

PENGARUH KAPASITAS PENGERINGAN TERHADAP KARAKTERISTIK GABAH MENGGUNAKAN *SWIRLING FLUIDIZED BED DRYER* (SFBD)***THE EFFECT OF DRYING CAPACITY ON ROUGH RICE CHARACTERISTICS USING SWIRLING FLUIDIZED BED DRYER (SFBD)*****Novrinaldi, Satya Andika Putra**

Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna (P2 TTG),

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Jl. K.S. Tubun No.5 Subang, Jawa Barat 41213

e-mail: naldi.novri@gmail.com, satya.andika.p@gmail.com

Diterima : 19-03-2019

Direvisi : 29-04-2019

Disetujui : 25-06-2019

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik gabah hasil pengeringan dengan melakukan percobaan menggunakan *swirling fluidized bed dryer* (SFBD) dengan variasi beban pengeringan. Gabah dengan berat 200gr, 250gr dan 300gr masing-masing dikeringkan selama 60 menit dengan pengambilan sampel sebanyak 9 kali seberat 10gr. Pengambilan sampel dilakukan pada menit ke-0, 5, 10, 17, 24, 32, 40, 48 dan menit ke- 60. Setiap pengambilan sampel dicatat data temperatur dan kelembaban relatif (Rh) pada plenum dan ruang pengering. Penurunan kadar air gabah relatif seragam dan terjadi penurunan kadar air yang signifikan pada 5 menit pertama pengeringan dimana kadar air bebas pada permukaan gabah masih banyak. Selama proses pengeringan kadar air gabah turun dari 29.25% menjadi 14.03%, 28.58% menjadi 14.21% dan 26.8% menjadi 13.78%. Rh ruang pengering menurun akibat kenaikan temperatur pengeringan. Massa air yang diuapkan dari gabah sebesar 31.17gr, 38.26gr dan 41.82gr untuk masing-masing kapasitas. *Humidity ratio* antara plenum dengan ruang pengering berbanding terbalik, dimana pada ruang pengering *humidity ratio* akan naik dan pada plenum *humidity ratio* akan turun hal ini disebabkan oleh naiknya temperatur dan dengan dihembuskannya udara panas. Selisih *humidity ratio* antara ruang pengering dengan plenum pada menit akhir pengeringan berkisar antara 5-7g/kg.

Kata Kunci : Pengeringan, kadar air, SFBD, temperatur, Rh**ABSTRACT**

This research aims to look at the characteristics of grain produced by drying by conducting experiments using swirling fluidized bed dryer (SFBD) with variations in drying load. Rough rice with a weight of 200gr, 250gr and, 300gr each dried for 60 minutes with sampling nine times as weight as 10gr. Sampling was carried out at 0, 5, 10, 17, 24, 32, 40, 48 and 60 minutes. Each sample recorded temperature and relative humidity (Rh) data in the plenum and drying chamber. The decrease in rough rice moisture content was relatively uniform, and there was a significant decrease in moisture content in the first 5 minutes of drying where there was still a lot of free moisture content on the rough rice surface. During the drying process, the rough rice water content dropped from 29.25% to 14.03%, 28.58% to 14.21% and 26.8% to 13.78%. The relative humidity of the drying chamber decreases due to the increase in drying temperature. The evaporated water mass of the rough rice are 31.17 gr, 38.26 gr and 41.82 gr for each capacity. Humidity ratio between the plenum and the drying chamber is inversely proportional, wherein the drying chamber the humidity ratio will increase, and the plenum humidity ratio will decrease this is due to the increase in temperature and the exhaling of hot air. The humidity ratio difference between the drying chamber and the plenum in the final minutes of drying ranged from 5-7g / kg.

Keywords: Drying, moisture content, SFBD, temperature, Rh

PENDAHULUAN

Padi dengan nama latin *Oryza Satifa L* merupakan hasil pertanian dari jenis biji-bijian yang dapat ditemukan hampir di seluruh Indonesia. Salah satu penanganan pascapanen yang dilakukan petani untuk menjaga kualitas padi atau gabah selama proses penyimpanan adalah dengan pengeringan yakni menurunkan kadar air gabah dari 20-23% basis kering pada musim kering atau 24-27% basis basah pada musim hujan menjadi 14% sesuai dengan syarat mutu SNI 01-0224-1987. Syarief dan Halid (1993) menyatakan bahwa kadar air biji-bijian yang aman untuk disimpan umumnya sekitar 13.5-14%, sedangkan kadar air yang aman dari gangguan kerusakan adalah 11-12%. Penurunan kadar air biji-bijian tersebut dapat dilakukan dengan cara proses pengeringan.

Pengeringan adalah proses pengurangan kadar air suatu bahan sampai pada batas tertentu dengan menggunakan energi panas yang bertujuan untuk menjaga kualitas bahan. Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena adanya perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan, kadar air dalam udara lebih sedikit sehingga uap air dari bahan bisa ditampung dalam udara. Pada proses pengeringan berlangsung terjadi dua proses secara bersamaan yakni perpindahan panas dari lingkungan ke bahan dan perpindahan massa dari bahan ke lingkungan. Proses perpindahan panas dipengaruhi oleh perubahan temperatur pengering dan proses perpindahan massa air dipengaruhi oleh transfer panas dan transfer momentum. Perpindahan massa air ditandai dengan pengurangan massa bahan dan perubahan bentuk fisik (tekstur, warna dan fasa) (Dwika *et al.*, 2012). Laju pengeringan pada bahan terjadi dalam dua periode yakni laju pengeringan konstan dimana terjadi pada bahan yang mengandung banyak air atau air permukaan yang mudah diuapkan, laju pengeringan konstan berhenti ketika air bebas dipermukaan habis menguap. Laju pengeringan menurun terjadi setelah laju pengeringan konstan dimana kadar air bahan lebih kecil dari pada kadar air kritis. Laju pengeringan ini menurun seiring dengan penurunan kadar air selama pengeringan. Jumlah air terikat makin lama semakin berkurang. Pada periode laju pengeringan menurun permukaan partikel bahan yang dikeringkan tidak lagi ditutupi oleh lapisan air.

Pengeringan dianggap penting karena akan menentukan kualitas gabah dan kualitas gabah akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas beras yang nantinya akan dikonsumsi (Napitu, 2016). Secara umum pengeringan dapat dilakukan secara manual atau konvensional dan secara mekanis dengan menggunakan alat pengering. Pengeringan konvensional dengan panas matahari langsung merupakan cara yang paling mudah dan murah karena tidak membutuhkan biaya yang besar namun membutuhkan lahan yang luas, mudah terkontaminasi benda asing, terkendala musim hujan dan membutuhkan waktu yang lebih lama yakni 3-4 hari. Sedangkan dengan menggunakan alat pengering kapanpun proses pengeringan bisa dilakukan dengan kapasitas pengeringan yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan. Pengeringan secara mekanis membutuhkan biaya yang lebih besar karena membutuhkan sumber energi namun secara keseluruhan akan lebih menguntungkan karena menurut Hosokawa (1995) dalam Napitu (2016) resiko kehilangan pengeringan secara mekanis lebih kecil yakni 2.3% dibandingkan dengan pengeringan konvensional yakni 2.98%.

