LAJU PINDAH PANAS DAN MASSA PADA PROSES PENGERINGAN GABAH MENGUNAKAN ALAT PENGERING TIPE BAK (BATCH DRYER)

RATE OF HEAT TRANSFER AND MASS ON DRYING PROCESS OF GRAIN USING BATCH DRYER TYPE

Saiful Amin¹⁾, Jamaluddin²⁾ dan Muh Rais³⁾

¹Alumni Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian

² dan ³ Dosen PTP FT UNM

Saifulamin_95@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme perpindahan panas dan massa pada proses pengeringan gabah menggunakan udara panas sebagai media penghantar panas. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen yang terdiri dari dua variabel yaitu variabel A adalah suhu dengan 3 taraf 40, 50 dan 60 °C dan variabel B adalah tebal tumpukan dengan 3 taraf 5, 10, dan 15 cm. Sampel penelitian adalah gabah basah dengan kadar air awal 20,5% dikeringkan menggunakan alat pengering berbentuk bak (Batch dryer). Untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi maka proses pengeringan dilakukan pengukuran suhu udara ruang pengering dan suhu gabah menggunakan termometer. Sebelum dan sesudah pengeringan dilakukan pengukuran kadar air untuk mengetahui perubahan kadar air gabah dari setiap perlakuan yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan pengurangan tebal tumpukan bahan yang digunakan maka laju perpindahan panas semakin tinggi dan perpindahan massa semakin besar, sehingga menyebabkan kadar air gabah menurun. Kata Kunci: Pengeringan, Perpindahan panas, Perpindahan Massa, Gabah.

ABSTRACT

This study aims to determine the mechanism of heat transfer and mass on the drying process of grain that uses hot air as a medium of heat conduction. This research is a type of experimental research consisting of two variables namely variable A and variable B. Variable A is a temperature with three levels. They are 40, 50 and 60 °C. While variable B is the thickness of the stock with three levels. They are 5, 10 and 15 cm. The sample is wet grain which is dried using a batch dryer. Its initial moisture content is 20,5 %. To determine the temperature changes that occur during the drying process, the researcher measured the air temperature by using a thermometer. The measurement was carried out before and after drying by measuring the moisture content to determine the changes of grain water level of each treatment used. The result showed that the higher the temperature and the reduction of the pile of materials used, the higher the heat transfer rate and the greater mass transfer. So, it causes the grain water content to decrease

Keywords: Drying, heat transfer, mass transfer, grain.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris sebagian besar penduduknya banyak tinggal di desa dan bekerja sebagai petani. Masyarakat Indonesia juga sebagian besar masih mengkonsumsi beras sebagai makanan utama, maka padi masih menjadi prioritas utama para petani untuk ditanam. beras merupakan salah satu kebutuhan pokok Indonesia dengan jumlah yang cukup melimpah dan mudah didapat.

Oleh sebab itu untuk memenuhi kebutuhan akan makanan pokok yang baik, beras harus melalui beberapa proses. Mula-mula setelah padi dipanen, bulir padi atau gabah dipisahkan dari jerami. Pemisahan dilakukan dengan memukulkan seikat padi sehingga gabah terlepas atau dengan bantuan mesin pemisah gabah. Gabah yang terlepas lalu dikumpulkan dan dikeringkan. Dalam hal ini proses pengeringan gabah merupakan salah satu faktor penentu kualitas beras.

Hal ini dikarenakan gabah pada awalnya dalam keadaan basah dan harus dikeringkan terlebih dahulu agar kadar air gabah sesuai dengan standar yang disesuaikan, yaitu gabah dengan kadar basis kering 14 % (Keputusan Bersama Kepala Badan Bimas Ketahanan Pangan No. 04/SKB/BBKP/III/2002) untuk dapat diproses lebih lanjut. Gabah yang telah kering disimpan atau digiling, sehingga beras terpisah dari sekam. Beras merupakan bentuk olahan yang dijual pada tingkat konsumen.

