

IX. PENGEMASAN ASEPTIK

A. PENDAHULUAN

Pengemasan aseptis adalah suatu cara pengemasan bahan di dalam suatu wadah yang memenuhi empat persyaratan, yaitu : produk harus steril, wadah pengemas harus steril, lingkungan tempat pengisian produk ke dalam wadah harus steril, dan wadah pengepak yang digunakan harus rapat untuk mencegah kontaminasi kembali selama penyimpanan.

Prinsip pengemasan aseptis adalah baik bahan pangan yang dikemas maupun bahan kemasan harus bebas dari mikroorganisme perusak ketika bahan pangan tersebut dikemas, sehingga produk pangan yang dikemas merupakan produk yang steril. Hal ini berarti kemasan harus bebas dari mikroorganisme patogen dan toksin, dan mikroorganisme penyebab kerusakan tidak dapat berkembang. Jika kondisi ini sudah diterapkan, maka bahan pangan akan aman untuk disimpan pada suhu ruang dalam jangka waktu yang lebih lama.

Penggunaan pengemasan aseptik dimulai tahun 1917 dimana dikembangkan suatu paten mengenai cara pengalengan aseptik. Pada tahun 1919 diperkenalkan produk-produk kemasan aseptis dalam suatu pameran susu di London. Pada saat itu konsumen belum siap menerima produk-produk seperti ini. Penggunaan kemasan aseptis baru mulai berkembang setelah Perang Dunia II dan berkembang dengan pesat dalam tahun 1962, yaitu saat diperkenalkan mesin pengemasan aseptis untuk bahan pengemas fleksibel.

Sistem pengemasan aseptis digunakan untuk mengemas berbagai macam produk seperti bahan pangan dan obat-obatan. Dalam pengawetan bahan pangan, pengemasan aseptis banyak digunakan untuk pengawetan minuman atau makanan berbentuk cair terutama susu dan sari buah yang mengandung asam rendah.

B. PROSES ASEPTIS

Untuk keberhasilan proses aseptis bahan pangan, maka ada beberapa persyaratan yang diperlukan, yaitu :

- Peralatan yang dapat disterilkan
- Produk steril secara komersial
- Kemasan yang steril secara komersial
- Ruang steril dalam mesin pengemas, tempat pengisian produk steril ke dalam kemasan steril dan penutupan secara hermetis
- Ada monitoring dan pencatat faktor-faktor kritis

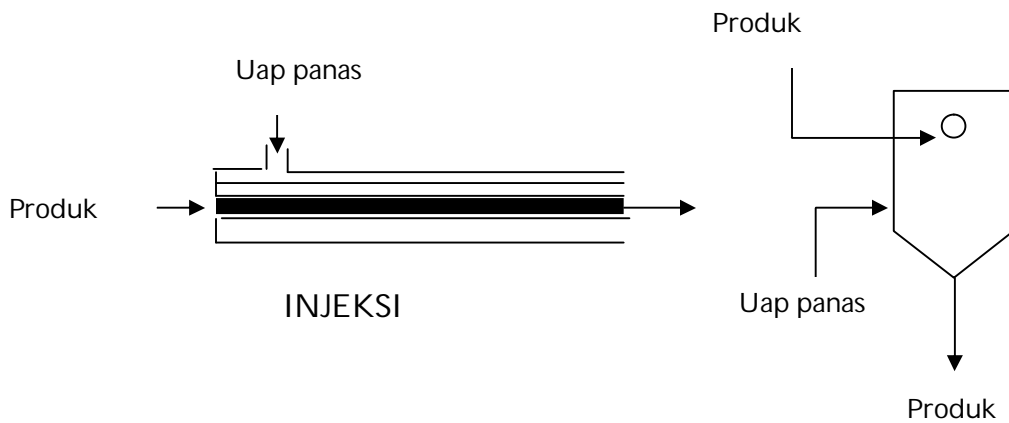
Dalam sistem pengemasan aseptis, produk dan wadah pengemas disterilisasi secara terpisah, kemudian dilakukan pengisian produk ke dalam wadah dalam lingkungan steril sehingga diperoleh produk steril dalam kemasan yang tahan disimpan dalam jangka waktu lama. Sterilisasi produk dalam sistem aseptis dilakukan dengan sistem alir atau sistem UHT (*Ultra High Temperature*), yaitu pemanasan dengan suhu yang sangat tinggi (135-150°C) selama 2-5 detik.

