

Desain Tungku Biomassa Pada Sistem Pengering Erk-Hibrid Untuk Pengeringan Benih Jarak Pagar.

Design of Biomass Stove on Hybrid-Greenhouse Effect Dryer System to Dry Seed of Castor Oil Plant.

Muh. Tahir¹ dan Wahyu Purnama²

Abstract

This research was designing a unit of biomass stove which was rising heat used on greenhouse effect dryer system. The heat of drying system then utilized to dry seed with a certain Celsius degree; average of 40 °C and constantly due to effect of temperature controller. The result of the designed system indicated that level of castor oil plant drying temperature was 38 - 41 °C. The stove's efficiency to the heat exchanger had 74.0 % and the efficiency of heat exchanger to the drying system had 57,3 %. The viability testing of castor oil plant seed which had been drying yield 90 % growing showed the ability to reduce dormant. Another treatment of the seed to remain into water for 6 hours before planted is not suggested.

Keywords: Stove, dryer, seed, dormant, castor oil plant

Diterima: 24 Juli 2009; Disetujui: 25 Januari 2010

Pendahuluan

Salah satu pengering tipe hibrid yang banyak di kembangkan adalah mekanisme efek rumah kaca dengan kombinasi sumber panas surya dan biomassa. Pengering jenis ini memiliki keuntungan dari segi biaya operasional pembangkitan panas yang rendah karena memanfaatkan ketersediaan energi surya dan biomassa yang melimpah di negara tropis seperti Indonesia.

Penggunaan sumber energi panas dengan sistem kombinasi dimaksudkan untuk mengatasi kondisi ketersediaan sinar surya yang terpengaruh oleh cuaca. Cuaca mendung, hujan dan saat malam hari menyebabkan tidak tersedianya energi surya sehingga perlu digantikan oleh sumber energi lain seperti biomassa. Penggunaan energi biomassa dilakukan dengan teknik konversi panas melalui sebuah tungku pembakaran. Panas yang dihasilkan pada tungku kemudian diarahkan ke ruang pengering baik secara langsung ataupun melalui mekanisme penukar panas. Energi lain yang digunakan adalah listrik untuk menggerakkan kipas, sistem kontrol dan instrumen ringan lainnya. Penggunaan energi listrik diupayakan sekecil mungkin mengingat biayanya yang relatif mahal.

Upaya-upaya meminimalkan penggunaan energi berbiaya mahal dan memaksimalkan penggunaan energi yang murah untuk proses pengeringan yang optimum adalah konsep yang harus diterapkan

pada suatu disain alat pengering. Kendala yang sering ditemukan pada kasus penggunaan energi biomassa dengan sistem konversi panas tungku adalah suplai panas yang fluktuatif dan ketidakpraktisan penanganan khususnya arang pada rancangan tungku konvensional. Penerapan teknik pengontrolan dalam kegiatan pengujian ini ditujukan untuk mengatasi suhu yang berfluktuatif tersebut.

Kebutuhan benih dalam negeri terus meningkat seiring dengan peningkatan usaha budidaya dalam memenuhi kapasitas produksi yang diperlukan. Disisi lain upaya menghasilkan benih yang siap sebar masih terkendala dengan karakteristik internal genetika tanaman. Biji yang diperuntukkan sebagai benih memiliki sifat dormansi yang menyebabkan tenggang waktu yang menyebabkan keterlambatan dalam penyiapan benih tersebut. Dormansi, yaitu peristiwa dimana benih tersebut mengalami masa istirahat (Dorman). Selanjutnya didefinisikan bahwa Dormansi adalah suatu keadaan dimana pertumbuhan tidak terjadi walaupun kondisi lingkungan mendukung untuk terjadinya perkecambahan. Dalam upaya untuk mematahkan masa dormansi ini maka perlakuan-perlakuan fisik seperti pengeringan menjadi mutlak untuk dilakukan.

