sineol pada ekstrak kapulaga yang memiliki sifat antibakteri sehingga dapat menurunkan jumlah mikroba (Sukandar *et al.,* 2015). Senyawa fenol pada ekstrak kapulaga berfungsi untuk mengganggu struktur dan permeabilitas membran sel dan gugus hidroksil yang ada pada senyawa fenol dapat mengganggu aktivitas enzim serin protease dalam mikroorganisme. Penelitian Maitimu (2013) yang menyatakan kandungan senyawa fenol dalam daun aileru dapat menurunkan total bakteri susu pasteurisasi. Senyawa fenol pada daun aileru bersifat bakterisidal terhadap mikroba, senyawa fenol diduga dapat merusak membran sel bakteri yang akan berakibat terjadinya kebocoran sel (Hapsari, 2000).

Tabel 4 berdasarkan hasil uji sidik ragam (ANOVA) dalam Lampiran 6 lama waktu penyimpanan berpengaruh nyata (p<0,05) terhadap jumlah mikroba pada susu pasteurisasi. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan diketahui lama waktu penyimpanan B1, B2 dan B3 dilihat dalam Tabel 4 memiliki hasil yang berbeda nyata. Nilai TPC (*Total Plate Count*) pada susu pasteurisasi selama penyimpanan mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan mikroorganisme masih dapat tumbuh selama penyimpanan. Pertumbuhan mikroba terlihat pada Lampiran 1, dimana hari ke 0 dengan hari ke 3 merupakan fase lag penyesuaian mikroorganisme menyesuaikan diri dalam lingkungan baru oleh karena itu mikrorganisme akan membelah sampai memperoleh populasi yang maksimum, dalam hari ke 6 mikroorganisme dalam populasi mengakibatkan sel membelah menjadi dua yang disebut fase log atau eksponensial. Fase eksponensial diakibatkan dengan adanya kadar nutrisi dalam media, pH dan suhu inkubasi. Keseimbangan yang terjadi dengan derajat populasi yang maksimum, mengakibatkan keseimbangan antara mikroorganime mati dan mikroorganisme hidup pada hari ke 6 dan ke 9 yang merupakan fase stasioner (Pratiwi, 2008). Menurut penelitian Gumilar *et al.* (2019), yang menyatakan peningkatan jumlah mikroba selama penyimpanan mengindikasikan bahwa mikroba dapat meningkat selama penyimpanan dalam susu pasteurisasi meskipun dalam kondisi suhu rendah. Jenis mikroba yang masih bisa tumbuh di bawah suhu 100C salah satunya adalah *Micrococcus sp* (Setya, 2012). Menurut Kristanti (2017), kualitas mikrobiologis susu pasteurisasi terkait dengan beberapa faktor, diantaranya adanya mikroba termodulik maupun mikroba kontaminan yang mengkontaminasi susu pasteurisasi selama waktu penyimpanan, proses pembuatan sampai susu siap untuk dikonsumsi, suhu waktu dan adanya enzim tahan panas yang dihasilkan pada mikroba tertentu. Keberadaan mikroba pada susu, umumnya didukung adanya nutrisi pada susu sebagai media yang menguntungkan tejadinya pertumbuahan mikroba.

Berdasarkan uji sidik ragam (ANOVA) dalam Lampiran 6 menunjukkan konsentrasi kapulaga dan lama penyimpanan berpengaruh nyata (p<0,05) terhadap jumlah mikroba pada susu pasteurisasi. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan diketahui ekstrak kapulaga dan lama waktu penyimpanan tidak berbeda nyata pada interaksi ekstrak kapulaga 1%, 1,5% terhadap lama penyimpanan 3 hari dan 6 hari.

Tabel 4 menunjukkan ekstrak kapulaga 1,5%, 2% berbeda nyata terhadap waktu penyimpanan 9 hari, dengan ini menunjukkan ekstrak kapulaga dapat menekan laju pertumbuhan mikroba pada susu pasteurisasi. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan diketahui bahwa, pada rataan penyimpanan hari ke 3 ke 6 dan ke 9 susu pasteurisasi ekstrak kapulaga terjadi peningkatan, hal ini dikarenakan adanya interaksi kenaikan jumalah mikroba yang disebabkan lama waktu penyimpanan.