Pemanasan produk dengan sistem UHT dalam pengemas aseptis dapat dibagi menjadi 2 kategori utama, yaitu:

- 1. Sistem pemanasan langsung**, yaitu sistem dimana terjadi kontak langsung antara medium pemanasan dan hal ini uap panas dengan produk yang dipanaskan. Dalam sistem pemanasan langsung terdapat dua cara yaitu : 1) cara injeksi uap dimana uap panas disuntikkan ke dalam produk, dan 2) cara infusi dimana produk diinfusikan ke dalam aliran uap panas (Gambar 9. 1a).

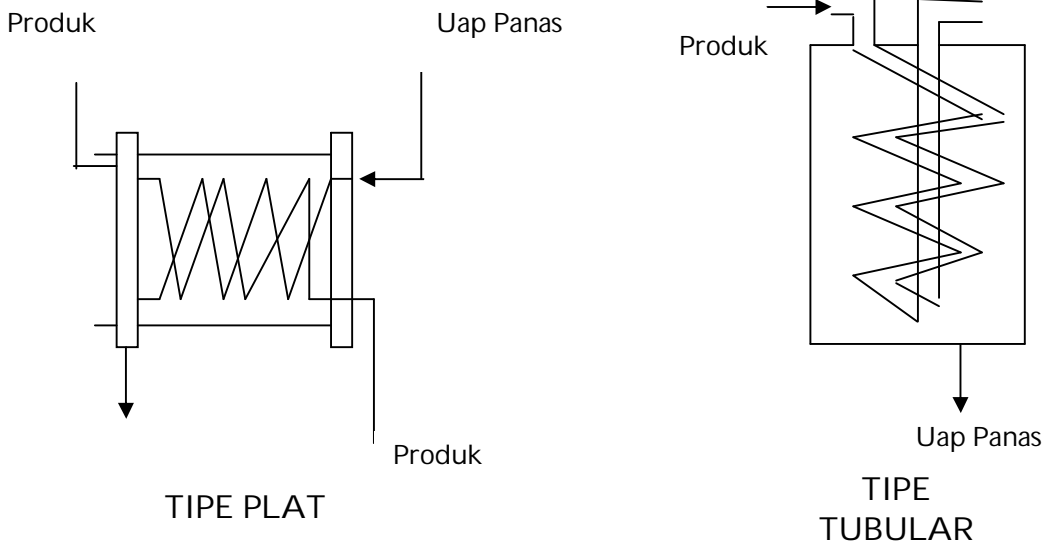
Pindah panas terutama disebabkan kondensasi uap mencapai sekitar 10 persen dari produk. Sehingga untuk mempertahankan kadar padatan produk, perlu diupayakan dengan vakum. Pada sistem injeksi uap, uap panas disemprotkan ke dalam aliran produk menggunakan injektor. Suhu uap mencapai 140-146°C dengan waktu tinggal sekitar 4 detik. Suhu produk yang disterilisasi mencapai 137-138 persen. Pada proses infusi produk, produk didispersikan ke dalam ruang infusi yang berisi uap panas.

2. **Sistem pemanasan tidak langsung**, yaitu sistem dimana medium pemanas tidak kontak langsung dengan produk. Panas ditransfer melalui permukaan (biasanya stainless steel). Pada sistem pemanasan tidak langsung ada 3 (tiga) macam cara, yaitu : 1) *heat exchanger* tipe konvensional yang berupa lempengan atau *plate* dan 2) tipe saluran atau tubular (Gambar 9.1b), dan 3) *Scraped-Surface Heat Exchanger*.