Untuk biomassa, semakin panjang jalur konversi yang ditempuh maka makin kecil efisiensinya menjadi energi. Konversi biomassa menjadi energi

¹ Jurusan Agroteknologi-FAPERTA Universitas Negeri Gorontalo (UNG). Email: muhtahirlaw@gmail.com

² Staf Surfactant and Bioenergy Research Center (SBRC) Bogor

panas dengan cara pembakaran langsung dalam tungku dapat mencapai efisiensi sekitar 40%. Bentuk biomassa dimana makin besar kandungan zat arang per satuan bobotnya, makin baik fungsi bahan tersebut sebagai sebagai bahan bakar. Akan tetapi besar kecilnya energi pembakaran dipengaruhi pula oleh beberapa faktor lain seperti (Abdullah, dkk., 1998):

- a. Sempurna atau tidaknya pembakaran berlangsung; artinya semua zat arang dan oksigen bereaksi menjadi CO₂.
- b. Terjadinya pembakaran habis (complete combustion) dimana bahan bakar terbakar habis tetapi zat oksigen yang diperlukan untuk pembakaran tidak semuanya bereaksi menjadi CO₂.

Rancangan tungku tipe hisap yang ada adalah tungku yang ditempatkan pada sudut ruangan bagian belakang dari pengering hibrid yang diujicoba pada pengeringan jagung tongkol di Gorontalo. Panas yang dihasilkan dari tungku tersebut dengan bahan bakar arang tempurung kelapa langsung berada pada ruangan terisolasi dan selanjutnya dihembuskan ke bak tumpukan jagung tongkol melalui ruang plenum bagian bawah. Dengan laju pengumpanan arang sebesar 0.8 kg/jam akan mensuplai dan mempertahankan panas pada tingkat 60.7 oC di ruang plenum pengeringan dari suhu lingkungan berkisar 30.2 oC (Tahir, 2009).

Perbedaan dengan tungku yang dirancang adalah bahwa panas yang dihasilkan oleh tungku selanjutnya melalui penukar panas sebelum panas tersebut dimanfaatkan untuk pengeringan bahan.

Penukar panas yang digunakan dalam pengujian ini adalah jenis tertutup atau recuperator. Pada jenis ini arus fluida panas dan arus fluida dingin tidak saling bersentuhan secara langsung melainkan dipisahkan oleh dinding tabung atau suatu

permukaan yang dapat datar atau melengkung dengan beberapa cara. Konfigurasi aliran fluida penukar panas ini termasuk aliran silang (crossflow) yakni kedua fluida mengalir saling tegak lurus.

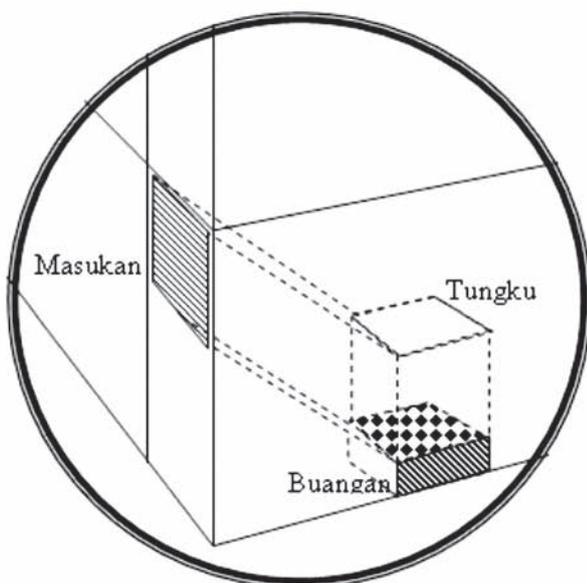
Beda temperatur rata-rata ogaritmik yang terbentuk seperti pada diagram adalah rasio $(\Delta T_2 - \Delta T_1) / \ln(\Delta T_2 - \Delta T_1)$. Dengan demikian maka persamaan pindah panas (q; Watt) pada penukar panas (Heat Exchanger) adalah (Welty J.R et al., 2004) :

$$Q = UA \Delta T_{lm} \tag{1}$$

Dimana : U = koefisien transfer-panas keseluruhan (W/m²K)
 A = luas daerah kontak (m²)
 ΔT_{lm} = beda temperatur rata-rata logaritmik (K)

$$\Delta T_{lm} = \frac{(TH_2 - TC_2) - (TH_1 - TC_1)}{\ln \left(\frac{TH_2 - TC_2}{TH_1 - TC_1} \right)}$$

