


PENGUJIAN SISTEM PENGERINGAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum*) DENGAN CARA PENGASAPAN ¹

Oleh
Bandul Suratmo²

 *In the effort to improve the existing ways for handling post harvest of red onion among current farmers, where these old ways are giving unsatisfying results (high damage rate), we were designed a drying building facilitated with fumigation equipment. The building is having area of 2 x 3 m² with 3 m height of pre-cast brick (batako) wall and with pyramid-formed roof. The drying space of this dimension can be filled by approximately 1.25 tons of wet red onion. This building is equipped with heat exchanger forming from ceramic pipe sized 23 cm in diameter. The ceramic pipe is perforated with 3 cm in holes diameter in order to conduct fumigating process toward stored red onions. The heat is resulted from burning stove placed in the inlet of heat exchanger. This testing activity is financed by University of Gadjah Mada through Research Department.*

Testing for drying building equipped with fumigating system was conducted at Sangkeh hamlet of Srigading village in Sanden district of Bantul Regency. This testing is intended to find out the performance of the building. From the testing conducted by means of interrupted drying method, it is known that at the applied drying temperature of approximately 37oC this building is capable to decrease 46% water content of red onion, i.e. from 68% into 22% at surrounding temperature of 29oC and relative humidity of 90% during 70 hours of period time.

Temperature change during drying process is varied depending on position measured from the bottom of building and stated in square relationship, i.e. $T = 1.25 h^2 - 4.25 h + 38.7$; likewise, the decrease in material masses, which was formulated as follow: $S = 0.49 h^2 - 2.52 h + 17.32$, is faster than conventional drying method. For the quality of end product, comparing with conventional method, the application of this system is giving uniform results. The cost of drying by means of fumigation method is depending on fumigating time or on average amounted to Rp19.62 hourly for every kilo of wet red onion. Moreover, application of this fumigating system is increasing the profit received by farmers on average amounted to Rp5,525,252.93.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bantul dikenal sebagai penghasil komoditas bawang merah yang merupakan komoditas yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Sebagaimana dengan komoditas pertanian yang lain, harga jual komoditas bawang merah

selalu sangat rendah terjadi pada musim panen dan tertinggi pada saat musim tanam tiba. Dari data statistik, selisih harga antara terendah dan tertinggi dapat mencapai pada kelipatan 3-4 kali, sedangkan tenggang waktu antara panen dan tanam adalah sekitar 4-5 bulan. Oleh karena itu apabila hasil produksi bawang merah dapat ditunda penjualannya dengan penyimpanan

1. Hasil penelitian pasca panen di Kabupaten Bantul

2. Peneliti Teknik Pasca panen UGM, Rektor Universitas Widya Mataram Yogyakarta

yang baik selama kurun waktu tersebut akan didapatkan keuntungan yang cukup tinggi.

Permasalahan yang dihadapi dalam upaya memunda penjualan hasil panen bawang merah adalah pada sistem penyimpanan. Cara-cara yang konvensional dijalankan oleh petani secara individu ataupun kelompok adalah dengan jalan menjemur sampai kering, kemudian disimpan dengan menggantung ikatan bawang merah tersebut pada *gantangan* yang berada di atas tungku tempat memasak. Menurut informasi dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan, sistem yang demikian masih menimbulkan kerusakan yang tinggi, yaitu mencapai sekitar 40 %, dan bahkan kadang-kadang lebih dari itu.

Melihat kenyataan bahwa sistem penanganan komoditas andalan bawang merah masih menimbulkan permasalahan yang cukup berarti, maka perlu dilakukan penelitian khusus untuk *redesign* sistem penanganan penyimpanan komoditas bawang merah tersebut. Dan dari penelitian tersebut diharapkan dapat menghasilkan *design penyimpan* baru yang teruji mampu mempertahankan kualitas dan kuantitas bawang merah selama dalam penyimpanan. Dengan demikian bawang merah dapat ditunda penjualannya yaitu pada saat harga yang paling tinggi, dengan kualitas yang baik sehingga akhirnya akan dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani pelaku agribisnis bawang merah.