Pengolahan pasca panen hasil pertanian atau perkebunan mempunyai peranan penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Namun kualitas produk pasca panen ini bisa terbilang masih sangat rendah. Pada umumnya pengeringan gabah di Indonesia masih dilakukan dengan cara yang relatif sederhana, yaitu para petani masih menjemur atau mengeringkan hasil panen secara langsung di bawah sinar matahari dan udara terbuka dimana seringkali terkendala oleh faktor cuaca.

Kondisi cuaca yang tidak menentu terutama saat musim hujan akan mengakibatkan proses pengeringan alami berlangsung tidak optimal, menjadikan hasil pertanian berjamur dan rusak karena lembabnya udara. Umumnya kadar air yang tinggi memicu berkembangnya jamur dan mikroba. Tingkat kekeringan yang rendah berdampak pada kualitas dan harga produk. Akibatnya, harga jual produk menjadi rendah dan petani pun mengalami kerugian yang tidak sedikit.

Untuk mencegah kerugian yang dialami para petani, maka pengeringan padi menjadi penting mengingat berhasil tidaknya pengolahan selanjutnya menjadi beras. Pengeringan dilakukan untuk mencegah perkecambahan biji, untuk mempertahankan kualitas bijian, dan untuk mencapai level kadar air dimana tidak memungkinkan bakteri dan jamur berkembang (Hall, 1970).

Selama proses pengeringan berlangsung, maka terjadi dua proses yang utama, yaitu perpindahan panas dari udara pengering ke butiran gabah

untuk menguapkan air di permukaan butiran gabah yang selanjutnya terjadi konduksi panas ke dalam butiran, dan perpindahan air dari dalam ke permukaan butiran (difusi) yang selanjutnya terjadi penguapan ke udara pengering. Pada perpindahan massa dari bahan ke udara dalam bentuk uap air terjadi pengeringan permukaan bahan. Setelah kenaikan suhu terjadi pada seluruh bagian bahan maka terjadi pergerakan air secara difusi sampai kadar air dalam bahan menurun sesuai yang diinginkan.

Pengeringan padi dapat dilakukan dengan dua macam cara yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan (Hall, 1957). Menurut Pratomo (1970), pengeringan cara alami sudah kurang praktis lagi bilamana bahan yang dikeringkan dalam jumlah banyak, dimana untuk mencapai kadar air yang diinginkan memerlukan waktu yang relatif lama, tenaga kerja yang banyak dan tempat luas, serta keadaan iklim yang tidak menentu dapat menimbulkan kesukaran-kesukaran dalam penjemuran.

Dengan demikian sistem pengeringan buatan diperlukan sebagai alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Berbagai macam bentuk mesin pengering beredar di masyarakat. Mesin pengering tipe bak (Batch dryer) adalah salah satu tipe pengering yang sering digunakan dalam proses pengeringan gabah.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah dikemukakan, memberikan pemikiran untuk mengkaji

metode pengeringan menggunakan mesin pengering tipe bak (Batch dryer), yang diduga akan sangat membantu masyarakat petani untuk mengeringkan gabah hasil panennya. Dalam tahap ini dipelajari karakteristik pengeringan gabah dengan berbagai kondisi operasi pengeringan yaitu pada berbagai variasi suhu dan tebal tumpukan yang telah ditentukan, serta mempelajari proses laju pindah panas dan massa selama proses pengeringan dengan menggunakan mesin pengering tipe bak (Batch dryer).

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme laju perpindahan panas dan massa selama proses pengeringan gabah dengan menggunakan mesin pengering tipe bak (Batch dryer)

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, yang terdiri atas 2 faktor. Faktor A adalah tebal tumpukan dengan 3 taraf yaitu (5 cm, 10 cm, dan 15 cm) dan Faktor B adalah suhu pengeringan yaitu (40 °C, 45 °C dan 50 °C), dengan demikian banyaknya perlakuan yang dicobakan ada sebanyak 9 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Batangkaluku, Kabupaten Gowa. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai bulan Mei 2017 di Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Batangkaluku, Kabupaten Gowa.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin pengering bak (Batch dryer), Kotak Kayu, Timbangan, Stopwatch, Thermometer Batang, Digital Moisture Tester, G-won hitech KD 0691 dan ATK. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu; gabah basah varietas Ciherang. Bahan diperoleh dari petani di jalan Tamalalang Desa Parangmata Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan.

