

4. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada susu sebelum dan sesudah dipasteurisasi menggunakan mesin pasteurisasi yang telah dimodifikasi, serta susu pasteurisasi yang disimpan pada suhu berbeda yakni suhu 4°C dan 10°C. Analisa kimiawi dilakukan pada pH; total padatan (metode pengeringan oven); kadar lemak (soxhlet); serta kadar protein (lowry), dan analisa mikrobiologi menguji *coliform*. Analisa kimiawi dan mikrobiologi dilakukan untuk membandingkan antara kualitas susu sebelum dan sesudah dipasteurisasi, serta menguji kualitas susu pasteurisasi yang telah disimpan selama 3 hari pada suhu 4°C dan 10°C.

4.1. Analisa Kimia

Pada Tabel 1, dapat diamati hasil analisa kimia sampel susu. Nilai pH pada susu sebelum dan setelah dipasteurisasi tidak menunjukkan perbedaan nyata, namun setelah susu pasteurisasi disimpan pada suhu 4°C dan 10°C, terjadi beda nyata dengan kenaikan nilai pH sebanyak $\pm 0,05$ di penyimpanan kedua suhu. Nilai pH dapat menjadi indikator pertumbuhan bakteri dan adanya kerusakan susu. Pertumbuhan bakteri optimum pada suhu 25°C sehingga bakteri dapat tumbuh secara optimal pada suhu ruang, untuk menekan pertumbuhan bakteri dilakukan penyimpanan susu pada suhu 4°C, meskipun bakteri psikofilik masih dapat tumbuh pada suhu rendah menyebabkan terjadinya pertumbuhan bakteri seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. pH susu dipengaruhi oleh suhu, umumnya pH menurun seiring bertambahnya suhu dikarenakan perubahan disosiasi pada gugus yang dapat diionisasi. Selain itu lipolisis dapat menurunkan pH susu karena adanya hidrolisis gugus ester. Pemanasan susu pada suhu di bawah 80°C dapat mengurangi pH, hal ini dapat terjadi karena ada pergeseran keseimbangan mineral pada susu dan bersifat *reversible* saat pendinginan sesudah pemanasan (Tamime, 2009).

Nilai pH susu pasteurisasi normal adalah 6,5–6,7 dan perubahannya dapat dipengaruhi berbagai hal seperti lama penyimpanan, suhu, dan adanya aktivitas bakteri asam laktat (Danah *et al.*, 2019). Pada hasil penelitian, seluruh sampel susu, mulai dari susu sebelum

dipasteurisasi hingga susu pasteurisasi yang disimpan di suhu rendah, masih memiliki nilai pH yang termasuk dalam rentang nilai pH normal yakni (6,5-6,7) dengan nilai pH susu sebelum dipasteurisasi, sesudah dipasteurisasi, dan susu pasteurisasi yang disimpan pada 4°C dan 10°C berturut-turut adalah 6,60; 6,60; 6,65; 6,66. Hal ini mengindikasikan belum ada kerusakan pada susu yang diakibatkan oleh pertumbuhan mikroorganisme.

Total padatan pada susu sebelum dan setelah dipasteurisasi terdapat beda nyata, terjadi penurunan total padatan pada susu setelah dipasteurisasi dari 13,29% menjadi 11,61%. Setelah susu pasteurisasi disimpan pada suhu 4°C dan 10°C terjadi kenaikan total padatan dari 11,61% menjadi 16,66% pada susu pasteurisasi yang disimpan pada suhu 4°C dan 17,67% pada susu pasteurisasi yang disimpan pada suhu 10°C. Penurunan dan kenaikan dari total padatan ini dipengaruhi oleh komponen susu lainnya yang bereaksi dengan panas, adapun total padatan pada susu terdiri dari lemak, protein, laktosa, vitamin, mineral, dan konstituen lainnya (Woldemariam & Asres, 2017).

