

KINERJA ALAT PENGERING BERPUTAR

Oleh :

M. Yahya

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Padang, Sumatera Barat
yahya_err@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja alat pengering berputar untuk mengeringkan teh hijau. Pengereng ini mempunyai tiga komponen utama yaitu: heat exchanger, ruang pengering dan blower. Blower digunakan tipe induce draft fan dengan daya 0,75kW. Heat exchanger mempunyai 15 elemen pemanas listrik dengan daya terpasang sebesar 22,5kW. Ruang pengering berbentuk cylinder double cone diameter 1500 mm dan panjang 1770 mm, dan mempunyai daya penggerak silinder ruang pengering sebesar 1,5kW. Kinerja alat pengering meliputi total energi listrik yang digunakan, produktifitas energi listrik dan efisiensi termal alat pengering, pengujian dilakukan dengan mengeringkan teh hijau sebanyak 360 kg setiap pengujian dengan masing-masing kadar air awal pengeringan 38%, 40%, 42% dan 44%, pengeringan dilakukan hingga kadar air akhir standar teh hijau 5% dengan kecepatan aliran udara 12m/s dan 24m/s, dan temperatur udara 100oC dan 105oC. Dari hasil pengujian diperoleh: Penggunaan energi listrik terbesar terjadi pada kecepatan aliran udara 12m/s, temperatur 100oC, dan kadar air 44% dengan waktu pengeringan 16 jam, jumlah air bahan yang diuapkan 147,74kg yaitu sebesar 902258,38k, dan terendah terjadi pada kecepatan aliran udara 24m/s, temperatur udara 105oC, dan kadar air 38% dengan waktu pengeringan 10 jam yaitu sebesar 458205,73kJ dengan jumlah air bahan yang diuapkan 125,12kg. Efisiensi termal pengering bervariasi antara 36,97% sampai dengan 61,25%. Produktifitas energi listrik terbesar terjadi pada kecepatan aliran udara 12m/s, temperatur udara 100oC, dan kadar air awal 44% yaitu sebesar 1,18kWh/jam, dan terendah terjadi pada kecepatan aliran udara 24m/s, temperatur udara 105oC, dan kadar air awal 38% yaitu sebesar 0,54kWh/jam. Kinerja alat pengering berputar cukup baik karena memiliki efisiensi termal cukup tinggi dan produktifitas listrik rendah.

Kata kunci: Pengereng berputar, tanaman berkhasiat obat, teh hijau, kinerja.

PENDAHULUAN

Teh hijau termasuk tanaman *Camelia sinensis* dan juga merupakan tanaman berkhasiat obat. Teh hijau mengandung sebagian besar katekin dan tersusun dari unsur-unsur epikatekin (EC), galokatekin (GC), epigalokatekin (EGC), epigalokatekin galat (EGCG), galokatekin galat (GCG), dan epikatekin galat (ECG) (Hyong Seok Park et al, 2007; Yahya, 2011).

Teh hijau berfungsi sebagai antioksidan (Liu et al, 2000; Cai et al, 2002; Joshi et al, 2004), antikanker (Moyers & Kumar, 2004), antipenuaan (Cooper, 2005), antibiotik (Fassina et al, 2002; Yanagawa et al, 2003; Stapleton et al, 2004), dan antialergi (Kakegawa et al., 1985).

Pengeringan sudah dilakukan sejak dahulu kala untuk mengawetkan hasil-hasil pertanian, perikanan dan lainnya. Melalui pengeringan

bahan dapat disimpan dalam jangka waktu yang panjang dan mengurangi kerugian pasca panen. Tujuan pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air bahan sampai pada batas tertentu sehingga kegiatan enzim dapat terhenti. Apabila kegiatan enzim masih ada, hal ini dapat menyebabkan reaksi oksidasi enzimatik lanjutan yang dapat merusak kualitas bahan diantaranya perubahan warna serta menjadikan bahan tidak tahan lama untuk disimpan. Teh hijau termasuk hasil pertanian yang mudah rusak setelah pasca panen karena kadar air cukup tinggi dan harus dikeringkan secepat mungkin. Dan juga proses pengeringan daun teh tidak boleh terlalu lama karena reaksi kimia (enzimatik) sangat cepat di dalam daun teh dan akan menyebabkan timbulnya bau apek (*oldish*) dan masam (*sour*) pada teh yang telah dikeringkan. Lama pengeringan daun teh harus dilakukan sesuai standar, idealnya diperlukan waktu antara 6 sampai 14 jam. Disamping memperhatikan kualitas

pengeringan, energi yang dibutuhkan dalam pengeringan dan efisiensi termal alat pengering juga diperhatikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji kinerja alat pengering berputar (*rotary dryer*).