Faktor yang mempengaruhi proses pengeringan terdiri dari yakni faktor yang berhubungan dengan udara pengering yakni dan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang akan dikeringkan. Faktor dari kelompok pertama terdiri dari temperatur, kecepatan volumetrik aliran udara pengering dan kelembaban udara. Sedangkan faktor yang mempengaruhi pengeringan dari sifat bahan terdiri dari ukuran bahan (luas permukaan bahan), kadar air awal dan tekanan parsial di dalam bahan (Taib *et al.*, 1988). Menurut Lee dan Chung (1985) temperatur udara pengering merupakan efek yang paling besar yang mempengaruhi laju pengeringan pada lapisan tipis dan laju aliran udara dan kelembaban relatif memiliki efek yang lebih kecil. Kedua kelompok ini akan mempengaruhi laju pengeringan yang

merupakan parameter penting yang perlu dikendalikan selama proses pengeringan (Dina *et al.*, 2018). Laju pengeringan yang terlalu lambat akan menyebabkan berkembangnya jamur pada gabah.

Fluidisasi merupakan suatu operasi dimana partikel padat diubah menjadi seperti keadaan cairan melalui suspensi dalam gas atau cairan. Fluidisasi terjadi bila terjadi interaksi antara hamparan padatan dan aliran fluida yang mengubah partikel padat menjadi berperilaku seperti fluida (Kunii dan Levenspiel, 1991). Pengering fluidisasi mempunyai beberapa kelebihan yaitu laju perpindahan panas dan masa cukup tinggi karena kontak antara udara panas pengering dengan bahan yang dikeringkan cukup baik, temperatur dan kadar air seragam, konstruksi sederhana, kapasitas pengeringan tinggi (Yahya, 2015). Pengeringan menggunakan SFBD memiliki laju pengeringan yang lebih efektif karena gerakan fluidisasi dan berputarnya bahan mengelilingi *conus centre body* atau aliran *swirl* menyebabkan semua permukaan bahan akan terkena udara panas sehingga diharapkan proses perpindahan panas dari udara pengering ke bahan dan perpindahan massa dari bahan ke udara terjadi secara maksimal. Pada penelitian ini dilakukan pengujian alat pengering sistem fluidisasi *swirling fluidized bed dryer* (SFBD) untuk mengeringkan gabah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performansi atau kinerja pengering SFBD terhadap pengeringan gabah dengan melihat karakteristik gabah setelah proses pengeringan. Oktianto dan Prabowo (2014) telah melakukan penelitian pengeringan menggunakan SFBD dengan bahan batu bara, pada penelitian tersebut dilakukan variasi sudut pengarah dimana sudut pengarah dari *annular blade distributor* sebesar 10° menghasilkan penurunan kadar air batu bara terbaik yakni dari 27.3% menjadi 6.8%. Batcha *et al.*, (2012) juga telah melakukan penelitian pengeringan menggunakan SFBD untuk mengeringkan daun kelapa sawit, ditemukan bahwa SFBD mampu memberikan karakteristik pengeringan fluidisasi yang baik dengan pencampuran yang baik antar partikel.

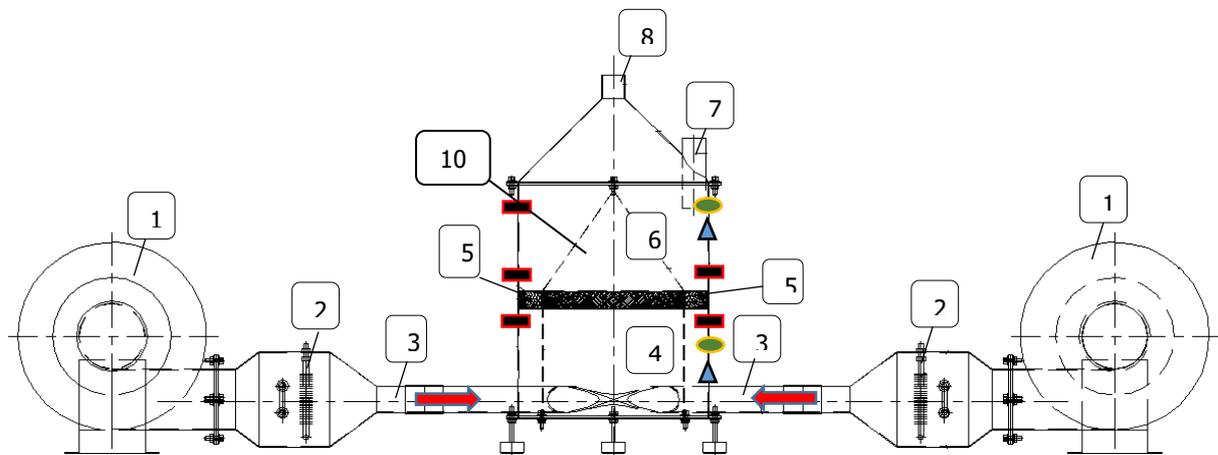
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini termasuk kategori eksperimental pengujian alat pengering tipe *swirling fluidized bed*. Alat pengering SFBD diuji dengan menggunakan bahan gabah padi jenis ciherang dengan variasi kapasitas 200gr, 250gr dan 300gr. Selama proses pengeringan diukur dan dicatat temperatur, kelembaban relatif dan tekanan pada plenum dan ruang pengering serta kadar air gabah pada setiap pengambilan sampel. Penelitian ini dilakukan selama satu tahun yakni dari bulan Februari 2017 hingga Februari tahun 2018. Tempat pelaksanaan penelitian adalah di Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna (P2 TTG), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

Bahan dan alat

Bahan uji coba yang digunakan dalam penelitian ini berupa gabah jenis ciherang. Gabah yang digunakan merupakan gabah kering dengan kadar air 12.44% yang diperoleh dari daerah Subang, Jawa Barat, hal ini dikarenakan ketersediaan gabah hasil panen atau gabah kering panen (GKP) dengan kadar air 18 – 25% sulit diperoleh pada saat uji coba dilakukan. Untuk menaikkan kadar air gabah dilakukan proses rehidrasi selama 24 jam (Ferdiansyah, 2003) dengan cara merendam gabah yang kemudian diiriskan dan diukur kadar airnya. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat utama dan alat pendukung pengujian. Alat ukur utama berupa mistar, *digital anemometer*, *u-tube manometer* dilengkapi dengan kertas millimeter block, tang ampere, Rh meter, *data logger "omega"* dan *thermocouple type k*, *thermocontroler*, *infrared thermometer*, oven "*Memert*", timbangan digital, gelas ukur, blender. Alat pendukung terdiri dari kotak plastik untuk perendaman gabah, peniris, panci, penampi dan tisu, kantong plastik, kotak plastik untuk sampel, dan timbangan digital.