Potensi tanaman jarak yang cukup besar perlu mendapat dukungan penelitian, yang selama ini belum banyak dilakukan. Untuk mendukung pengembangan dan budidayanya maka dibutuhkan bibit yang bermutu dalam jumlah yang banyak dan dapat disediakan dalam waktu singkat. Sumber pertanaman yang dapat tersedia dalam jumlah besar dan murah dengan menggunakan benih sebagai bibit. Namun benih jarak memiliki sifat dormansi, walaupun dormansi benih merupakan sifat alami untuk dapat bertahan hidup agar spesiesnya tetap lestari, tetapi sifat dormansi benih tersebut dapat mengganggu pelaksanaan kegiatan pembibitan.



Gambar 1. Tungku tipe hisap (Tahir, 2009)

Dormansi benih dapat disebabkan antara lain adanya impermeabilitas (ketidakmampuan menyerap) kulit benih terhadap air dan gas (oksigen), embrio yang belum tumbuh secara sempurna, hambatan mekanis kulit benih terhadap pertumbuhan embrio, belum terbentuknya zat pengatur tumbuh atau karena ketidakseimbangan antara zat penghambat dengan zat pengatur tumbuh di dalam embrio (Villers, 1972). Kondisi dormansi mungkin dibawa sejak benih masak secara fisiologis ketika masih berada pada tanaman induknya atau mungkin setelah benih tersebut terlepas dari tanaman induknya. Dormansi pada benih dapat disebabkan oleh keadaan fisik dari kulit biji dan keadaan fisiologis dari embrio atau bahkan kombinasi dari kedua keadaan tersebut. Secara umum menurut Justice (1990) dormansi dikelompokkan menjadi 3 tipe yaitu innate dormansi (dormansi primer), induced dormansi (dormansi sekunder) dan enforced dormansi. Sedangkan menurut Sutopo (2004) Dormansi dikelompokkan menjadi 2 tipe yaitu dormansi fisik, dan dormansi fisiologis. Dormansi Fisik disebabkan oleh pembatasan struktural terhadap perkecambahan biji, seperti kulit biji yang keras dan kedap sehingga menjadi penghalang mekanis terhadap masuknya air atau gas-gas ke dalam biji. Lebih lanjut Sutopo (2004) menjelaskan bahwa tahap pertama suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air, melunaknya kulit benih dan hidrasi dari protoplasma.

Metode Penelitian

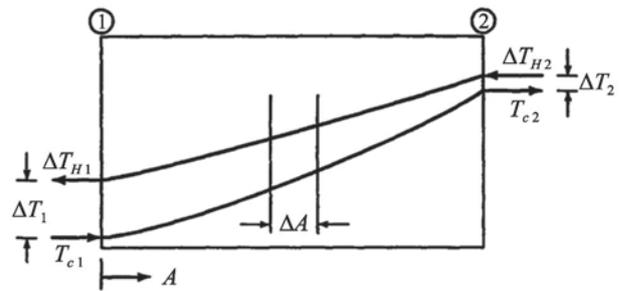
Percobaan dilakukan dengan terlebih dahulu merancang dan membangun tungku tipe hisap dan rangkaian elektronik pengendali blowernya. Rancang bangun dilakukan di bengkel dan laboratorium TEP Leuwikopo - Bogor. Pengujian alat hasil desain dilakukan pada sebuah pengering rumah kaca dengan mengeringkan benih jarak pagar. Benih jarak pagar kering selanjutnya dilakukan pertanaman untuk melihat daya kecambah sebagai efek atau pengaruh pengeringan dalam mematahkan faktor dormansi benih.