Penelitian ini akan dilakukan pengeringan gabah dengan menggunakan alat pengering tipe bak (Batch dryer) dengan unit pemanas menggunakan bahan bakar liquified petroleum gas (LPG), panas kemudian dialirkan ke dalam kotak/ruang pengering gabah dengan menggunakan blower. Gabah yang digunakan pada penelitian ini merupakan gabah basah yang baru selesai panen. Pengeringan gabah dilakukan dengan menggunakan masing-masing 3 variasi suhu dan tebal tumpukan dimana untuk variasi suhu terdiri dari 40 °C, 50 °C dan 60 °C, sedangkan untuk tebal tumpukan gabah terdiri dari 5 cm, 10 cm, dan 15 cm.

Selama proses pengeringan akan diukur suhu gabah dengan menggunakan alat termometer batang dan dilakukan pengukuran udara dalam alat pengering. Sebelum dan setelah pengeringan gabah dilakukan pengukuran kadar air basis menggunakan digital moisture tester, G-won hitech KD 0691 dalam metode ini hasil pengukuran kadar air dapat langsung diketahui. Penelitian ini juga akan dilakukan perhitungan laju

perpindahan panas yaitu dengan menggunakan persamaan pindah panas konduksi dan konveksi, serta perhitungan perpindahan massa dimana pada proses pengeringan dengan tipe bak (Batch dryer) memenuhi syarat utama mekanisme perpindahan panas khususnya konduksi dan konveksi yaitu adanya aliran fluida. Adapun perhitungan perpindahan massa dengan menggunakan persamaan Laju penguapan air

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kadar Air Bahan

Perubahan kadar air gabah selama dalam proses pengeringan menggunakan mesin pengering bak (Batch dryer) dapat dilihat pada Gambar 1 berikut. Sesuai dengan gambar tersebut tampak kadar air pada mula-mula mengalami penurunan lebih cepat hal tersebut disebabkan karena mula-mula penguapan air terjadi pada permukaan selanjutnya kadar air gabah mengalami penurunan secara perlahan hal tersebut disebabkan karena air yang ada dalam gabah sudah mulai terjadi pengaliran keluar permukaan, selanjutnya pada tahap akhir pengeringan penguapan kadar air semakin berkurang dan cenderung konstan karena kadar air yang ada dalam gabah diduga sudah berada pada titik terendah atau sisa-sisa air dari proses penguapan diluar permukaan dan didalam permukaan gabah.

(a)

(b)

(c)

Gambar 1.

Perubahan Kadar Air Gabah selama proses pengeringan pada suhu
(a).40 °C; (b).50 °C; (c).60 °C

Hasil analisis perhitungan kadar air gabah menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama pengeringan yang berbeda menghasilkan kadar air gabah yang berbeda pula. Kadar air awal yang ada dalam gabah sebelum pengeringan

adalah sebesar 20,5%. Setelah dilakukan pengeringan dengan berbagai jenis pengeringan, maka kadar air akhir yang didapatkan setelah dilakukan pengeringan dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1.
Hasil analisis kadar air gabah

SUHU (°C)	TEBAL TUMPUKAN (cm)	KADAR AIR AWAL GABAH (%)	KADAR AIR GABAH PADA PROSES PENGERINGAN (%)				
		0	60	120	180	240	300
40	5	20,5	18,2	16,6	15,2	14,3	13,2
	10	20,5	18,8	17,4	16,1	15,2	14,1
	15	20,5	19,3	17,9	16,7	15,5	14,6
50	5	20,5	17,9	15,8	14,1	13,1	12,2
	10	20,5	18,5	16,6	14,9	13,8	12,9
	15	20,5	19,1	17,2	15,7	14,6	13,7
60	5	20,5	17,3	15,2	13,1	12,1	11,2
	10	20,5	17,9	15,9	14,1	13,1	12,1
	15	20,5	18,4	16,5	14,6	13,6	12,7

