

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 7, No. 3, Desember 2019



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam **invited paper** yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, **review** perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, **technical paper** hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta **research methodology** berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia

Dewan Redaksi:

Ketua : Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, IPB University)
Anggota : Abdul Hamid Adom (Scopus ID: 6506600412, University Malaysia Perlis)
(*editorial board*) Addy Wahyudie (Scopus ID: 35306119500, United Arab Emirates University)
Budi Indra Setiawan (Scopus ID: 55574122266, IPB University)
Balasuriya M.S. Jinendra (Scopus ID: 30467710700, University of Ruhuna)
Bambang Purwantana (Scopus ID: 6506901423, Universitas Gadjah Mada)
Bambang Susilo (Scopus ID: 54418036400, Universitas Brawijaya)
Daniel Saputera (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya)
Han Shuqing (Scopus ID: 55039915600, China Agricultural University)
Hiroshi Shimizu (Scopus ID: 7404366016, Kyoto University)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana)
Agus Arif Munawar (Scopus ID: 56515099300, Universitas Syahkuala)
Armansyah H. Tambunan (Scopus ID: 57196349366, IPB University)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, IPB University)
M. Rahman (Scopus ID: 7404134933, Bangladesh Agricultural University)
Machmud Achmad (Scopus ID: 57191342583, Universitas Hasanuddin)
Muhammad Makky (Scopus ID: 55630259900, Universitas Andalas)
Muhammad Yulianto (Scopus ID: 54407688300, IPB University & Waseda University)
Nanik Purwanti (Scopus ID: 23101232200, IPB University & Teagasc Food Research Center Irlandia)
Pastor P. Garcia (Scopus ID: 57188872339, Visayas State University)
Rosnah Shamsudin (Scopus ID: 6507783529, Universitas Putra Malaysia)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin)
Sate Sampattagul (Scopus ID: 7801640861, Chiang Mai University)
Subramaniam Sathivel (Scopus ID: 6602242315, Louisiana State University)
Shinichiro Kuroki (Scopus ID: 57052393500, Kobe University)
Siswoyo Soekarno (Scopus ID: 57200222075, Universitas Jember)
Tetsuya Araki (Scopus ID: 55628028600, The University of Tokyo)
Tusan Park (Scopus ID: 57202780408, Kyungpook National University)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, IPB University)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, IPB University)
Bendahara : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, IPB University)
Anggota : Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, IPB University)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, IPB University)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, IPB University)
Leopold Oscar Nelwan (Scopus ID: 56088768900, IPB University)
I Wayan Astika (Scopus ID: 43461110500, IPB University)
Agus Ghautsun Niam (Scopus ID: 57205687481, IPB University)
Administrasi : Diana Nursolehat (IPB University)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 7 No. 3 Desember 2019. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Bambang Purwantana, M.Agr (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Nugroho Tri Waskito, MP (Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang), Dr. Ardiansyah, S.TP, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman), Dr. Ridwan Rahmat (Balai Penelitian Pasca Panen Cimanggu), Prof.Dr.Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Sutrisno M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Wawan Hermawan, MS (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Dyah Wulandani, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Slamet Widodo, S.TP, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Liyantono, S.TP, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor)

Technical Paper

Kajian Pengering Tipe Bak Secara Intermittent Terhadap Mutu Beras

The Study of Intermittent Batch Dryer on Rice Quality

Achmad Fitrah Maulidin, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Email: achmadfitrah21@yahoo.com

Leopold Oscar Nelwan, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Email: lonelwan@yahoo.com

Rokhani Hasbullah, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Email: rokhani@apps.ipb.ac.id

Abstract

Bed dryer is generally effective using high temperatures, but this can increase fissured rice percentage. These constraints can resolve by using combination of drying and tempering methods. This study aimed to examine temperature and duration of drying on bed dryer using intermittent high-temperature dryer, and the effect of Ciherang variety rice quality (20-22% moisture content). Research method consisted of drying treatment without tempering using 35°C, 60°C, 80°C temperatures until 14% average moisture content and drying process with tempering consisted of initial drying process, initial tempering, second drying process, second tempering or without tempering. Initial drying temperature was 80°C for 20 minutes, 60°C for 30 minutes, then second drying temperature was 60°C and 35°C to 14% moisture content. The tempering duration used was 90 minutes. Results showed that drying method without tempering at 35°C gave the highest head rice percentage. However, the use of tempering was significantly reduced fissuring and increased head rice percentage compared to without tempering at the same temperature. Initial drying process at 60°C for 30 minutes, tempering for 90 minutes, second drying at 35°C until average 14% moisture content had been able to produce high head rice percentage and low fissured rice percentage respectively 81.41% and 10%.