Pengujian dan Pengumpulan Data



Gambar 1. Skema mekanisme kerja dan pengukuran temperatur, kelembaban relatif dan tekanan alat pengering sistem fluidisasi berputar

Keterangan :

- | | | | |
|---|--|----|-------------------------|
| 1 | : Peniup udara (<i>Blower</i>) | 8 | : Pengeluaran uap air |
| 2 | : Pemanas (<i>heater</i>) | 9 | : Tutup ruang pengering |
| 3 | : Pipa saluran udara panas | 10 | : <i>Centre Body</i> |
| 4 | : <i>Plenum</i> | ■ | : Pipa <i>u-Tube</i> |
| 5 | : Pengarah aliran udara (<i>Annular blade distributor</i>) | ▲ | : <i>Thermocouple</i> |
| 6 | : Ruang pengering | ● | : <i>Rh meter</i> |
| 7 | : Pengumpan (<i>feeder</i>) | | |

Alat pengering SFBD skala laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tinggi 500 mm, diameter *plenum* dan diameter ruang pengering 400 mm dan diameter *centre body* 300 mm. Pengarah aliran udara yang tersusun dari bilah dengan ukuran panjang 50 mm dan lebar 40 mm sebanyak 100 bilah. Energi panas bersumber dari *heater* dengan total daya 5 kW dan udara untuk fluidisasi yang digunakan bersumber dari dua unit *blower*. Pengujian proses pengeringan gabah diawali dengan menghamparkan gabah di atas *annular blade distributor* yang dilengkapi dengan ram kawat, kemudian tutup ruang pengering dipasang kembali dan pemanas (*heater*) dinyalakan dengan setingan temperatur 45°C selama ± 3 menit hingga temperatur pada ruang pemanas naik. *Blower* dinyalakan sehingga udara yang ditiup oleh *blower* melewati pemanas yang menyebabkan temperatur udara yang akan masuk ke ruang pengering melewati pipa saluran udara menjadi naik. Udara panas dari plenum ke ruang pengering di arahkan oleh *annular blade distributor* dengan sudut kemiringan *blade* 45° sehingga menyebabkan gabah terangkat dan terbang mengelilingi ruang pengering. Setelah proses pengeringan selesai pada menit ke-60 *blower* dimatikan dan bahan diangkat dari ruang pengering.

Metode pengambilan data menggunakan pengambilan data primer yaitu melakukan pengamatan langsung unjuk kerja pengering (Rahayuningtyas dan Kuala, 2015). Proses pengambilan data menggunakan beberapa alat ukur yang terdiri dari data logger dan *Thermocouple type k* untuk pengukuran temperatur pada ruang plenum atau di bawah distributor dan ruang pengering atau di atas distributor, Rh meter untuk mengukur

kelembaban relatif udara pada ruang plenum (di bawah distributor), ruang pengering (di atas distributor) dan lingkungan, serta pipa u-tube untuk mengukur tekanan pada posisi sebelum dan sesudah *annular blade distributor* serta bagian atas ruang pengering. Waktu pengujian ditetapkan sama yakni selama 60 menit. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 9 kali tanpa menghentikan proses pengeringan yakni pada menit ke-0, 5, 10, 17, 24, 32, 40, 48 dan pada menit akhir pengeringan yaitu menit ke-60 dengan berat masing-masing sampel sebesar 10 gr. Sampel pada menit ke-0 untuk mengukur kadar air awal gabah sebelum dikeringkan diambil tanpa mengurangi dari kapasitas pengujian pengeringan. Sedangkan perlakuan pengambilan sampel untuk menit selanjutnya diambil dengan mengurangi massa gabah yang dikeringkan.

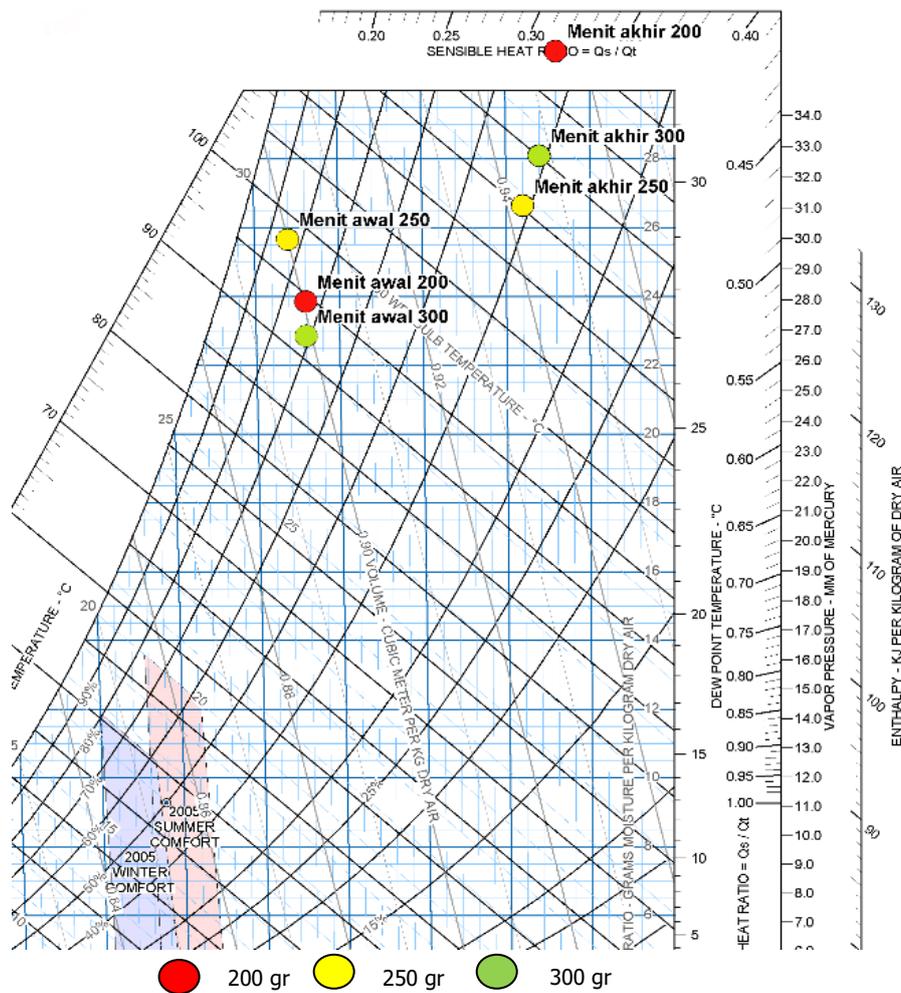
Analisis data pengujian

Analisis data penelitian ini untuk melihat karakteristik gabah hasil pengeringan. Data yang dianalisis berupa udara pengering dan bahan yang dikeringkan. Analisis dari sisi udara pengering dengan menggunakan *psychrometric chart* seperti disajikan gambar 2. *Psychrometric chart* merupakan gambaran dari sifat-sifat termodinamika dari udara basah dan variasi proses sistem penyegaran udara dan siklus sistem penyegaran udara (Permana, 2016). Pada analisis ini akan diketahui massa uap air yang ada dalam udara kering sebagai akibat dari berpindahnya massa air dari gabah ke udara sekitarnya selama proses pengeringan. Analisis dilakukan dengan cara memplotkan data temperatur *dry bulb plenum* dengan kelembaban relatif (Rh) plenum, dan temperatur *dry bulb* ruang pengering dengan kelembaban relatif (Rh) ruang pengering yang didapat selama proses pengeringan. Analisis terhadap gabah atau bahan yang dikeringkan dilakukan dengan mengukur kadar air gabah pada setiap pengambilan sampel. Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode ASTM D5142 pada temperatur 105°C selama 3 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