Adapun pengujian total padatan merupakan salah satu uji yang digunakan untuk mengetahui apabila terjadi pemalsuan susu, sehingga pemenuhan kriteria total padatan sesuai standar sangatlah penting. Menurut standar SNI 01-3951-1995, standar total padatan pada susu pasteurisasi tanpa penyedap cita rasa minimal 10,5% (Badan Standardisasi Nasional, 1995). Sedangkan susu pasteurisasi yang dihasilkan dalam penelitian ini masing-masing memiliki total padatan di atas 10,5 % sehingga dapat dinyatakan bahwa susu yang digunakan dalam penelitian tanpa pemalsuan.

Kadar lemak susu sebelum dan sesudah dipasteurisasi tidak terdapat beda nyata meskipun terjadi sedikit penurunan, namun setelah disimpan pada suhu 4°C dan 10°C, terjadi peningkatan kadar lemak yang signifikan. Setelah susu dipasteurisasi, tidak ada beda nyata kadar lemak susu mentah dan susu pasteurisasi, hal ini dikarenakan suhu yang dibutuhkan untuk dekomposisi non-oksidatif asam lemak di atas 200°C, jauh di atas suhu yang digunakan untuk pasteurisasi.

Namun, pemanasan susu dapat mempengaruhi MFGM yang rentan terhadap perubahan akibat panas. MFGM terdenaturasi pada suhu di atas 70°C, denaturasi ini menyebabkan

terbukanya gugus reaktif yang berujung pada pelepasan senyawa sulfhidril. Residu sistein pada komponen membran menjadi sangat aktif dan berujung pada terjadinya reaksi pertukaran sulfhidril-disulfida menyebabkan asosiasi komponen membran dengan protein beta-laktoglobulin dan kappa-kasein (Tamime, 2009). MFGM yang terdenaturasi dan mengadsorpsi protein menyebabkan terjadinya perubahan sifat interfisial MFGM yang berujung pada agregasi antar globula lemak sehingga terjadi peningkatan kadar lemak seiring waktu (Elias-Argote & Jimenez-Flores, 2010). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Kristanti, (2017) dan Abubakar *et al.*, (2001) mengenai penyimpanan susu pasteurisasi pada suhu rendah, terjadi peningkatan kadar lemak pada susu pasteurisasi meskipun pada saat pasteurisasi terjadi lipolisis yang menyebabkan kerusakan pada lemak.

Kadar lemak pada susu pasteurisasi yang belum disimpan tidak memenuhi syarat kadar lemak pada SNI 01-3951-1995 dengan minimal kadar lemak 2,8%, sedangkan kadar lemak susu pasteurisasi yang belum disimpan adalah 1,98%, namun pada susu pasteurisasi yang telah disimpan pada suhu 4°C dan 10°C, kadar lemaknya memenuhi syarat SNI 01-3951-1995 di mana kadar lemaknya berturut-turut adalah 4,05 % dan 4,08%.

Kadar protein pada susu mentah mengalami penurunan secara signifikan setelah dipasteurisasi, setelah susu pasteurisasi disimpan pada suhu 4°C tidak ada beda nyata antara susu pasteurisasi sebelum dan setelah disimpan meskipun terjadi sedikit penurunan kadar protein pada susu pasteurisasi setelah disimpan. Namun pada susu pasteurisasi yang disimpan pada suhu 10°C terjadi beda nyata antara susu pasteurisasi sebelum dan setelah disimpan berupa kenaikan kadar protein.

Protein pada susu dibagi menjadi 2 berdasarkan kelarutannya, yakni kasein yang tidak dapat terlarut yang mengisi $\pm 80\%$ dari total protein susu dan protein *whey* yang dapat terlarut yang mengisi $\pm 20\%$ dari total protein (Tamime, 2009). Suhu pemanasan yang digunakan dalam pasteurisasi dapat mendenaturasi protein *whey* (3–5%) karena sifat protein *whey* yang memiliki struktur tersier sehingga mudah terpapar denaturasi akibat panas (Sandra & Meunier-Goddik, 2011).