a. Sistem Langsung
 b. Sistem Tidak Langsung
 Gambar 9.1. Proses pemanasan UHT

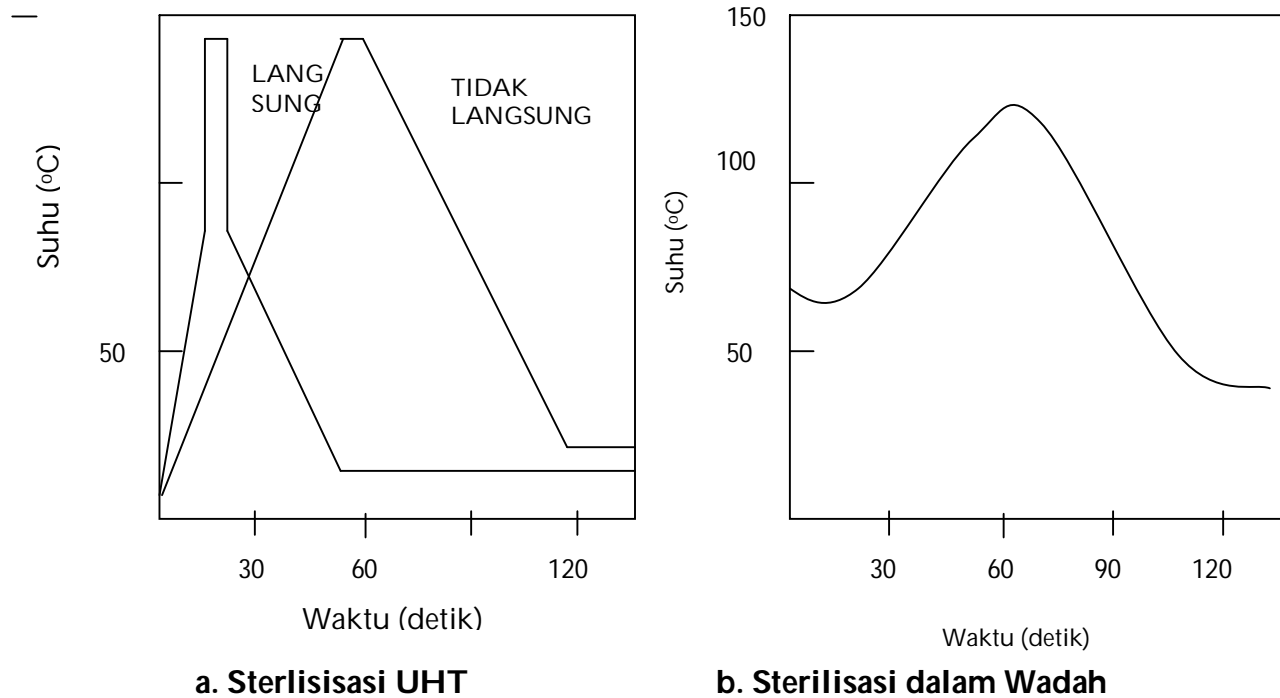
dengan cara : a) langsung dan b) tidak langsung.



Pa
 da
 prinsipnya
 a dalam
 sistem
 UHT
 terjadi
 kenaikan
 suhu
 secara

cepat untuk mencapai suhu mendekati 150°C, dimana dalam sistem tidak langsung dibutuhkan waktu lebih lama untuk mencapainya dibanding dengan sistem langsung, seperti dapat dilihat pada Gambar 9.2.a. Proses seluruhnya akan selesai dalam waktu

satu sampai dua menit. Waktu yang dibutuhkan dalam sistem UHT jauh lebih singkat dibandingkan dengan cara sterilisasi konvensional di dalam wadah (Gambar 9. 2.b.).



Gambar 9.2. Hubungan antara suhu dengan waktu dalam a) sterilisasi UHT dan b) Sterilisasi konvensional di dalam wadah.

C. PROSES PENGEMASAN ASEPTIS

Dalam sistem pengemasan aseptis, sterilisasi yang dilakukan terhadap wadah lebih bervariasi tergantung dari jenis wadahnya. Beberapa contoh cara sterilisasi terhadap berbagai wadah yang digunakan dalam pengemasan aseptis dapat dilihat pada Tabel 9. 1. Misalnya untuk wadah yang terbuat dari metal digunakan uap panas atau udara panas. Untuk wadah yang terbuat dari plastik dapat digunakan etilen oksida, hidrogen peroksida atau dengan cara radiasi. Wadah gelas dapat digunakan etilen oksida.

Masing-masing cara sterilisasi tersebut mempunyai keuntungan dan kelemahan. Sterilisasi dengan uap panas dan udara panas akan menghasilkan suhu tinggi pada

tekanan atmosfer, tetapi mempunyai kelemahan karena mikroorganisme lebih tahan di dalam uap/udara panas daripada di dalam uap jenuh. Sterilisasi wadah menggunakan hidrogen peroksida mempunyai keuntungan karena prosesnya cepat dan efisien, sedangkan radiasi dapat digunakan untuk sterilisasi wadah yang terbuat dari plastik yang sensitif terhadap panas, tetapi mempunyai kelemahan karena biayanya yang mahal dan lokasinya terbatas.