B. Tinjauan Pustaka

Bawang merah (*Allium ascalonicum L*) merupakan komoditas sayuran yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, dan mengandung protein, lemak, hidrat arang, kalsium,

fosfor dan besi. Komoditas ini bukan merupakan sumber kalori, akan tetapi memiliki kandungan minyak atsiri sehingga banyak digunakan oleh hampir setiap masakan untuk menambah cita , rasa dan kenikmatan makanan. Disamping untuk bumbu penyedap masakan, bawang merah juga dimanfaatkan sebagai bahan ramuan obat-obatan tradisional (Rahayu et al, 1994). Pembudidayaan komoditas bawang merah (*Allium ascalonicum L*) dapat di daerah dataran rendah sampai dataran tinggi dan idealnya adalah antara 0-800 m dpl. Dalam hal pembudidayaan yang baik, produksinya dapat mencapai 13 ton/ha. Sebagaimana komoditas sayuran yang lain bawang merah juga termasuk komoditas yang mudah rusak. Dalam periode penyimpanan kerusakan mencapai 40 % (Dinas Pertanian Tanaman pangan, 1999).

Penyimpanan adalah merupakan usaha untuk penundaan penggunaan atau penjualan. Beberapa tantangan yang dihadapi dalam penyimpanan adalah kehilangan dan kerusakan. Agar tidak terjadi kehilangan kualitas (pembusukan) dan kuantitas (keropos atau penggembosan) selama penyimpanan produk pertanian, produk harus dikeringkan terlebih dahulu sampai pada tingkat kekeringan tertentu. Pengeringan komoditas bawang merah adalah bertujuan untuk mengeringkan lapisan luar, sehingga lapisan tersebut menjadi keras dan mampu berfungsi sebagai selaput penutup lapisan di dalamnya (Sunaryono, 1983 dan Rismunandar, 1989).

Hakekat dari pengeringan adalah pengurangan kadar air, dan pengurangan kadar air dapat terjadi oleh karena perbedaan tekanan air dalam bahan dengan udara di

sekitarnya. Proses pengeringan dapat dipercepat dengan pemberian energi panas yang banyak atau pemakaian suhu pengeringan yang tinggi; dengan pengkondisian tersebut perbedaan konsentrasi massa air dalam udara akan semakin tinggi sehingga perpindahan massa air akan semakin cepat pula (Hall, 1971). Namun demikian pengeringan memakai suhu yang terlalu tinggi akan menimbulkan kerugian-kerugian yang antara lain: penurunan nilai gizi, perubahan aroma, perubahan rasa, dll. Ryall et al. (1972), menyarankan pemakaian suhu yang baik untuk pengeringan adalah 43-46 °C. Beberapa parameter yang dipakai sebagai tolok ukur kualitas atau klasifikasi dalam perdagangan adalah kekerasan dan daya tumbuh (Rahayu, 1977).

Di kalangan petani, pengeringan bawang merah dilakukan dengan cara penjemuran, dan penyimpanannya dengan menggantungkan ikatan bawang merah di para-para yang berada di langit-langit atau diatas perapian dapur. Dengan cara yang demikian bawang merah selalu mendapatkan panas dan fumigasi dari asap dapur. Menurut Adi Hidayat (2003) mengatakan bahwa menyimpan komoditas bawang merah dengan cara meletakkan di para-para atas dapur, kualitas bawang merah masih terjaga sampai empat bulan. Hal ini cukup beralasan karena dengan setiap kali bawang merah mengalami pengasapan, dan asap dari pembakaran kayu mengandung : phenol, kresol, asam asetat, formal dehid dll. yang mempunyai kemampuan untuk meniadakan dan atau menekan kegiatan mikroba (Borgstorm, 1971).

Asap adalah merupakan bagian dari hasil pembakaran yang tidak sempurna. Disamping mengandung komponen yang anti mikroba, asap juga

menyimpan energi panas (Ida Bagus Agra, 1997) yang akan dapat difungsikan dalam proses pengeringan. Dengan demikian dalam penyimpanan hasil pertanian pengasapan bermakna ganda yaitu sebagai anti mikroba dan sumber energi panas proses pengeringan.