Uji Hasil Desain dan Bahan

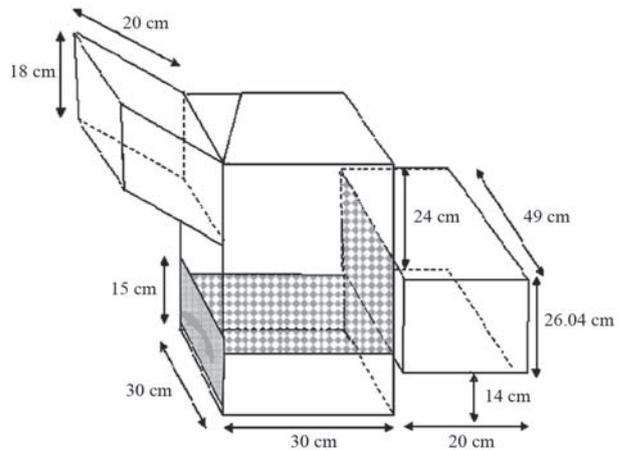
Pengujian hasil desain dilakukan dengan mengukur beberapa parameter terkait seperti suhu, kecepatan aliran udara, laju bahan bakar biomassa dan kadar air bahan. Suhu yang akan diukur meliputi suhu udara ruang pengering, suhu tungku, cerobong asap dan lingkungan.

Uji daya tumbuh benih hasil pengeringan (viabilitas benih)

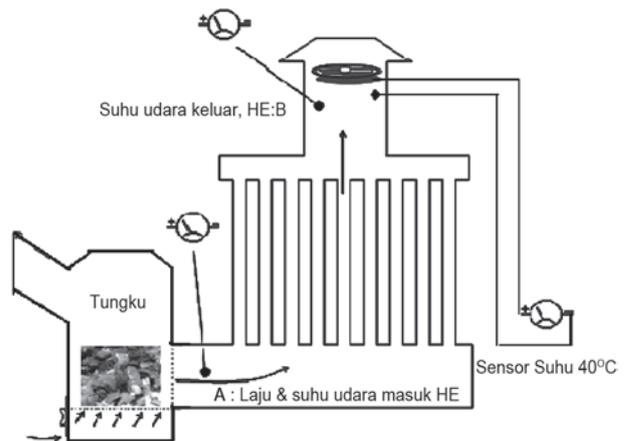
Benih yang dikeringkan kemudian diuji viabilitasnya untuk mengetahui pengaruh pengeringan terhadap daya kecambah benih.



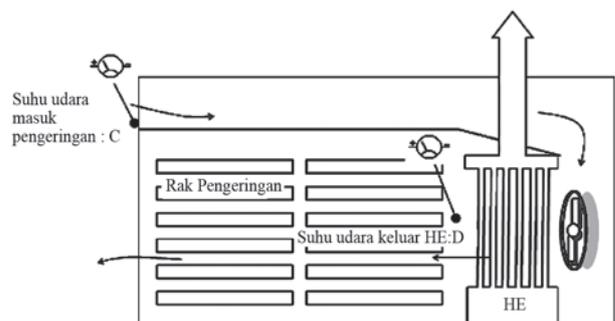
Gambar 2. Diagram temperatur vs. luas daerah kontak untuk analisis aliran



