

UJI INTEGRITAS KEMASAN PADA PRODUK SUSU UHT: KAJIAN PUSTAKA

UHT Milk Packaging Integrity Test: Literature Review

A. Puspitasari, J. M. Maligan

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang
Email korespondensi: ambarpuspita@student.ub.ac.id

ABSTRAK

Produk susu memiliki nutrisi yang lengkap sehingga rentan akan kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme. Tingginya protein pada susu meningkatkan potensi kerusakan kualitas yang disebabkan oleh bakteri patogen. Pemrosesan dan pengemasan dapat meningkatkan umur simpan dari produk susu. Susu diproses dengan menggunakan teknologi UHT untuk menginaktivasi mikroorganisme sehingga mencapai steril komersial. Pengemasan secara aseptis bertujuan untuk mencegah adanya kontaminasi ulang pada produk yang telah steril komersial. Pengemas yang akan digunakan disterilisasi terlebih dahulu dengan menggunakan udara panas dan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) untuk menginaktivasi mikroorganisme yang terdapat pada permukaan bahan pengemas. Integritas dari kemasan mempengaruhi kualitas akhir dari produk susu karena kemasan yang mengalami kebocoran dapat menyebabkan adanya kontaminasi ulang pada produk yang telah steril komersial. Untuk mencegah adanya kemasan yang mengalami kebocoran maka dilakukan pengujian integritas kemasan secara berkala selama produksi untuk menganalisis kemampuan proses pengemasan. Pengujian yang dilakukan dapat berupa uji destruktif maupun uji non-destruktif pada sampel kemasan. Deteksi *seal* yang lemah pada kemasan sangat diperlukan agar dapat dilakukan tindakan koreksi untuk mencegah peningkatan kuantitas produk mutu rendah.

Kata Kunci: Susu UHT, Pengemas, Uji Destruktif, Uji Non-Destruktif

ABSTRACT

Dairy products have complete nutrition, making the products prone to damage caused by microorganisms. The high protein content in milk increases the potential for quality deterioration caused by pathogenic bacteria. Processing and packaging can prolong the shelf life of dairy products. Milk is processed using UHT technology to inactivate microorganisms to achieve commercial sterility. Aseptic packaging aims to prevent recontamination of commercially sterile products. The packaging that will be used is sterilized first using hot air and Hydrogen Peroxide (H_2O_2) to inactivate the microorganisms that are on the surface of the packaging material. The integrity of the packaging affects the final quality of the dairy product because a leakage in packaging can lead to recontamination of commercially sterile products. To prevent any packaging from leaking, packaging integrity tests are carried out periodically during production to analyze the capability of the packaging process. The tests carried out can be in the form of destructive tests or non-destructive tests on packaged samples. Detection of a weak seal on the packaging is needed so that corrective action can be taken to prevent an increase in the quantity of low quality products.

Keyword: UHT Milk, Aseptic Packaging, Destructive Test, Non-Destructive Test

PENDAHULUAN

Susu diketahui memiliki kandungan nutrisi yang baik, berdasarkan data yang diperoleh dari USDA FoodData Central (2019), dari 100 gram susu sapi terkandung 3,15% protein, 3,25% lemak total, 4,8% karbohidrat, dan 5,05% gula. Susu mengandung asam lemak esensial yaitu asam lemak linoleat dan linolenat sebanyak 0,12 gram. Selain nutrisi makronya yang lengkap, susu mengandung banyak vitamin diantaranya vitamin B kompleks, vitamin A, vitamin D, vitamin D, vitamin K, dan vitamin E.

Menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian (2018), hingga tahun 2018, produksi susu di Indonesia meningkat dengan rata-rata 3,34% pertahun hingga 909,64 ribu ton. Dimana mayoritas produksi susu yaitu sebesar 54,84% diproduksi di provinsi Jawa Timur.

Susu sangat rentan dari kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme karena nutrisinya yang lengkap. Tingginya protein menyebabkan susu sangat rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme patogen. Beberapa bakteri patogen yang dapat ditemukan pada susu segar yang tidak diolah antara lain *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Eschericia coli*, dan *Yersinia enterocolitica*. Bakteri patogen tersebut dapat menyebabkan masalah kesehatan dan mempersingkat daya simpan pada susu (Claeys et al, 2013).