Berdasarkan hasil analisis perhitungan kadar air gabah menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan tebal tumpukan yang berbeda menghasilkan kadar air yang berbeda pula. Pada Tabel 1 dengan berbagai variabel Suhu dan tebal tumpukan menunjukan bahwa perlakuan suhu 40°C dengan tebal tumpukan 15 cm cenderung memperoleh kadar yang tertinggi dengan rata-rata 14,6%, sedangkan kadar air yang terendah adalah dari perlakuan suhu 60°C dengan tebal tumpukan 5 cm dimana diperoleh rata-rata kadar gabah akhir sebesar 12,7% Hasil analisis perhitungan kadar air gabah menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan tebal tumpukan yang berbeda pada proses pengeringan menghasilkan kadar air gabah yang berbeda pula. Penurunan kadar air tampak bahwa perlakuan tebal tumpukan 5 cm cenderung lebih cepat hal tersebut disebabkan karen permukaan

ketebalannya lebih tipis, dimana itu berarti jumlah bahan makin sedikit sehingga hambatan yang dialami oleh aliran udara panas dari pengering lebih kecil akibatnya air lebih cepat menguap keluar dibanding pada perlakuan 10 cm dan 15 cm. Peristiwa yang sama hampir terjadi pada saat pengeringan dilakukan pada suhu 50 °C dan 60 °C.

Selanjutnya hasil perhitungan kadar air gabah menunjukkan bahwa dari semua perlakuan kadar air tertinggi diperoleh dari perlakuan suhu 40 °C dengan tebal tumpukan 15 cm dengan rata-rata 14,6% sehingga dapat dihitung perubahan kadar air sebelum dan setelah pengeringan yaitu sebesar 5,9%, sedangkan kadar air terendah adalah dari perlakuan suhu 60 °C dengan tebal tumpukan 5 cm dengan diperoleh rata-rata 11,2%, sehingga dapat dihitung perubahan kadar air sebelum dan setelah pengeringan yaitu sebesar 9,3%.

Berdasarkan hasil perhitungan kadar air gabah diatas dari sembilan perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan tebal tumpukan yang berbeda memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar air. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian suhu yang rendah akan menyebabkan penurunan kadar air yang rendah pula demikian pula sebaliknya, selanjutnya tampak bahwa kenaikan tebal tumpukan gabah menyebabkan penurunan kadar air menjadi rendah. Hal ini disebabkan. semakin tebal tumpukan suatu bahan yang dikeringkan maka akan semakin lama waktu yang diperlukan untuk menguapkan air selama pengeringan, karena jarak yang ditempuh oleh panas untuk masuk ke bagian dalam bahan sekaligus menguapkan menuju ke permukaan bahan menjadi semakin lambat.

Ketebalan tumpukan bahan juga berpengaruh terhadap keseragaman kadar air pada akhir proses pengeringan. Dengan menggunakan alat pengering tipe bak tanpa proses pengadukan, maka makin tebal tumpukan bahan yang dikeringkan berarti jumlah bahan makin banyak sehingga hambatan yang dialami oleh aliran udara pengering lebih besar, akibatnya akan semakin besar pula perbedaan kadar air akhir bahan yang dikeringkan. Udara pengeringan melalui lapisan bahan secara perlahan menurunkan kadar air sesuai kondisi suhu udara pengering.

Pada tahap akhir pengeringan penguapan kadar air semakin berkurang karena pada tahap ini terjadi proses pengeringan bahan dan suhu gabah cenderung konstan hingga mendekati suhu udara panas, proses ini akan terus

berlanjut hingga kadar air yang tersisa di dalam bahan tidak dapat teruapkan lagi. Setelah semua air bebas keluar terjadi pengerasan di permukaan sehingga sebagian air bebas terjebak di dalam padatan. pendapat (Abdul, 2012) yang menyatakan bahwa air bebas dapat dengan mudah diuapkan pada proses pengeringan. Bila air bebas ini diuapkan seluruhnya, maka kadar air bahan akan berkisar antara 12% sampai 25%.