Keywords: *drying, grain, temperature, tempering*

Abstrak

Pengeringan tipe bak umumnya efektif menggunakan suhu yang relatif tinggi, namun pengeringan suhu tinggi meningkatkan persentase beras patah. Kendala tersebut diatasi dengan kombinasi metode pengeringan dan *tempering*. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji suhu dan durasi pengeringan pada pengering tipe bak yang menggunakan suhu tinggi secara *intermittent*, serta pengaruhnya terhadap kualitas beras varietas Ciherang dengan kadar air awal 20-22%. Metode penelitian ini terdiri perlakuan pengeringan tanpa *tempering* menggunakan suhu 35°C, 60°C dan 80°C sampai kadar air rata-rata 14% dan pengeringan dengan *tempering* terdiri proses pengeringan awal, *tempering* awal, pengeringan kedua, *tempering* kedua atau tanpa *tempering*. Suhu pengeringan pertama adalah 80°C dalam 20 menit dan 60°C dalam 30 menit, selanjutnya suhu pengeringan kedua adalah 60°C dan 35°C hingga didapat kadar air 14%. Adapun waktu *tempering* yang digunakan adalah 90 menit. Hasil penelitian menunjukkan metode pengeringan tanpa *tempering* suhu 35°C memberikan persentase beras kepala yang paling tinggi. Walaupun penggunaan *tempering* signifikan menurunkan keretakan dan meningkatkan persentase beras kepala dibandingkan tanpa *tempering* pada suhu yang sama. Pengeringan awal suhu 60°C selama 30 menit, *tempering* selama 90 menit, pengeringan kedua suhu 35°C sampai kadar air rata-rata 14% menghasilkan persentase beras kepala yang cukup tinggi dan keretakan beras rendah dengan nilai masing-masing yakni 81.41% dan 10%.

Kata kunci: *gabah, pengeringan, suhu, tempering*

Diterima: 12 Juli 2019; Disetujui: 25 Oktober 2019

Latar Belakang

Kehilangan hasil dari pengeringan disebabkan oleh cuaca yang tidak menentu, keterbatasan alat pengering, serta banyaknya gabah yang mempunyai kadar air tinggi sehingga pada saat digiling banyak beras patah. Perubahan iklim yang terus terjadi selama dua tahun terakhir, mempengaruhi proses pengeringan dan penyimpanan padi terutama metode pengeringan dengan penjemuran. Gabah yang dikeringkan dengan metode penjemuran mempunyai kendala pada saat siang hari, yaitu perubahan cuaca yang tidak menentu terutama pada saat musim penghujan sehingga gabah yang dijemur tidak mempunyai kadar air yang diinginkan.

Kendala metode penjemuran lainnya yaitu suhu yang dihasilkan pada saat pengeringan tidak konstan sehingga mempengaruhi kadar air dan kualitas beras yang dihasilkan. Selain itu, terbatasnya tempat penjemuran juga menjadi salah satu kendala dalam metode penjemuran. Hal ini dikarenakan pada proses pengeringan gabah diperlukan tempat yang luas sehingga gabah tidak mudah tercampur benda asing seperti kerikil, daun, tali serta debu. Oleh karena itu, untuk mengatasi kendala metode pengeringan dengan penjemuran diperlukan pengeringan mekanik yang menghasilkan gabah sesuai standar nasional Indonesia.

Pengeringan gabah secara mekanik di Indonesia menggunakan alat pengering tipe bak merupakan metode yang masih cukup banyak digunakan oleh petani atau kelompok tani. Pada umumnya sumber pemanas yang digunakan adalah gas LPG (liquefied petroleum gas). Alat pengering ini cukup menguntungkan karena cukup murah dan mudah dioperasikan. Akan tetapi, alat pengering tipe ini memiliki kendala karena sulit digunakan untuk pengeringan dengan suhu tinggi. Akan tetapi, pengeringan dengan suhu tinggi memiliki keuntungan dari sisi waktu pengeringan, dan pada kondisi tertentu juga dari sisi konsumsi energinya. Jika pengeringan suhu tinggi ($\geq 55^{\circ}\text{C}$) dilakukan secara terus menerus, maka jumlah beras retak yang tinggi. Keretakan sangat berkontribusi pada biji patah (broken kernel) yang merupakan salah satu parameter mutu penting pada beras. Beras retak

tersebut terjadi karena lapisan luar (endosperm) kehilangan kadar air dengan cepat dibandingkan dengan bagian dalam dari butir gabah. Hal ini disebabkan oleh tekanan (*compressive stress*) dipermukaan dan didalam butir gabah berbeda (*tensile stress*) (Jia et al. 2002). Pandangan lain yang serupa adalah bahwa pengeringan dengan suhu tinggi menyebabkan kemungkinan terdapatnya perbedaan keadaan (state) yaitu glassy dan rubbery antara gabah di permukaan dan bagian dalam. Perbedaan keadaan ini akan memberikan koefisien muai sehingga perubahan suhu dapat menyebabkan keretakan.

Untuk mengurangi perbedaan kadar air atau lebih khusus lagi perbedaan keadaan yang diterima oleh kernel beras akibat pengeringan suhu tinggi maka diperlukan proses *tempering*. Fase *tempering* merupakan keadaan dimana energi panas dan aliran udara dihentikan sedemikian rupa sehingga laju air yang meninggalkan produk lebih rendah dibandingkan dengan air yang berdifusi dari dalam ke luar. Dengan demikian kadar air menjadi lebih merata di dalam kernel. Pada proses *tempering* ini seharusnya dihindari kehilangan panas, sehingga tidak ada perbedaan suhu antar bagian dalam dan luar.

