

# REKAYASA METODE AERASI PADA PENYIMPANAN JAGUNG SECARA CURAH DALAM SILO<sup>1</sup>

Nursigit Bintoro<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Salah satu kelemahan teknologi pascapanen jagung adalah masalah penyimpanan. Umumnya jagung akan mengalami kerusakan yang serius bila dilakukan penyimpanan secara tradisional dalam jangka waktu yang lama. Penyimpanan secara curah dengan aerasi merupakan salah satu teknologi alternatif yang dapat diaplikasikan untuk menjaga kualitas hasil-hasil pertanian selama dalam penyimpanan. Namun demikian, prosedur perancangan dan operasional sistem penyimpanan beraerasi ini masih belum berkembang. Penelitian ini mempunyai tiga tujuan pokok yaitu : melakukan perancangan sistem aerasi untuk keperluan penyimpanan jagung secara curah, serta untuk mengkaji pengaruh metode aerasi terhadap kualitas jagung selama proses penyimpanan.

Pada penelitian ini digunakan dua buah silo dibuat dari bahan pelat metal masing-masing dengan kapasitas 530 kg jagung pipil. Kedua buah silo tersebut dilengkapi dengan sistem aerasi yang berbeda. Satu buah silo diaerasi dengan menggunakan udara dingin sedangkan silo yang lainnya diaerasi menggunakan udara lingkungan yang dikombinasikan dengan bentonite sebagai absorben. Sebagai kontrol digunakan penyimpanan secara konvensional dengan karung. Beberapa parameter yang terkait dengan kondisi udara ruang simpan, operasional sistem aerasi, serta kualitas biji jagung hasil penyimpanan diukur dan dimonitor secara periodik selama penyimpanan untuk mengevaluasi efektivitas sistem aerasi yang dirancang. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal penting sebagai berikut : hanya metode aerasi udara dingin yang mampu menciptakan kondisi temperatur dan kelembaban ruang simpan yang memenuhi syarat untuk penyimpanan jagung dengan kadar air 13% w.b. Untuk menciptakan kondisi udara ruang simpan tersebut, aerasi udara dingin tidak perlu dilakukan terus-menerus sepanjang hari selama penyimpanan, aerasi cukup dioperasikan selama 5 jam/hari dengan konsumsi daya 0,519 kWh/hari/ton. Kualitas biji jagung hasil penyimpanan seperti kadar air, prosentase kehilangan berat karena infestasi serangga dan jamur, prosentase perkecambahan, maupun cemaran aflatoxin pada jagung dengan aerasi udara dingin menunjukkan hasil yang lebih baik daripada aerasi dengan absorben bentonit dan penyimpanan dalam gudang. Perancangan, konstruksi, serta operasional peralatan aerasi udara dingin ini mudah dibuat, murah, dan bahan-bahan tersedia di pasaran.

Kata kunci: *penyimpanan, perancangan, jagung, aerasi, silo*

---

<sup>1</sup> Disampaikan dalam Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada

## A. PENDAHULUAN

Berbagai macam kendala banyak ditemukan dalam usaha peningkatan kuantitas dan kualitas komoditas jagung di Indonesia. Salah satu kendala dari rantai produksi dalam usaha tani jagung di Indonesia adalah pada masalah penyimpanan jangka panjang. Biji jagung sering mengalami kehilangan baik kualitas maupun kuantitas yang berlebihan setelah mengalami penyimpanan dalam jangka waktu yang cukup panjang. Di Indonesia kehilangan hasil akibat serangan hama gudang saja diperkirakan mencapai 26 – 29% (Semple 1985 dalam Surtikanti, 2004). Tingginya kehilangan ini mungkin disebabkan karena metode penyimpanan dan cara-cara penanganan bijian selama penyimpanan belum dilakukan dengan benar. Demikian juga, belum ada cara-cara penyimpanan jagung yang benar-benar aman yang direkomendasikan di Indonesia hingga saat ini, hal ini semakin mempersulit bagi para praktisi yang menangani jagung untuk melakukan praktek penyimpanan dengan baik.

Menurut Brooker et al. (1992), rahasia untuk menjaga bijian yang disimpan dalam kondisi yang baik adalah dengan menjaga massa bijian tetap dingin dan merata serta kering. Pada sebagian besar tempat di dunia, hal ini dapat dilakukan lewat aerasi, yaitu perlakuan terhadap bijian yang disimpan dengan udara lingkungan yang dingin pada laju aliran yang rendah. Apabila temperatur lingkungan rata-rata berada diatas 24-37°C, suatu alat pendingin bijian perlu untuk digunakan. Driscoll dan Srzednicki (1998), menegaskan bahwa pada kondisi tropis basah, akan membutuhkan suatu alat pendingin untuk melakukan aerasi dingin seperti yang dapat dilakukan untuk kondisi daerah beriklim sedang. Lebih lanjut dikemukakan, bahwa aerasi biji-bijian merupakan cara yang sangat bermanfaat dalam preservasi biji-bijian. Cara ini juga merupakan cara mekanis yang bebas bahan kimiawi dan bila dilakukan dibawah manajemen yang sehat, ini merupakan salah satu cara yang paling murah dalam menjaga kualitas biji-bijian. Ditekankan juga, bahwa salah satu kondisi yang paling esensial untuk penerapan aerasi adalah penggunaan cara penanganan biji-bijian secara curah (*bulk handling*).

Melihat besarnya manfaat yang dapat diperoleh dari aerasi ini, maka akan menjadi sangat penting untuk mengkaji penggunaannya untuk mengatasi permasalahan penurunan kualitas biji jagung dalam penyimpanan jangka panjang di Indonesia. Namun demikian, masih banyak kesulitan-kesulitan yang ditemukan bagi para praktisi untuk dapat menerapkan sistem aerasi ini. Khatchatourian and De Oliveira (2006) mengemukakan, bahwa aerasi banyak digunakan untuk pendinginan dan penyeragaman temperatur pada seluruh massa