Protein *whey* yang terdiri atas alfa-laktalbumin, beta-laktoglobulin, immunoglobulin, dan bovine serum albumin memiliki titik denaturasi berturut-turut 63°C, 74°C, 79°C dan 87°C. Denaturasi pada beta-laktoglobulin menyebabkan struktur protein terbuka dan memberikan gugus bebas sulfhidril yang dapat berinteraksi dengan protein lain melalui reaksi pertukaran sulfhidril-disulfida. Protein yang dapat berinteraksi dengan beta-laktoglobulin adalah molekul beta-laktoglobulin lainnya, alfa-laktalbumin, bovine serum albumin, protein kasein seperti alfa_{s2}-kasein, kappa-kasein, dan juga protein dari *milk fat globule membrane* (MFGM).

Interaksi dari beta-laktoglobulin ini dapat meningkatkan kadar protein, selain itu protein dari kasein juga berpengaruh pada peningkatan kadar protein. Protein kasein, meskipun stabil terhadap panas karena tidak memiliki struktur tersier, memiliki misel kasein yang mudah terpapar perubahan akibat panas. Pada suhu pemanasan di atas 70°C, ditemukan peningkatan kasein non-miselar pada susu, menunjukkan adanya disosiasi akibat panas, dalam hal ini ditemukan kadar yang tinggi dari kappa-kasein non-miselar, yang mengakibatkan banyaknya kappa-kasein yang mudah berinteraksi dengan beta-laktoglobulin, meningkatkan kadar protein terukur (Tamime, 2009).

Enzim plasmin dalam susu juga mempengaruhi pengukuran kadar protein, plasmin merupakan enzim yang dapat menyebabkan hidrolisis protein yang menyebabkan pemotongan rantai peptida terutama pada beta-kasein dan alfa_{s2}-kasein menjadi potongan peptida yang lebih sederhana, sehingga kuantifikasi protein dengan reaksi lowry pada susu pasteurisasi menunjukkan kadar yang meningkat dikarenakan reaksi lowry menghitung jumlah peptida pada sampel yang diuji. Plasmin dan plasminogen yang kemudian dikonversi menjadi plasmin oleh aktivator plasminogen, merupakan zat yang stabil terhadap panas dan mengalami peningkatan saat terjadi pasteurisasi. Hal ini diakibatkan inhibitor plasmin dan aktivator plasminogen yang tidak tahan terhadap panas (Ismail & Nielsen, 2010).

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Kristanti, (2017) dan Abubakar *et al.*, (2001), untuk susu pasteurisasi yang disimpan pada suhu rendah, kadar protein dari

susu pasteurisasi tersebut cenderung stabil selama masa penyimpanan di tempat penyimpanan dengan suhu rendah, hanya terjadi sedikit perubahan yang tidak signifikan.

Kadar protein susu pasteurisasi pada penelitian ini baik sebelum maupun setelah disimpan tidak memenuhi syarat SNI 01-3951-1995, di mana minimal kadar protein adalah 2,5%, sedangkan kadar protein susu pasteurisasi paling tinggi pada penelitian ini ditemukan pada susu pasteurisasi yang disimpan pada suhu 10°C dengan kadar protein 2,03%.

4.2. Analisa Mikrobiologi

Pada pengujian *coliform* menggunakan media *violet red bile agar* (VRBA) koloni *coliform* ditemukan hanya pada sampel susu sebelum pasteurisasi sebanyak 1×10^2 CFU/ml, sedangkan pada susu setelah dipasteurisasi dan susu pasteurisasi yang disimpan 3 hari pada suhu 4°C dan 10°C tidak ditemukan koloni *coliform*. Keberadaan *coliform* sering digunakan untuk indikator kebersihan produksi susu, keberadaan mengindikasikan adanya kontaminasi produk sebelum pasteurisasi atau adanya kegagalan pada proses pasteurisasi. Beberapa bakteri *coliform* yang bersifat psikrotoleran dan dapat tumbuh pada penyimpanan suhu refrigerasi menjadi sebuah masalah pada industri produk susu, seperti penurunan kualitas fisik serta karakteristik sensori yang tidak diinginkan pada susu akibat enzim lipolitik dan proteolitik yang dihasilkan *coliform* psikrotoleran (Masiello *et al.*, 2016).