Deskripsi Alat Pengering Berputar

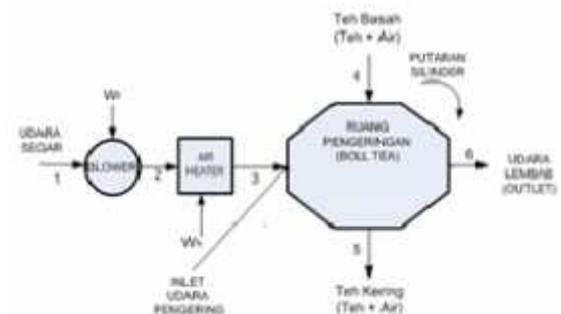
Alat pengering yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis pengering *batch rotary dryer* dan dikenal juga dengan alat pengering Boll Tea. Alat pengering ini selain berfungsi sebagai pengering, juga berfungsi untuk membentuk dan menggulung partikel-partikel teh menjadi gumpalan yang padat dan bulat atau lonjong, serta sebagai *polishing machine* yang menjadikan partikel teh mengkilap dan berwarna hijau tua atau kehitaman seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2. Alat pengering ini beroperasi secara *batch* atau seri dan terdiri dari beberapa komponen utama yaitu: blower, heat exchanger, dan ruang pengering. Blower digunakan tipe *induce draft fan* dengan diameter 230 mm, lebar 110 mm dan memiliki sirip melengkung sebanyak 28 sirip, serta memiliki daya sebesar 0,75kW.

Heat exchanger terbuat dari bahan stainless steel, berbentuk kotak dengan ukuran 210 mm x 270 mm x 500 mm, yang didalamnya terdapat elemen pemanas udara listrik sebanyak 15 elemen pemanas listrik. Total daya terpasang pemanas listrik sebesar 22,5kW. Ruang pengering berbentuk cylinder double cone dan terbuat dari bahan stainless steel, dengan diameter 1500 mm dan panjang 1770 mm. Pada bagian tengah silinder terdapat pintu untuk mengisi bahan teh yang akan dikeringkan dan pada bagian dalam ruang pengering ini dilengkapi dengan *batten* yang berfungsi sebagai pembalik teh serta *mesh* sebagai lubang pemasukan udara panas dan pengeluaran uap basah. Daya penggerak silinder ruang pengering sebesar 1,5kW. Prinsip kerja alat pengering berputar seperti berikut: Udara dari lingkungan ditarik oleh blower dan kemudian dihembuskan ke dalam ruang pemanas sehingga mengalami pemanasan secara langsung oleh elemen pemanas listrik. Udara panas yang telah dipanaskan pada ruang pemanas dihembuskan ke dalam ruang pengering untuk proses pengeringan teh. Pada ruang pengering udara diarahkan langsung ke bahan teh yang akan

dikeringkan sambil bahan tersebut diaduk oleh *batten* yang terletak pada dinding bagian dalam silinder yang berputar. Udara kering yang membawa uap air akan keluar dari ruang pengering dalam keadaan lembab



Gambar 1. Photo Alat pengering berputar (*rotary dryer*).



Gambar 2. Skematik diagram Alat pengering berputar (*rotary dryer*).

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat pengujian dilakukan di Pabrik teh hijau PT. Mitra Kerinci. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan teh yang telah mengalami proses pendahuluan di pabrik mulai dari pelayuan cepat di *rotary panner*, penggulangan di mesin *open top roller* 47 dan kemudian dikeringkan terlebih dahulu melalui tahap pengeringan awal di mesin *endless chain pressure drier* (ECPD) dari kadar air awal 68%-70% (basis basah) sehingga kadar air akhir yaitu 38%, 40%, 42% dan 44% (sesuai dengan kebutuhan pengujian). Kemudian teh hijau dikeringkan dengan menggunakan Alat pengering Boll Tea (*Rotary dryer*). Bahan dikeringkan sebanyak 360kg setiap pengujian hingga kadar air akhir standar 5% (basis basah) dengan kecepatan aliran dan temperatur udara berbeda yaitu: 12m/s, 24m/s, 100°C, dan 105°C. Temperatur udara