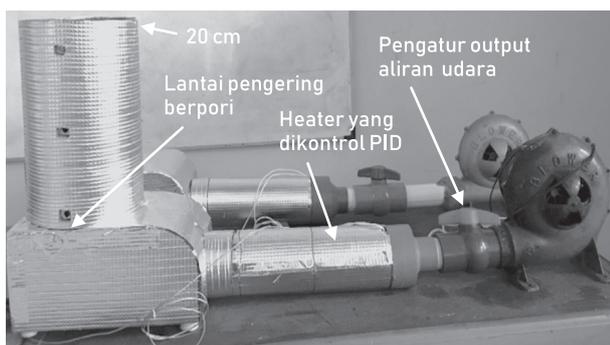
Kombinasi pengeringan dan *tempering* disebut dengan pengeringan *intermittent*. Diharapkan dengan melakukan pengeringan dan *tempering* selama periode tertentu secara bergantian, perbedaan keadaan antar bagian di dalam kernel dapat diminimumkan sehingga pengeringan pada suhu tinggi dapat digunakan dalam waktu yang memadai.

Tujuan

Mengkaji suhu dan durasi pengeringan pada model pengering tipe *bed dryer* menggunakan suhu tinggi secara intermitten dan kombinasinya dengan suhu rendah serta pengaruhnya terhadap kualitas gabah.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah stopwatch, *thermocouple*, *centrifugal blower*, anemometer, *grain moisture meter*, watt meter, *PID Controller*, timbangan digital, pengering tipe *bed dryer*, alat uji keretakan (*Fissure tester*), *Graptch Midi Logger GL240* dan gabah dengan varietas Ciherang yang didapat dari petani di Kabupaten Lumajang. Untuk melakukan percobaan ini, sebuah model alat pengering tipe bak telah dibuat sebagaimana yang disajikan pada Gambar 1. Pada model ini gabah ditempatkan di atas lantai berlubang dan udara panas dihembuskan dari bawah melalui tumpukan ke arah atas. Model



Gambar 1. Model pengering tipe bak.

Tabel 1. Perlakuan percobaan pengeringan.

Perlakuan	Pengeringan Pertama (suhu/menit)	Tempering Pertama (menit)	Pengeringan Kedua, sampai k.a 14 % (suhu)	Tempering Kedua (menit)
*TT 35 °C	35 °C/-	-	-	-
*TT 60 °C	60 °C/-	-	-	-
*TT 80 °C	80 °C/-	-	-	-
DT I	80 °C/ 20	90	60 °C	90
DT II	80 °C/ 20	90	35 °C	-
DT III	60 °C/ 30	90	60 °C	90
DT IV	60 °C/ 30	90	35 °C	-

TT adalah tanpa *tempering* dan DT adalah dengan *tempering*. *tempering* adalah perlakuan tanpa pengeringan dengan kondisi *heater* dan *blower* mati. Tanda (*), perlakuan pengeringan sampai k.a 14%, tanpa *tempering* dan pengeringan kedua.

ini menggunakan elemen pemanas listrik yang dilengkapi dengan sistem kendali PID, sehingga suhunya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Laju aliran udara dapat diatur dengan mengatur bukaan kipas.

Prosedur Penelitian

Gabah dimasukkan ke dalam model alat pengering dengan ketebalan tumpukan yang digunakan 30 cm (atau sebanyak 4 kg). Pemanas diset pada suhu yang sesuai dengan kecepatan aliran udara keluar 0.5 ms⁻¹ yang diukur di atas tumpukan. Ketebalan dan kecepatan aliran udara keluar di atas diterapkan untuk seluruh perlakuan. Gabah yang digunakan adalah varietas Ciherang karena umum digunakan oleh petani.

Percobaan pengeringan dilakukan dengan perlakuan tanpa *tempering* (35, 60 dan 80°C) dan dengan *tempering* pada suhu 60 dan 80°C serta kombinasinya dengan suhu 35°C. Perlakuan tanpa *tempering* atau pengeringan secara terus menerus dilakukan pengadukan yang bertujuan untuk meratakan kadar air disetiap lapisannya dengan waktu yang berbeda. Suhu 35°C tanpa pengadukan, suhu 60°C pengadukan setiap 20 menit, suhu 80°C pengadukan setiap 10 menit dan semua pengadukan dilakukan sampai kadar air rata-rata 14%. Perlakuan dengan *tempering* pengadukannya dilakukan setiap sebelum *tempering* saja.

Selama pengeringan parameter yang diamati mencakup suhu tumpukan gabah (lapisan atas, tengah dan bawah), serta suhu udara pengeringan yang dicatat setiap 1 menit. Setiap 10 menit, sampel diambil dari bagian atas, tengah dan bawah untuk diukur kadar airnya. Keretakan beras dan parameter mutu beras (beras kepala, butir menir, butir kapur, benda asing, butir kuning, butir patah, dan butir merah) diukur setelah percobaan selesai. Percobaan dilakukan dalam rancangan acak lengkap. Perlakuan pada percobaan disajikan pada Tabel 1. Analisis keragaman (ANOVA) dilakukan untuk melihat pengaruh metode pengeringan *intermittent* terhadap beras kepala.