Tabel 9.1. Berbagai cara sterilisasi wadah pengemas

Cara Sterilisasi	Aplikasi
Udara panas	Wadah metal
Udara panas (kering)	Wadah metal/komposit
H ₂ O ₂ panas	Wadah plastik, foil berlaminasi
Kombinasi H ₂ O ₂ /sinar ultra violet	Wadah plastik (karton/kemas bentuk)
Etilen Oksida	Wadah gelas dan plastik
Panas dari proses koekstruksi	Wadah Plastik
Radiasi	Wadah plastik yang sensitif terhadap panas

Sumber : Ito and Stevenson (1984).

Proses sterilisasi kemasan dengan menggabungkan antara peroksida dan sinar ultraviolet sudah diterapkan oleh perusahaan kemasan lamintaing seperti Tetra Pak®. Dalam hal ini sterilisasi dilakukan dalam dua tahap, yaitu :

- Tahap pertama, bahan kemasan berupa kotak karton berlaminasi (terdiri dari kotak karton yang diberi plastik tipis dan dilapisi dengan alumunium foil), dilewatkan pada bak berisi hidrogen peroksida, dimana derajat sterilisasi tetrgantung pada waktu dan suhu yang digunakan. Misalnya waktu sterilisasi 6.5 detik dengan konsentrasi H₂O₂ 30% dan suhu 65°C, atau selama 5 detik pada suhu 76°C
- Tahap kedua, bahan kemasan dikeringkan dengan udara panas untuk menghilangkan sisa H₂O₂.

Sinergisme antara larutan H₂O₂ dengan sinar ultraviolet sudah lama diterapkan untuk pengawetan bahan pangan yang bertujuan untuk memperpanjang umur simpan (*extended shelf life*=ESL), tapi produk ESL ini masih membutuhkan penyimpanan pada

suhu rendah (refrigerasi). Produk ESL yang dikemas membutuhkan standard higienis tapi tidak seketat standard yang ditetapkan dalam kemasan aseptis.

Pada proses aseptis yang tradisional, peroksida diaplikasikan ke bahan kemasan dengan cara menyemprot atau mengkondensasikan gas H_2O_2 pada permukaan bahan kemasan. Konsentrasi peroksida yang digunakan biasanya sekitar 2% dengan waktu 2-4 detik. Bahan kemasan yang masih basah dan mengandung H_2O_2 kemudian diberi sinar UV, kemudian kemasan dikeringkan dengan udara panas untuk menghilangkan sisa H_2O_2 .

Saat ini kombinasi antara peroksida dan UV telah dikembangkan oleh Tetra Pak®, dimana sinar UV diberikan setelah kemasan dikeringkan dengan udara panas. Sinar UV lebih efektif untuk membunuh mikroorganisme patogen dalam keadaan kering daripada dalam keadaan basah.

Dalam pengemasan aseptik, ada beberapa metode pengemasan yang dapat diterapkan yaitu :

1. *Film and Seal*
2. *Form, Fill and Seal*
3. *Erect, Fill and Seal*
4. *Thermoform, Fill and Seal*
5. *Blow mold, Fill and Seal*

Dalam pengemasan aseptik menggunakan karton diterapkan sistem *Form Fill-Seal* vertikal. Kertas karton dalam gulungan, melalui roler untuk menghilangkan kisut, diberi tanggal, dilaminasi plastik pada satu sisinya, dibentuk silinder yang menyelubungi pipa pemasukan produk, bagian bawah diseal, diisi produk, kemudian bagian atas diseal bersamaan dengan seal bagian bawah karton di atasnya. Selanjutnya dipotong dan dibentuk.

D. RANGKAIAN PROSES PENGEMASAN ASEPTIK

Bahan kemasan dalam bentuk gulungan melalui beberapa rol dan penjepit untuk persiapan pembentukan kemasan. Pada bagian atas mesin pengemas, bahan kemasan

dilewatkan dalam bak berisi larutan hidrogen peroksida 35 persen untuk sterilisasi kemasan. Pada proses ini sebagian bakteri tercuci dan sebagian lagi terbunuh.