1. Hasil Uji Protein

Protein merupakan sumber asam amino dengan memiliki unsur-unsur senyawa C,H,O dan N yang tidak dipunyai pada lemak atau karbohidrat. Protein merupakan salah satu zat yang teradapat dalam bahan makanan yang amat penting dan berguna bagi tubuh, karena berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur dalam tubuh (Winarno, 2004). Hasil uji kadar protein dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kapulaga dan Lama Penyimpanan terhadap Protein pada Susu Pasteurisasi

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Waktu Penyimpanan (B) | | | |  |
| Konsentrasi Ekstrak Kapulaga (A) | | | B1  (3 Hari) | B2  (6 Hari) | B3  (9 Hari) | Rata-rata |
| A1 (0,5%) |  | 2,802a | | 2,811a | 2,837a | 2,817x |
| A2 (1%) |  | 2,626bc | | 2,626bc | 2,678b | 2,644y |
| A3 (1,5%) |  | 2,488d | | 2,502cd | 2,3cd | 2,507z |
| A4 (2%) |  | 2,472d | | 2,479d | 2,512cd | 2,488z |
| Rata-rata |  | 2,597p | | 2,604p | 2,639p |  |

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda (x,y,z) menunjukkan faktor A. notasi huruf (p) menunjukkan faktor B. notasi huruf (a,b,c,d,) menunjukkan faktor AB, berbeda nyata pada α=0,05.

Tabel 5 berdasarkan hasil uji sidik ragam (ANOVA) dalam Lampiran 7 menunjukkan penambahan ekstrak kapulaga berpengaruh nyata (p<0.05) terhadap protein susu paseturisasi. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan konsentrasi ekstrak kapulaga 2% dan 1,5% tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi ekstrak kapulaga 0,5% dan 1%. Menunjukkan semakin tinggi konsentrasi ekstrak kapulaga maka semakin menurun kadar protein susu pasteurisasi. Kadar protein yang menurun dalam susu pasteurisasi diakibatkan oleh adanya senyawa fenol pada ekstrak kapulaga yang mempunyai kemampuan dalam mendenaturasi protein. Senyawa fenol pada ekstrak kapulaga akan berikatan dengan protein melalui ikatan hidrogen sehingga mengakibatkan struktur protein menjadi rusak (Rahayu, 2000). Menurut Penelitian Maitimu (2013) susu pasteurisasi tanpa perlakuan konsentrasi ekstrak daun aileru menyebabkan jumlah kadar protein yang relatif tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan menggunakan konsentrasi ekstrak daun aileru. Penurunan kadar protein ini diakibatkan adanya senyawa fenol yang terdapat pada daun aileru dengan bersifat asam, sehingga menyebabkan terjadinya denaturasi protein. Denaturasi protein menyebabkan adanya degradasi protein. Degradasi protein menyebabkan protein kehilangan fungsinya, sehingga protein pada susu pasteurisasi dengan penambahan daun aileru menjadi berkurang seiring dengan lamanya waktu penyimpanan.

Tabel 5 berdasarkan hasil uji sidik ragam (ANOVA) dalam Lampiran 7 menunjukkan lama waktu penyimpanan tidak berpengaruh nyata (p>0.05) terhadap nilai protein. Kadar protein susu pasteurisasi mengalami peningkatan dalam jumlah yang tidak signifikan seiring dengan lama waktu penyimpanan susu pasteurisasi. Peningkatan kadar protein tersebut diduga karena adanya pertumbuhan bakteri asam laktat yang terus berkembang biak selama penyimpanan. Menurut penelitan Noorhasanah *et al.* (2022), yang menyatakan susu pasteurisasi dengan lama penyimpanan dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat yang mengakibatkan terbentuknya molekul-molekul protein selama penyimpanan.

Berdasarkan hasil uji sidik ragam (ANOVA) dalam Lampiran 7 menunjukkan konsentrasi ekstrak kapulaga dan lama waktu penyimpanan berpengaruh nyata (p<0.05) terhadap protein susu pasteurisasi. Berdasarkan uji lanjut Duncan semakin tinggi konsentrasi ekstrak kapulaga maka nilai protein menurun, sedangkan semakin lama waktu penyimpanan nilai protein susu pasteurisasi meningkat tetapi tidak secara signifikan.