C. Landasan Teori

Komoditas bawang merah merupakan komoditas yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi akan tetapi sangat mudah rusak (*perisable material*). Agar tidak mengalami penurunan kualitas dan kuantitas dalam penyimpanan, komoditas bawang merah harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum disimpan. Pengeringan bawang merah merupakan pengeringan lapisan luar dan dengan perlakuan ini lapisan luar menjadi keras dan kemudian berfungsi sebagai lapisan penutup lapisan di dalamnya. Dengan pengerasan tersebut maka lapisan luar yang telah menjadi keras dapat difungsikan sebagai penghambat perpindahan massa air atau pelindung.

Proses pengeringan merupakan proses serempak dari perpindahan massa air dan perpindahan panas (Brooker et al, 1992). Proses tersebut akan terjadi apabila tekanan uap dalam bahan lebih besar daripada tekanan uap air udara di luar bahan; aliran massa air terjadi dari yang bertekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah (Hall, 1971). Proses pengeringan umumnya terjadi dalam dua periode, yaitu periode laju konstant dan periode laju menurun (Bakker, 1974). Periode laju konstant terjadi pada waktu berlangsungnya penguapan air bebas secara kontinyu selama laju perpindahan air ke permukaan seimbang dengan laju penguapan air permukaan (Barbosa,

1996). Oleh Brooker, (1992), laju pengurangan air selama periode konstant dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$dw/dt = h_c A_b (T - T_w) / H_{fg}$$

Sedangkan pada laju menurun, tidak konstant akan tetapi menurun ketika kadar air bahan telah melewati kadar air kritisnya (Barbosa, 1996). Laju pengeringan menurun ini terjadi saat kadar air minimum tidak mengimbangi laju aliran bebas permukaan bahan atau sama dengan laju penguapan lengas dari bahan ke udara sekeliling (Hall, 1971). Laju pengeringan menurun sebanding dengan perbedaan kadar air rerata (M) dengan kadar air setimbangnya (M_o), dan secara matematik dinyatakan dalam persamaan:

$$dM/dt = k (M - M_o)$$

Perpindahan panas yang diterima oleh suatu bahan pada proses pengeringan akan digunakan untuk menaikkan suhu bahan, dan selanjutnya panas juga digunakan untuk pemindahan massa air dari bahan ke udara di sekelilingnya (Singh, 1983). Oleh Earle (1969), panas untuk kebutuhan pengeringan merupakan penjumlahan antara panas kenaikan suhu (q_s) dengan panas penguapan air bahan (q_l), atau dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_{peng} = q_s + q_l$$

Untuk tujuan penyimpanan dalam waktu yang lama (3-6 bulan), pengeringan bawang merah dilakukan sampai bawang merah kering panen turun beratnya 20 %, atau pada kadar air 24 %.

Sebagai produk pertanian sangat layak terjadi bahwa selama periode penyimpanan komoditas bawang merah dapat mengalami penurunan baik pada kualitas maupun kuantitas. Penurunan kualitas dipengaruhi oleh hadirnya mikroba (bakteri pembusuk), dan penurunan kuantitas dapat disebabkan oleh mikroba, hewan pengganggu, dan kondisi lingkungan (suhu dan kelembaban) yang tidak semestinya. Oleh karena komoditas bawang merah merupakan bahan yang higroskopis, maka kandungan air bawang merah akan bergantung pada kelembaban udara lingkungan. Suhu lingkungan yang baik untuk penyimpanan bawang merah adalah 23-30 °C. Suhu lingkungan yang terlalu tinggi dan kelembaban udara yang rendah akan mengakibatkan terjadinya perpindahan massa air dari bahan ke udara sekelilingnya (Hadiwiyono, 1993). Dengan perpindahan massa air tersebut maka massa bahan akan menurun berat (bobot) ataupun volumenya menyusut.