Hidrogen peroksida yang berlebihan akan terperas ketika bahan kemasan melewati sepasang rol penekan dan yang masih tertinggal diuapkan dengan udara panas yang dialirkan dari mantel pipa produk. Karton berbentuk tube melewati zona pemanas sehingga suhu karton mencapai 120°C. Selain efek pencelupan dalam hidrogen peroksida, sterilisasi dapat terjadi karena pemanasan dari elemen pemanas dan peningkatan konsentrasi H₂O₂ akibat pemanasan. Tepat di bawah ujung pipa pengeluaran produk, kelim melintang bagian bawah dibuat. Kemudian produk diisikan dan diikuti penutupan bagian atas karton bersama dengan keliman bagian bawah karton yang berikutnya.

Pada waktu turun dari rol atas mesin pengemas, bahan kemasan mulai dibentuk. Begitu turun melewati pipa pemasukan produk. Satu sisi karton dipanaskan dengan udara panas steril, lalu direkatkan dengan sisi lainnya dengan ring pembentuk sehingga karton berbentuk silinder. Strip plastik yang dipasang pada salah satu sisi karton akan berfungsi sebagai perekat, pelindung udara dan mencegah terjadinya kontak produk dengan tepi karton.

Setelah penutupan, karton berisi kemasan digunting hingga terpisah dari tube karton yang berada di atasnya dan selanjutnya dibentuk sampai bentuk akhir, yang cukup rapat untuk melindungi produk dari mikroorganisme. Selanjutnya produk dipak dan siap dipasarkan.

E. PENGUJIAN KEMASAN ASEPTIK

Pengujian keutuhan kemasan dalam sistim aseptik merupakan hal yang kritis. Hal ini karena berhubungan dengan keamanan dan kualitas produk. Untuk keperluan tersebut dibutuhkan uji yang bersifat non destruktif. Beberapa test yang sering digunakan ialah:

1. Test elektrolit, digunakan untuk mengetahui kerusakan yang berhubungan dengan kebocoran kemasan, test ini menggunakan larutan elektrolit, bila terjadi kebocoran maka akan terjadi arus listrik.
2. Test tekanan, digunakan untuk mendeteksi kebocoran dari kemasan, dalam test ini, gas diinjeksikan ke dalam kemasan yang telah dicelup dalam air. Injeksi gas dilakukan dengan pompa. Bila terjadi kebocoran maka terjadi gelembung dalam air.
3. Test mikrobiologi, digunakan untuk mendeteksi adanya kontaminasi dari mikroba dalam kemasan. Test ini juga digunakan untuk menguji efektifitas sterilan yang digunakan.

F. EFEKTIVITAS STERILISASI

Untuk mengetahui efektifitas sterilisasi dalam sistem pengemasan aseptik dapat dilakukan pengujian yang dapat dibedakan atas 3 (tiga) macam, yaitu : 1) pengujian efektifitas proses sterilisasi produk, 2) pengujian efektifitas proses sterilisasi wadah pengemas dan 3) pengujian efektifitas sterilisasi proses/lingkungan pengisian produk ke dalam wadah dan proses penutupan. Dengan melakukan pengujian efektifitas sterilisasi dapat diketahui apakah proses sterilisasi yang dilakukan secara terpisah baik terhadap produk, wadah maupun ruang pengolahan sudah memenuhi persyaratan.

Untuk menguji efektifitas sterilisasi biasanya digunakan spora bakteri tahan panas karena hanya spora tersebut yang mungkin tahan terhadap perlakuan pemanasan pada suhu tinggi. Spora bakteri yang tahan panas masih dapat hidup dengan pemanasan pada suhu 100°C selama 10 menit. Spora bakteri yang tidak tahan panas akan mati pada suhu tersebut, bahkan sel vegetatif bakteri, kapang dan khamir akan mati pada suhu 80°C selama 10 menit.

Bakteri mempunyai ketahanan panas yang berbeda-beda terhadap masing-masing cara sterilisasi, maka sebagai penguji juga digunakan spora bakteri yang berbeda tergantung dari cara sterilisasi yang digunakan (Tabel 2). Spora bakteri tahan

panas yang paling banyak digunakan dalam pengujian efektivitas sterilisasi adalah *Bacillus stearothermophilus* dan *Bacillus subtilis*.

