

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Talas Beneng (*Xanthosoma undipes*)

Talas Beneng merupakan tanaman umbi-umbian indigenous Indonesia yang mulai dikembangkan sebagai komoditas pangan alternatif. Menurut [8], talas ini memiliki keunggulan berupa produktivitas yang tinggi dan adaptasi yang baik pada berbagai kondisi agroekologi. Karakteristik fisikokimia talas beneng meliputi kadar air 65-70%, kandungan pati 20-25%, serta kandungan serat pangan yang signifikan [9]. Tingginya kadar air inilah yang menyebabkan umbi ini cepat mengalami deteriorasi mikrobiologis dan enzimatis pascapanen, sehingga memerlukan penanganan yang tepat melalui proses pengeringan.

2.2 Proses Pengeringan Bahan Pangan

Pengeringan merupakan proses perpindahan massa dan panas simultan dimana air dipindahkan dari permukaan bahan ke lingkungan oleh media pengering (biasanya udara panas). Proses ini melibatkan dua periode utama: periode laju pengeringan konstan dan periode laju pengeringan menurun [10]. Laju pengeringan (dM/dt) dipengaruhi oleh faktor-faktor suhu udara pengering, kelembaban relatif, kecepatan udara, dan karakteristik bahan itu sendiri [11].

2.3 Sistem Pengering Hybrid Solar-Biomassa

Sistem pengering hybrid merupakan integrasi dari dua atau lebih sumber energi untuk mencapai efisiensi dan kontinuitas proses. Sistem solar-biomassa memadukan kolektor surya tipe plat datar sebagai sumber energi primer dan tungku biomassa

sebagai sumber energi sekunder [12]. Kolektor surya berfungsi menangkap radiasi matahari dan mengkonversinya menjadi energi panas, sementara tungku biomassa memanfaatkan pembakaran sekam padi untuk menghasilkan energi panas tambahan ketika intensitas radiasi matahari tidak mencukupi [13].

2.4 Kinerja Sistem Pengering

Kinerja sistem pengering dapat dianalisis melalui beberapa parameter utama:

2.4.1 Efisiensi Termal Sistem

Efisiensi termal sistem pengering didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang digunakan untuk menguapkan air dengan energi total yang masuk ke sistem [14].

Efisiensi termal sistem pengering didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang digunakan untuk menguapkan air dari bahan dengan energi total yang masuk ke sistem.

$$\eta_{th} = \frac{m_w \times h_{fg}}{E_{in}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dengan:

- η_{th} = efisiensi termal (%)
- m_w = massa air yang diuapkan (kg)
- h_{fg} = entalpi penguapan air (kJ/kg)
- E_{in} = energi input total (kJ)

2.4.2 Laju Pengeringan

Laju pengeringan dinyatakan sebagai penurunan kadar air per satuan waktu yang menggambarkan kecepatan hilangnya air dari bahan.

$$DR = \frac{Mt - M(t+\Delta t)}{\Delta t} \quad (2.2)$$

Dengan:

- DR = laju pengeringan (% / jam)
- Mt = kadar air pada waktu t (% basis basah)
- M(t+Δt) = kadar air pada waktu t+Δt (% basis basah)
- Δt = selang waktu pengeringan (jam)

2.4.3 Konsumsi Energi Spesifik

Konsumsi energi spesifik (SEC) menunjukkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menguapkan 1 kg air dari bahan. Nilai ini penting untuk membandingkan efisiensi energi antar mode operasi.

$$SEC = \frac{E_{total}}{m_w} \quad (2.3)$$

Dengan:

- SEC = konsumsi energi spesifik (kJ/kg air)
- Etotal = total energi yang dikonsumsi (kJ)
- mw = massa air yang diuapkan (kg)

2.5 Kualitas Produk Kering

Kualitas talas beneng kering dapat dievaluasi melalui beberapa parameter:

2.5.1 Kadar Air Akhir

Kadar air akhir diukur menggunakan moisture analyzer dan harus memenuhi standar mutu produk kering (<10% basis basah) [17].

2.5.2 Warna

Perubahan warna dianalisis menggunakan Colorimeter dengan sistem warna $L^*a^*b^*$. ΔE menunjukkan besarnya perubahan warna total dari bahan segar ke bahan kering.

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L0^*)^2 + (a^* - a0^*)^2 + (b^* - b0^*)^2} \quad (2.4)$$

Dengan:

- $L0^*, a0^*, b0^*$ = nilai warna sampel segar
- L^*, a^*, b^* = nilai warna sampel kering

2.5.3 Tekstur

Kekerasan tekstur diukur menggunakan texture analyzer dengan metode penetrasi, dimana gaya maksimum yang dibutuhkan untuk menekan produk menunjukkan kekerasan produk [19].

2.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan landasan teori dan tinjauan pustaka yang telah diuraikan, dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. Mesin pengering hybrid solar-biomassa menghasilkan efisiensi termal yang lebih tinggi dan waktu pengeringan yang lebih singkat dibandingkan dengan pengoperasian mode tunggal (surya saja atau biomassa saja), karena integrasi kedua sumber energi dapat mempertahankan suhu pengeringan yang optimal secara berkelanjutan.
2. Penggunaan mode operasi hybrid menghasilkan karakteristik pengeringan yang lebih stabil dengan fluktuasi suhu ruang pengering yang lebih kecil, sehingga

menghasilkan dibandingkan dengan mode operasi tunggal.

3. Talas beneng yang dikeringkan dengan mesin pengering hybrid solar-biomassa memiliki kualitas produk akhir yang lebih baik ditunjukkan oleh parameter:
 - Kadar air akhir yang lebih seragam dan sesuai standar (<10%)
 - Perubahan warna (ΔE) yang lebih kecil
 - Tekstur yang lebih baik dengan nilai kekerasan optimal
 - Susut massa yang lebih rendah
4. Dibandingkan dengan mode biomassa penuh, namun dibandingkan dengan mode surya penuh, namun dengan keunggulan dalam konsistensi dan keandalan proses pengeringan.

2.7 Analisis Kalor Sensible

Kalor sensible adalah energi panas yang diserap atau dilepaskan oleh suatu benda yang menyebabkan perubahan suhu tanpa mengubah fase benda tersebut. Dalam proses pengeringan, kalor sensible dihitung untuk mengetahui energi yang dibutuhkan guna menaikkan suhu bahan padatan dan kandungan air di dalamnya hingga mencapai suhu pengeringan.

1. Kalor Sensible Bahan Padatan

Besarnya energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu massa padatan talas beneng dihitung dengan rumus:

$$Q_{sp} = m_p \cdot C_{pp} \cdot (T_{out} - T_{in}) \quad (2.5)$$

Keterangan:

- Q_{sp} = Kalor sensible bahan padatan (kJ)
- m_p = Massa padatan bahan (kg)
- C_{pp} = Panas jenis bahan padatan (kJ/kg°C)
- T_{out} = Suhu akhir/ruang pengering (°C)
- T_{in} = Suhu awal bahan (°C)

2. Kalor Sensible Air

Energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air yang terkandung di dalam bahan sebelum terjadi penguapan dihitung dengan rumus:

$$Q_{sa} = m_a \cdot C_{pa} \cdot (T_{out} - T_{in}) \quad (2.6)$$

Keterangan:

- Q_{sa} = Kalor sensible air (kJ)
- m_a = Massa air dalam bahan (kg)
- C_{pa} = Panas jenis air (4,18 kJ/kg°C)
- T_{out} = Suhu akhir/ruang pengering (°C)
- T_{in} = Suhu awal bahan (°C)