Mutu Beras

Parameter mutu untuk menentukan kualitas beras yang dihasilkan dari pengeringan gabah secara *intermittent* mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dapat dihitung dari Persamaan 1 (BSNI 2015). Komponen mutu yang digunakan yaitu persentase beras kepala, beras menir, butir kapur, beras kuning beras asing dan keretakan beras. Setiap sampel diambil 100 gram beras yang telah digiling, kecuali uji keretakan menggunakan 100 butir gabah yang dikupas secara manual dan diuji menggunakan *fissure tester*.

$$\text{Mutu Beras (\%)} = \frac{\text{Jumlah Parameter Mutu Beras}}{\text{Jumlah Sampel}} \times 100\% \quad (1)$$

Uji Keretakan

Parameter mutu keretakan beras dapat dihitung dari persamaan dua. Pengamatan dengan mengambil 100 butir beras dari setiap sampel percobaan. Keretakan ini dapat dilihat dengan menggunakan alat *Fissure Tester* (Kett PHOHO47-5) dengan bantuan cahaya lampu sebagai sumber cahaya. Pengamatan keretakan dilakukan pada setiap sampel perlakuan pengeringan gabah dan persentase keretakan kernel beras dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Butir Retak (\%)} = \frac{\text{Jumlah Butir Gabah Retak}}{\text{Jumlah Sampel}} \times 100\% \quad (2)$$

Hasil dan Pembahasan

Penurunan kadar air selama pengeringan dan *tempering*

Tabel 2 memperlihatkan waktu pengeringan dan *tempering* yang dibutuhkan untuk masing-masing perlakuan. Waktu pengeringan pada perlakuan tanpa *tempering* adalah waktu yang dibutuhkan pengeringan mulai dari kadar air awal sampai 14%. Untuk perlakuan dengan *tempering*, waktu pengeringan terdiri dari dua tahap yaitu waktu

Tabel 2. Waktu pengeringan dan *tempering*.

Perlakuan	Pengeringan Pertama, sampai k.a 14 % (menit)	<i>Tempering</i> Pertama (menit)	Pengeringan Kedua (menit)	<i>Tempering</i> Kedua (menit)
*TT 35 °C	300	-	-	-
*TT 60 °C	70	-	-	-
*TT 80 °C	35	-	-	-
DT I	20	90	40	90
DT II	20	90	80	-
DT III	30	90	40	90
DT IV	30	90	130	-

TT adalah tanpa *tempering* dan DT adalah dengan *tempering*. *tempering* adalah perlakuan tanpa pengeringan dengan kondisi *heater* dan *blower* mati.

pengeringan tahap pertama yang telah ditentukan sebelumnya (yaitu 20 menit untuk 80°C dan 30 menit untuk 60°C) dan tahap kedua yaitu setelah *tempering* pertama sampai kadar air 14%. Dapat dilihat bahwa kebutuhan waktu pengeringan paling besar yaitu pengeringan dengan suhu rendah (35°C), yaitu 300 menit hampir 10 kali kebutuhan waktu pengeringan dengan suhu tinggi 80°C tanpa *tempering* yaitu hanya 35 menit dan pengeringan suhu 60 °C tanpa *tempering* yaitu 70 menit. Total waktu pengeringan pada perlakuan DTI (80°C dan 60°C), DTII (80°C dan 35°C), DTIII (60°C dan 60°C) dan DTIV (60°C dan 35°C) masing-masing adalah 60, 100, 70 dan 160 menit.

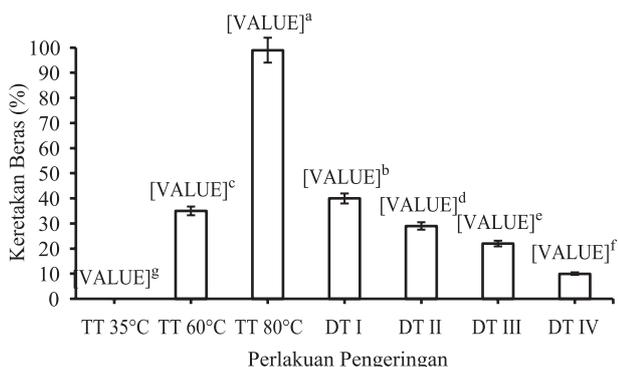
Gambar 2 memperlihatkan kadar air pada beberapa tahap pengeringan dan *tempering* untuk seluruh perlakuan. Pengeringan perlakuan TT35 dilakukan tanpa pengadukan selama pengeringannya karena suhu yang digunakan tidak merubah sifat dari kernel beras. Kadar air pengeringan awal dengan rata-rata 20.94%, dengan kadarair minimum 20.43% dan maksimum 21.60%. Penurunan kadar air terjadi sampai pengeringan berakhir dengan kadar air rata-rata 13.26% dengan nilai minimum 12.90% dan maksimum 13.80% dengan waktu total pengeringan selama 300 menit. Perlakuan TT35 membutuhkan waktu pengeringan paling lama diantara semua perlakuan karena suhunya paling rendah. Akan tetapi, proses

pengeringannya tidak dilakukan pengadukan, sebaran kadar air yang tersebar disetiap lapisan tergolong merata. Ini disebabkan oleh laju aliran udara yang cukup besar yaitu 1.6 m³/s/m².

Perlakuan TT60 dilakukan dengan pengadukan setiap 20 menit dengan kadar air awal rata-rata 21.57%. Proses pengadukan dilakukan untuk mengurangi stres yang diterima oleh kernel beras dan meratakan kadar air disetiap lapisannya. Kadar air akhir rata-rata pada perlakuan ini adalah 13.74%, dengan nilai minimum 13.60% dan maksimum 14.10% selama 70 menit.