Salah satu upaya untuk meningkatkan umur simpan dan meningkatkan keamanan dari susu adalah dengan memproses susu tersebut dengan metode UHT (*Ultra-High Temperature*). Penggunaan temperatur yang tinggi bertujuan untuk menginaktivasi enzim dan mikroorganisme sehingga diperoleh umur simpan lebih panjang hingga mencapai 6 bulan. Proses UHT digunakan untuk menginaktivasi sel vegetatif bakteri melalui yang terdapat pada susu segar. Keuntungan dari proses UHT diantaranya retensi yang lebih baik pada *flavor* dan komponen yang sensitif terhadap panas (Smith, 2011).

Untuk menjaga kualitas dari susu yang telah diproses UHT maka diperlukan pengemasan untuk mencegah adanya kontaminasi ulang. Proses pengemasan harus dilakukan dengan aseptis untuk meminimalisir kontaminasi dari luar. Pengemas juga perlu terhindar dari kebocoran untuk memastikan kualitas susu tetap terjaga selama penyimpanan.

TINJAUAN PUSTAKA

Susu UHT dalam Kemasan Aseptik

Menurut Smith (2011), proses UHT (*Ultra-high Temperature*) adalah perlakuan pemanasan hingga suhu 140°C selama 2-4 detik untuk memperoleh keadaan steril komersial. Proses sterilisasi pada umumnya terdiri dari 3 tahapan, tahap pertama merupakan tahap penaikan suhu, tahap kedua adalah tahapan *holding* dimana suhu dipertahankan dalam waktu tertentu, dan terakhir adalah tahap pendinginan

dimana suhu susu diturunkan dengan cepat untuk mencegah terbentuknya sel vegetatif bakteri. Susu yang telah diproses dengan UHT telah mencapai steril secara komersial.

Proses UHT (Ultra-high Temperature) adalah suatu metode untuk menjaga kualitas pangan yang bersifat cair dengan menggunakan pemanasan intensif dalam waktu cepat. Perlakuan tersebut membunuh mikroorganisme pada susu sehingga tercapai steril secara komersial. Oleh karena itu, produk dapat didistribusikan dan disimpan dalam kondisi tanpa pendinginan (Ohkubo et al., 2019).

Proses pengemasan pada umumnya melibatkan proses sterilisasi produk dan kemasan secara terpisah sehingga diperlukan metode aseptis yang mencegah adanya kontaminasi ketika produk dipindahkan ke dalam kemasan. Pada proses ini adanya kontaminasi ulang setelah kondisi produk steril komersial harus ditekan seminimal mungkin karena setelah dilakukannya pengemasan tidak ada proses untuk mensterilisasi ulang (Manfredi & Giuseppe, 2015).

Integritas Kemasan

Selama proses distribusi, produk akan menghadapi beberapa kondisi lingkungan seperti guncangan atau tekanan. Apabila kondisi ini terlalu ekstrem, dapat mengakibatkan kerusakan pada produk jadi. Kemasan yang baik mampu menjaga kondisi produk agar tidak mengalami kerusakan hingga mencapai tangan konsumen. Integritas kemasan memiliki peran yang sangat

penting dalam mempengaruhi persepsi konsumen dalam membeli produk (Lamb, 2011).

Pengemas aseptis menggunakan teknologi *seal* hermetis dimana pengemas diberi perlakuan termal untuk membentuk *seal* sehingga tercipta kondisi kedap udara yang bertujuan untuk mencegah adanya kontaminasi dari luar atau kebocoran dari dalam kemasan. Kerusakan pada produk yang telah steril secara komersial sering terjadi akibat dari pembentukan *seal* yang lemah. *Seal* yang lemah dapat disebabkan oleh proses penyegelan secara termal yang tidak sempurna karena sifat material yang tidak baik, suhu dan tekanan yang digunakan pada mesin, serta posisi penyegelan pada kemasan (Kadam et al., 2015).

