

## **PENINGKATAN EFESIENSI ENERGI PENGERINGAN BEKU MELALUI PENERAPAN SISTIM PEMBEKUAN VAKUM DAN PEMANASAN TERBALIK**

*Armansyah H. Tambunan<sup>1)</sup>*

Pengeringan beku diakui sebagai metoda pengeringan yang memberi hasil pengeringan terbaik. Akan tetapi, metoda ini sangat intensif energi sehingga biaya operasi pengeringan sangat tinggi, disamping biaya investasi yang juga tinggi dibandingkan dengan metoda pengeringan lain. Besarnya konsumsi energi pengeringan beku disebabkan oleh dua faktor, yaitu lambatnya laju perpindahan panas dan masa selama proses sublimasi, dan proses pembekuan yang berlangsung pada sistem dan tekanan yang berbeda dengan sublimasi.

Panas sublimasi yang diperlukan untuk menyublim es dari bahan beku biasanya dirambatkan melalui bagian kering berongga, yang mempunyai konduktivitas ternal rendah, sehingga sublimasi berlangsung lambat. Perambat panas ini diharapkan dapat lebih jika melalui bagian beku. Sementara itu, pembekuan bahan biasanya dilakukan dengan metoda konvensional (mekanik atau kriogenik) pada tekanan normal. Bahan beku, kemudian dimasukkan ke dalam ruang vakum, untuk proses sublimasi. Penerapan pemb

ekuan vakum, yaitu metoda pembekuan yang terjadi akibat penguapan air bahan pada tekanan rendah, diharapkan dapat menghemat energi karena tekanan yang diperlukan untuk pembekuan biasanya sama dengan tekanan sublimasi. Penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang memuaskan untuk pembekuan vakum produk berkadar-air tinggi. Kedua hal ini menjadi subyek penelitian dengan sasaran khusus untuk merancang bangun prototipe mesin pengering beku dengan sistem pembekuan vakum dan pemanasan terbalik, yang dapat diterapkan untuk mengeringkan lidah buaya (aloevera) atau bahan rempah lainnya.

Hasil yang di Peroleh dari Penelitian ini sebagai berikut :

1. Pengujian karakteristik pembekuan vakum menunjukkan bahwa laju pembekuan sangat cepat (ultra rapid freezing), yaitu lebih dari 10 cm/jam berdasarkan cara perhitungan IIR, sedangkan metoda pembekuan lempeng sentuh menunjukkan laju pembekuan cepat (rapid freezing), yaitu pada kisaran 4 cm/jam.
2. Pengujian sistem pemanasan terbalik (back heating) menunjukkan terjadinya sublimasi es dari bawah bahan jika dibekukan dengan metoda vakum, dan dari bagian permukaan jika dibekukan dengan metoda lempeng sentuh. Hal ini diduga sebagai akibat dari terbentuknya rongga apda bahan selama tahap pembekuan vakum.
3. Kebutuhan energi pada tahap pembekuan vakum lebih besar dari pembekuan lempeng sentuh, tetapi dapat dikompensasi pada tahap pengeringan. Hal ini merupakan akibat dari proses penurunan tekanan

---

<sup>1)</sup>Staf Pengajar Dep. Teknologi Pertanian, FATEKA IPB

dan pelepasan sejumlah air berlangsung pada tahap pembekuan vakum tetapi tidak berlangsung pada tahap pembekuan lempeng sentuh.

4. Model matematik yang dikembangkan untuk simulasi proses pengeringan beku dengan menerapkan sistem pemanasan terbalik menunjukkan validasi yang baik dan dapat digunakan untuk melihat mekanisme rambatan panas di dalam bahan, baik dari atas maupun dari bawah.
5. Perancang-bangunan mesin pengering beku yang menggunakan sistem pembekuan vakum dan pemanasan terbalik dengan memperhatikan hasil simulasi. Hasil yang sudah dicapai, baik proses simulasi maupun perancang-perancang masih memerlukan penyempurnaan.