Berbagai perlakuan sering digunakan untuk mencegah kerusakan oleh unsur mikroorganisme dalam penyimpanan, dan diantaranya adalah pengasapan. Pengasapan dapat dipilih sebagai cara alternatif untuk pengawetan komoditas pertanian (Frazier, 1967); dan disamping untuk meningkatkan keawetan bahan, pengasapan kadang untuk berbagai komoditas juga berguna untuk pemberian aroma terhadap bahan yang diasapi (Wibowo, 1995). Asap merupakan hasil pembakaran terdispersi di dalam udara dari biomasa (kayu, sekam, seresah). Secara spesifik asap merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna; dan asap dapat didefinisikan sebagai aerosol yang terdiri atas partikel-partikel padat dan cair yang terdispersikan dalam media

gas (Suharsono, 1978). Asap mengandung unsur energi panas (kalori) dan komponen-komponen phenol, ketonl, phenol, asam format, asam asetat, senyawa tar, dan aldehid, yang bersifat antiseptis dan mempunyai kemampuan untuk meniadakan kegiatan mikroba (Kramlich, 1973 dan Borgstom, 1971). Dengan demikian asap juga dapat difungsikan sebagai panas dan anti mikroba yang tepat untuk diterapkan dalam sistem penyimpanan.

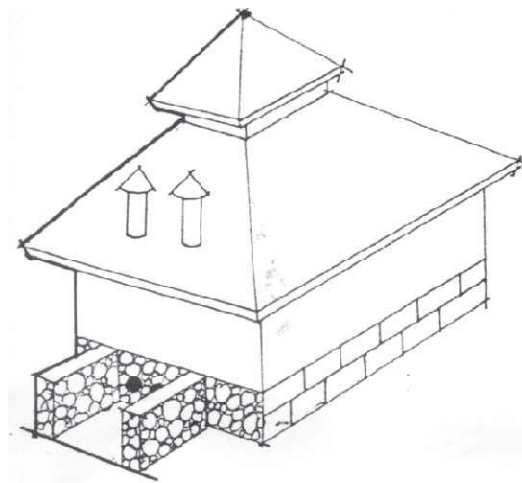
II. METODOLOGI

A. Bahan dan Alat

Bahan utama dalam penelitian ini adalah bawang merah basah (hasil panen) varitas tiron, yang merupakan varitas lokal dan andalan bagi masyarakat petani di wilayah Kabupaten Bantul.

Alat utama yang digunakan adalah unit bangunan penyimpan yang dilengkapi dengan sistem pemanasan dan pengasapan, sehingga dapat difungsikan sebagai penyimpan dan pengering dengan energi yang terkandung dalam asap. Bangunan ini merupakan hasil r a n c a n g b a n g u n d e n g a n memperhitungkan kebutuhan dan kemampuan masyarakat di Kabupaten Bantul. Bangunan yang diteliti adalah bangunan semi permanen dengan ukuran alas 2 x 3 m dan tinggi dinding 3 m. Atap berbentuk limas segi empat dan terbuat dari seng dengan atap diberi cerobong untuk pengeluaran udara (gambar 1). Dalam bangunan ini terdiri dari ruang pembakaran dengan pipa penukar panas, dan ruang tempat peletakkan bahan. Ruang penampung bahan mampu diisi 1,25 ton bawang merah basah, yang masing-masing digantungkan pada gantangan dari bahan bambu.

Bangunan penyimpan yang dilengkapi dengan sistem pengasapan ini dibangun di atas tanah milik Ibu Yun seorang Petani Bawang Merah di Dusun Sangkeh, Desa Srigading Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul. Realisasi dari bangunan ini seluruhnya dilakukan oleh pekerja setempat dan juga menggunakan bahan bangunan lokal dan seluruh kegiatan penelitian ini dibiayai oleh Universitas Gadjah Mada melalui Lembaga Penelitian.