Kadar air rata-rata pada perlakuan TT80 adalah 20.21%. Pengadukan dilakukan setiap 10 menit. Perubahan kadar air perlakuan TT80 lebih cepat dibandingkan TT60 karena suhu yang digunakan sangat tinggi, dimana pada waktu 35 menit kadar air TT80 telah mencapai rata-rata 14.03%, sedangkan TT60 dalam waktu pengeringan yang sama masih tinggi.

Perlakuan dengan *tempering*, kadar air setelah akhir *tempering* I seluruhnya berada pada 15-16% b.b. Suhu udara pengeringan dengan 80°C dengan waktu pengeringan 20 menit setara dengan suhu 60°C dengan waktu pengeringan 30 menit. Namun demikian, waktu pengeringan tahap kedua (suhu 35°C) pada perlakuan DT II cukup signifikan lebih tinggi dibandingkan DT IV (Tabel 1). Walaupun waktu pengeringan tahap kedua (suhu 60°C) pada perlakuan DT I sama dengan DT III, kadar air akhir yang dicapai pada DT I sedikit lebih rendah dibandingkan dengan DT III. Hal ini nampaknya disebabkan oleh penggunaan suhu pengeringan tahap pertama. Ketika suhu pengeringannya lebih tinggi, maka selama proses *tempering* massa air gabah yang dihilangkan pada tumpukan lebih besar dibandingkan penggunaan suhu yang lebih rendah. Menurut Amin *et al.* (2018) bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka kadar air akan cepat menurun dan massa air yang diupapkan akan lebih banyak dengan tumpukan lebih besar karena suhu selama *tempering* lebih tinggi.



Gambar 2. Kadar air pengeringan dan *tempering*.

Keretakan Beras

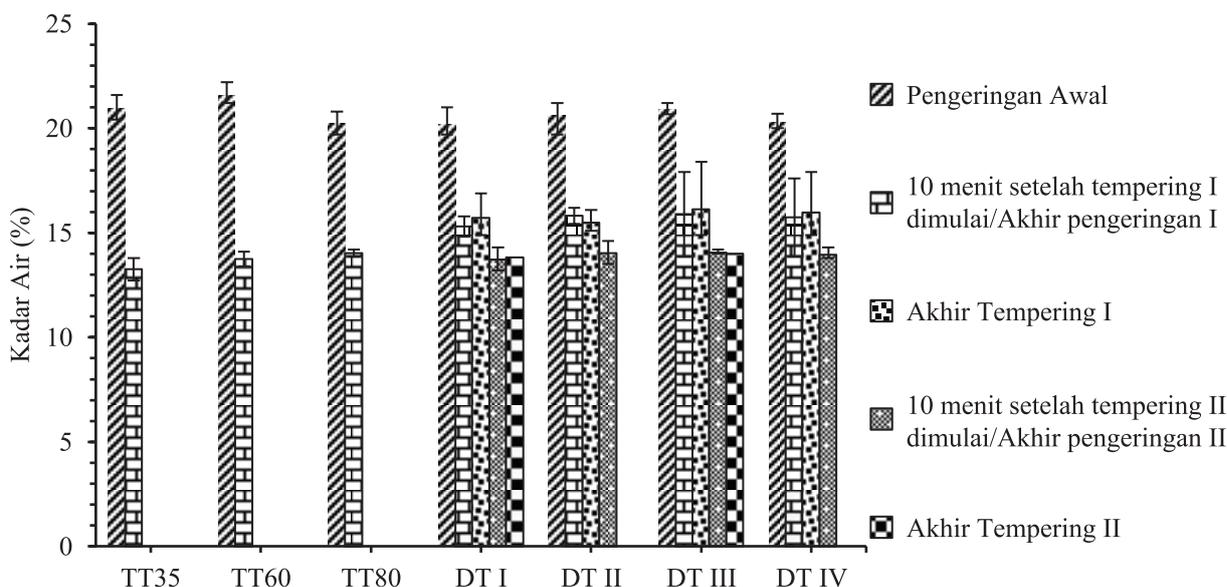
Selama pengeringan, hampir seluruh perlakuan menimbulkan keretakan dengan persentase yang berbeda-beda (Gambar 3). Berdasarkan analisis data ANOVA seluruh perlakuan memberikan perbedaan rata-rata persentase keretakan beras. Penggunaan suhu tinggi pada pengeringan dapat meningkatkan persentase keretakan akan tetapi *tempering* dapat membantu menurunkan jumlah keretakan setelah proses pengeringan (Clossen^b et al. 2003)

Perlakuan tanpa *tempering* 35°C memberikan keretakan yang paling kecil yaitu 0%, sedangkan perlakuan tanpa *tempering* 80°C memberikan keretakan sebesar 99%. Pengeringan tanpa *tempering* pada suhu tinggi jelas membuat perbedaan kondisi kernel (suhu dan kadar air) antar permukaan dan bagian dalam yang berpotensi menimbulkan keretakan. Penurunan kadar air yang ekstrem dalam waktu yang cepat pada TT80 (35 menit) dan TT60 (70 menit) menyebabkan banyak persentase keretakan karena kernel akan mengurangi tekanan panas yang diterima dengan cara retak atau *crack* sedangkan suhu pengeringan 35°C tidak menimbulkan perbedaan yang berarti sehingga pada penelitian ini keretakannya 0%. Perlakuan TT80 mempunyai persentase keretakan paling tinggi karena penggunaan suhu tinggi secara terus menerus dan stres yang diterima diatas batas ketahanan tekanan yang menyebabkan keretakan pada kernel. Persentase keretakan perlakuan TT60 tidak setinggi perlakuan TT80 karena suhu yang digunakan lebih rendah yaitu menghasilkan keretakan 35%. Perlakuan TT35 hampir tidak menghasilkan persentase keretakan walaupun gabah tidak diaduk selama pengeringan, karena besar suhu yang digunakan tidak menyebabkan perbedaan keadaan bagian permukaan dan inti