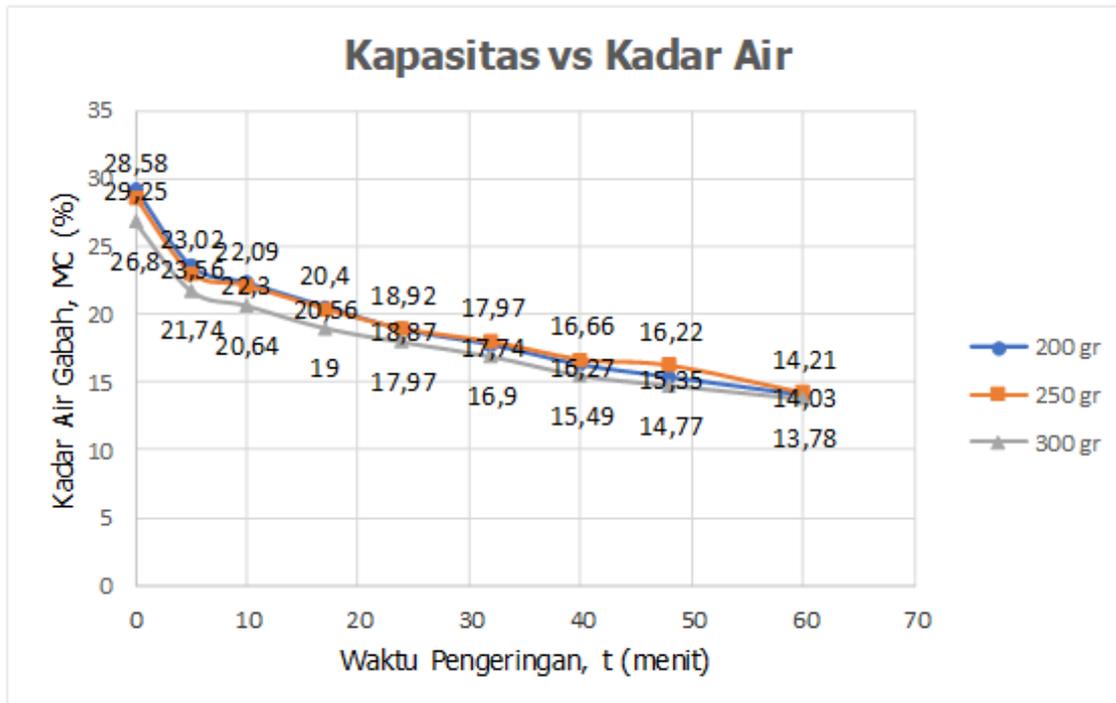
Pada penelitian ini dilakukan pengujian alat pengering SFBF untuk pengeringan gabah dengan variasi kapasitas pengeringan. Hasil yang diperoleh dari pengujian berupa data udara pengering dan gabah yang dikeringkan. Data pengujian udara pengering berupa temperatur udara (T) ruang pengering (*drying chamber*), kelembaban relatif (Rh) ruang pengering, dan ratio kelembaban (Δw) menggunakan *psychrometric chart*. Dari gabah yang dikeringkan diperoleh data kadar air (*moisture content*) mc).

Gambar 2 menunjukkan proses pengeringan gabah dalam *psychrometric chart* mulai dari menit awal pengeringan, dimana pada kondisi ini udara pengering belum dihisap ke ruang pengering dan bahan sudah dihisap dalam ruang pengering. Temperatur ruang pengering merupakan temperatur lingkungan dan kelembaban relatif pada ruang pengering masih tinggi. Pada saat *blower* dinyalakan udara mengalir melewati *heater* yang sudah dinyalakan sebelumnya selama ± 5 menit, temperatur udara ruang pengering meningkat dan kelembaban relatif udara turun. Kadar air dalam udara pada menit awal pengeringan masih sedikit. Pada menit akhir pengeringan kadar air dalam udara ruang pengering meningkat hal ini menunjukkan terjadinya perpindahan massa air dari gabah ke udara sebagai akibat dari perpindahan panas dari udara panas ke gabah. Perpindahan massa air ke udara terhenti ketika tercapai keseimbangan kadar air dalam bahan dengan kadar air dalam udara.



Gambar 2. Proses pengeringan gabah dalam *psychrometric chart*

Persentase kadar air awal gabah pada setiap kapasitas proses pengeringan berbeda-beda. Dari gambar 3 menunjukkan kapasitas pengeringan paling sedikit yakni 200 gr memiliki persentase kadar air yang paling besar yakni 29.25%, diikuti dengan kapasitas 250 gr dan 300 gr dengan kadar air masing-masing 28.58% dan 26.8%, hal ini disebabkan karena sampel uji coba diambil dari gabah hasil perendaman (rehidrasi) yang berbeda namun dari jenis gabah yang sama yakni gabah jenis ciherang. Gambar 3 juga menunjukkan tren penurunan persentase kadar air gabah yang relatif seragam dari menit awal (menit ke-0) hingga menit akhir (menit ke-60) pada setiap kapasitas pengeringan. Penurunan persentase kadar air akhir gabah dipengaruhi oleh kadar air awal pada masing-masing kapasitas. Dengan persentase kadar air akhir (pada menit ke-60) yang hampir seragam yakni 14.03%, 14.21 dan 13.78% untuk masing-masing kapasitas pengeringan, gabah yang memiliki kadar air awal terbesar memiliki persentase penurunan kadar air yang paling tinggi yakni sebesar 15.22%, 14.37% dan 13.02%. Dari ke tiga variasi percobaan, pengeringan dengan kapasitas yakni 300 gr mencapai kadar air akhir yang sudah memenuhi kadar air maksimal gabah sebesar 14% menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-0224-1987).



Gambar 3. Hubungan kapasitas pengeringan dengan penurunan kadar air gabah fungsi waktu pengeringan