lingkungan, masuk dan keluar pemanas udara (*heater*) dan ruang pengering diukur menggunakan termometer. Kecepatan aliran udara diukur menggunakan *Air flowmeter digital*, kadar air bahan diukur menggunakan *infra red moisture balance*). Temperatur udara masuk ruang pengering dijaga konstan menggunakan termokontroler, dan kecepatan aliran udara divariasikan menggunakan regulator. Temperatur udara memasuki sistem dan perubahan kadar air diukur setiap satu jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap kinerja alat pengering berputar dan kinetik pengeringan teh hijau telah dilakukan. Teh hijau dikeringkan sebanyak 360 kg setiap pengujian dengan variasi kadar air awal pengeringan 38%, 40%, 42% dan 44% hingga kadar air akhir standar teh hijau 5%. Kecepatan aliran udara 12m/s dan 24m/s, dan temperatur udara pengeringan 100°C dan 105°C. Dari pengujian diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Gambar 3-19. Gambar 3-6 merupakan variasi perubahan berat bahan terhadap waktu pada kecepatan aliran dan temperatur udara berbeda. Bahan dikeringkan sebanyak 360kg setiap percobaan dengan masing-masing kadar air awal bahan 38%, 40%, 42%, dan 44% (basis basah). Kecepatan aliran dan temperatur udara divariasikan yaitu masing-masing 12m/s, 24m/s, 100°C dan 105°C. Dari Gambar tersebut dapat dilihat dengan jelas bahwa waktu pengeringan sangat bergantung kepada kecepatan aliran, temperatur udara, dan kadar air awal bahan, makin tinggi kecepatan aliran, temperatur udara dan makin rendah kadar air bahan makin cepat waktu pengeringan. Pengeringan tercepat terjadi pada kecepatan aliran udara 24m/s, temperatur 105°C dan kadar air awal 38% serta terendah pada kecepatan aliran udara 12m/s, temperatur udara 100°C, dan kadar air awal 44% (basis basah).

Gambar 7-10 merupakan variasi kadar air bahan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda. Bahan yang dikeringkan masing-masing dimulai dengan kadar air awal 38%, 40%, 42%, dan 44% (basis basah) dan berakhir pada kadar air 5%. Kecepatan aliran dan temperatur udara divariasikan yaitu masing-masing 12m/s, 24m/s, 100°C dan 105°C. Dari Gambar-gambar tersebut juga dapat dilihat perubahan kadar air

bahan sangat signifikan terjadi pada pada kecepatan aliran udara 24 m/s, temperatur 105°C dan kadar air awal 38% dengan waktu pengeringan sekitar 6 jam, serta terendah pada kecepatan aliran udara 12m/s, temperatur udara 100°C, dan kadar air awal 44% (basis basah) dengan waktu 16 jam.

Laju pengeringan merupakan kemampuan suatu alat pengering dalam menguapkan sejumlah massa air dalam suatu bahan yang akan dikeringkan dalam setiap satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan kg per jam. Laju pengeringan bahan yang dikeringkan dapat dilihat pada Gambar 11-14. Dari Gambar-gambar tersebut dapat dinyatakan bahwa laju pengeringan sangat bergantung kepada kecepatan aliran dan temperatur udara, dan kadar air awal bahan, makin tinggi kecepatan aliran temperatur udara dan makin rendah kadar air bahan makin besar laju pengeringan. Temperatur udara yang tinggi dapat menyebabkan laju perpindahan panas dan perpindahan massa pada permukaan bahan lebih besar, sehingga air yang diuapkan dari bahan cukup besar. Sedangkan kecepatan aliran udara pengeringan yang tinggi dapat membawa uap air pengeringan lebih banyak. Dari Gambar 11-14 juga terlihat jelas garis laju pengeringan semakin lama semakin landai, hal ini disebabkan karena jumlah air di dalam bahan semakin sedikit dan juga pada bahan sudah terjadi pengecilan volume atau perubahan bentuk sehingga mengakibatkan rintangan air ke luar dari dalam bahan ke permukaan semakin meningkat.

Gambar 15, Laju pengeringan rata-rata terhadap kadar air awal bahan pada kecepatan dan temperatur udara berbeda. Laju pengeringan bervariasi dari 8,7 kg/jam hingga 20,3 kg/jam. Laju pengeringan terbesar terjadi pada kecepatan aliran udara 24m/s, temperatur udara 105°C, dan kadar air awal 38% yaitu sebesar 20,3 kg/jam, sedangkan laju pengeringan terendah terjadi pada kecepatan aliran udara 12 m/s, temperatur udara 100°C, dan kadar air awal 44% yaitu sebesar 8,7 kg/jam.