2. Laju Perpindahan Panas Konduksi

Berdasarkan hasil perhitungan perpindahan panas konduksi dapat dilihat pada gambar 2, 3 dan 4 berikut. tampak hasil perhitungan laju perpindahan panas pada proses pengeringan gabah bahwa tampak pada awal proses pengeringan pada setiap lapisan terjadi peningkatan laju pindah panas yang tinggi karena pada tahap ini diduga terjadi kontak langsung antara gabah dengan media udara panas dari pengering. Pada proses pengeringan tahap selanjutnya laju pindah panas cenderung terjadi penurunan dengan cepat hal tersebut disebabkan karena pada proses ini panas sudah mulai merambat masuk kedalam gabah yang dikeringkan. Selanjutnya pada tahap akhir pengeringan laju perpindahan panas cenderung konstan dan beberapa terjadi laju perpindahan panas yang fluktuatif hal tersebut terjadi karena besarnya suhu gabah sudah hampir mencapai suhu udara panas pengering sehingga transfer panas ke dalam bahan semakin kecil.

Selanjutnya fenomena yang terjadi tampak bahwa laju perpindahan panas

konduksi pada perlakuan 5 cm lapisan bawah cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan tengah dan dan lapisan atas, hal ini dikarenakan lapisan bagian bawah paling dekat dengan sumber panas (plenum) dan itu

berarti hambatan yang dialami udara panas masih kecil akibatnya udara panas dari pengering akan menembus bahan dengan cepat.

a. Lapisan Bawah

b. Lapisan Tengah

c. Lapisan Atas

Gambar 2.

Hasil perhitungan laju perpindahan panas konduksi pada suhu 40 °C untuk
(a). Lapisan bawah; (b). Lapisan tengah; dan (c). Lapisan atas.

a. Lapisan Bawah

b. Lapisan Tengah

c. Lapisan Atas

Gambar 3.

Hasil perhitungan laju perpindahan panas konduksi pada suhu 50 °C untuk
(a). Lapisan bawah; (b). Lapisan tengah; dan (c). Lapisan atas.

a. Lapisan Bawah

b.Lapisan Tengah

c.Lapisan Atas

Gambar 4.

Hasil perhitungan laju perpindahan panas konduksi pada suhu 60 °C untuk
(a). Lapisan bawah; (b). Lapisan tengah; dan (c). Lapisan atas.

Berlangsungnya proses pengeringan tidak dapat terjadi dalam suatu waktu sekaligus. Lapisan atas akan kering tetapi membutuhkan waktu yang lama, karena pindah panas secara konduksi terjadi antara lapisan. Hal itu sejalan dengan teori perpindahan panas bahwa perpindahan panas secara konduksi terjadi diantara bulir-bulir padi yang telah mendapatkan panas akan berpindah melalui gesekan atau bersinggungan dengan bulir yang masih belum mendapat panas. Akibat dari perpindahan panas tersebut maka akan terjadi perpindahan panas ke setiap bulir padi sehingga akan terjadi pemerataan panas. Peristiwa yang sama hampir

terjadi pada saat pengeringan dilakukan perlakuan suhu 50 °C dan 60 °C.

Dari uraian hasil perhitungan laju perpindahan panas konduksi yang terjadi selama proses pengeringan maka dapat dikemukakan bahwa pertambahan suhu dan tebal tumpukan akan berpengaruh terhadap laju perpindahan panas, semakin tinggi suhu udara pengering, maka proses pengeringan akan semakin cepat. Hal ini diduga karena peningkatan suhu udara pengering, maka semakin besar pula energi panas masuk kedalam bahan yakni gabah yang dikeringkan, sehingga dapat membawa air yang terkandung dalam gabah lebih banyak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Joko dkk.,

(2009) menunjukkan bahwa semakin besar suhu udara pengering semakin besar proses perpindahan panas dari medium penyangrai ke dalam bahan, sehingga proses perpindahan massa melalui penguapan juga semakin besar. Sedangkan dalam proses pengeringan dengan tumpukan yang semakin tebal berarti jumlah bahan yakni gabah makin banyak sehingga hambatan yang dialami oleh aliran udara pengering lebih besar, akibatnya terjadi penurunan tekanan, dengan perkataan lain tekanan statis yang lebih besar.