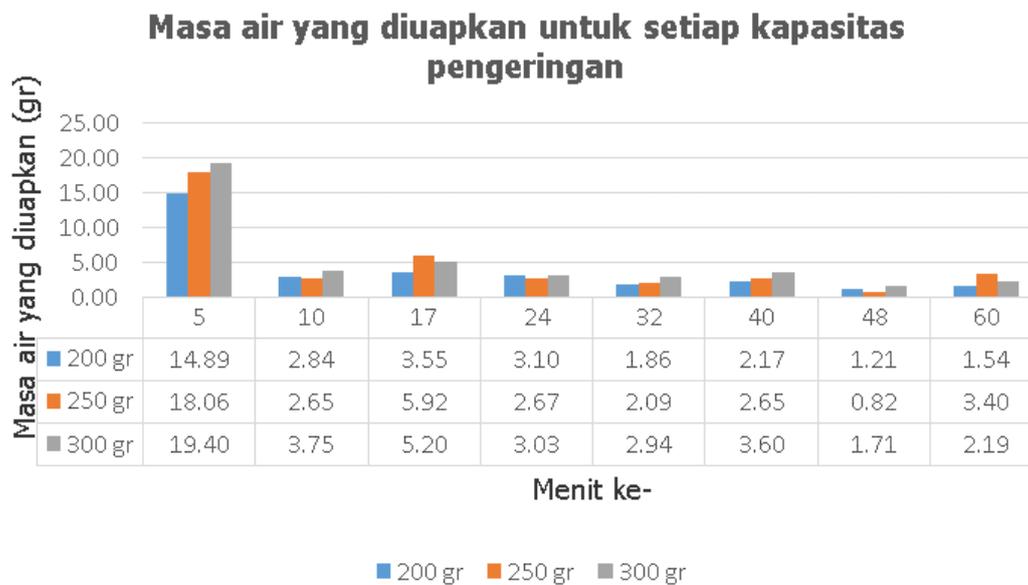
Penurunan persentase kadar air gabah terjadi secara signifikan pada 5 menit pertama pengeringan yakni 5.69% sama dengan 14.89 gr air yang diuapkan, 5.56% sama dengan 18.06 gr air yang diuapkan dan 5.06% sama dengan 19.40 gr air yang diuapkan dan persentase ini juga menunjukkan bahwa gabah dengan kadar air awal besar memiliki persentase laju penurunan kadar air terbesar di 5 menit pertama namun massa penguapan uap air terbesar terjadi pada kapasitas pengeringan 300 gr karena memiliki massa air yang tertinggi sebelum gabah dikeringkan yakni sebesar 80.4 gr. Dari semua kapasitas pengeringan rata-rata penurunan kadar air gabah lebih dari 50%.

Secara umum bahan akan mengalami penurunan kadar air selama proses pengeringan. Gambar 4 menunjukkan bahwa pada awal proses pengeringan jumlah uap air yang diuapkan lebih banyak dibandingkan dengan menit-menit berikutnya, hal ini disebabkan perbedaan konsentrasi massa air pada bagian dalam dan permukaan gabah. Konsentrasi massa air dipermukaan gabah lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi massa air di dalam gabah, hal ini disebabkan karena air yang berada di bagian permukaan gabah lebih cepat menjadi uap karena adanya kontak langsung dengan udara panas pengering (Amin *et al.*,2018). Penguapan air pada awal pengeringan yang lebih besar juga disebabkan karena meningkatnya temperatur udara pengering sehingga kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaannya akan semakin besar. Makin tinggi suhu udara pengering makin besar energi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan (Taufiq,2004). Sedangkan pada menit selanjutnya temperatur udara pengering cenderung lebih stabil. Temperatur gabah meningkat seiring dengan berpindahannya panas dari udara pengering ke gabah sehingga selisih antara temperatur udara dengan gabah semakin kecil yang menyebabkan massa uap air yang diuapkan menjadi lebih sedikit dikarenakan perpindahan panas yang terjadi semakin kecil (Permana, 2016).

Air yang diuapkan dengan jumlah yang lebih banyak pada awal pengeringan adalah kadar air bebas dipermukaan bahan dengan laju pengeringan konstan kemudian diikuti dengan laju pengeringan menurun. Kedua periode ini dibatasi oleh kadar air kritis yakni kadar air

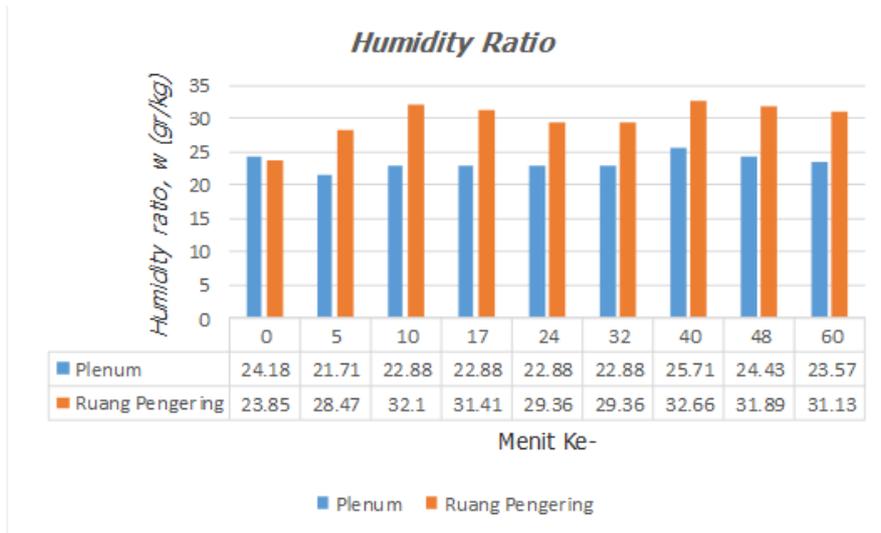
terendah dimana laju air bebas dari dalam bahan ke permukaan tidak terjadi lagi (Prabowo, 2009).

Gambar 4 juga menunjukkan bahwa kapasitas pengeringan yang lebih besar memiliki massa air yang diuapkan yang lebih besar terutama terlihat pada menit awal pengeringan yakni sebesar 19.40 gr dengan kapasitas 300 gr, sedangkan kapasitas 250 gr dan 200 gr mengeluarkan uap air masing-masing sebesar 18.06 gr dan 14.89 gr. Secara keseluruhan kapasitas pengeringan yang paling besar juga mengeluarkan uap air dengan jumlah yang paling besar yakni sebesar 41.82 gr.

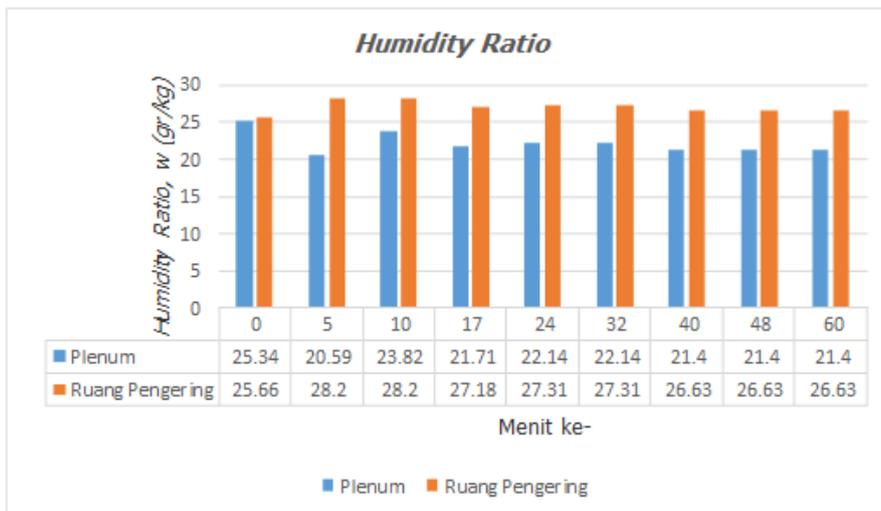


Gambar 4. Jumlah massa air yang diuapkan pada setiap pengambilan sampel untuk kapasitas 200 gr, 250 gr dan 300 gr