Gambar 16 merupakan kinetik pengeringan teh hijau yaitu hubungan antara laju pengeringan keseluruhan terhadap waktu pengeringan. Kinetik pengeringan teh hijau merupakan karakteristik atau ciri dari pengeringan teh

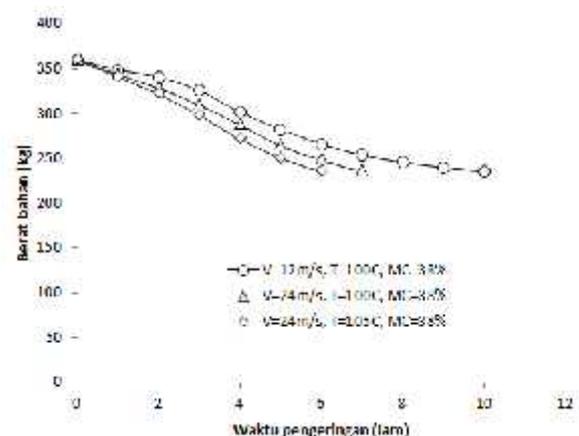
hijau itu sendiri. Kinetik pengeringan setiap bahan berbeda-beda dan bergantung kepada sipat-sipat fisik bahan tersebut. Kinetik pengeringan dinyatakan dengan periode atau tahap-tahap pengeringan, secara umum dinyatakan dengan tahap pemanasan, laju pengeringan konstan, dan laju pengeringan menurun. Dari Gambar 16 terlihat dengan jelas dimana pengeringan teh hijau mempunyai tahap pemanasan dan tahap pengeringan menurun. Kinetik pengeringan sangat berguna untuk merancang alat pengering dengan skala yang lebih besar.

Energi listrik sangat penting sekali pada alat pengering karena tanpa energi listrik tidak dapat beroperasi untuk mengeringkan bahan. Gambar 17 merupakan hubungan antara total energi listrik yang digunakan dengan jumlah air yang diuapkan terhadap kadar air awal bahan pada kecepatan dan temperatur udara berbeda. Total energi listrik yang digunakan untuk pemanas udara, energi listrik untuk menggerakkan blower, dan energi listrik yang digunakan untuk memutar poros ruang pengering bervariasi dari 458205,73 kJ hingga 902258,38 kJ, dan jumlah air yang diuapkan dari pada bahan bervariasi dari 125,12 kg hingga 147,74 kg. Total energi listrik terbesar yang digunakan terjadi pada kecepatan aliran udara 12 m/s, temperatur udara 100°C, dan kadar air 44% dengan waktu pengeringan 16 jam sebesar 902258,38 kJ. Total energi listrik terendah yang digunakan terjadi pada kecepatan aliran udara 24 m/s, temperatur udara 105°C, dan kadar air 38% dengan waktu pengeringan 10 jam yaitu sebesar 458205,73 kJ.

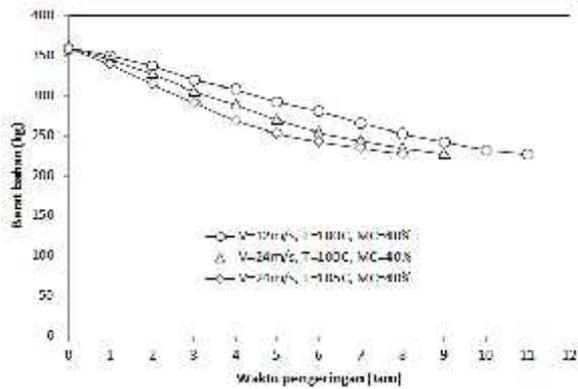
Efisiensi merupakan suatu hal yang sangat penting untuk menentukan kinerja sebuah alat pengering. Efisiensi termal pengering merupakan perbandingan antara energi yang digunakan untuk menguapkan air bahan terhadap total energi yang diberikan kepada alat pengering, diantaranya energi listrik untuk pemanas udara, energi listrik untuk menggerakkan blower, dan energi listrik yang digunakan untuk memutar poros ruang pengering. Efisiensi termal pengering dapat dilihat pada Gambar 18, dan nilainya bervariasi antara 36,97 % sampai dengan 61,25 %. Efisiensi termal terbesar terjadi pada kecepatan aliran udara 24 m/s, temperatur udara 105°C, dan kadar air 38 % sebesar 61,25

%. Efisiensi termal terendah terjadi pada kecepatan aliran udara 12 m/s, temperatur udara 100°C, dan kadar air 44 % sebesar 36,97 %. Efisiensi termal alat pengering yang rendah diakibatkan oleh belum optimalnya energi yang digunakan oleh alat pengering untuk menguapkan air pada bahan karena banyak energi panas dari pemanas listrik hilang ke lingkungan melalui dinding alat pengering.