bijian curah, menghilangkan pemanasan pada bijian basah, memasukkan gas-gas fumigant, dan menghilangkan bau serta residu fumigant. Namun demikian, prosedur perancangan dan operasional sistem penyimpanan yang dilengkapi dengan fasilitas aerasi ini masih menghadapi banyak kesulitan-kesulitan bagi para praktisi yang ingin menggunakannya. Sedangkan Darby (1998a), mengemukakan keterbatasan-keterbatasan secara lebih detail terkait dengan penerapan dan perancangan sistem aerasi di Australia yang salah satunya dikemukakan, bahwa beberapa hal mengenai informasi teknis sangat tidak memadai dan memberikan kesulitan untuk dapat merancang sesuai dengan performa yang dispesifikasikan, serta pendekatan-pendekatan yang mudah bagi pengguna untuk berbagai hal pokok dalam perancangan masih kurang tersedia. Mempertimbangkan semua permasalahan di atas, perlu untuk diteliti penerapan metode penyimpanan curah yang dilengkapi dengan suatu sistem aerasi mekanis untuk mendapatkan informasi awal dalam menjajaki kemungkinan penerapan sistem aerasi untuk mempertahankan kualitas biji-bijian selama penyimpanan. Adapun tujuan penelitian ini adalah 1. melakukan perancangan awal sistem aerasi untuk keperluan penyimpanan jagung secara curah, dan 2. mengkaji pengaruh metode aerasi terhadap kualitas biji jagung selama penyimpanan.

## **B. BAHAN DAN METODE**

### **1. Bahan Penelitian**

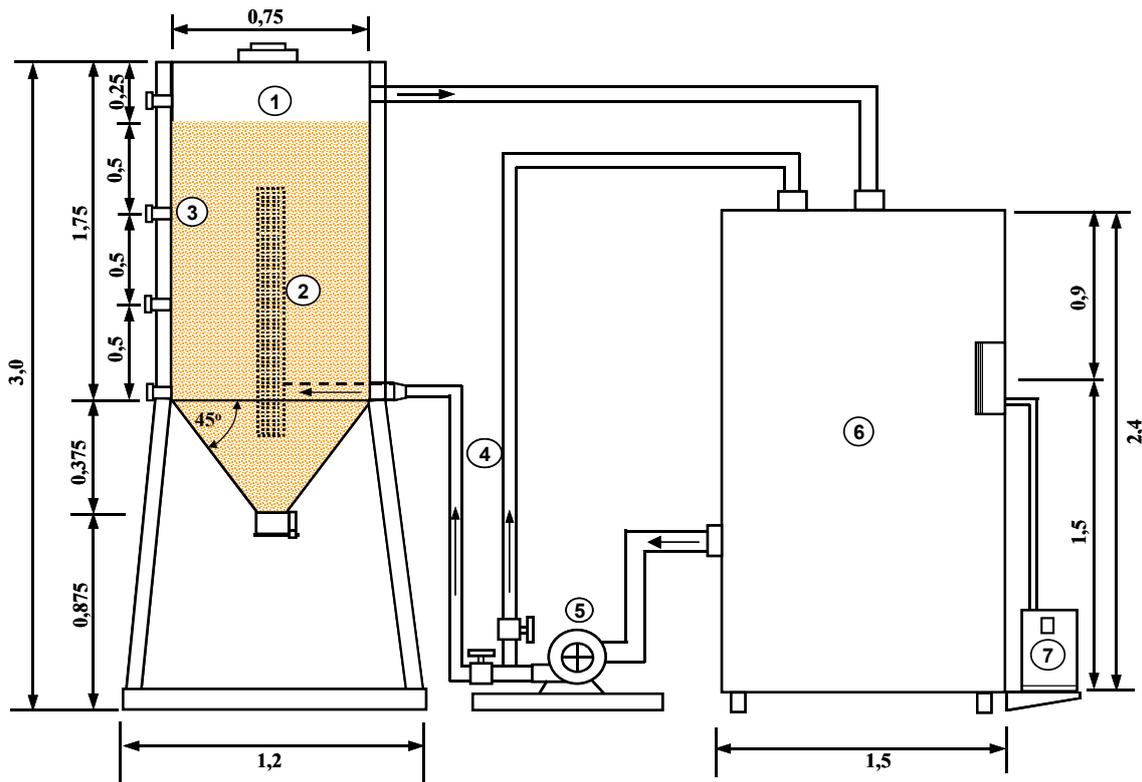
Sebagai bahan utama adalah biji-bijian jagung pipil dengan kondisi sebagai berikut : kadar air awal jagung 11,32% (w.b); berat satuan curah 783,15 kg/m<sup>3</sup>, berat satuan partikel 1,196 kg/m<sup>3</sup>, prosentase butir pecah 1,36%, berat seribu butir 287,2 gram, prosentase kehilangan berat terserang serangga 0,145%, prosentase kehilangan berat terserang jamur 1,023%; derajat perkecambahan 88,2%; dan cemaran aflatoksin awal 68,86 ppb. Secara visual kondisi jagung yang digunakan adalah baik seperti jagung di pasaran pada umumnya dengan total berat jagung yang dibutuhkan adalah 1,5 ton. Jagung ini dibeli dari petani dari Kecamatan Grabag, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah pada Bulan Agustus 2007.

### **2. Peralatan Penelitian**

Gambar 1 menunjukkan bagan skematis peralatan yang digunakan dalam penelitian. Silo dibuat dari bahan pelat metal dengan kapasitas 530 kg jagung pipil,

berbentuk berdiameter 0,75 m, tinggi silinder 1,75 m, kemiringan *hopper* terhadap bidang vertikal 45°. Untuk memasukkan biji jagung ke dalam silo digunakan peralatan *pneumatic grain conveyor*. Dalam penelitian ini dibuat dua buah silo dengan ukuran yang sama, satu buah silo diaerasi dengan udara dingin, sedangkan silo yang lain diaerasi dengan udara lingkungan yang dikombinasikan dengan suatu absorben berupa pecahan-pecahan batuan bentonit. Sedangkan sebagai pembanding, dilakukan penyimpanan secara konvensional dengan menggunakan karung di dalam gudang.

Untuk keperluan pengukuran temperatur dan kelembaban udara dalam massa bijian serta pengambilan sampel biji jagung dari dalam silo, maka dibuat empat buah lubang disepanjang tinggi silinder silo, dengan diameter 5 cm. Untuk mempermudah dalam penyebutannya, maka keempat lubang tersebut dari atas ke bawah masing-masing disebut sebagai lubang ruang udara (ruang udara di atas massa biji jagung dalam silo), lubang atas, lubang tengah, dan lubang bawah. Pada tiap-tiap lubang pengukuran temperatur dan kelembaban maupun pengambilan sampel bijian dilakukan pada tiga posisi radial yang berbeda. Masing-masing posisi radial tersebut adalah pusat (posisi radial dekat dengan pipa aerator), antara (posisi radial pada titik tengah antara pusat dan tepi), dan tepi (posisi radial dekat dengan dinding silo). Pengambilan sampel biji jagung dari dalam silo dilakukan lewat lubang atas, tengah dan bawah dengan menggunakan sampel probe yang didesain khusus sehingga sampel dari ketiga posisi radial tersebut tidak tercampur pada waktu pengambilan berlangsung.