1. Hasil Uji pH

pH merupakan derajat keasaman untuk digunakan dalam menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki suatu larutan sebagai parameter bahan pangan khususnya susu yang menentukan mutu fisik dan mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Hasil uji nilai pH pada susu pasteurisasi dengan penambahan ekstrak kapulaga dilihat pada Tabel 6.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Waktu Penyimpanan (B) | | | |  |
| Konsentrasi Ekstrak Kapulaga (A) | | B1  (3 Hari) | | B2  (6 Hari) | B3  (9 Hari) | Rata-rata |
| A1 (0,5%) |  | 6,15a | 6,13bc | | 6,13c | 6,14w |
| A2 (1%) |  | 6,14ab | 6,12cd | | 6,11ef | 6,13x |
| A3 (1,5%) |  | 6,13bc | 6,11de | | 6,10f | 6,12y |
| A4 (2%) |  | 6,11de | 6,11de | | 6,06g | 6,10z |
| Rata-rata |  | 6,14p | 6,12q | | 6,10r |  |

Tabel 6. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kapulaga dan Lama Penyimpanan terhadap pH pada Susu Pasteurisasi.

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda (w,x,y,z) menunjukkan faktor A. notasi huruf (p,q,r) menunjukkan faktor B. notasi huruf (a,b,c,d,e,f,g) menunjukkan faktor AB, berbeda nyata pada α=0,05.

Tabel 6 menunjukkan berdasarkan hasil uji sidik ragam (ANOVA) dalam Lampiran 8 penambahan ekstrak kapulaga berpengaruh nyata (p<0,05) terhadap pH susu pasteurisasi. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan bahwa konsentrasi masing-masing berbeda nyata terhadap susu pasteurisasi dimana pH susu semakin rendah. Terlihat dalam Tabel 6 rataan perlakuan dengan penambahan konsentrasi 0,5%, 1% dan 1,5% nilai pH lebih tinggi di banding dengan perlakuan dengan penambahn konsentrasi 2%. Perlakuan penambahan ekstrak kapulaga menunjukan pengaruh nyata dengan nilai pH karena kapulaga mengandung senyawa fenol yang bersifat asam (Susanti, 2008). Konsentrasi ekstrak kapulaga yang bersifat asam dapat mempengaruhi peningkatan kandungan total asam dalam susu pasteurisasi selama penyimpanan. Derajat keasaman (pH) memiliki korelasi dengan total asam, dimana pH yang rendah menunjukkan jumlah asam yang meningkat begitu juga sebaliknya.

Tabel 6 menunjukkan berdasarkan hasil uji sidik ragam (ANOVA) dalam Lampiran 8 lama penyimpanan berpengaruh nyata (p<0,05) terhadap pH susu pasteurisasi. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan lama penyimpanan B1, B2 dan B3 berbeda nyata. Nilai pH semakin menurun seiring dengan semakin lama waktu penyimpanan. Selama penyimpanan, asam organik dan asam laktat yang dihasilkan oleh sebagian laktosa menyebabkan keasaman susu pasteurisasi meningkat. Sampel menjadi asam disebabkan asam laktat yang dihasilkan mikroba, sehingga nilai pH rendah (Sakinah *et al.,* 2010). Menurut penelitian (Buckle *et al.,* 1987 dalam Maitimu, 2013), dimana perubahan nilai pH susu pasteurisasi selama penyimpanan terjadi dengan adanya beberapa mikroba yang dapat memecah asam yang secara alamiah terdapat dalam susu atau yang ditambahkan.

Berdasarkan Tabel 6 dari hasil uji sidik ragam (ANOVA) dalam Lampiran 8 konsentrasi kapulaga dan lama penyimpanan menunjukkan berbeda nyata (p<0,05) terhadap nilai pH susu pasteurisasi. Berdasarkan uji lanjut Duncan nilai pH menunjukkan penurunan yang tidak signifikan terhadap susu pasteurisasi. Penurunan nilai pH menunjukkan susu pasteurisasi menjadi semakin asam. Hal ini karena disebabkan semakin lama waku penyimpanan, maka akan meningkatkan aktivitas mikroba yang mengubah laktosa menjadi asam laktat. Laktosa digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi dan kemudian dimetabolisme menjadi asam organik, terutama asam laktat, dengan pembentukan asam organik ini menurunkan pH (Yusmarini dan Efendi, 2004). Menurut penelitian Gumilar *et al*. (2019), yang menyatakan selama penyimpanan keasaman susu meningkat karena laktosa akan dirubah menjadi asam laktat oleh mikroba, sehingga nilai keasaman meningkat dan nilai pH akan menurun selama penyimpanan.

1. Penentuan Produk Terpilih

Penentuan produk terpilih bertujuan untuk menemukan perlakuan terbaik dari susu pasteurisasi ekstrak kapulaga selama penyimpanan yang berbeda berdasarkan sifat kimia dan mikrobiologi yang diharapkan memiliki nilai kadar protein, dan mikrobiologi TPC (*Total Plate Count*) yang sesuai standar.