Gambar 1. Perspektif bangunan

B. Prosedur

Setelah bangunan selesai direalisasi dilakukan uji kinerja. Pengujian kinerja sebagai alat pengasap, ruangan diisi dengan sejumlah (lebih kurang 1200 kg) bawang merah kering. Perlakuan pengasapan dilakukan dengan membakar kayu bakar (akasia) di dalam tungku. Agar mendapatkan asap yang cukup kayu akasia yang dibakar dipilih yang agak basah. Selama proses pengasapan/pengeringan diamati suhu udara di ruang pengering baik di bagian

bawah (dekat dengan sumber panas), tengah dan bagian atas (jauh dari sumber pemanas). Disamping suhu pengukuran berat bahan yang dikeringkan dilakukan selama proses pengasapan. Suhu udara pengering dipertahankan 43 °C dengan mengatur pasokan kayu bakar (api) dalam tungku.

Untuk melihat distribusi suhu, perlakuan pengasapan dilakukan secara terputus, malam hari dihentikan, dan total perlakuan pengasapannya selama 80 jam dan berlangsung selama empat hari.

Perlakuan pengasapan untuk percobaan ini dilakukan dengan variasi lama perlakuan pengasapan yaitu: selama 0, 9, 15, 21, 27 jam. Pengamatan dilakukan terhadap distribusi panas (suhu), penurunan massa (berat) dan kualitas dalam parameter kekerasan dengan menggunakan penetrometer. Sebagai pembandingan diamati perlakuan penyimpanan bawang merah cara konvensional yaitu di luar bangunan penyimpanan tersebut. Pengaruh perlakuan pengasapan terhadap penyusutan berat pada penyimpanan dilakukan dengan menyimpan contoh hasil asapan dengan metode konvensional (di luar bangunan).

C. Cara Analisis

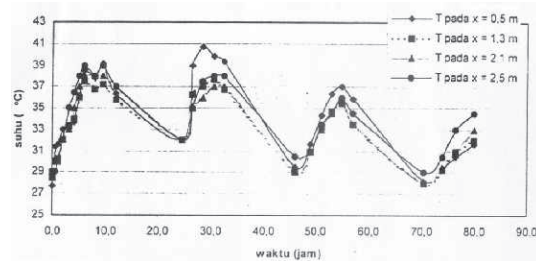
Data yang berupa perubahan suhu dan berat bahan selama waktu pemanasan berlangsung akan ditampilkan dengan menggambarkan grafik, kemudian dianalisis perbedaan laju perubahannya baik sebaran suhu maupun laju penurunan massa.

Disamping itu, analisis ekonomi dimaksudkan untuk menghitung keuntungan/kerugian finansial untuk tiap perlakuan pengasapan dan dibandingkan dengan cara konvensional (kontrol).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Distribusi Suhu

Pada penelitian ini pengamatan berlangsung secara terus menerus selama empat hari dan pemanasan dilakukan enam jam per hari, yaitu antara jam 20 sampai dengan jam 2.00 dini hari. Suhu ruang pengering diatur agar sekitar 43 °C dengan mengatur api (pengumpanan bahan bakar) di dalam tungku pembakaran. Pengamatan suhu dilakukan pada jarak 0,5 m, 1,3 m, 2,1 m dan 2,5 m dari *plenum chamber*. Hasil data pengamatan suhu dengan fluktuasinya selama dalam proses pengeringan tersebut digambarkan pada gambar 2.

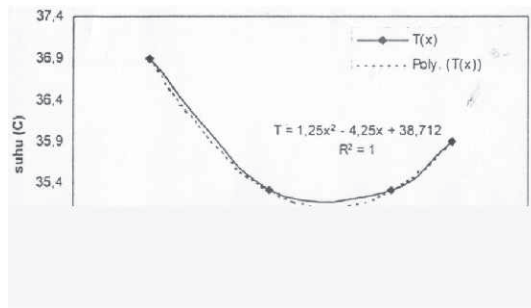


Gambar 2.
Perubahan suhu selama pengasapan

Dari kurva pada gambar 2 tersebut ternyata bahwa suhu dan jarak terhadap sumber panas menunjukkan korelasi antara keduanya. Bagian paling bawah paling dekat dengan pemanas, suhunya paling tinggi dan semakin ke atas semakin rendah. Suhu terendah terdapat pada jarak 1,3 m dari dasar dan lebih dari itu suhu menaik. Kenaikan suhu di bagian atas adalah disebabkan oleh pengaruh energi panas dari atas (matahari yang ditangkap oleh atap seng). Atap bangunan yang terbuat dari bahan seng akan mampu meradiasikan panas yang di *absorbs* dari gelombang sinar matahari

oleh atap, ke dalam ruangan pengering bagian atas, sehingga pada bagian paling atas suhunya juga tinggi.