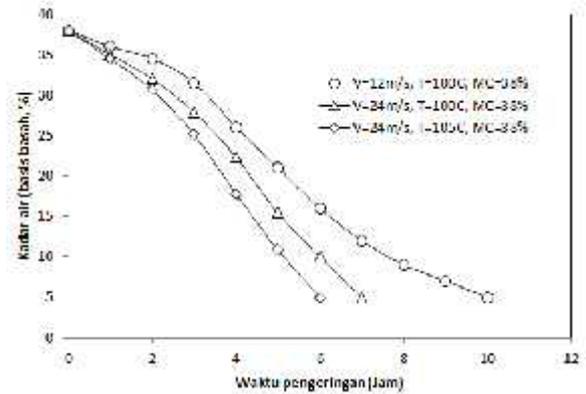
Produktifitas energi listrik merupakan perbandingan antara penggunaan energi listrik suatu alat pengering terhadap massa uap air yang disingkirkan daripada bahan yang dikeringkan, yang biasanya dinyatakan dalam satuan kWh per kg. Produktifitas energi listrik ini berguna sebagai alat ukur besarnya efektifitas penggunaan energi listrik untuk menghasilkan setiap satu kg produk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 19. Dari Gambar tersebut terlihat Produktifitas energi listrik terbesar terjadi pada kecepatan aliran udara 12 m/s, temperatur udara 100°C, dan kadar air awal 44 % yaitu sebesar 1,18 kWh/jam. Produktifitas energi listrik terendah terjadi pada kecepatan aliran udara 24 m/s, temperatur udara 105°C, dan kadar air awal 38 % yaitu sebesar 0,54 kWh/jam.



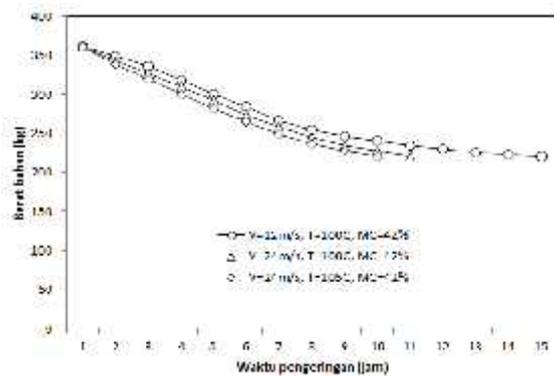
Gambar 3. Variasi perubahan berat bahan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 38 % (basis basah).



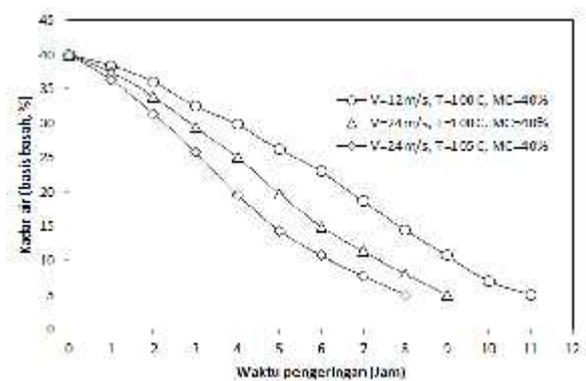
Gambar 4. Variasi perubahan berat bahan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 40 % (basis basah).



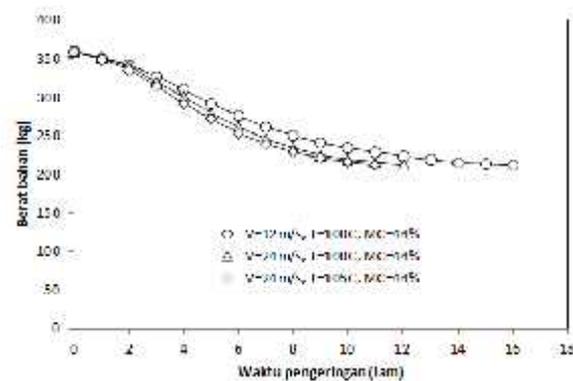
Gambar 7. Variasi kadar air bahan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 38 % (basis basah).