Gambar 1. Bagan skematis peralatan penelitian silo dengan aerasi udara dingin  
 1. Bangunan silo, 2. Saluran distribusi udara dalam bijian (*aerator*), 3. Tempat pengukuran dan pengambilan sampel, 4. Pipa-pipa penyalur udara, 5. *Blower*, 6. Kotak evaporator, 7. *Condensor unit (refrigerator)*.

### 3. Metode Penelitian

Penyimpanan dilaksanakan selama 2 bulan, dan berbagai macam parameter yang terkait dengan efektivitas operasional sistem aerasi seperti temperatur dan kelembaban udara pada massa bijian akan diamati dalam penelitian ini. Demikian juga parameter kualitas biji jagung yang disimpan seperti kadar air biji jagung, tingkat kehilangan karena serangan serangga dan jamur, perkecambah, serta tingkat cemaran aflatoksin diamati secara periodik selama penyimpanan. Pengujian kualitas jagung dilakukan dengan pengambilan sampel jagung dari dalam silo dengan menggunakan *sample probe* lewat lobang-lobang sampel yang telah dibuat pada dinding silo. Temperatur dan kelembaban udara aerasi diukur dengan menggunakan *thermohygrometer digital*. Kadar air bijian ditentukan dengan metode gravimetri, jumlah biji jagung yang terserang serangga dan jamur akan dihitung secara manual dari sampel yang diambil dari massa bijian, sedangkan kandungan aflatoksin pada bijian akan ditentukan secara kimiawi dengan metode ELISA.

Untuk mengetahui besar konsumsi daya listrik selama proses aerasi diukur dengan menggunakan wattmeter.

#### **4. Operasional sistem aerasi**

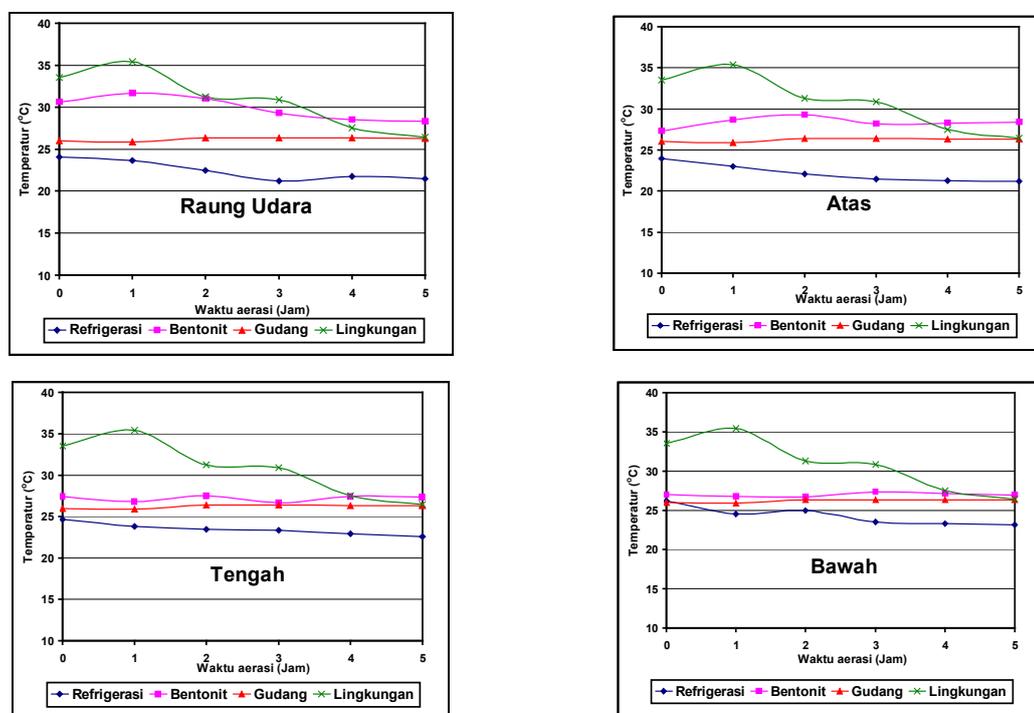
Pada penelitian ini dipilih laju aliran udara aerasi maksimum yang direkomendasikan oleh Croissant (2006) dari Colorado State University, sebesar 1 ft<sup>3</sup>/menit/bushel. Nilai ini termasuk dalam kategori aerasi pengeringan (*aeration drying*, laju aliran udara 2,5 – 20 lt/dt/ton ) pada pembagian metode aerasi bijian yang diberikan oleh Darby (1998b). Untuk berat bijian yang disimpan (530 kg), maka nilai ini akan menghasilkan laju aliran udara 0,0091 m<sup>3</sup>/dt. Sedangkan lama waktu aerasi ditentukan selama 5 jam/hari, mulai jam 12.00 sampai dengan jam 17.00. Penjemuran bentonit untuk meningkatkan kemampuan penyerapan airnya, dilakukan mulai pagi (jam 8.00) sampai dengan siang (jam 12.00). Berdasarkan prinsip-prinsip penyimpanan yang aman ditentukan kadar air jagung yang disimpan maksimum 13% (w.b). Agar pengendalian temperatur tidak memerlukan biaya yang terlalu mahal, diambil temperatur udara ruang untuk daerah tropis sehingga dipilih temperatur penyimpanan maksimum 28°C. Berdasarkan persamaan Chung-Pfost diperoleh kelembaban kesetimbangan untuk kondisi tersebut maksimum 59,8% (atau 60%). Dalam pelaksanaan aerasinya peralatan refrigerator dihidupkan selama satu jam sebelum proses aerasi ke dalam biji jagung dilakukan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi udara aerasi yang dapat memenuhi keperluan yang dikehendaki, dimana temperatur berada dibawah 28°C dengan kelembaban yang lebih rendah dari 60%.