Gambar 3. Viktorial desain tungku



Gambar 4. Penampang tungku, penukar panas dan sistem kontrol



Gambar 5. Penampang ruang pengeringan ERK

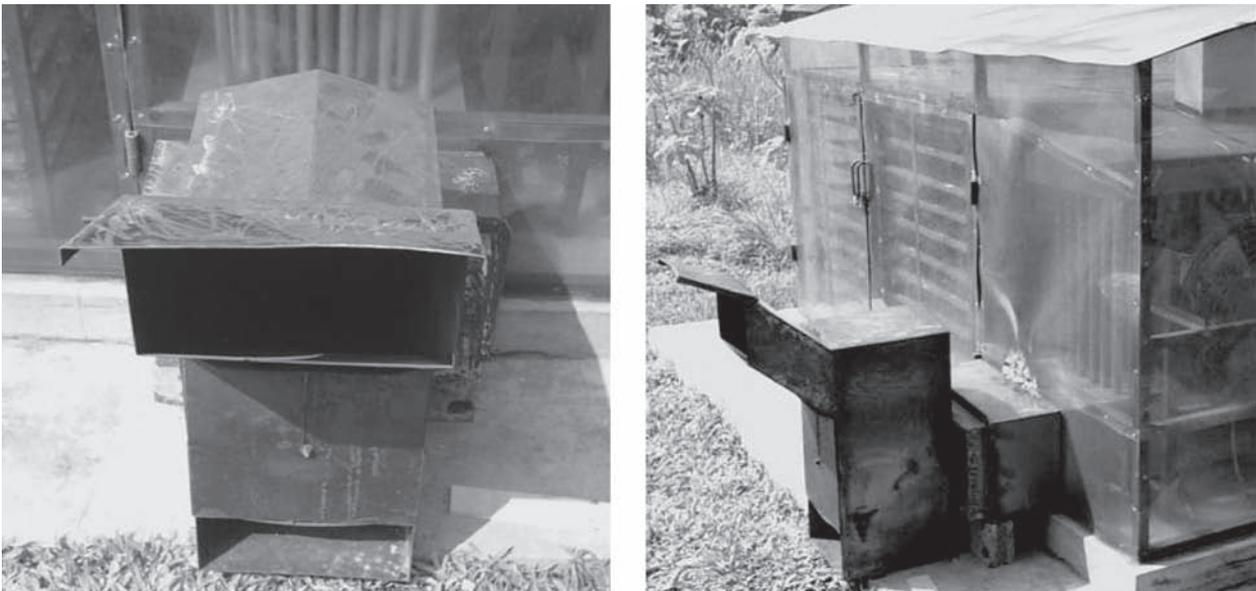
Benih ditanam dalam 4 bak media yang diberi kode: KA 10 % ToJo : benih jarak hasil pengeringan kadar air 10 % basis basah ditanam di media tanpa perlakuan perendaman (jumlah yang ditanam 86). KA 10 % Tbj6: benih jarak hasil pengeringan kadar air 10 % ditanam di media dengan perlakuan perendaman 6 jam (jumlah yang ditanam 77). Untuk membandingkan, maka ditanam pula benih jarak yang tidak dikeringkan, yang diperoleh dari hasil panen langsung. Bak yang ditunjukkan sebagai kontrol dan pembanding adalah KA 30 % ToJo : benih jarak hasil pengeringan kadar air 10 % basis basah ditanam di media tanpa perlakuan perendaman (jumlah yang ditanam 70). KA 30 % Tbj6 : benih jarak hasil pengeringan kadar air 10 %

ditanam di media dengan perlakuan perendaman 6 jam (jumlah yang ditanam 70).