kernel. Akan tetapi, karena suhu yang relatif rendah waktu pengeringannya juga paling lama, hal tersebut didukung pernyataan Nassiri dan Etesami (2011) bahwa pengeringan secara terus menerus pada suhu 35°C tidak menghasilkan keretakan kernel beras sama sekali walaupun durasi pengeringannya diatas rata-rata.

Persentase keretakan untuk keseluruhan perlakuan dengan *tempering* berkisar antara 10-40%. Perlakuan DTI dan DTII memberikan keretakan yang paling besar yaitu 40 dan 29% dibandingkan perlakuan DTIII dan DTIV (yaitu 22 dan 10%) karena suhu tahap pengeringan pertamanya paling tinggi yaitu 80°C. Walaupun demikian, persentase keretakan jauh lebih rendah dibandingkan dengan yang ditimbulkan oleh perlakuan TT80 (yaitu pengeringan terus menerus pada suhu 80°C) yang memberikan keretakan sampai 99%. Hal ini menunjukkan bahwa proses *tempering* sebesar 90 menit setelah pengeringan 20 menit sangat membantu menurunkan keretakan. Menurut Clossen dan Siebenmorgen (2000) setidaknya minimal waktu *tempering* selama 80 menit, hal ini dilakukan untuk mencegah keretakan setelah pengeringan suhu tinggi, apabila durasi *tempering* lebih singkat maka persentase keretakan akan meningkat karena kadar air bagian inti masih tinggi.

Proses *tempering* juga menurunkan keretakan pada perlakuan dengan pengeringan tahap pertama pada suhu 60°C. Hal ini jelas terlihat dengan membandingkan keretakan pada TT60 dengan keretakan pada DTIII dan DTIV. Perlakuan DTIII menggunakan suhu 60°C selama pengeringannya dengan kadar air rata-rata 20.87% dengan kadar air saat 10 menit setelah *tempering* I mempunyai kadar air rata-rata 15.80% dengan nilai minimum 14.60% dan maksimum 17.90%.



Gambar 3. Persentase keretakan beras dengan pengeringan perlakuan tanpa *tempering* dan dengan *tempering*.

Selanjutnya jika dibandingkan antara keretakan yang terjadi pada DTI dan DTII, maka dapat disimpulkan bahwa proses pengeringan tahap kedua pada suhu 60°C walaupun telah dimulai pada kadar air yang relatif rendah (<15%) masih signifikan menyebabkan keretakan dibandingkan dengan pengeringan tahap kedua dengan suhu 35°C. Kondisi yang hampir sama juga ditunjukkan pada pengeringan tahap pertama dengan suhu 60°C yang dapat dilihat dari membandingkan percobaan DTIII dan DTIV.

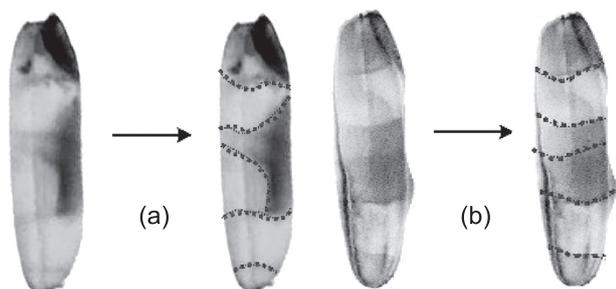
Perbedaan persentase keretakan DTI dengan DTIII hampir setengahnya, walaupun suhu yang digunakan pada pengeringan tahap kedua sama tetapi pada pengeringan tahap pertama DTI menggunakan suhu sangat tinggi, sehingga menyebabkan keretakannya lebih tinggi dan perbedaan kadar air disetiap lapisannya. Sama halnya dengan DTI dengan DTII persentase keretakannya lebih besar DTI karena pada DTII setelah akhir *tempering* I menggunakan pengeringan suhu rendah. Perlakuan DTIV persentase keretakannya paling rendah karena penggunaan suhu pengeringan tahap pertama lebih

rendah dibandingkan DTI dan DTII, sedangkan penggunaan suhu setelah akhir *tempering* I lebih rendah terhadap DTIII. Menurut Clossen^a et al. (2001) penggunaan suhu 80°C dapat meningkatkan persentase keretakan apabila dilakukan >10 menit karena massa air yang diuapkan terlalu cepat dibandingkan dengan pengeringan suhu 60°C.