Hubungan atau korelasi antara ketinggian posisi bahan dalam bangunan dengan suhu adalah seperti pada curva gambar 3 berikut. Dari gambar 3 tersebut nampak bahwa hubungan antara suhu (T) ruangan dengan ketinggian (x) dapat

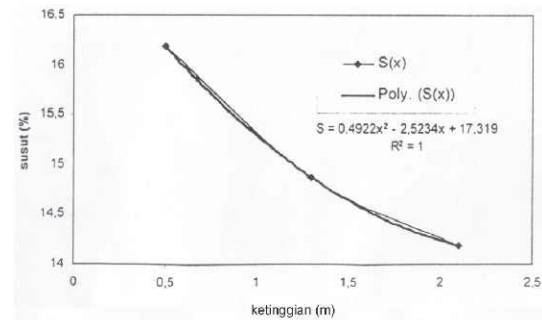


Gambar 3.
Hubungan suhu dengan ketinggian bahan dalam ruang pengering

pengamatan tersebut digambarkan sebagai kurva seperti pada gambar 4.

Dari gambar itu dapat diketahui bahwa penurunan massa bahan yang paling bawah sangat cepat pada saat-saat awal, namun untuk selanjutnya sejalan dengan bagian-bagian di atasnya.

Sedangkan untuk laju penyusutan massa (%) bahannya dihubungkan

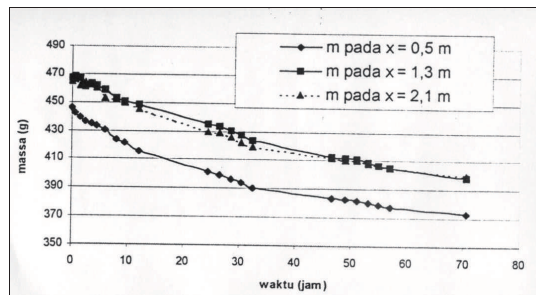


Gambar 5.
Hubungan perubahan masa dengan ketinggian dalam ruang bahan

dinyatakan sebagai fungsi kuadrat, $T = 1,25x^2 - 4,25x + 38,7$ dengan $R^2 = 1$.

B. Penurunan Massa Bahan

Pengamatan penurunan bahan dilakukan dengan cara menimbang bahan (sampel), dengan selang waktu tertentu. Data penimbangan massa dari tiga lokasi



Gambar 4.
Perubahan masa bahan selama pengeringan

dengan letak bahan dalam ruangan selama proses pengasapan adalah seperti pada gambar 5.

Kurva perubahan/penyusutan massa (S) dengan tinggi posisi bahan dalam ruangan (x) tersebut secara matematis dapat dinyatakan dalam suatu persamaan kuadrat berikut: $S = 0,49x^2 - 2,52x + 17,32$ dengan $R^2 = 1$. Sedangkan persentase susut berat pada tiap perlakuan pengasapan kontinu untuk yang kemudian disimpan dalam bangunan dibandingkan dengan cara konvensional adalah seperti pada tabel 1.

Disini ternyata bahwa perlakuan penyimpanan dalam bangunan dapat mengurangi penyusutan dibandingkan dengan yang disimpan di luar bangunan (cara konvensional).