Proses pembentukan *seal* sangat bergantung pada suhu, tekanan, dan waktu yang digunakan pada mesin. Bahan pengemas dapat terkontaminasi oleh berbagai macam bahan seperti minyak atau air. Adanya kontaminan ini dapat diatasi dengan menggunakan suhu, tekanan dan waktu pembentukan *seal* yang sesuai dengan jenis kontaminan. Apabila ketiga parameter tersebut tidak tercapai maka pembentukan *seal* tidak sempurna sehingga mengalami defect berupa *seal* lemah (Mihindukulasuriya & Lim, 2012)

Deteksi awal pada proses pengemasan diperlukan untuk mencegah adanya produk yang mengalami kecacatan pada pengemas diterima oleh konsumen. Beberapa metode deteksi yang dapat digunakan adalah metode deteksi secara

destruktif maupun non-destruktif. Keduanya bermanfaat untuk mendeteksi adanya kebocoran maupun kecacatan pada produk (Reinas et al., 2016).

Uji Destruktif

Uji destruktif pada kemasan dilakukan untuk mendeteksi adanya *seal* yang lemah pada kemasan dengan melakukan perusakan atau pembukaan terlebih dahulu pada kemasan. Teknik pengujian destruktif antara lain dengan menggunakan penetrasi tinta pada *seal*, konduksi elektrolit, dan penarikan *seal* yang telah terpasang (Bertolini et al., 2016).

Pengujian dengan menggunakan tinta dilakukan dengan mengamati penetrasi tinta pada *seal* yang telah terbentuk. Bagian *seal* yang telah terbentuk direndam dengan tinta berwarna merah kemudian sisa tinta diambil sehingga tidak terjadi kesalahan analisa. Kemudian, *seal* yang menempel dilepas untuk diamati. Apabila terdapat tinta merah pada bagian penempelan *seal* maka kemasan mengalami kebocoran karena tidak mampu menahan rembesan tinta (Yeh et al., 2012).

Uji dengan menggunakan larutan elektrolit mendeteksi kebocoran pada permukaan kemasan maupun pada *seal*. Pengujian ini dilakukan dengan membuka kemasan dan mengisi bagian dalam dengan larutan elektrolit dan mencelupkan sebagian kemasan ke dalam larutan elektrolit. Alat yang digunakan dalam uji ini adalah amperemeter untuk mendeteksi adanya

arus, bagian ujung diletakkan pada bagian dalam kemasan dan bagian yang lain diletakkan pada larutan elektrolit pada wadah pengujian. Dimana apabila terdeteksi adanya arus atau perpindahan elektron antara bagian dalam dengan bagian luar yang disebabkan oleh adanya kebocoran pada kemasan (Takeuchi et al., 2015).

Pengujian dengan penarikan *seal* dilakukan untuk menguji kekuatan mekanik *seal* untuk menahan produk dalam kemasan. Pengujian ini dilakukan dengan menarik *seal* kearah yang berlawanan sehingga diperoleh kekuatan *seal* yang diujikan. *Seal* yang lemah akan mudah rusak dan tidak menempel dengan erat sehingga apabila produk dalam kemasan diberi tekanan seperti saat dilakukannya penumpukan selama distribusi atau penyimpanan akan mudah mengalami kebocoran (Aiyengar & Divecha, 2012).

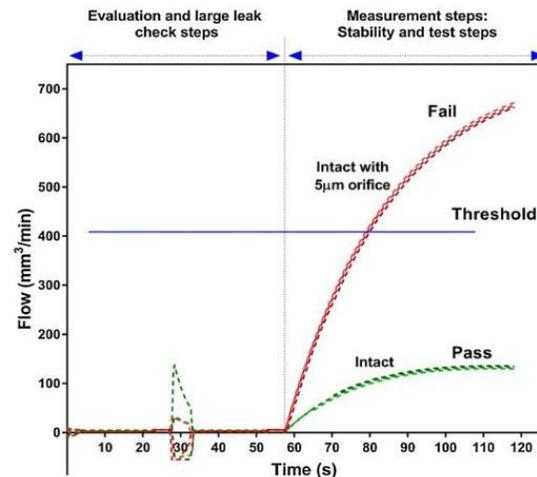
Pengujian destruktif dapat diterapkan dengan mudah selama produksi untuk mengawasi kinerja tiap *line* mesin. Pengujian destruktif lebih mudah untuk dilakukan karena alat yang mudah ditemukan dan hasil dapat diperoleh dengan cepat. Namun, pengujian destruktif memiliki kelemahan yaitu tidak mampu mendeteksi kebocoran berukuran mikro (Yoon et al., 2012).