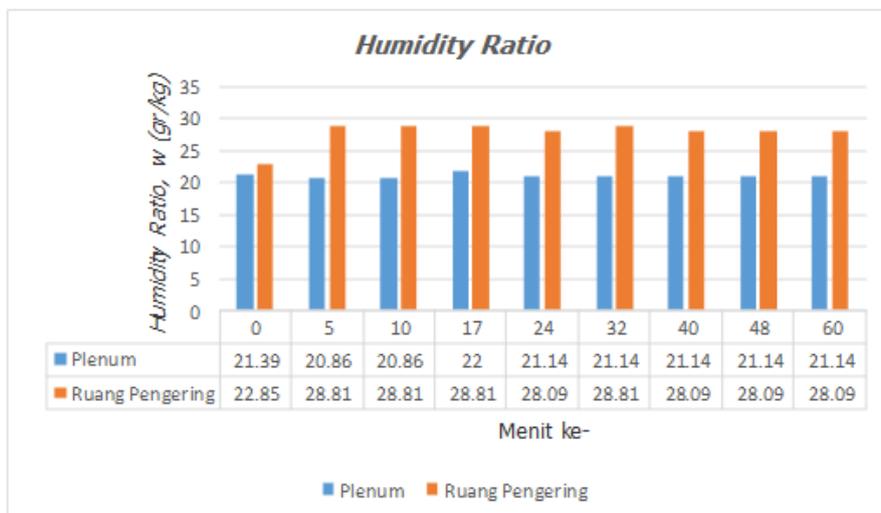
Humidity ratio menunjukkan jumlah massa kadar air yang terdapat dalam 1000 gr udara kering. Gambar 5, 6 dan 7 menunjukkan jumlah air dalam udara kering di setiap kapasitas pengeringan pada plenum dan ruang pengering. Pada menit ke-0 pengeringan sebelum udara panas dihembuskan ke ruang pengering yang melewati plenum, *humadity ratio* pada plenum dan ruang pengering relatif sama untuk semua kapasitas pengeringan dikarenakan temperatur yang masih rendah dan kelembaban relatif yang masih tinggi serta udara pengering belum dialirkan. Setelah lima menit pengeringan *humidity ratio* pada plenum dan ruang pengering berbanding terbalik, *humidity ratio* pada ruang pengering mulai naik dimana temperatur udara dinaikkan dan udara dialirkan melewati plenum dan menerbangkan gabah pada ruang pengering. Hal ini menunjukkan bahwa sudah ada air yang dilepaskan bahan yang dibawa oleh udara panas pengeringan. Sedangkan pada menit yang sama *humidity ratio* pada plenum turun seiring dengan naiknya temperatur. Selisih *humidity ratio* (Δw) antara ruang pengering dengan plenum menunjukkan jumlah air dalam 1000 g udara kering yang diperoleh dari gabah yang dikeringkan. Rata-rata Selisih *humidity ratio* (Δw) antara ruang pengering dengan plenum pada menit akhir pengeringan untuk semua variasi kapasitas sebesar 5-7g/kg.



Gambar 5. Humidity ratio plenum dengan ruang pengeriing kapasitas pengeringan 200 gr

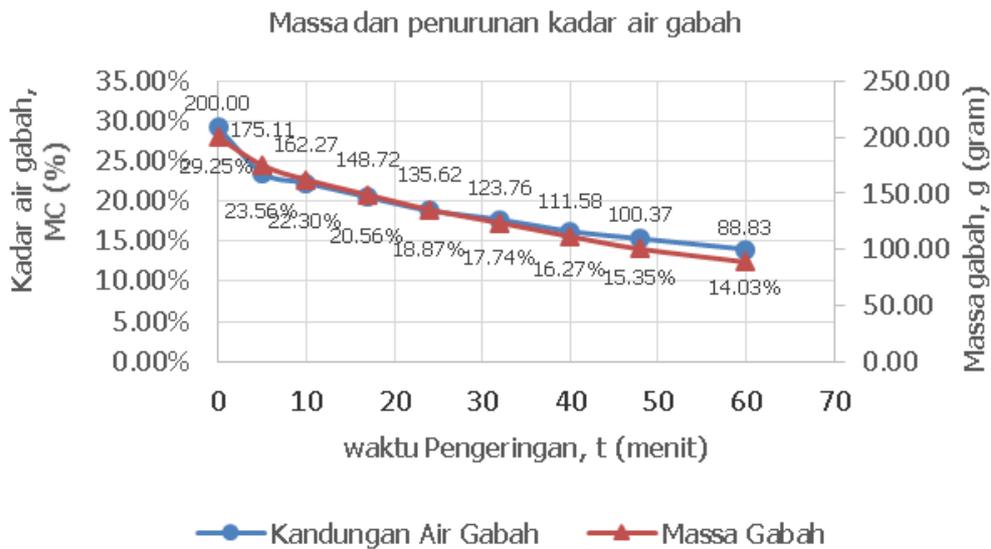


Gambar 6. Humidity ratio plenum dengan ruang pengeriing kapasitas pengeringan 250 gr

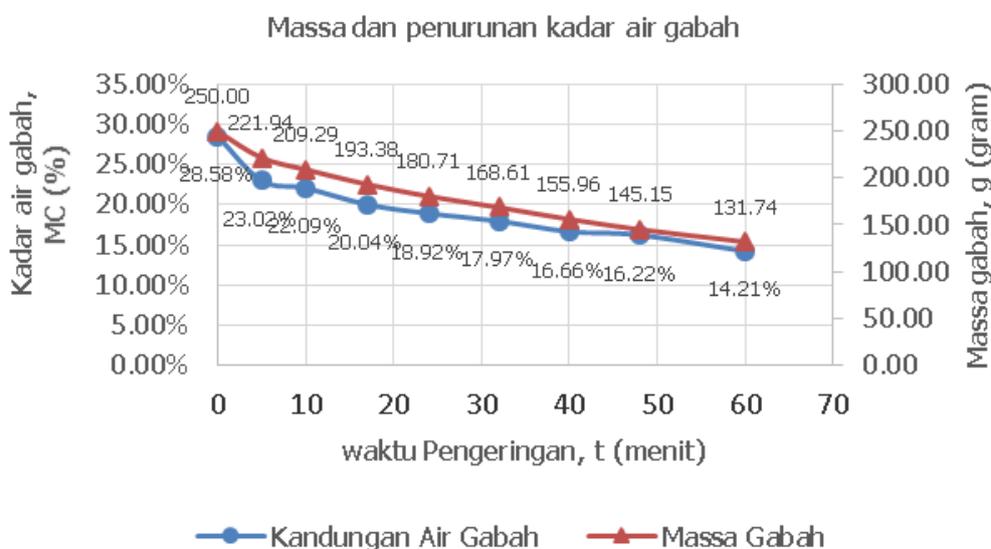


Gambar 7. Humidity ratio plenum dengan ruang pengeriing kapasitas pengeringan 300 gr

Pada proses pengujian pengeringan gabah menggunakan *swirling fluidized bed dryer*, massa gabah terus berkurang sebagai akibat dari air yang diuapkan dan dari pengurangan gabah yang diambil sebagai sampel untuk diukur kadar airnya. Gambar 8, 9 dan 10 menunjukkan penurunan kadar air gabah pada setiap menit pengambilan sampel dilihat dari massa gabah yang tersisa dari pengambilan sampel sebelumnya. *Trendline* penurunan kadar air gabah menunjukkan kesamaan pada setiap kapasitas pengeringan. Laju penurunan kadar air gabah berbanding lurus dengan penurunan massa gabah yang tersisa pada menit selanjutnya. Massa total gabah (massa padatan dan massa air) yang berkurang pada setiap kapasitas pengeringan dari awal hingga akhir pengeringan lebih kurang sebesar 50%.