3. Laju Perpindahan Panas Konveksi

Hasil perhitungan laju perpindahan panas konveksi yang terjadi selama proses pengeringan tampak pada gambar 5, 6, dan 7 dibawah. Sebagaimana halnya perpindahan panas yang terjadi secara konduksi dimana menunjukkan bahwa laju perpindahan panas yang terjadi meningkat lebih cepat pada awal pengeringan hal ini disebabkan karena pada awal pengeringan, air yang terdapat pada

permukaan gabah teruapkan lebih banyak dan semakin menurun hingga akhir pengeringan dan cenderung menuju konstan.

Adapun hasil perhitungan laju perpindahan panas yang terjadi menunjukkan perbedaan yang cukup nyata terlihat pada setiap lapisan. pada perlakuan 5 cm lapisan bawah cenderung lebih cepat dibandingkan dengan lapisan tengah dan lapisan atas pada perlakuan 10 cm dan 15 cm. hal ini dikarenakan pada bagian bawah ruang pengering lebih dekat dengan ruang plenum dan ruang pembakaran serta karena permukaan ketebalannya yang lebih tipis,

itu berarti udara panas dengan cepat terjadi kontak dengan bahan selanjutnya ketebalan yang tipis berarti kemampuan udara panas dapat dengan mudah merambat memberikan panas keseluruhan bahan yang dikeringkan. Peristiwa yang sama hampir terjadi pada saat pengeringan dilakukan pada suhu 50 °C dan 60 °C.

a. Lapisan Bawah

b. Lapisan Tengah

c. Lapisan Atas

Gambar 5.

Hasil perhitungan laju perpindahan panas konveksi pada suhu 40 °C untuk
(a). Lapisan bawah; (b). Lapisan tengah; dan (c). Lapisan atas.

a. Lapisan Bawah

b. Lapisan Tengah

c. Lapisan Atas

Gambar 6.

Hasil perhitungan laju perpindahan panas konveksi pada suhu 50 °C untuk (a). Lapisan bawah; (b). Lapisan tengah; dan (c). Lapisan atas.

a. Lapisan Bawah

b. Lapisan Tengah

c. Lapisan Atas

Gambar 7.

Hasil perhitungan laju perpindahan panas konveksi pada suhu 60 °C untuk (a). Lapisan bawah; (b). Lapisan tengah; dan (c). Lapisan atas

Dari uraian hasil perhitungan laju perpindahan panas maka dapat dikemukakan bahwa perlakuan pertambahan tebal tumpukan dan suhu akan berpengaruh terhadap laju perpindahan panas. dengan menggunakan suhu dan tebal tumpukan yang berbeda akan berpengaruh pula pada hasil yang didapatkan.

Semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan. Juga semakin kecil tinggi tumpukan bahan akan semakin cepat proses pengeringan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fernandy (2012) semakin tinggi suhu udara pemanas, makin besar energi panas yang dibawa dan semakin besar pula perbedaan antara medium pemanas dan bahan makanan. Hal ini akan mendorong makin cepatnya proses pemindahan atau penguapan air. dampaknya waktu pengeringan akan menjadi lebih singkat dan sesuai dengan pernyataan Irawan (2011) yang menyatakan bahwa perbedaan suhu antara media pemanas dan bahan yang makin besar menyebabkan makin cepatnya perpindahan panas ke dalam bahan dan makin cepat pula perpindahan uap air dari bahan ke lingkungan. Desrosier (1988) menyatakan hal yang sama bahwa semakin tinggi suhu udara dan makin besar perbedaan suhu, makin banyak uap air yang menguap dari bahan sehingga bobot bahan makin rendah dan laju pengeringan makin cepat.

Mekanisme perpindahan panas dengan cara konveksi pada mesin pengering bak (Batch dryer) padi ini yaitu udara panas dihembuskan oleh kipas kedalam ruangan yang menyimpan gabah sehingga media yang digunakan dalam perpindahan panas adalah udara Kamin (2013). Udara panas yang dihembuskan akan masuk ke celah-celah padi sehingga panas akan cepat masuk dan membuang kadar air dari gabah. Keadaan ini akan menyebabkan terjadinya perpindahan panas secara konveksi dengan media udara yang dipaksakan (Forced Convection).