### **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **1. Temperatur ruang simpan**

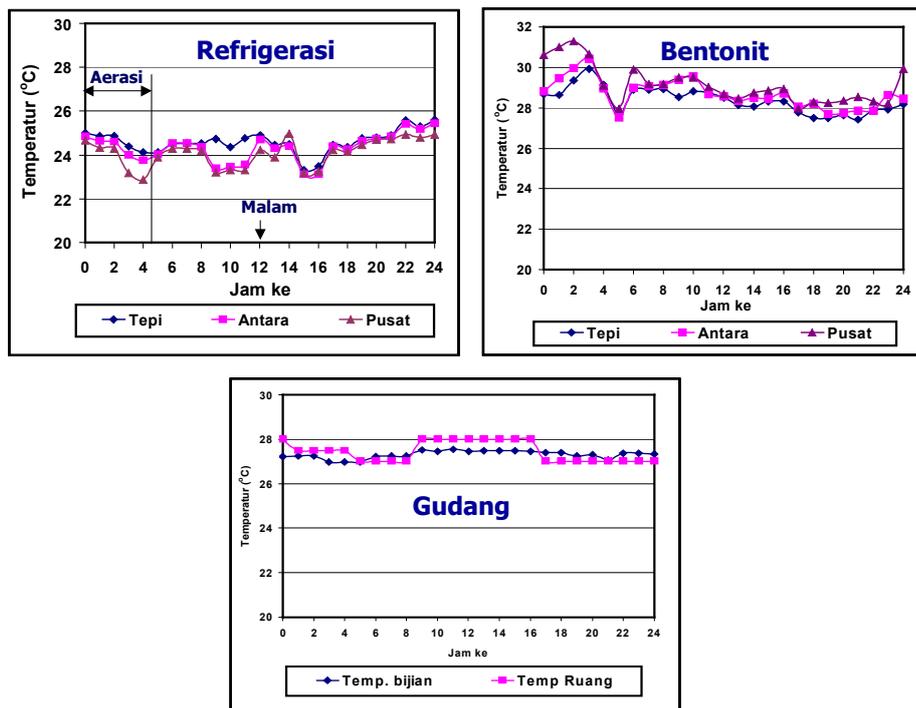
Perbandingan perubahan profil temperatur antara ketiga cara penyimpanan yaitu penyimpanan dengan aerasi udara dingin, aerasi absorben bentonit, dan gudang selama proses aerasi berlangsung dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini. Gambar ini secara jelas menunjukkan, bahwa silo dengan aerasi udara dingin selalu mempunyai temperatur massa bijian yang lebih rendah dari pada silo aerasi bentonit maupun gudang, serta jauh dibawah temperatur udara lingkungan. Sedangkan pada silo dengan aerasi absorben bentonit, meskipun rata-rata dibawah 28°C, namun pada saat-saat tertentu berada diatas nilai tersebut. Kondisi ini membuktikan, bahwa untuk mencapai temperatur target yaitu

maksimum 28°C seperti yang direncanakan, diperlukan suatu peralatan pendingin untuk operasional aerasi. Penggunaan refrigerator terbukti cukup mampu memenuhi persyaratan temperatur penyimpanan curah aman yang ditetapkan yaitu maksimum 28°C, sehingga tidak perlu menggunakan *grain chiller* secara khusus yang harganya relatif mahal. Temperatur udara selama proses aerasi pada silo refrigerasi terletak antara 22,13°C – 26,23°C, pada silo dengan absorben bentonit 26,64°C – 27,59°C, serta pada massa bijian dalam gudang antara 26,07°C – 26,47°C. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa temperatur udara dari ketiga cara penyimpanan berbeda secara signifikan, dan temperatur pada silo dengan aerasi baik dengan udara dingin maupun dengan absorben bentonit berbeda secara nyata dengan temperatur bijian dalam karung.



Gambar 2. Perbandingan perubahan temperatur udara ruang simpan pada silo dengan aerasi udara dingin, silo aerasi bentonit, gudang, dan lingkungan

Gambar 3 menunjukkan profil perubahan temperatur massa biji jagung selama 24 jam. Dari gambar ini dapat diketahui bahwa temperatur bijian dalam silo dengan aerasi udara dingin secara konsisten selalu berada dibawah 28°C, sedangkan silo dengan aerasi absorben bentonit kisaran temperaturnya sering berada diatas 28°C. Untuk gudang temperaturnya juga selalu berada dibawah 28°C namun masih berada diatas temperatur silo dengan aerasi udara dingin, demikian pula perlu dipertimbangkan lebih jauh apakah kelembabannya dapat memenuhi syarat atau tidak.

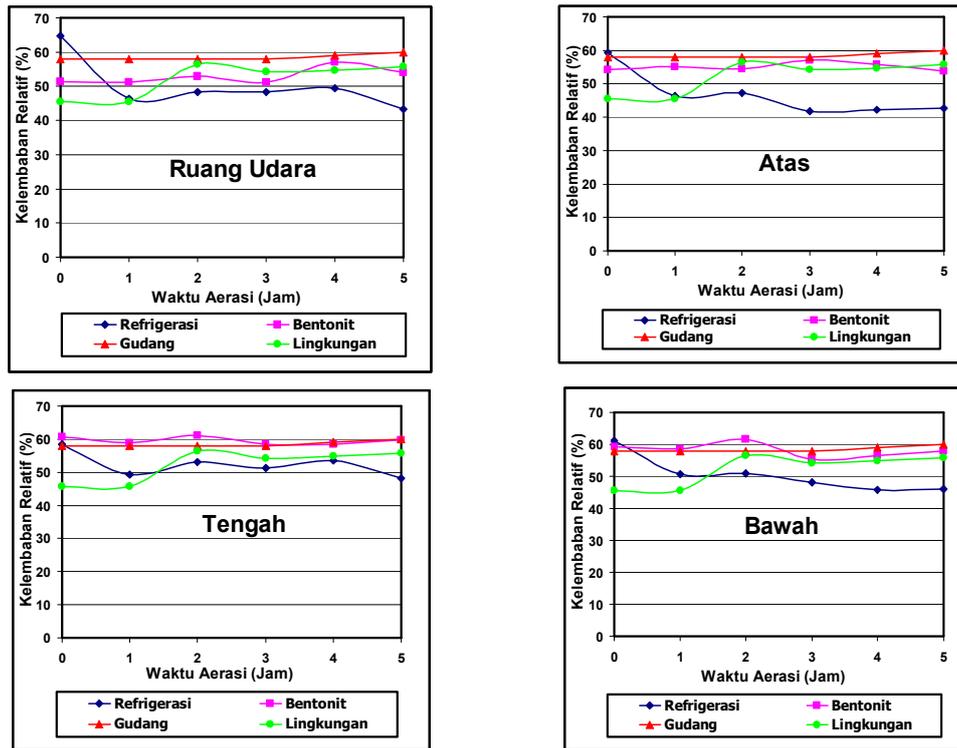


Gambar 3. Contoh perubahan temperatur massa bijian jagung selama 24 jam untuk silo refrigerasi, silo serasi bentonit, dan gudang