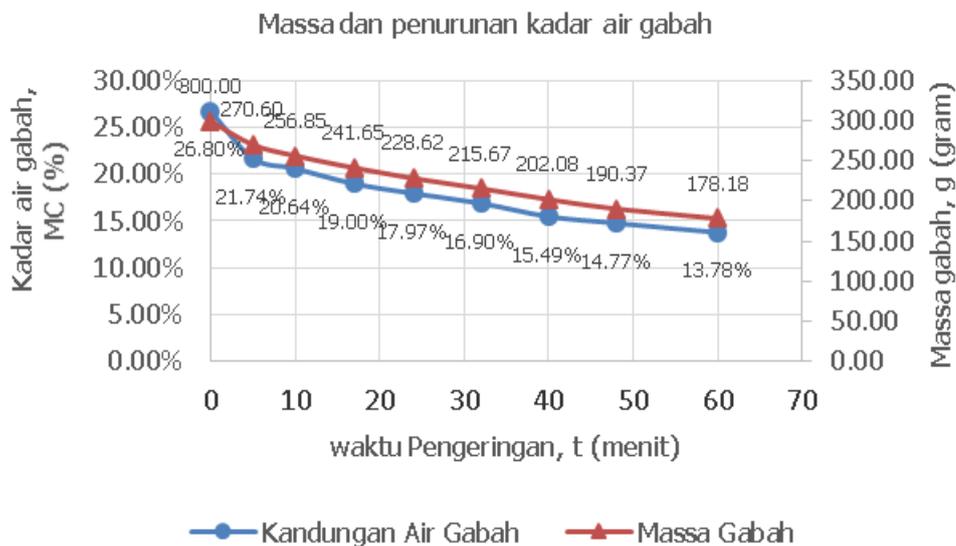


Gambar 8. Penurunan kadar air gabah dan massa gabah yang dikeringkan (Kapasitas awal pengeringan 200 gr)



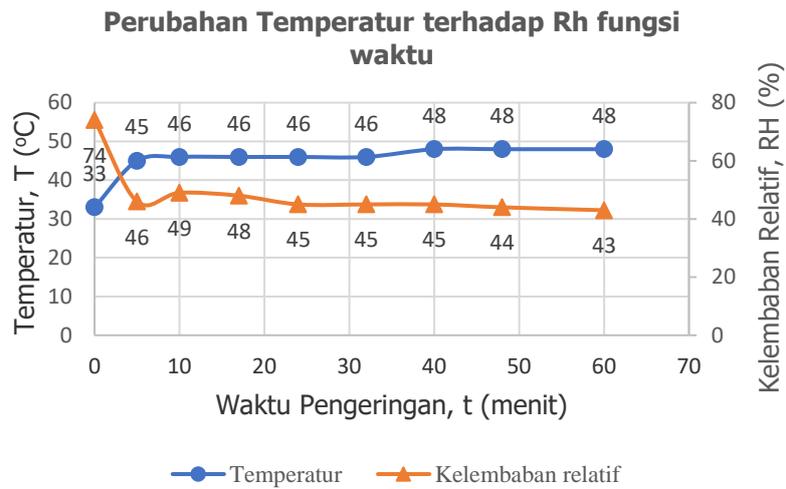
Gambar 9. Penurunan kadar air gabah dan massa gabah yang dikeringkan (Kapasitas awal pengeringan 250 gr)

Temperatur udara pengering sangat mempengaruhi kelembaban udara di dalam ruang pengering dan laju penurunan kadar air bahan yang akan dikeringkan. Menaikkan temperatur udara pengering dimaksudkan untuk memperkecil kandungan uap air pada udara yang mengalir sehingga udara mampu menampung lebih banyak uap air dari bahan yang mengakibatkan laju pengeringan akan lebih cepat. Perbedaan temperatur udara pengering dengan temperatur bahan yang besar akan mempercepat proses pindah panas dari udara pengering ke dalam bahan sehingga penguapan air dari dalam bahan ke udara akan semakin banyak dan semakin cepat. Kelembaban udara mempengaruhi tekanan uap air pada bahan, kelembaban udara tinggi mengakibatkan perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan menjadi kecil sehingga menghambat perpindahan uap air dari dalam bahan ke luar (Stefanus dan Kosasih, 2014).

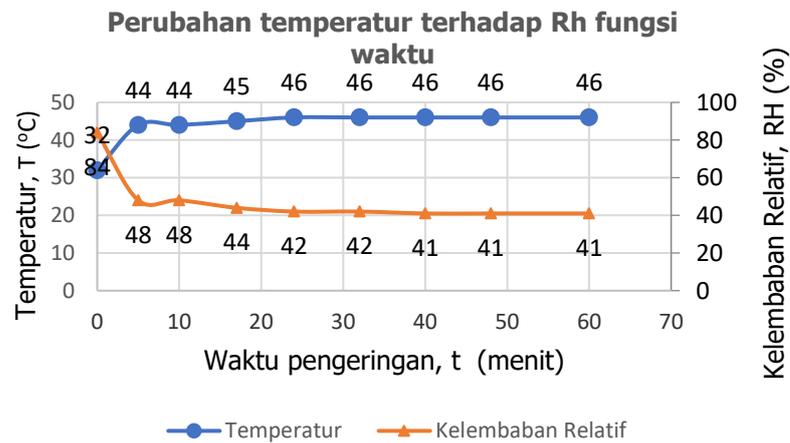


Gambar 10. Penurunan kadar air gabah dan massa gabah yang dikeringkan (Kapasitas awal pengeringan 300 gr)

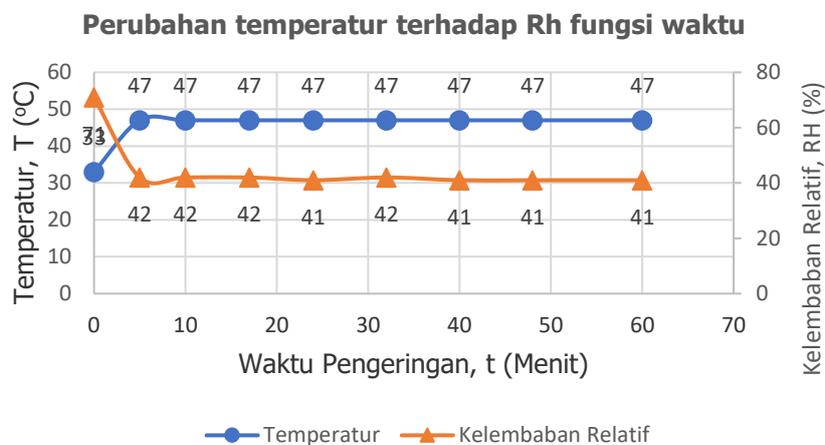
Pada gambar 11, 12 dan gambar 13 menunjukkan pengaruh dari kenaikan temperatur udara pengering terhadap perubahan kelembaban relatif (kadar air yang ada dalam udara) untuk masing-masing kapasitas pengeringan 200 gr, 250 gr dan 300 gr. *Trendline* grafik menunjukkan karakteristik yang sama untuk semua variabel kapasitas pengeringan. Kenaikan temperatur ruang pengering pada lima menit pertama pengeringan sangat signifikan yakni dari temperatur ruang antara 32 °C hingga 33 °C menjadi 45 °C hingga 47 °C. Pengaruh dari kenaikan temperatur ini menurunkan kadar air dalam udara pada ruang pengering sehingga penurunan kadar air (*moisture content*) dari dalam gabah ke udara juga signifikan sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 2. Temperatur dari menit ke-10 hingga menit akhir (menit ke-60) pengeringan tidak berubah secara signifikan sehingga penurunan kadar air dalam udara kering atau perubahan kelembaban relatif cenderung stabil dan bahkan tidak mengalami perubahan. Selain temperatur, kecepatan aliran udara juga sangat mempengaruhi kecepatan proses pengeringan. Kecepatan aliran udara pengering makin tinggi maka makin cepat pula massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer (Stefanus dan Kosasih, 2014). Pada penelitian ini kecepatan rata-rata aliran udara di atas *annular blade distributor* sebesar 9.38 m/s pada setiap kapasitas pengujian.