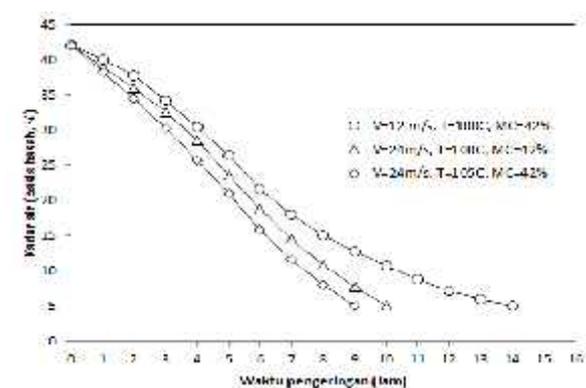
Gambar 5. Variasi perubahan berat bahan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 42% (basis basah)



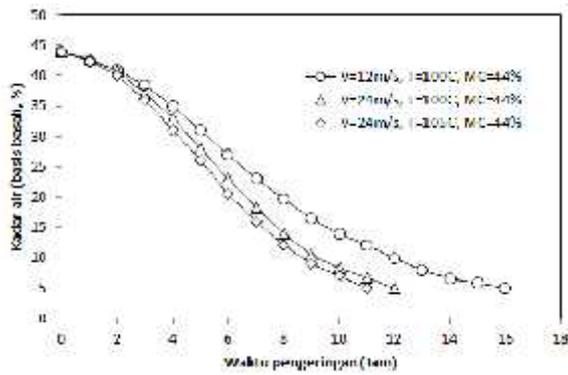
Gambar 8. Variasi kadar air bahan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 40 % (basis basah).



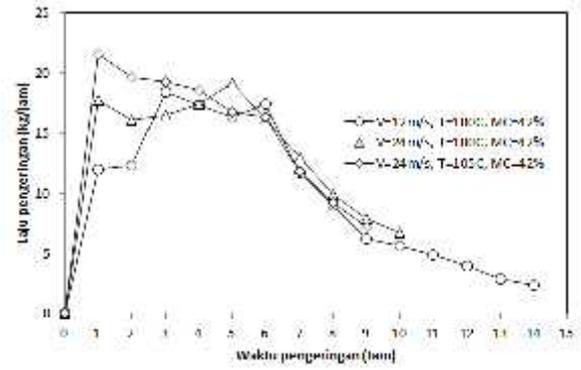
Gambar 6. Variasi perubahan berat bahan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 44 % (basis basah).



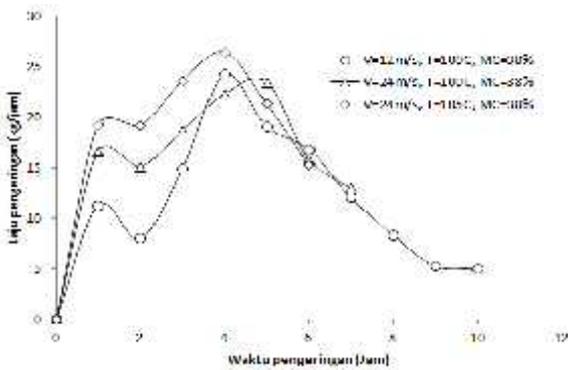
Gambar 9. Variasi kadar air bahan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 42 % (basis basah).



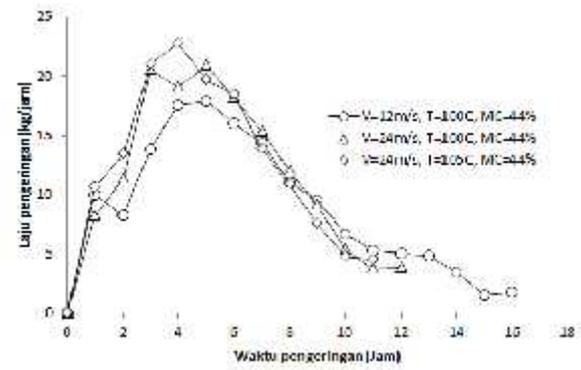
Gambar 10. Variasi kadar air bahan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 44 % (basis basah).