Uji Non-Destruktif

Uji non-destruktif adalah metode pengujian yang dilakukan pada kemasan tanpa melakukan perusakan atau pembukaan pada kemasan. Pengujian ini dilakukan untuk

mendeteksi adanya kebocoran berukuran mikro maupun *seal* lemah. Metode ini dapat dilakukan dengan pengamatan secara visual, maupun pengukuran melalui pendekatan perpindahan gas. Kombinasi dari beberapa teknik dapat dilakukan untuk memberikan hasil yang maksimal. Penggunaan teknik bergantung pada kesediaan alat dan kemampuan personil operasi untuk melaksanakan pengujian pada kemasan (Pascall & Dhuey, 2019).

Sebagian besar pengujian non-destruktif pada kemasan menggunakan pendekatan dengan mengukur perpindahan massa gas antara bagian dalam dengan luar kemasan. Kemasan yang diujikan dimasukkan ke dalam *chamber* pada alat dalam kondisi barometrik, kemudian udara dalam *chamber* dihilangkan sehingga diperoleh kondisi vakum. Kebocoran besar pada kemasan diujikan terlebih dahulu pada menit pertama. Kemasan yang mengalami kebocoran mikro akan terdeteksi karena adanya perpindahan volume gas yang berada di atas ambang batas dari dalam kemasan ke dalam *chamber* yang vakum pada menit kedua. Sedangkan, kemasan yang tidak mengalami kebocoran memiliki debit perpindahan gas yang lebih rendah dibandingkan ambang batas. Contoh dari hasil pengujian untuk mendeteksi kebocoran mikro dengan menggunakan pendekatan perpindahan gas dapat dilihat pada Gambar 1 (Moghimi et al., 2018).



Gambar 1. Perbandingan antara kurva kemasan dengan integritas baik (hijau) dengan kurva kemasan dengan kebocoran mikro (merah)

Sumber: Moghimi et al. (2018)

Kemasan dengan integritas yang baik akan memiliki permeabilitas yang rendah, dimana perpindahan gas antara bagian dalam kemasan dengan luar kemasan seminimal mungkin. Pengujian permeabilitas dapat dilakukan dengan menggunakan kondisi yang mendorong untuk terjadinya perpindahan massa, antara lain perbedaan *relative humidity* (RH) pada bagian dalam kemasan dengan *chamber* pengujian sehingga dapat mendeteksi adanya perpindahan air dari dalam sampel uji keluar atau sebaliknya dengan mengamati perubahan massa pada awal pengujian hingga akhir. Adanya celah atau kebocoran pada kemasan akan memungkinkan bakteri atau gas yang dapat mempengaruhi kualitas susu untuk masuk ke dalam produk. Kemasan yang mengalami kebocoran akan menggelembung dalam jangka waktu tertentu karena susu terkontaminasi oleh bakteri sehingga

terjadi penumpukan gas dalam kemasan. Hal ini dapat dideteksi secara visual setelah produk telah disimpan dalam jangka waktu tertentu (Giacinti Baschetti & Minelli, 2020).

Keunggulan dari pengujian non-destruktif ini adalah kemampuan deteksi hingga kebocoran yang berukuran mikro dimana hal ini dapat mencegah adanya kerusakan produk akibat infestasi mikroorganisme ke dalam kemasan. Mikroorganisme mampu menembus kemasan karena adanya kebocoran berukuran $0.2\mu\text{m}$ – $80\mu\text{m}$. Namun, pengujian dengan menggunakan metode non-destruktif memerlukan alat khusus dan operator yang terlatih dalam melakukan pengujian. Oleh karena itu, penggunaan kombinasi metode pengujian non-destruktif dapat memberikan hasil yang sensitif dengan teknik yang cenderung mudah (Moghimi et al., 2018).