Tabel 9.2. Spora bakteri yang digunakan dalam pengujian efektivitas sterilisasi

Cara Sterilisasi	Spora bakteri penguji
Uap panas	<i>Bacillus stearothermophilus</i> 1517 <i>B. polymyxa</i>
Udara panas	<i>B. stearothermophilus</i> 1515 <i>B. subtilis</i>
H ₂ O ₂ + panas atau + lain-lain	<i>B. subtilis</i> A <i>B. subtilis (globigii)</i>
Radiasi	<i>B. subtilis</i>

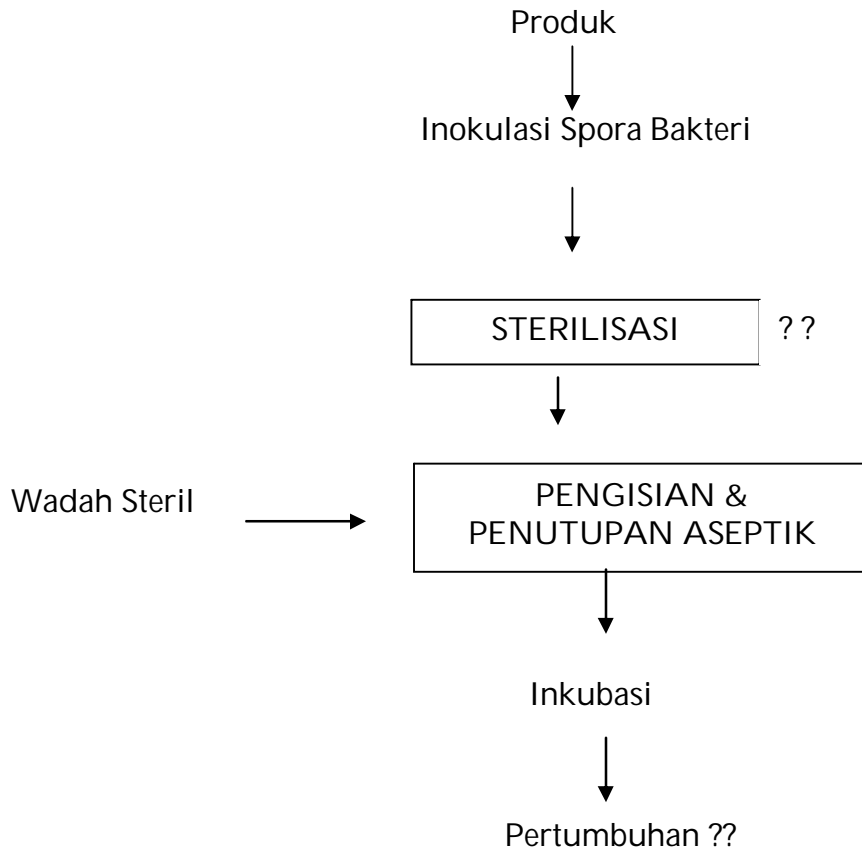
Sumber : Ito dan Steenson (1984)

Pengujian efektivitas sterilisasi terhadap produk dilakukan dengan cara menginokulasikan produk dengan sejumlah spora bakteri, kemudian dilakukan sterilisasi seperti yang sebenarnya diterapkan dalam proses. Proses selanjutnya yaitu pengisian ke dalam wadah steril dan penutupan secara aseptik juga dilakukan seperti dalam proses. Kemudian produk dalam kemasan tersebut diinkubasi untuk melihat pertumbuhan bakteri yang diuji. Bagan proses pengujian efektivitas produk dapat dilihat pada Gambar 9.3.

Jumlah bakteri yang masih hidup setelah perlakuan sterilisasi dapat dihitung dengan menggunakan metode MPN (*most probable number*), yaitu dengan cara mengencerkan sampel hingga beberapa tingkat pengenceran untuk memperoleh jumlah bakteri yang sedikit (agar mempermudah perhitungan). Masing-masing tingkat pengenceran ini diinokulasikan ke dalam satu seri tabung yang terdiri dari 5 tabung yang berisi medium yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri. Dengan mengetahui jumlah tabung yang positif (menunjukkan pertumbuhan) pada setiap pengenceran, dan mencocokkannya pada Tabel MPN, dapat dihitung jumlah bakteri di dalam contoh yang telah dipanaskan.

Cara lain untuk menghitung jumlah bakteri adalah dengan metode pemupukan cawan (*Total Plate Count/TPC*) menggunakan medium yang sesuai untuk pertumbuhan

bakteri. Jumlah bakteri dihitung dengan menghitung jumlah koloni yang tumbuh pada pengenceran tertentu.