## 2. Kelembaban ruang simpan

Perubahan kelembaban relatif udara didalam silo selama proses aerasi berlangsung dapat dilihat pada Gambar 4. Dapat dilihat pada gambar tersebut, bahwa selama lima jam aerasi berlangsung hanya silo dengan aerasi udara dingin yang mengalami penurunan kelembaban relatif secara konsisten. Kelembaban udara didalam silo turun dari sekitar 60% menjadi antara 40% - 50%, kondisi ini membuktikan bahwa refrigerator cukup mampu untuk digunakan sebagai dehumidifier guna menurunkan kelembaban relatif udara untuk keperluan penyimpanan curah beraerasi di daerah tropis dengan syarat kelembaban relatif maksimum 60%, sehingga tidak perlu digunakan suatu *grain chiller* khusus yang harganya relatif mahal.

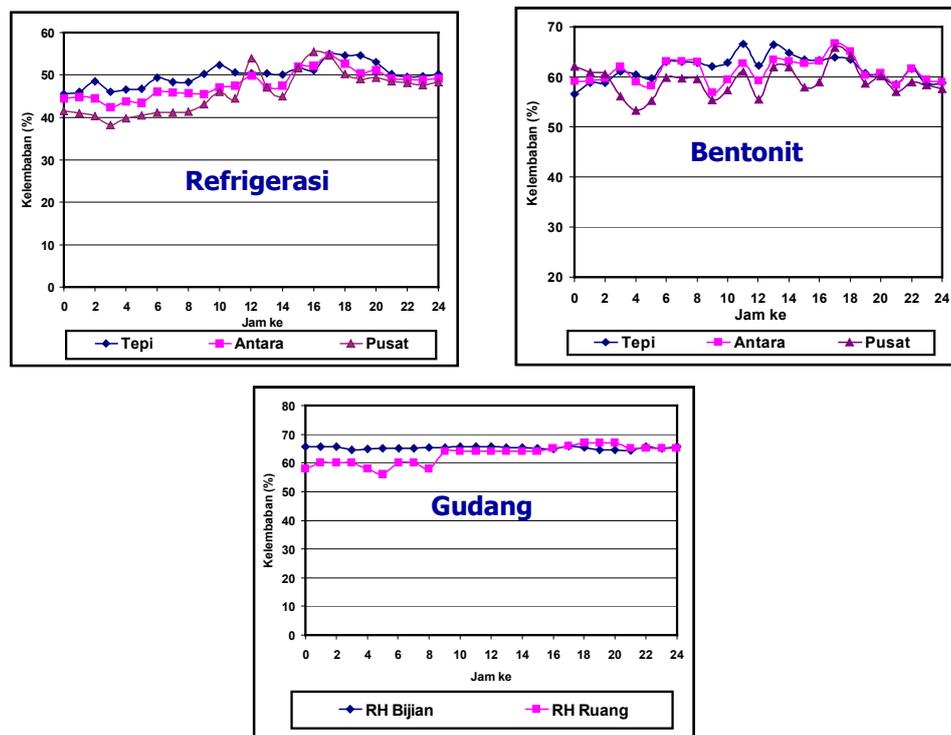
Sedangkan pada silo dengan aerasi absorbent bentonit tidak terjadi penurunan kelembaban udara ruang silo, bahkan ada kecenderungan nilai kelembabannya lebih tinggi dari pada kelembaban udara lingkungan. Kondisi ini menunjukkan bahwa aerasi dengan absorbent bentonit tidak cukup mampu untuk menurunkan kelembaban udara dalam silo, sehingga tidak sesuai untuk diaplikasikan di daerah tropis. Kenyataan ini sekaligus menunjukkan perlunya digunakan *refrigerator* atau *dehumidifier* untuk keperluan aerasi di daerah tropis untuk mencapai kelembaban relatif rancangan yang dikehendaki.



Gambar 4. Perbandingan perubahan kelembaban udara ruang simpan pada silo dengan aerasi udara dingin, silo aerasi bentonit, gudang, dan lingkungan

Seperti temperatur massa bijian, setelah aerasi dilakukan kelembaban massa bijian akan berfluktuasi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar. Selama 24 jam pengamatan diketahui pada silo udara dingin kelembaban relatif tercatat selalu lebih rendah dari nilai maksimum yang ditargetkan (59,8%). Sedangkan pada silo dengan absorben bentonit masih ada beberapa jam dimana kelembabannya berada diatas 59,8% bahkan untuk gudang kelembaban relatifnya selalu berada diatas 65% atau diatas nilai maksimum kelembaban aman yang direncanakan (Gambar 5). Oleh karena itu, dari persyaratan nilai kelembaban massa bijian dapat disimpulkan, bahwa silo aerasi udara dingin memenuhi syarat, sedangkan silo dengan absorben bentonit dan gudang tidak memenuhi syarat untuk melakukan penyimpanan biji jagung pada kadar air 13% w.b. Dari sini dapat diketahui hanya silo dengan aerasi udara dingin yang mampu menciptakan kondisi temperatur dan kelembaban ruang yang dapat memenuhi persyaratan aman untuk penyimpanan jagung pada ka 13% w.b. Analisis statistik menunjukkan bahwa kelembaban relatif selama proses aerasi berlangsung untuk silo dengan aerasi berbeda nyata dengan kelembaban udara dalam gudang. Kelembaban udara pada silo dengan aerasi udara dingin terletak antara 45,77% - 58,89%, pada silo dengan aerasi absorben bentonit 42,72% - 61,51%, sedangkan pada gudang antara

62,86% - 64,26%. Kelembaban relatif rata-rata selama 24 jam pengukuran untuk silo dengan aerasi udara dingin terletak antara 43,53% - 54,44%, untuk silo dengan aerasi absorben bentonit antara 55,41% - 61,59%, sedangkan untuk gudang antara 64,31% - 66,05%. Analisis statistik menunjukkan bahwa kelembaban relatif untuk ketiga cara penyimpanan saling berbeda nyata.