KESIMPULAN

Pencegahan adanya kebocoran pada kemasan, khususnya pada produk susu UHT perlu dilakukan untuk menjamin umur simpan dari produk. Pengujian pada kemasan dapat dilakukan untuk mendeteksi adanya kecacatan pada produk sebelum dilakukannya distribusi produk kepada konsumen. Pengujian kemasan dapat dilakukan dengan metode destruktif maupun non-destruktif. Uji destruktif dapat dengan mudah dilaksanakan dan mampu untuk mendeteksi adanya *seal* yang lemah pada kemasan. Sedangkan, pengujian non-destruktif mampu mendeteksi adanya kebocoran

pada kemasan yang berukuran mikro. Adanya metode yang memiliki kemampuan deteksi hingga ukuran mikro dengan alat yang sederhana dan cepat atau penggunaan kombinasi antara pengujian destruktif dengan non-destruktif dapat bermanfaat untuk mengurangi jumlah produk akhir yang mengalami kecacatan pada pengemas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiyengar, R., & Divecha, J. (2012). Experimental and statistical analysis of the effects of the processing parameters on the seal strength of heat sealed, biaxially oriented polypropylene film for flexible food packaging applications. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, 28(3), 244–256. <https://doi.org/10.1177/8756087912440000>
- Bertolini, M., Bottani, E., Vignali, G., & Volpi, A. (2016). Comparative Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Extended Shelf Life Milk. *Packaging Technology and Science*, 29(10), 525–546. <https://doi.org/10.1002/pts.2235>
- Claeys, W. L., Sabine C., Georges D., Jan D. B., Koen D., Katelijne D., Lieven D. Z., Andre H., Hein I., Perre T., Yvan V., & Lieve H. (2013). Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control*. 31(1): 251-262
- Giacinti Baschetti, M., & Minelli, M. (2020). Test methods for the characterization of gas and vapor permeability in polymers for food packaging application: A review. *Polymer Testing*, 89, 106606. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymeresting.2020.106606>
- Kadam, A. A., Karbowiak, T., Voilley, A., & Debeaufort, F. (2015). Techniques to measure sorption and migration between small molecules and packaging. A critical

- review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(7), 1395–1407. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6872>
- Lamb, M. (2011). *Monitoring the structural integrity of packaging materials subjected to sustained random loads*. Victoria University.
- Mihindukulasuriya, S., & Lim, L.-T. (2012). Effects of Liquid Contaminants on Heat Seal Strength of low-density polyethylene Film. *Packaging Technology and Science*, 25(5), 271–284. <https://doi.org/10.1002/pts.978>
- Moghimi, N., Sagi, H., & Park, S. (2018). Leakage analysis of flexible packaging: Establishment of a correlation between mass extraction leakage test and microbial ingress. *Food Packaging and Shelf Life*, 16, 225–231. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.02.004>
- Ohkubo, Y., Uchida, K., Motoshima, H., & Katano, N. (2019). Microbiological safety of UHT milk treated at 120 °C for 2 s, as estimated from the distribution of high-heat-resistant *Bacillus cereus* in dairy environments. *International Dairy Journal*, 91, 36–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idair.2018.12.011>
- Pascall, M. A., & Dhuey, E. B. T.-R. M. in F. S. (2019). *Non-destructive Leak Detection Methods for Food Packaging*. Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22607-3>
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. 2018. Outlook 2018 Komoditas Pertanian Subsektor Peternakan: Susu. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian
- Reinas, I., Oliveira, J., Pereira, J., Mahajan, P., & Poças, F. (2016). A quantitative approach to assess the contribution of seals to the permeability of water vapour and oxygen in thermosealed packages. *Food Packaging and Shelf Life*, 7, 34–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.01.003>
- Smith, P. G. 2011. *Introduction to Food Process Engineering*. New York: Springer
- Takeuchi, I., Suzuki, N., Matsui, A., Mizutani, Y., & Katsura, S. (2015). Development of a Packing-Leak Tester by High-Accuracy Force Detection. *Journal of the Japan Society for Precision Engineering*, 81, 242–246. <https://doi.org/10.2493/jjspe.81.242>
- USDA. 2019. Nutrient Database Whole Milk, Food Code: 11111000, FDC ID: 336070. <https://fdc.nal.usda.gov>. Diakses: 16 November 2019
- Yeh, C.-N., Yang, K., Lee, H.-Y., & Wu, A. T. (2012). Elucidating the Metal-Induced Crystallization and Diffusion Behavior of Al/a-Ge Thin Films. *Journal of Electronic Materials*, 41(1), 159–165. <https://doi.org/10.1007/s11664-011-1796-5>
- Yoon, S.-Y., Sagi, H., Goldhammer, C., & Li, L. (2012). Mass Extraction Container Closure Integrity Physical Testing Method Development for Parenteral Container Closure Systems. *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 66(5), 403 LP – 419. <https://doi.org/10.5731/pdajpst.2012.00878>