Protein merupakan zat essensial bagi tubuh. Keberadaan protein pada produk pangan penting diketaui agar mencakup kebutuhan protein dalam tubuh. Menurut SNI 01-3951-1995 kadar protein susu pasteurisasi minimal 2,5%. Uji Mikrobiologi TPC (*Total Plate Count*) bertujuan untuk menentukan jumlah koloni yang tumbuh dalam media tersebut menunjukkan seluruh jumlah mikroorganisme. Menurut SNI 7388:2009 batas maksimum cemaran mikroba susu pateurisasi (tawar atau berperisa) 5x104 cfu/mL.

Tabel 7. Interaksi Nilai TPC (Total Plate Count) dan Kadar Protein Susu Pasteurisasi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | TPC | Protein |
| Interaksi | SNI(5x104cfu/mL)  (cfu/mL) | SNI (Min 2,5%)  (%) |
| A1B1 | 2,35x102 | 2,802 |
| A1B2 | 2,94x103 | 2,811 |
| A1B3 | 10x104 | 2,837 |
| A2B1 | 2,5x101 | 2,626 |
| A2B2 | 2,64x103 | 2,626 |
| A2B3 | 10x104 | 2,678 |
| A3B1 | 2,3x101 | 2,488 |
| A3B2 | 2,64x102 | 2,502 |
| A3B3 | 2,73x103 | 2,3 |
| A4B1 | 0,9x101 | 2,472 |
| A4B2 | 10x101 | 2,479 |
| A4B3 | 2,22x103 | 2,512 |

Penentuan produk terpilih dari berbagai perlakuan konsentrasi ekstrak kapulaga dan lama penyimpanan menunjukkan hasil bahwa pada interaksi A1B2 nilai TPC (*Total Plate Count*) 2,94 x 103 cfu/mL, hasil ini dapat diterima karena sesuai ambang batas minimum nilai TPC (*Total Plate Count*) pada SNI 7388:2009 tentang batasan cemaran mikroba dalam pangan yang terdapat dalam susu pasteurisasi. Pada uji protein interaksi A1B2 dengan kadar protein 2,811% merupakan produk terpilih melewati batas minimum pada SNI 01-3951-1995 tentang susu pasteurisasi.

1. Hasil Uji Rating Hedonik

Uji kesukan merupakan pengujian yang dilakukan apabila suatu *design* yang biasanya diaplikasian untuk memilh produk, suatu pengembangan produk atau membandingkan suatu produk pesaingnya. Uji ini tidak menyatakan suka atau tidak sukanya produk melainkan baik dan buruk yang bersifat spesifik.

Pengujian terhadap susu pasteurisasi dengan penambahan ekstrak kapulaga dilakukan dengan produk terpilih dimana perlakuan konsentrasi ekstrak kapulaga 0,5% pada hari ke 6 dan kadar protein 2,81% sesuai standar SNI Susu Pasteurisasi (1995), yang dimana standar SNI susu pasteurisasi minimal 2,5%. Pengujian ini dilakukan oleh 31 panelis semi terlatih dengan 2 kali ulangan pada Lampiran 5. Data hasil uji rating hedonik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Rating Hedonik pada Susu Pasteurisasi.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Persentase Panelis Berdasarkan Tingkat Kesukaan ( Uji Hedonik) | | | | | | | |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Rasa | - | 53,2 | 34,4 | 4,8 | 3,2 | - | - |
| Aroma | - | 37,1 | 40 | 22,6 | - | - | - |
| Overall | - | 30,6 | 48,4 | 11,3 | 9,7 | - | - |

Keterangan :

1 = Sangat Tidak Suka 5 = Agak Suka

2 = Tidak Suka 6 = Suka

3 = Agak Tidak Suka 7 = Sangat Suka

4 = Netral

Tabel 8 menunjukkan antara perbedaan rasa dengan aroma dan *overall.* Dalam uji rating hedonik dengan parameter rasa menunjukkan 53,2% panelis menilai tidak suka, 34,4% panelis agak tidak suka, 4, 8% panelis menilai netral dan 3,2% panelis menilai agak suka. Parameter aroma menunjukkan panelis menilai 37,1% tidak suka, 40% panelis menilai agak tidak suka, 22,6% panelis netral. Dan *overall* panelis menilai 30,6% tidak suka, 48,8% panelis menilai agak tidak suka, 11,3% panelis menilai netral dan 9,7% panelis agak suka. Berdasarkan hasil persentasi pada Tabel 8 menunjukan susu pasteurisasi dengan penambahan ekstrak kapulaga dapat diartikan agak tidak disukai konsumen.