Gambar 11. Pengaruh perubahan temperatur terhadap kelembaban relatif pada ruang pengering kapasitas 200 gr



Gambar 12. Pengaruh perubahan temperatur terhadap kelembaban relatif pada ruang pengering kapasitas 250 gr



Gambar 13. Pengaruh perubahan temperatur terhadap kelembaban relatif pada ruang pengering kapasitas 300 gr

KESIMPULAN

Pengeringan gabah menggunakan alat pengering SFBD untuk kapasitas 200 gr, 250 gr dan 300 gr memiliki tren laju penurunan kadar air yang seragam dari awal hingga 60 menit pengeringan. Pengeringan dengan kapasitas terbesar yakni sebesar 300 gr mampu mengurangi kadar air gabah hingga 13.78% dengan jumlah massa air yang diuapkan sebesar 41.82 gr pada akhir pengeringan. Penurunan persentase kadar air gabah terjadi secara signifikan pada 5 menit awal pengeringan rata-rata sebesar 5% untuk setiap kapasitas pengeringan dan rata-rata 1% pada menit berikutnya hingga akhir pengujian.

Mulai terjadi penurunan *Humidity ratio* plenum pada 5 menit pengeringan kemudian naik pada menit berikutnya hingga menit akhir pengeringan namun tidak melebihi *humidity ratio* pada menit ke-0. *Humidity ratio* ruang pengering berbanding terbalik dengan plenum, pada menit ke-5 pengeringan *humidity ratio* ruang pengering naik, hal ini menunjukkan ada uap air dari gabah yang dibawa udara pengering.

Perubahan temperatur sangat mempengaruhi kelembaban relatif ruang pengering yang kemudian akan mempengaruhi kecepatan pengeringan bahan. Kenaikan temperatur yang signifikan pada menit ke-5 pengeringan menyebabkan kelembaban relatif ruang pengering turun karena air dalam udara pada ruang pengering dilepas ke lingkungan sehingga udara pada ruang pengering mampu menampung uap air dari gabah. Kenaikan temperatur rata-rata 13-14°C dan menurunkan kelembaban udara 28-36%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala P2 TTG-LIPI, yang telah memfasilitasi penelitian ini, rekan-rekan peneliti dan litkayasa di Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu dalam penelitian ini dalam bentuk apapun.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A. Jamaluddin dan Rais, M. 2018. Laju Pindah Panas Dan Massa Pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Alat Pengering Tipe Bak (Batch Dryer). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 4(): S87-S104.
- Batcha, M.F.M., Sulaiman, S.A., dan Raghavan, V.R. Hydrodynamic of Oil Palm Fron in a Swirling Fluidized Bed Dryer. *Applied Mechanic and Materials*. 117-119(): 1829-1833.
- Dina, S.F., Limbong, H.P., dan Rambe. S. M. 2018. Rancangan Dan Uji Performansi Alat Pengering Tenaga Surya Menggunakan Pompa Kalor (Hibrida) Untuk Pengeringan Biji Kakao. *Jurnal Riset Teknologi Industri* 12(1): 21-33
- Data Produksi Padi dan Luas Area Panen Nasional periode 2011-2015. <https://www.bps.go.id/subject/53/tanaman-pangan.html#subjekViewTab3>.
- Dwika, R.T., Ceningsih, T. dan Sasongko, S.B. 2012. Pengaruh suhu da laju alir udara pengeringan pada pengeringan karaginan menggunakan teknologi Spray dryer. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 1(1): 298-304.
- Ferdiansyah, H. 2003. Kinerja Sistem Pengering Tipe Efek Rumah Kaca Dengan Mekanisme Penggetaran. Skripsi. Iinstitut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- Kunii, D., dan Levenspiel, O. 1991. Fluidization Engineering. Second edition. Butterworth-Heinemann. United State of America.
- Lee, C.H. dan Chung, D.S. 1985. Physical and Thermal Properties of Grains. Proceedings of an international seminar held at Kuala Lumpur, Malaysia. October 9-11.
- Napitu, Y.O. 2016. Desain Model Pengering Spouted Bed Dua Dimensi Untuk Pengeringan Gabah. Thesis. Iinstitut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.

- Oktianto, A.T. dan Prabowo. 2014. Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Blade Tipe Single Row Distributor pada Swirling Fluidized Bed Coal Dryer terhadap Karakteristik Pengeringan Batu bara. *Jurnal Teknik POMITS* 3(1): B86-B90.
- Permana, D. dan Prabowo. 2016. Studi Eksperimen Pengaruh Kecepatan Udara Pengereng Inlet Chamber pada Swirling Fluidized Bed Dryer Terhadap Karakteristik Pengeringan Batubara. *JURNAL TEKNIK ITS* 5(2): B684-B689.
- Prabowo, R.A. 2009. Penentuan model kadar air keseimbangan dan konstanta pengeringan kapulaga (amomum cardamomum willd) dengan metode dinamis. Skripsi. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- Rahayuningtyas, A. dan Kuala, S.I. 2016. Pengaruh Suhu Dan Kelembaban Udara Pada Proses Pengeringan Singkong (Studi Kasus: Pengereng Tipe Rak). *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat* 4(1): 99-104.
- Stefanus, M. dan Kosasih, E. A. 2014. Pengaruh kelembaban, laju aliran dan temperatur udara pengereng terhadap laju pengeringan gula aren. FT UI.
- Syarief, R., dan H. Halid. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan, Arcan. Jakarta.
- Taib, G., Said, G. dan Wiraatmadja, S. 1988. Operasi pengeringan pada pengoloahan hasil pertanian. Edisi Pertama. PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Taufiq, M. 2004. Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung Pada Pengereng Konvensional Dan Fluidized Bed. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.
- Yahya, M. 2015. Kajian Karakteristik Pengereng Fluidisasi Terintegrasi dengan Tungku Biomassa untuk Pengeringan Padi. *Jurnal Teknik Mesin* 5(2): 65-71.