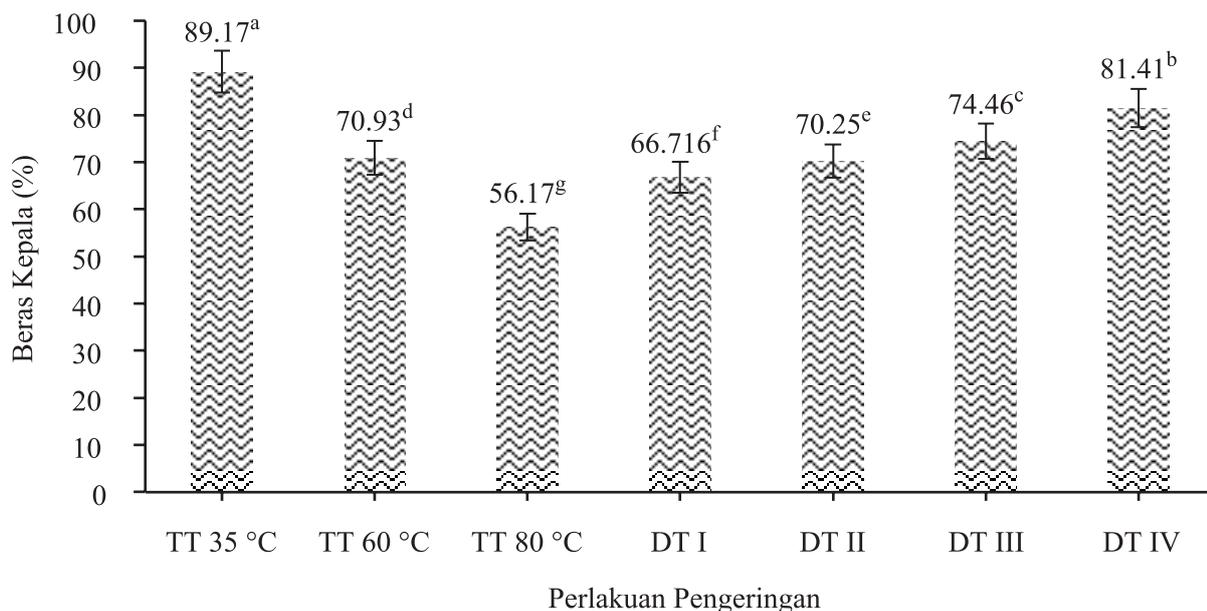
Walaupun perlakuan dengan *tempering* dapat menurunkan keretakan, pengeringan dilakukan pada suhu 80°C selama 20 menit nampaknya tidak cukup menurunkan keretakan sebagaimana suhu 60°C selama 30 menit pada perlakuan DT III dan IV. Nampaknya durasi pengeringan selama 20 menit pada suhu 80°C memberikan efek yang lebih buruk dibandingkan durasi 30 menit pada suhu 60°C. Suhu merupakan parameter yang mempengaruhi pada penelitian ini, pada keempat perlakuan memberikan kadar air yang tidak berbeda nyata pada akhir pengeringan tahap pertamanya.

Selama proses identifikasi persentase keretakan kernel beras ditemukan pola keretakan beraturan maupun tidak beraturan. Menurut Jia et al. (2002) pola keretakan yang beraturan (pola axial) disebabkan oleh proses adsorpsi. Pola axial tersebut terbentuk karena selama adsorpsi tekanan didalam inti (*compressive stress*) lebih besar dibandingkan tekanan dipermukaan (*tensile stress*) sampai pengeringan puncak atau batas ketahanan kernel menerima tekanan, yang kemudian akan menimbulkan retakan kecil. Setelah proses pengeringan berakhir, tekanan *tensile stress* akan bergerak mendekati inti kernel dan menyebabkan keretakannya tegak lurus mengikuti sumbu longitudinalnya sehingga pola retaknya lebih teratur seperti pada Gambar 4.

Menurut Lan et al. (2002) pola keretakan yang tidak beraturan (pola tangensial) disebabkan



Gambar 4. Pola keretakan beras yang timbul selama proses.



Gambar 5. Persentase beras kepala (HRY) dengan pengeringan perlakuan tanpa *tempering* dan dengan *tempering*.

oleh pengeringan suhu tinggi, karena selama pengeringan suhu tinggi berlangsung tekanan dari zona *compressive stress* mendominasi zona *tensile stress* sampai pengeringan puncak maupun setelah pengeringan berakhir. Akan tetapi proses zonasi tersebut hanya terjadi dipermukaan kernel.

Penggunaan suhu tinggi selama pengeringan pada penelitian ini sangat berpengaruh terhadap persentase keretakan yang dihasilkan, maka proses *tempering* dapat menurunkan tekanan yang diterima kernel selama pengeringan sehingga mengurangi persentase keretakan beras (Wiset *et al.* 2001). Pola keretakan yang ditemukan pada semua perlakuan tersaji pada Gambar 4.

Persentase Beras Kepala

Persentase beras kepala dengan pengeringan tanpa *tempering* dan perlakuan dengan *tempering* disajikan pada Gambar 5. Persentase beras kepala tertinggi adalah perlakuan tanpa *tempering* 35°C sebesar 89.17%, perlakuan tanpa *tempering* 60°C sebesar 70.93% dan perlakuan tanpa *tempering* 80°C sebesar 56.17%. Sedangkan perlakuan dengan *tempering* pada perlakuan DTI sebesar 66.76%, perlakuan DTII sebesar 70.25%, perlakuan DTIII sebesar 74.46% serta perlakuan IV sebesar DT81.41%.