C. Kekerasan Bahan

Tabel 1. Persentase susut massa tiap perlakuan pengasapan

Lama Pengasapan	Dalam Bangunan	Konvensional
0	50,76	78,97
9	37,83	42,80
15	34,26	37,73
21	30,15	30,20
27	25,10	27,08

Kekerasan merupakan salah satu kriteria penentu kualitas bawang merah pada saat ini, semakin keras bawang merah semakin tinggi kualitasnya dan kelas dalam perdagangan (Rahayu, 1977). Dari hasil pengujian kekerasan bahan yang dikenai perlakuan pengasapan, ternyata kekerasan antara yang diasapi dalam bangunan hampir sama dengan kekerasan bahan yang diperlakukan secara konvensional (dijemur) yaitu : 213,20 N untuk dalam ruangan bangunan dan 215,13 N untuk penjemuran.

Dari pengujian kekerasan tersebut

maka perlakuan pengasapan belum mengakibatkan penurunan kekerasan atau kualitas bawang merah.

D. Perhitungan Ekonomis

Untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan untuk proses pengasapan dengan sistem ini, dilakukan perhitungan biaya yang meliputi biaya tetap dan biaya tidak tetap. Dengan asumsi bahwa umur teknis adalah sepuluh tahun, harga bangunan (tanpa memperhitungkan harga atau sewa tanah) sebesar Rp 2.725.000,00 akan mengeluarkan biaya tetap adalah Rp 558.100,00 dan biaya tidak tetap yang

Tabel 2. Biaya Pengasapan Terinci Dengan Lamanya Waktu Pengasapan

Lama Pengasapan	Kayu Bakar	Operator	Biaya Tidak Tetap	Total
9	397.320,00	1.012.500,00	1.409.820,00	1.967.874,00
15	616.968,00	1.012.500,00	1.629.468,00	2.187.522,92
21	824.252,00	1.012.500,00	1.836.752,00	2.394.806,92
27	983.840,00	1.012.500,00	1.996.340,00	2.554.394,92

Tabel 2. Keuntungan Pada Penyimpanan Bawang Merah

Lama Pengasapan	Bangunan	Konvensional	Selisih
9 jam	Rp 7.468.732,55	Rp 2.653.750,00	Rp 4.814.982,55
15 jam	Rp 7.8934209,60		Rp 5.239.459,60
21 jam	Rp 8.381.145,56		Rp 5.727.395,56
27 jam	Rp 8.972.924,02		Rp 6.319.174,02
Rata-rata	Rp 8.172.002,93	Rp 2.653.750,00	Rp 5.525.252,93

tergantung pada lamanya waktu pengasapan, dan secara lengkap biaya untuk pengasapan dinyatakan dalam tabel 2 berikut:

Dengan demikian maka biaya pengasapan/pengeringan per jam rata-rata dengan menggunakan sistem ini, terhitung adalah sebesar Rp 19,62 perkilogram bawang merah basah. Sedangkan keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan sistem baru ini adalah Rp 8.179.002,93 atau sebanyak Rp 5.525.252,93 lebih banyak dibandingkan dengan cara konvensional.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bangunan yang dirancang telah mampu difungsikan sebagai pengasap yang sekaligus pengering yang berlangsung secara serempak. Adapun kinerjanya selaku alat pengering bawang merah adalah berikut:

1. Distribusi panas telah merata, dan suhu (T) untuk tiap ketinggian (x)

dalam ruangan dinyatakan sebagai persamaan kuadrat, $T = 1,25x^2 - 4,25x + 3,87$.

2. Penurunan massa (M) yang dikeringkan juga terpengaruhi penerimaan oleh penerimaan energi panas dan dikaitkan dengan jarak terhadap pemanas (x) didapat persamaan dengan hubungan : $S = 1,49x^2 - 2,52x + 17,32$.
3. Kualitas bawang merah yang dikeringkan dengan pengasapan yang dinyatakan dengan kekerasan ternyata tetap sama dengan kualitas bahan yang diperlakukan secara konvensional (penjemuran).
4. Biaya pengasapan per jam yang harus dibayarkan oleh pengguna adalah sebesar Rp 19,62 perkilogram bawang merah basah, dan bila dibandingkan dengan penyimpanan konvensional maka dengan