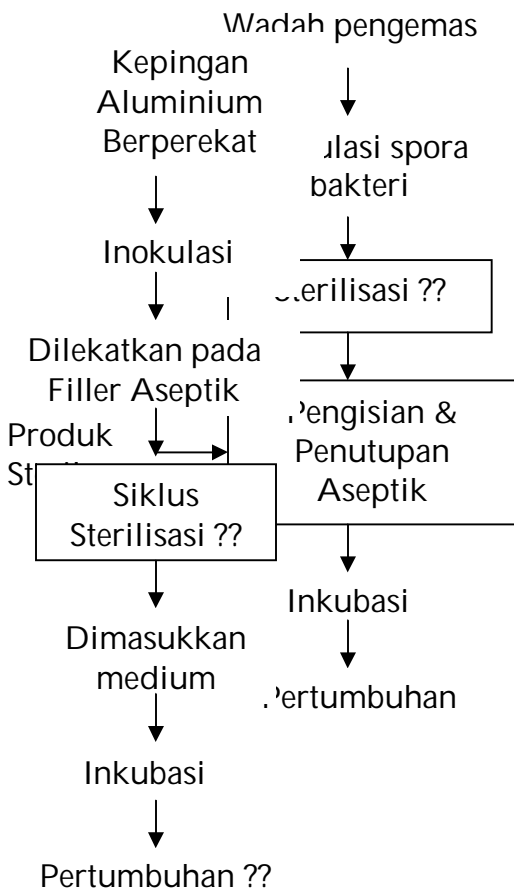


Gambar 9. 3. Diagram alir pengujian efektivitas sterilisasi terhadap produk

Cara pengujian efektivitas sterilisasi wadah dilakukan seperti dalam pengujian efektivitas sterilisasi produk, hanya inokulasi spora bakteri dilakukan terhadap wadah pengemas. Setelah wadah disterilisasi seperti yang diterapkan dalam proses, pengisian produk steril ke dalam wadah dan penutupan secara aseptik juga dilakukan seperti yang diterapkan dalam proses. Pengujian jumlah spora bakteri yang masih hidup dilakukan seperti pengujian yang dilakukan terhadap produk (Gambar 9. 4).

Pengujian sterilisasi terhadap sistem sterilisasi dalam pengisian dan penutupan secara aseptik dilakukan untuk mengetahui apakah kontaminasi berasal dari sistem pengisian dan penutupan yang tidak tepat (Gambar 5). Dalam hal ini pengujian

dilakukan dengan cara melekatkan kepingan aluminium berperekat yang telah diinokulasikan dengan sejumlah spora bakteri pada sistem pengisian aseptik (*aseptic filler*). Kemudian siklus pengisian dan penutupan kaleng dilakukan seperti yang diterapkan dalam proses. Setelah proses selesai kepingan aluminium tersebut dimasukkan ke dalam medium pertumbuhan dan diinkubasi untuk melihat adanya pertumbuhan.



Gambar 9. 4. Bagan Cara pengujian Efektivitas sterilisasi Wadac kemasan

Gambar 9. 5. Bagan cara pengujian efektivitas sterilisasi sistem pengisin dan Penutupan.

Dengan mengetahui jumlah spora awal dan jumlah spora setelah mengalami proses sterilisasi dapat diketahui nilai efektivitas sterilisasi dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jumlah spora awal}}{\text{Jumlah spora setelah sterilisasi}} = \log \text{ Efektivitas sterilisasi}$$

Misalnya jika jumlah spora sebelum sterilisasi adalah 10^{10} , kemudian setelah sterilisasi tinggal 10 spora yang masih hidup, maka efektivitas sterilisasi dari proses tersebut adalah $\log 10^{10}/10$ atau sama dengan 9. Dalam sistem UHT, proses pemanasan yang diterapkan seharusnya mempunyai efektivitas sterilisasi 12 jika digunakan *B.subtilis* sebagai bakteri penguji, atau 8 jika digunakan spora bakteri yang sangat tahan panas yaitu *B.stearothermophilus*.

Dengan mengetahui efektivitas sterilisasi yang diterapkan dalam suatu proses dan jumlah kontaminasi mikroorganisme sebelum proses, maka dapat dihitung kemungkinan terjadinya kerusakan, misalnya dapat diketahui jumlah wadah yang mungkin rusak di antara sekian ribu atau juta wadah yang steril.

DAFTAR BACAAN

1. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, 1990. Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan. S.Fardiaz dan D.Fardiaz (ed). Jakarta.
2. Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.