Berdasarkan analisis data ANOVA terdapat perbedaan rata-rata persentase beras kepala untuk semua perlakuan. Dengan mengacu pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa persentase beras kepala tersebut berbanding terbalik dengan persentase keretakan dengan urutan persentase beras kepala tertinggi sesuai dengan persentase biji yang tidak mengalami keretakan. Hal ini memberikan arti bahwa walaupun tidak seluruhnya, keretakan sangat berpotensi untuk mengalami pecah ketika gabah digiling. Hal ini dapat dilihat dari 99% kernel yang retak, ketika digiling hanya 43% yang pecah. Di lain pihak, tidak berarti bahwa ketika keretakan tidak ada maka pecahnya biji dapat dihindari. Hal ini dapat dilihat dari walaupun tidak ada keretakan yang timbul pada pengeringan suhu 35°C, gabah yang pecah tetap mencapai + 11%. Menurut Hasbullah dan Dewi (2009) beberapa kemungkinan yang menyebabkan terjadinya susut giling yang menurunkan beras kepala pada perlakuan TT35 adalah pada proses penggilingan pengaturan pemecah kulit yang terlalu rapat sehingga menyebabkan beras pecah, tercampurnya beras pecah kulit pada waktu pengumpanan ke mesin penyosoh dan tercampurnya beras dan menir pada katul atau dedak setelah penggilingan.

Simpulan

Pengeringan gabah secara *tempering* maupun tanpa *tempering* membutuhkan waktu pengeringan yang bervariasi. Waktu pengeringan tanpa

tempering pada suhu rendah (35°C), yaitu 300 menit hampir 10 kali waktu pengeringan dengan suhu tinggi 80°C tanpa *tempering* yaitu hanya 35 menit dan pengeringan suhu 60°C tanpa *tempering* yaitu 70 menit. Total waktu pengeringan pada perlakuan dengan *tempering* pada perlakuan DTI (80°C dan 60°C), DTII (80°C dan 35°C), DTIII (60°C dan 60°C) dan DTIV (60°C dan 35°C) masing-masing yaitu 60, 100, 70 dan 160 menit.

Perlakuan tanpa *tempering* 35°C tidak menimbulkan keretakan, tanpa *tempering* 60°C menghasilkan keretakan 35% dan perlakuan tanpa *tempering* 80°C memberikan keretakan paling tinggi yaitu 99%. Persentase keretakan dengan *tempering* pada perlakuan DTI (40%), DTII (29%), DTIII (22%) dan DTIV (10%). Pola keretakan beras yang ditemukan adalah pola beraturan (*axial stress*) dan pola keretakan yang tidak beraturan (*tangensial stress*). Persentase beras kepala yang dihasilkan berbanding terbalik dengan persentase keretakan dengan urutan persentase beras kepala tertinggi sesuai dengan persentase keretakan kernel beras yang rendah. Pengeringan awal suhu 60°C selama 30 menit – *tempering* 90 menit – pengeringan kedua suhu 35°C sampai kadar air rata-rata 14% menghasilkan menghasilkan persentase beras kepala yang cukup tinggi serta keretakan beras yang rendah yang masing-masing adalah 81.41% dan 10%.

Daftar Pustaka

- Amin, S., Jamaluddin dan M. Rais. 2018. Laju pindah panas dan massa pada proses pengeringan gabah menggunakan alat pengering tipe bak (batch dryer). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian Vol.4 (1): S87-S104.*
- [BSNI] Badan Standarisasi Nasional. (2015). Beras. SNI 01-6128-2015. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Crossen, A.G. and T.J. Siebenmorgen. 2000. The glass transition temperature concept in rice drying and tempering: effect on milling quality. *ASAE Vol.43 (6):1661-1667.*
- Crossen^a, A.G., T.J. Siebenmorgen, W. Yang and C. Bautista. 2001. An application of glass transition temperature to explain rice kernel fissure occurrence during the drying process. *Journal of Drying Technology Vol.19 (8):1661-1682.*
- Crossen^b, A.G., M.J. Jimenez and T.J. Siebenmorgen. 2003. Rice fissuring response to high drying and tempering temperatures. *Journal of Food Engineering Vol.59 (1):61-69.*
- Hasbullah, R. dan A.R. Dewi. Kajian pengaruh konfigurasi mesin penggilingan terhadap rendemen dan susut giling beberapa varietas padi. *Jurnal Keteknik Pertanian Vol. 23 (2):119-124.*

- Jia, C.C., W. Yang, T.J. Siebenmorgen, R.C. Bautista and A.G. Cnossen. 2002. A study of rice fissuring by finite-element simulation of internal stresses combined with high-speed microscopy imaging of fissure appearance. *American Society of Agricultural Engineers* Vol.45 (3):741-749.
- Lan, Y., Q. Fang, M.F. Kocher and M.A. Hanna. 2002. Detection of fissure in rice grains using imaging enhancement. *Journal of Food Properties* Vol.5 (1):205-215.
- Nassiri, S.M. and S.M. Etesami. 2011. The best method for rough rice drying based on operational energy and head rice yield quality. *Journal of Agricultural machinery Science*. Vol.7 (4):339-345.
- Wiset, L., G. Srzednicki, R.H. Driscoll, C. Nimmuntavin. and P. Siwapornrak. 2001. Effects of high temperature drying on rice quality. *Journal of Scientific Research and Development* Vol.1 (3):1-10.