4. Perpindahan Massa

Kurva hasil perhitungan laju penguapan air gabah dapat dilihat pada gambar 8 dibawah. dari gambar tampak bahwa pada awal proses pengeringan gabah terjadi laju penguapan air yang cepat, pada tahap selanjutnya laju penguapan cenderung melambat. Hal ini disebabkan karena pada awal pengeringan terjadi kontak antara udara panas dari mesin pengering dengan permukaan gabah yang menyebabkan terjadinya penguapan kandungan air di permukaan gabah. Air yang terdapat pada permukaan tersebut dapat dengan mudah diuapkan pada proses pengeringan. Selanjutnya pada tahap berikut laju penguapan air melambat hingga cenderung konstan pada tahap akhir pengeringan hal ini seiring dengan penurunan kadar air selama pengeringan.

Selanjutnya dikemukakan bahwa laju penguapan air pada perlakuan tebal tumpukan 5 cm cenderung lebih cepat sebagaimana halnya pada perubahan

kadar air, hal tersebut disebabkan karena permukaan ketebalannya lebih tipis, dimana itu berarti aliran udara panas dari pengering lebih cepat merambat masuk ke dalam bahan sehingga dapat mengeluarkan air keluar

lebih banyak dibanding pada perlakuan 10 cm dan 15 cm. Peristiwa yang sama hampir terjadi pada saat pengeringan dilakukan pada suhu 50 °C dan 60 °C seperti tampak pada gambar berikut:

(a)

(b)

(c)

Gambar 8.

Hasil perhitungan laju penguapan air gabah selama proses pengeringan pada suhu
(a).40 °C; (b).50 °C; (c).60 °C

Hasil perhitungan perpindahan massa atau lebih dikenal dengan banyaknya massa air yang diupkan. Bahan akan mengalami penurunan kadar air selama pengeringan, penurunan kadar air dicirikan dengan penguapan air dari permukaan bahan kemudian udara panas. dari gambar diatas tampak bahwa pada awal proses pengeringan gabah terjadi perpindahan massa air yang cepat dari dalam bahan ke permukaan bahan disebabkan perbedaan konsentrasi massa air pada bagian dalam dan permukaan gabah. konsentrasi massa air di permukaan bahan lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi massa air di bagian dalam bahan, hal ini disebabkan karena air yang berada dibagian permukaan gabah lebih cepat menjadi uap karena adanya kontak langsung dengan udara panas dari pengering.

Selanjutnya terjadi penurunan laju penguapan air dan cenderung konstan diakhir pengeringan. hal ini disebabkan karena sebagian besar air di permukaan bahan telah menguap sehingga penguapan air berlanjut ke bagian dalam bahan, hal ini disebabkan penguapan air dari bahan telah menurun seiring dengan penurunan kadar air selama proses pengeringan sehingga jumlah air bebas makin lama semakin berkurang dan permukaan partikel bahan tidak lagi ditutupi oleh lapisan air, sehingga laju penguapan air pada perlakuan ini mengalami penurunan dan cenderung konstan. Massa air terdifusi dari dalam ke permukaan bahan secara kontinyu sampai selesainya proses penggorengan.

Selanjutnya dikemukakan bahwa laju penguapan air pada perlakuan tebal

tumpukan 5 cm cenderung lebih cepat sebagaimana halnya pada perubahan kadar air, hal tersebut disebabkan karena permukaan ketebalannya lebih tipis, dimana itu berarti aliran udara panas dari pengering lebih cepat merambat masuk ke dalam bahan sehingga dapat menguapkan air keluar lebih banyak dibanding pada perlakuan 10 cm dan 15 cm. Peristiwa yang sama hampir terjadi pada saat pengeringan dilakukan pada suhu 50 °C dan 60 °C seperti tampak pada gambar berikut.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dikemukakan bahwa penguapan air dengan perlakuan suhu yang tinggi dan tebal tumpukan digunakan besar maka menyebabkan kadar air dalam gabah akan menurun dan penguapan air lebih banyak. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Matondang dalam Shanti (2008), yang melaporkan bahwa semakin lama waktu pengeringan kadar air akan menurun, menyebabkan penguapan air lebih banyak sehingga kadar air dalam bahan semakin kecil.