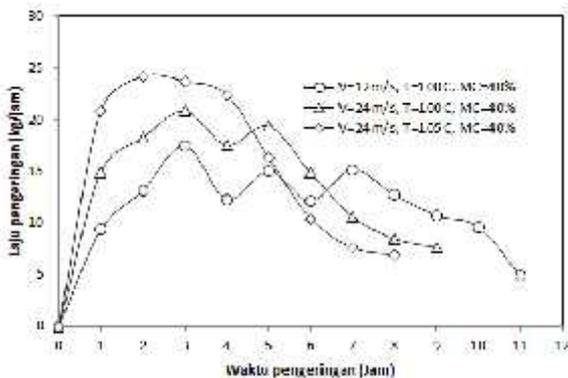
Gambar 13. Variasi laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 42 % (basis basah).



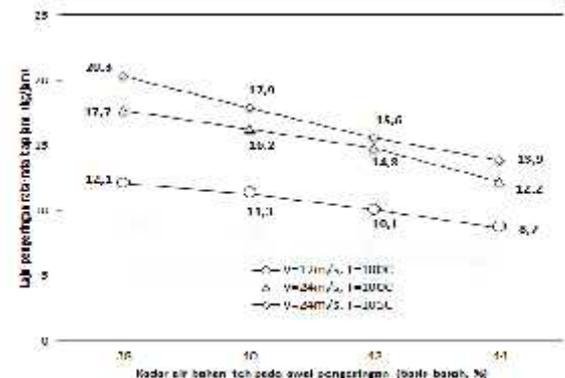
Gambar 11. Variasi laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 38 % (basis basah).



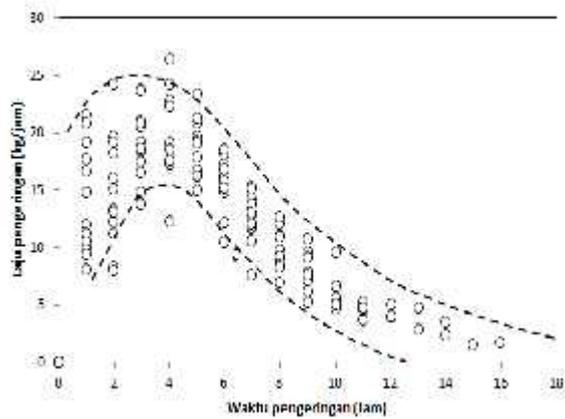
Gambar 14. Variasi laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 44 % (basis basah).



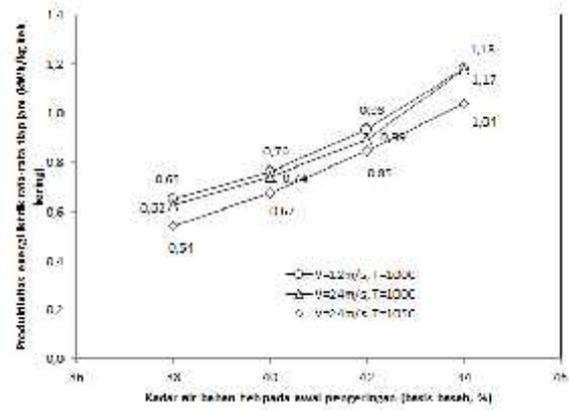
Gambar 12. Variasi laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan dan temperatur udara berbeda dengan kadar air awal bahan 40 % (basis basah).



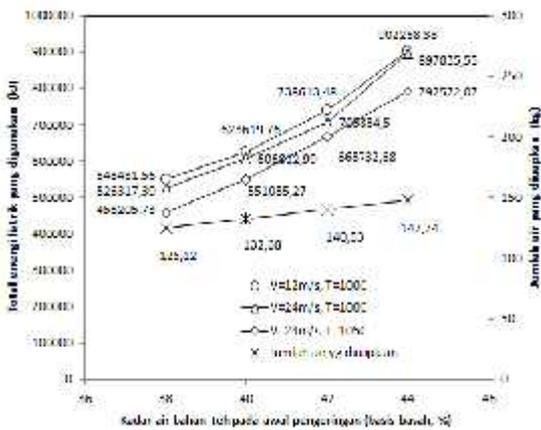
Gambar 15. Laju pengeringan rata-rata terhadap kadar air awal bahan pada kecepatan dan temperatur udara berbeda