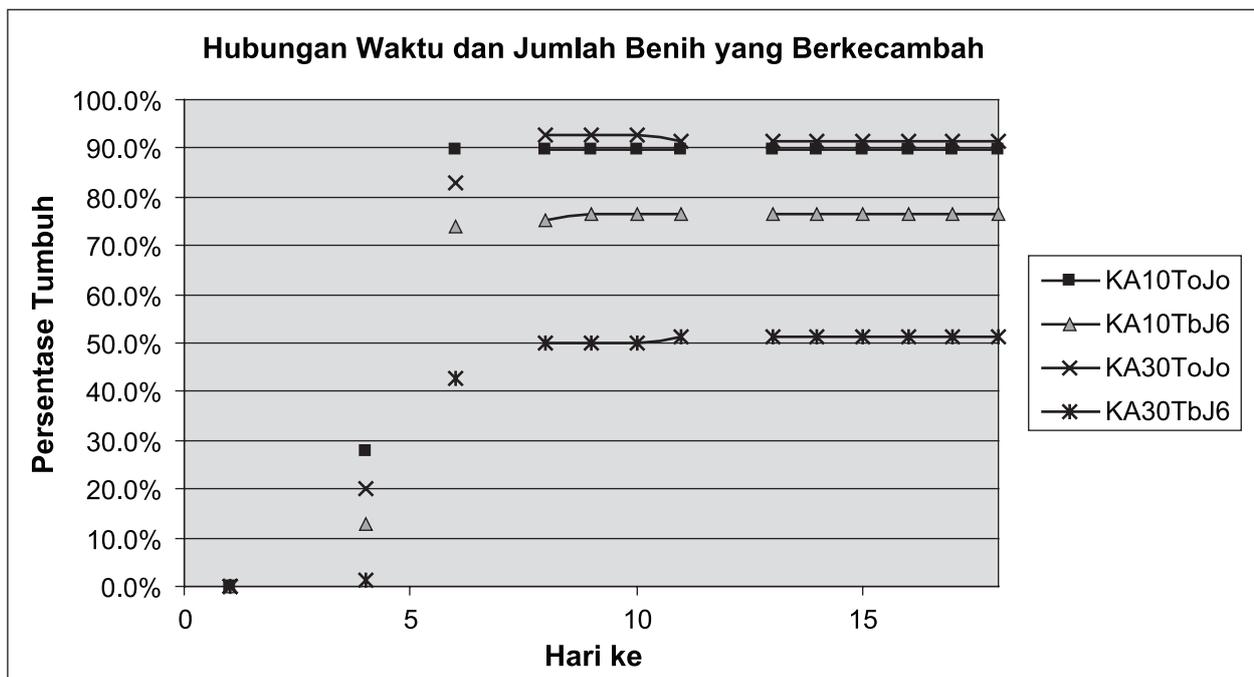
Hasil Dan Pembahasan

Sistem tungku

Sistem tungku dimaksudkan untuk membangkitkan panas pengeringan bagi sistem pengering efek rumah kaca yang digunakan untuk mengeringkan benih biji jarak. Tungku menggunakan bahan-bakar biomassa berupa arang kayu dengan ruang pembakaran terhubung ke penukar panas (heat exchanger).



Gambar 6. Tungku biomassa hasil disain



Gambar 7. Grafik suhu sistem pengeringan

Sistem Pengendalian Suhu Melalui Penukar Panas

Penukar panas (heat exchanger) berfungsi untuk menghasilkan udara panas pengeringan yang bersih melalui kontak udara bersih pada pipa-pipa yang panas karena didalamnya terdapat aliran udara panas pembakaran yang bercampur asap. Dengan sistem ini terbentuk aliran udara panas yang bersih untuk mengeringkan bahan dan aliran udara panas bercampur asap pada jalur lain menuju cerobong buangan. Aliran udara panas yang bersih digerakkan oleh blower yang bergerak tetap sepanjang pengeringan sedangkan aliran udara panas dan asap digerakkan oleh blower yang bergerak dan diam sesuai dengan tingkatan suhu yang diharapkan dalam ruang pengeringan. Jika suhu mendekati 40 °C dan cenderung meningkat maka blower akan berhenti sedangkan jika suhu berkurang dan menjauhi 40 °C maka blower akan bergerak. Dengan demikian maka kondisi udara pengeringan memiliki pola 'on/off' pada tingkat suhu acuan.

Kinerja Sistem Pengeringan

Dalam Penelitian ini pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air benih jarak pagar. Hasil pembacaan data pengukuran pengeringan benih jarak pagar menghasilkan pola grafik pengukuran sebagai berikut :