Penguapan tersebut juga diakibatkan karena terjadinya perbedaan tekanan uap antara air pada bahan dengan uap air di udara. Selain itu dengan semakin besarnya energi panas yang dibawa udara maka laju perpindahan panas akan semakin besar, semakin tingginya suhu dan lama waktu pengeringan maka jumlah massa cairan yang diupkan dari permukaan gabah semakin banyak. Hal ini diperkuat oleh Histifarina dkk., (2014), yang menyatakan bahwa kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaan akan semakin besar dengan meningkatnya suhu udara pengeringan yang digunakan dan makin lamanya

proses pengeringan, sehingga kadar air yang dihasilkan semakin rendah.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mekanisme laju perpindahan panas dan massa selama dalam proses pengeringan gabah menggunakan mesin pengering tipe bak (Batch dryer) terjadi peristiwa perpindahan panas yakni perpindahan panas secara konduksi dan konveksi.
2. Perpindahan panas secara konduksi pada proses pengeringan gabah berlangsung dari aliran udara panas mesin pengering yang dialirkan menggunakan blower menuju gabah yang akan dikeringkan. Perpindahan panas akan berlangsung di permukaan bahan secara perlahan sampai terjadi pemerataan panas. selanjutnya perpindahan panas konveksi terjadi ketika panas merambat masuk ke dalam gabah yang dikeringkan. Perpindahan panas terus berlanjut dan bergerak memindahkan sebagian panas ke berbagai lapisan bahan yang dikeringkan sampai proses pengeringan dihentikan.
3. Perpindahan massa berlangsung seiring dengan perpindahan panas yang terjadi, kenaikan suhu gabah akan mengakibatkan tekanan uap air di dalam bahan lebih tinggi dari pada tekanan uap air di udara sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara akibatnya terjadi penurunan kadar air pada gabah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rizal M, 2012. Pengeringan Temulawak dengan Heat Pump Drying Sederhana, (on line), (<http://lib.ui.ac.id>, 8 November 2016).
- Desrosier, N.W. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. Diterjemahkan oleh M.Muljohardjo. UI-Press, Jakarta.
- Fernandy, G. 2012. Pengaruh Suhu Udara Pengering dan Komposisi Zeolit 3A Terhadap Lama Waktu Pengeringan Gabah pada Fluidized Bed Dryer. Momentum, Vol. 8, No. 2,: 6- 10.
- Hall C.W. 1957. Drying Farm Crops. Michigan: Agricultural Consulting Associates, Inc.
- Hall C.W. 1970. Handling and Storage Food Grain in Tropical and Subtropical Areas. Roma: FAO.
- Histifarina D., D. Musaddaad dan E. Murtiningsih. 2014. Teknik Pengeringan Dalam Oven Untuk Irisan Wortel Kering Bermutu, volume 14(2):107-112
- Irawan, A. 2011. Modul Laboratorium Pengeringan. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa..
- Joko Nugroho W.K., Juliaty Lumbanbatu & Sri Rahayoe. 2009. Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta. Makalah. Disajikan pada seminar nasional Peran

Teknik Pertanian dalam Pengembangan Agroindustri Berbasis Bahan Baku Lokal yang diselenggarakan oleh Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA). Mataram. 8–9 Agustus 2009.

Kamin. S. 2013. Mesin Pengering Padi Kapasitas 5 Ton. (http://jurnal.upi.edu/file/Kamin_S.pdf). Diakses tanggal 4 oktober 2017.

Keputusan Bersama Kepala Badan Bimas ketahanan Pangan No.04/SKB/BBKP/II/2002.

Pratomo, M., 1970. Teknologi Hasil Pertanian. Departemen Mekanisasi Pertanian, Fameta. IPB, Bogor.

Shanti Fitriani. 2008. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Beberapa Mutu Manisan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Kering, Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Riau.