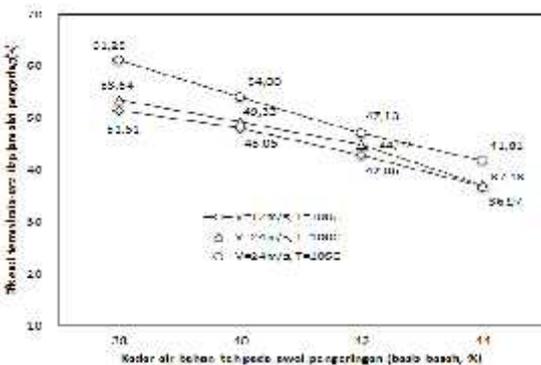
Gambar 16. Laju pengeringan terhadap waktu pengeringan.



Gambar 19. Produktifitas energi listrik rata-rata terhadap kadar air awal bahan pada kecepatan dan temperatur udara berbeda.



Gambar 17. Total energi listrik yang digunakan dengan jumlah air yang diuapkan terhadap kadar air awal bahan pada kecepatan dan temperatur udara berbeda



Gambar 18. Efisiensi termal rata-rata terhadap kadar air awal bahan pada kecepatan dan temperatur udara berbeda.

KESIMPULAN

Pengujian terhadap kinerja alat pengering berputar telah dilakukan. Alat pengering ini terdiri dari heat exchanger, ruang pengering dan blower. Blower yang digunakan tipe *induce draft fan* dengan daya 0,75 kW. Heat exchanger mempunyai elemen pemanas udara listrik sebanyak 15 elemen listrik dengan daya terpasang sebesar 22,5 kW. Ruang pengering berbentuk cylinder double dengan diameter 1500 mm, panjang 1770 mm, daya penggerak silinder ruang pengering sebesar 1,5 kW. Bahan yang dikeringkan teh hijau. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa alat pengering berputar mempunyai kinerja cukup baik karena mempunyai efisiensi termal cukup tinggi dan produktifitas listrik rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hyong Seok Park, Hyung-Kyoon Choi, Sung Jun Lee, Kwon Woo Park, Sung-Gil Choi and Kyoung Heon Kima. 2007. Effect of mass transfer on the removal of caffeine from green tea by supercritical carbon dioxide. *J. of Supercritical Fluids* **42**: 205–211
- [2] Kakegawa, H., Mitsumoto, H., Endo, K., Sato, T., Nonaka, G and Nishioka, I. 1985. Inhibitory effects of tannins on hyaluronidase activation and on the degranulation from rat mesentery mast cells. *Chem. Pharm. Bull.*, **33**: 5079-5082.

- [3] D. Stapleton, S. Shah, J.C. Anderson, Y. Hara, J.M.T. Hamilton-Miller and P.W. Taylor. 2004. Modulation of beta-lactam resistance in *Staphylococcus aureus* by catechins and gallates, *Int.J. Antimicrob. Agents* **23**: 462 – 467.
- [4] S. Joshi, S.K. Hasan, R. Chandra, M.M. Husain and R.C. Srivastava. 2004. Scavenging action of zinc and green tea polyphenol on cisplatin and nickel induced nitric oxide generation and lipid peroxidation in rats. *Biomed. Environ. Sci.* **17**:402–409.
- [5] S.B. Moyers and N.B. Kumar. 2004. Green tea polyphenols and cancer chemoprevention: multiple mechanisms and endpoints for phase II trials. *Nutr. Rev.***62**: 204–211.
- [6] Y. Yanagawa, Y. Yamamoto, Y. Hara and T. Shimamura. 2003. A combination effect of epigallocatechin gallate, a major compound of green tea catechins, with antibiotics on *Helicobacter pylori* growth in vitro. *Curr. Microbiol.* **47**: 244–249.
- [7] Y.J. Cai, L.P. Ma, L.F. Hou, B. Zhou, L. Yang and Z.L. Liu. 2002. Antioxidant effects of green tea polyphenols on free radical initiated peroxidation of rat liver microsomes, *Chem. Phys. Lipids* **120**: 109–117.
- [8] Yahya, M. 2011. A solar assisted dying system for green tea. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, Vol.1(1):53-58.
- [9] Z.Q. Liu, L.P. Ma, B. Zhou, L. Yang & Z.L. Liu. 2000. Antioxidative effects of green tea polyphenols on free radical initiated and photosensitized peroxidation of human low density lipoprotein. *Chem. Phys. Lipids* **106** : 53–63.