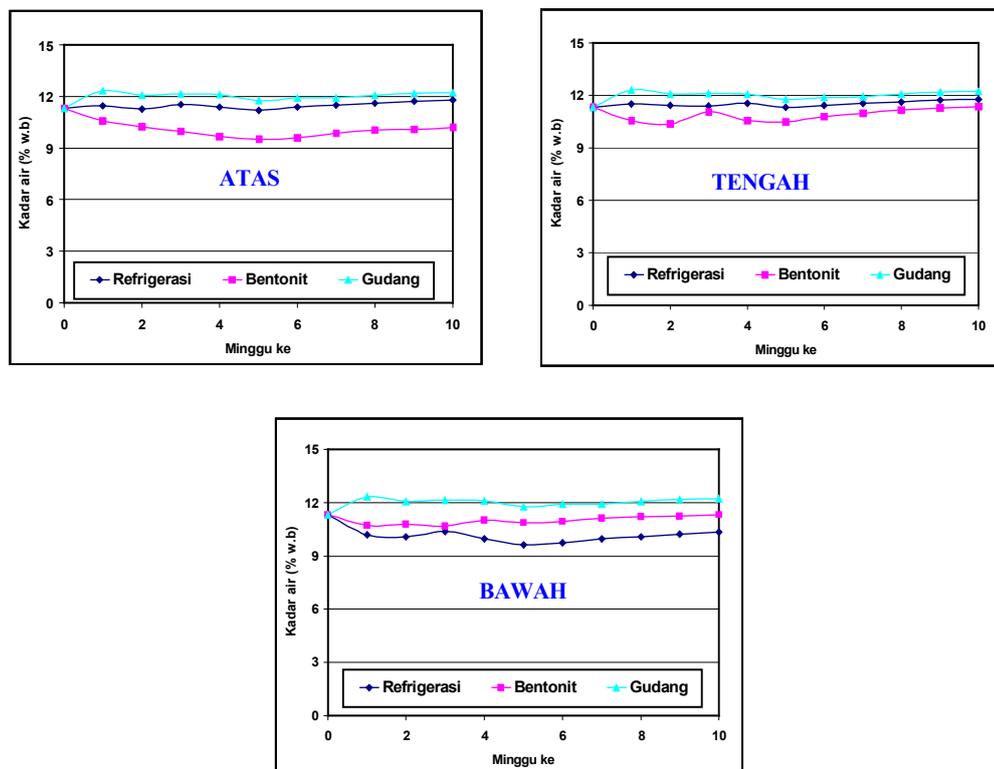


Gambar 5. Contoh perubahan kelembaban massa bijian jagung selama 24 jam untuk silo refrigerasi, silo serasi bentonit, dan gudang

#### 4. Kadar air bijian jagung

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa kadar air biji jagung yang disimpan baik kearah vertikal maupun radial tidak betul-betul seragam, namun demikian perbedaannya tidak terlalu besar. Pada silo dengan aerasi udara dingin kadar air rata-rata selama 10 minggu penyimpanan adalah 9,940%, sedangkan pada silo dengan aerasi kombinasi udara lingkungan dan absorbent bentonit 10,61% dan kadar air untuk penyimpanan dalam karung adalah 12,07%, dimana kadar air awal biji jagung saat penyimpanan adalah 11,32%. Secara statistik diketahui kadar air dari ketiga cara penyimpanan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, analisis perbandingan rata-rata lebih lanjut menunjukkan bahwa kadar air jagung dari ketiga cara penyimpanan saling berbeda nyata. Pada silo dengan aerasi udara dingin, terlihat bahwa pada bijian bagian bawah penurunan kadar airnya cukup besar, hal

ini kemungkinan disamping disebabkan karena tingginya laju aliran udara aerasi, kemungkinan juga disebabkan karena rendahnya kelembaban udara pada massa bijian, dimana selama 24 jam pengukuran menunjukkan kelembaban pada massa biji jagung disini lebih rendah dari 60%. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan untuk menciptakan kelembaban relatif massa bijian yang lebih tinggi lagi serta untuk mengurangi besarnya laju aliran udara aerasi guna menghindari besarnya penurunan kadar air biji jagung selama penyimpanan beraerasi.

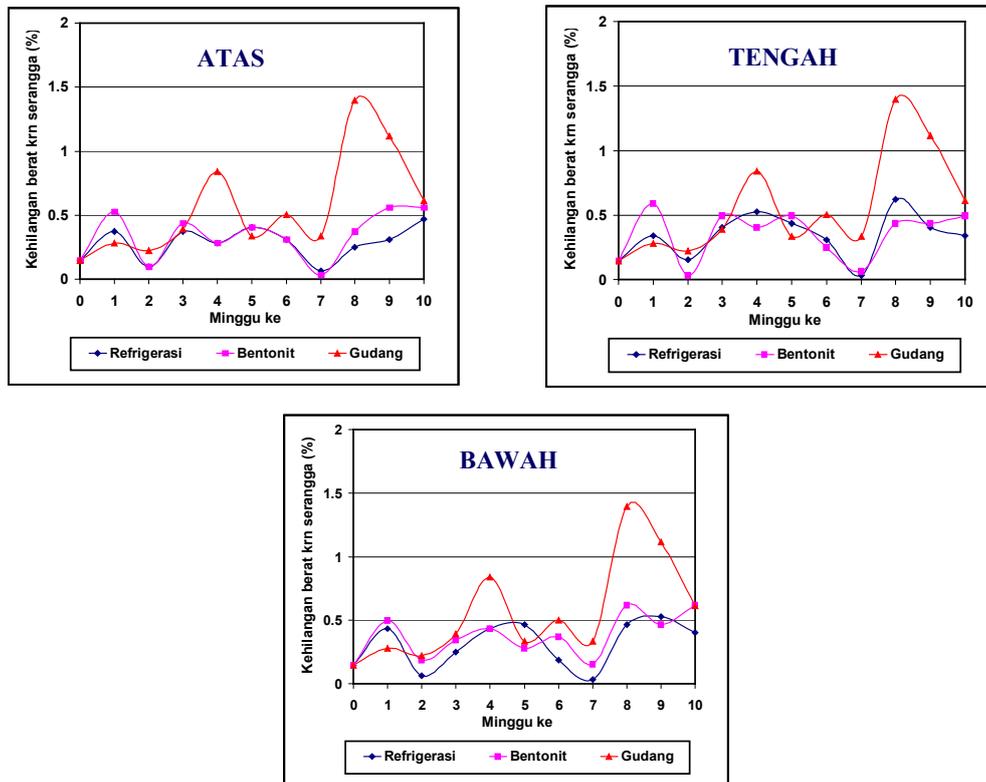


Gambar 6. Perbandingan perubahan kadar air dari penyimpanan dengan aerasi udara dingin, aerasi absorbent bentonit, dan gudang