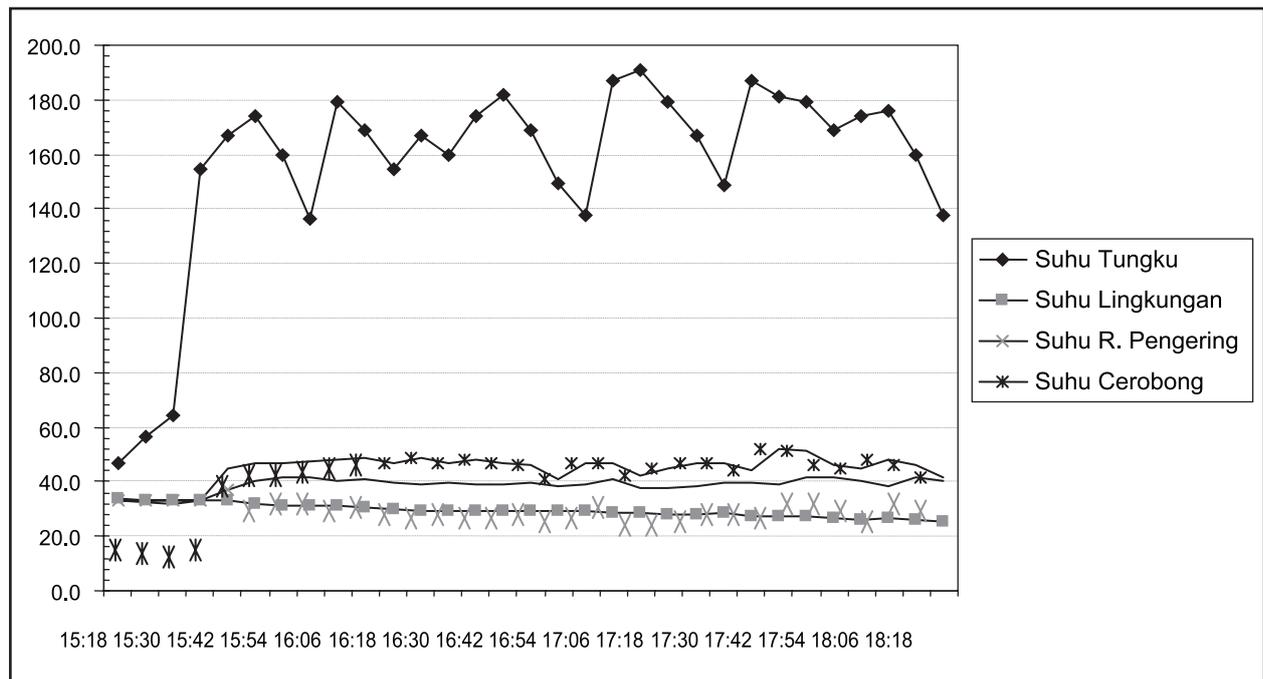
Penetapan suhu 40 °C untuk menghindari kerusakan benih pada suhu tinggi, selain itu untuk memecahkan dormansi benih dengan perlakuan suhu. Suhu ini ditetapkan berdasarkan penelitian Brown dkk., bahwa benih secara umum dapat dipatahkan dormansinya pada perlakuan suhu penyimpanan 40 °C.

Dari grafik pola suhu tersebut pengeringan dilakukan dari pukul 15.18 hingga 18:18 dengan mengontrol suhu pengeringan melalui penempatan sensor di cerobong pengeluaran. Pola grafik kontrol di ruang pengering berkisar antara 38 – 41 °C. Selama 3 jam pengeringan mampu mengurangi kadar air dari massa awal benih sejumlah 9.75 kg, setelah dikeringkan menjadi 7.51 kg atau dari 30.21 % basis basah menjadi 9.54 % basis basah.

Panas yang dibangkitkan melalui pembakaran tungku bersumber dari kalor arang kayu dengan nilai kalor 26.937 kJ/kg (Nelwan L.O, 2005). Energi yang ditimbulkan selama 3 jam pembakaran dengan laju 1,33 kg/jam adalah (q1=) 9976,7 J/detik (Watt). Sedangkan energi yang diteruskan ke penukar panas sebesar 7380 Watt sehingga diperoleh efisiensi sebesar 74,0 %. Energi yang sampai ke udara pengeringan melalui penukar panas sebesar 4229,4 Watt sehingga efisiensinya diperoleh sebesar 57,3 %.