## 5. Kehilangan berat karena serangan serangga

Tampak dari Gambar 7, bahwa selama sepuluh minggu proses penyimpanan terdapat kecenderungan kenaikan prosentase kehilangan berat bijian karena serangga baik pada silo aerasi udara dingin, aerasi dengan bentonit, maupun penyimpanan dalam gudang. Secara jelas juga dapat dilihat bahwa laju prosentase kehilangan yang terbesar terjadi pada penyimpanan dalam gudang, sedangkan pada penyimpanan dengan aerasi baik udara dingin maupun absorbent bentonit laju kenaikannya relatif rendah. Berdasarkan nilai rata-rata

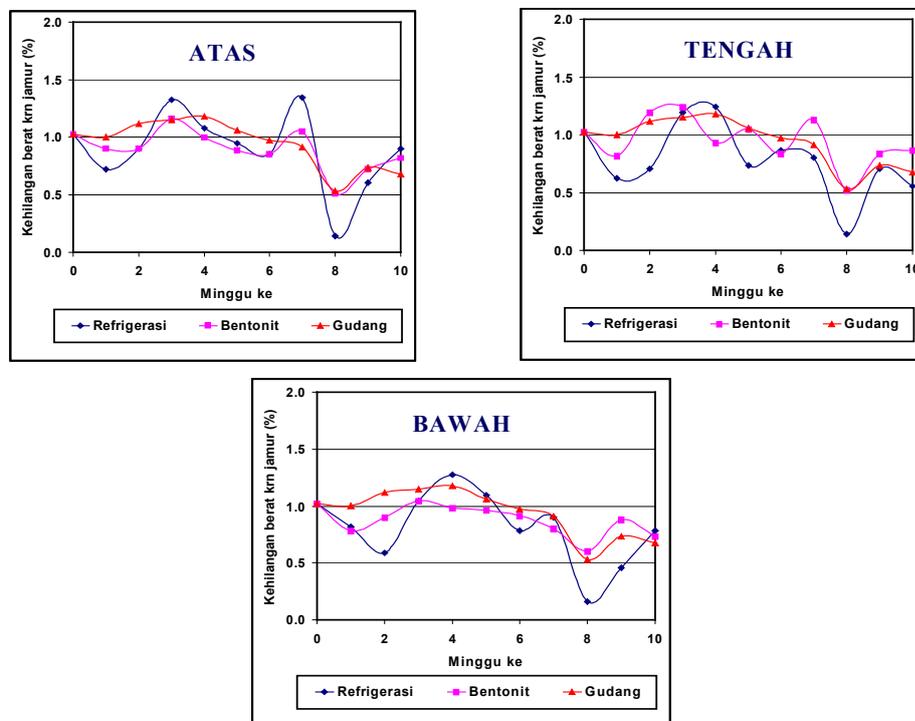
prosentase kehilangan berat karena serangga selama sepuluh minggu penyimpanan diketahui untuk penyimpanan dengan aerasi udara dingin 0,309%, aerasi dengan bentonit 0,354%, dan penyimpanan dalam gudang 0,562%. Analisis statistik menunjukkan, bahwa tingkat serangan serangga antara cara penyimpanan dengan aerasi udara dingin berbeda nyata dengan cara penyimpanan dalam karung, namun tidak berbeda nyata dengan penyimpanan dengan aerasi absorbent bentonit. Kondisi ini menunjukkan, bahwa proses aerasi (terutama aerasi udara dingin) secara nyata mampu menekan prosentase kehilangan berat biji jagung karena serangan serangga. Sekaligus hal ini menunjukkan bukti bahwa penyimpanan curah beraerasi dengan kelembaban maksimum 60% dan temperatur maksimum 28°C cukup aman untuk menghindarkan terjadinya serangan serangga, sebaliknya penyimpanan dengan karung tidak mampu menekan kehilangan berat biji jagung karena serangga.



Gambar 7. Perbandingan perubahan kehilangan berat karena serangan serangga pada penyimpanan dengan aerasi udara dingin, aerasi absorbent bentonit, dan gudang

## 6. Kehilangan berat karena serangan jamur

Gambar 8 menunjukkan prosentase kehilangan berat biji jagung selama penyimpanan karena infestasi jamur. Tingkat kehilangan berat karena serangan jamur secara statistik tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara ketiga cara penyimpanan yang dilakukan. Tidak terlihatnya perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena kadar air jagung yang digunakan cukup rendah yaitu 11,32%, yang secara umum merupakan kadar air yang cukup aman sekalipun untuk penyimpanan dalam karung tanpa perlakuan aerasi. Rata-rata prosentase kehilangan berat karena jamur adalah 0,829%, 0,906%, dan 0,941% berturut-turut untuk penyimpanan dengan aerasi udara dingin, aerasi dengan bentonit, dan penyimpanan dalam gudang. Meskipun secara statistik tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terlihat disini rata-rata prosentase kehilangan berat karena jamur paling rendah adalah pada penyimpanan dengan aerasi udara dingin. Hal ini juga dapat dicermati pada grafik, bahwa kurva untuk penyimpanan beraerasi udara dingin pada beberapa titik terletak paling bawah dibandingkan dengan kurva untuk aerasi bentonit dan gudang. Kondisi kelembaban dan temperatur yang relatif rendah sebagai hasil dari proses aerasi dengan udara dingin, mengakibatkan kondisi ruang simpan tidak sesuai untuk pertumbuhan jamur.