Daya Kecambah (Viabilitas) Benih yang Dikeringkan

Uji perkecambahan benih jarak yang dikeringkan menunjukkan hasil bahwa persentase tumbuh benih pada hari ke 4 sudah mulai tumbuh benih 27 % dari total benih yang ditanam sedangkan benih kontrol tanpa pengeringan persentase tumbuhnya baru mencapai 20 %. Dari kajian ini dihasilkan pendugaan bahwa teori peneliti sebelumnya memang benar bahwa dormansi benih dapat dipatahkan dengan perlakuan suhu 40 °C. Pola pertumbuhan benih pengeringan dan kontrol setelah hari ke 6 hingga umur 2 minggu menunjukkan persentase yang hampir sama. Selama pengamatan penampakan dan keseragaman pertumbuhan KA10ToJo



Gambar 8. Grafik perkecambahan benih jarak pagar

menunjukkan pola pertumbuhan yang seragam, dan hampir sama sebagaimana terlihat pada gambar 8 dan 9 (a), (b), (c) berikut.

Sedangkan pola pertumbuhan benih jarak tidak dikeringkan (kontrol) yang langsung ditanam setelah panen menunjukkan pola pertumbuhan yang tidak seragam dan bervariasi sebagaimana terlihat pada gambar 9 (d) berikut ini.

Berdasar teori dan penelitian benih lainnya bahwa salah satu cara untuk mematahkan dormansi dengan merendam benih selama waktu tertentu, hal ini dengan tujuan melunakkan kulit benih dan memudahkan imbibisi air sehingga biji dapat dengan mudah masuk dan keluar melalui pori-pori kulit benih. Namun teori tersebut berlaku spesifik untuk benih-benih tertentu dan untuk benih jarak pagar hingga saat penelitian ini belum dilakukan. Dengan demikian maka pada pengujian viabilitas atau daya kecambah penelitian ini dilakukan percobaan perendaman selama 6 jam untuk benih

hasil pengeringan, gambar 10. (a) dan benih tidak dikeringkan (kontrol) gambar 10. (b).

Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa perlakuan perendaman tidak mengurangi dormansi benih justru menghambat perkecambahan benih. Sehingga perlakuan perendaman dalam hal ini tidak disarankan.

Kesimpulan

1. Desain tungku pembakaran biomassa mampu mengeringkan benih jarak pagar dengan suhu pengaturan di ruang pengering berkisar 39,5 °C.
2. Sistem tungku hasil desain yang dipadukan dengan penukar panas (heat exchanger) mampu mengeringkan benih jarak pagar dari kadar air 30 % basis basah hingga mencapai 10 % basis basah selama 3 jam.



Gambar 9. Perlakuan benih (a), (b), (c) dan kontrol (d)



Gambar 10. Perendaman 6 jam (a) dan kontrol (b)

3. Efisiensi tungku sebesar 74,0 % sebagai perbandingan energi yang masuk ke penukar panas dengan energi kalor pembakaran arang ditungku selama 3 jam. Sedangkan efisiensi Penukar Panas sebesar 57,3 % sebagai perbandingan energi yang masuk ke ruang pengering dengan energi yang diterima oleh penukar panas.
4. Uji perkecambahan benih dengan pengeringan suhu terkendali mampu mematahkan dormansi benih hingga mampu berkecambah sampai 90 % dari total yang ditanam.
5. Hasil perendaman benih baik dengan pengeringan maupun tanpa pengeringan akan menurunkan perkecambahan benih hingga benih yang tumbuh hanya 52 % sehingga perlakuan tersebut tidak disarankan.

Daftar Pustaka

- Abdullah K., dkk.1998. Energi dan Listrik Pertanian. JICA-DGHE/IPB PROJECT/ ADAET: JTA-9a(132). Fateta IPB, Bogor.
- Justice, Oren. L. 1990. Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih. Penerjemah, Rennie Roesli.Jakarta.
- Nelwan L.O., 2005. Study on solar-assisted dryer with rotating rack for cocoa beans. Dissertation. The Graduate School. IPB. Bogor.
- Sutopo L. 2004. Teknologi Benih. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Tahir, M. 2009. Rancang bangun sistem pengering energi surya dan biomassa dengan kontrol suhu untuk pengeringan biji-bijian. Jurnal Agrosains Tropis, Vol. 4 No. 1 : Januari 2009 (11 – 16).
- Welty J.R., Wicks C.E., Wilson R.E., Rorrer G., 2004. Dasar-dasar fenomena transport . Edisi keempat terjemahan. Penerbit Erlangga. Jakarta.