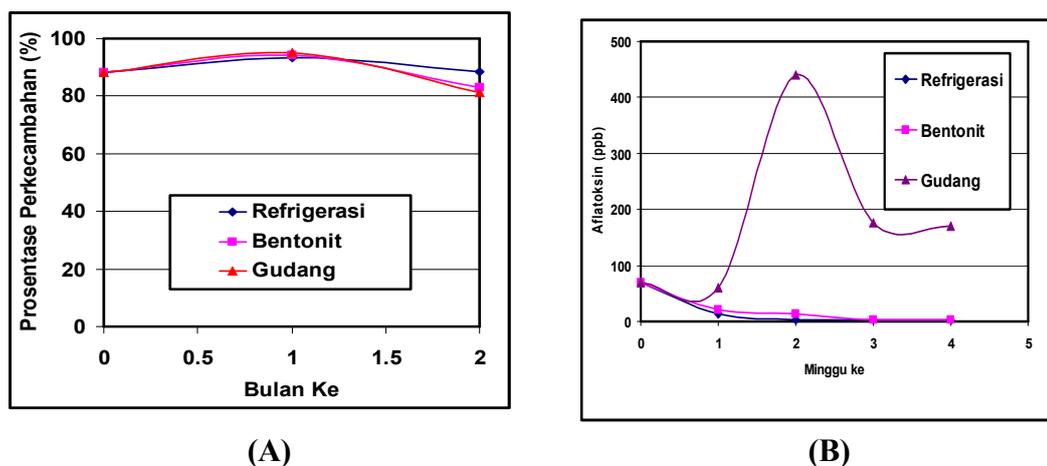
Gambar 8. Perbandingan perubahan kehilangan berat karena serangga jamur pada penyimpanan dengan aerasi udara dingin, aerasi absorbent bentonit, dan gudang

## 7. Perubahan derajat perkecambahan

Gambar 9 (A) menunjukkan adanya kecenderungan bahwa penyimpanan dengan silo beraerasi udara dingin mempunyai prosentase perkecambahan yang lebih tinggi dari pada silo beraerasi absorbent bentonit maupun gudang. Pada silo dengan aerasi udara dingin, rata-rata prosentase perkecambahan selama 2 bulan penyimpanan adalah 89,5%, sedangkan pada aerasi bentonit dan gudang masing-masing 87,1 dan 85,85%. Kondisi ini sekaligus menunjukkan bahwa penyimpanan dengan aerasi udara dingin tidak mengakibatkan kerusakan atau penurunan derajat perkecambahan biji jagung. Berdasarkan hasil analisis statistik diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap prosentase perkecambahan antara ketiga macam cara penyimpanan yang diteliti.

## 8. Tingkat cemaran aflatoksin

Salah satu kriteria penerimaan jagung oleh konsumen adalah tingkat cemaran aflatoksin. Perubahan tingkat cemaran aflatoksin pada jagung selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 9 (B). Tingkat cemaran aflatoksin pada penyimpanan dengan silo baik aerasi refrigerasi maupun bentonit jauh lebih rendah dari pada gudang, serta menunjukkan kecenderungan yang terus menurun. Sampai dengan minggu ke empat cemaran aflatoksin pada silo refrigerasi 3,57 ppb, silo bentonit 2,94 ppb, dan gudang 170,06 ppb. Umumnya batas cemaran aflatoksin maksimum di berbagai negara untuk jagung ditetapkan sebesar maksimum 20 ppb. Aerasi mempunyai keuntungan dalam menghilangkan spot-spot bijian lembab dan bijian berjamur, dan juga membantu dalam pengendalian serangga dengan berbagai cara (Gras et al., 1998).



Gambar 9. Perbandingan perubahan prosentase perkecambahan biji jagung pada penyimpanan dengan aerasi udara dingin, aerasi absorbent bentonit, dan gudang (A), tingkat cemaran aflatoksin pada penyimpanan dengan aerasi udara dingin, aerasi absorbent bentonit, dan gudang (B)

#### **D. KESIMPULAN**

1. Hanya metode aerasi udara dingin yang dapat menciptakan kondisi temperatur dan kelembaban ruang simpan yang memenuhi syarat untuk penyimpanan jagung dengan kadar air 13% w.b., yaitu temperatur maksimum 28°C dan kelembaban maksimum 60%
2. Dengan laju aliran yang digunakan, aerasi udara dingin cukup dioperasikan 5 jam/hari untuk menciptakan kondisi ruang simpan tersebut, dengan konsumsi daya 0,519kWh/hari/ton, sehingga tidak perlu dioperasikan terus menerus selama penyimpanan.
3. Parameter kualitas bijian seperti kadar air, serangan serangga, serangan jamur, derajat perkecambahan, maupun cemaran aflatoxin pada jagung dengan aerasi udara dingin relatif rendah.
4. Perancangan, konstruksi, serta operasional peralatan aerasi udara dingin ini mudah dibuat, murah, dan bahan-bahan tersedia di pasaran .

## DAFTAR PUSTAKA

- Brooker, D.B; Arkema, F.W.B.; dan Hall, C.W. 1992. "Drying and Storage of Grains and Oilseeds", AVI Publishing Company, INC. New York.
- Croissant, R.L. 2006. "Managing Stored Grain", Colorado State University Cooperative Extension-Agriculture. ([www.ext.colostate.edu/pubs/CROPS/00117.html](http://www.ext.colostate.edu/pubs/CROPS/00117.html))
- Darby, J. 1998. "Aeration's Potential", ([www.sgrl.csiro.au/aptc2000/darby-01.pdf](http://www.sgrl.csiro.au/aptc2000/darby-01.pdf))
- Darby, J. 1998. "Putting Grain Aeration in Order with Generalised Aeration Categories", ([www.sgrl.csiro.au/aptc2000/45-darby.pdf](http://www.sgrl.csiro.au/aptc2000/45-darby.pdf))
- Driscoll, R.H. and Szrednicki, G.S. 1998. "Overseas Perspective on Aeration" ([www.sgrl.csiro.au/aptc1998/47-driscoll.pdf](http://www.sgrl.csiro.au/aptc1998/47-driscoll.pdf))
- Gras, P.W.; Kaur, D.A.; Riordan, B.O., Suter, D.A.I.; Thomson, W.K.T. "How and Why to Keep Grain Quality Constant". ([www.sgrl.csiro.au/aptc2000/gas-et.al.pdf](http://www.sgrl.csiro.au/aptc2000/gas-et.al.pdf))
- Katchatourian, O.A and de Oliveira, F.A. 2006. "Mathematical Modelling of Airflow and Thermal State in Large Aerated Grain Storage", J. Biosystems Engineering 95 (2) : 159 – 169.
- Surtikanti. 2004. "Kumbang Bubuk *Sitophilus zeamais* Motsch. (coleoptera : Curculinidae) dan Strategi Pengendaliannya", Journal Litbang Pertanian 23 (4) : 123-129.