



## Inovasi Pembuatan Alat Pengering Kemiri Tipe Tungku Pembakaran Biomassa dengan Memanfaatkan Limbah Cangkang Kemiri dan Bonggol Jagung sebagai Bahan Bakar

I Kadek Widiasta<sup>1</sup>\*, Mietra Anggara<sup>1</sup>, Wiryana Sarwana<sup>1</sup>, Amri Hidayat<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Rekayasa Sistem, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Teknologi Sumbawa

### Kata kunci

Kemiri  
Pembuatan Alat  
Pengering Kemiri  
Temperatur Bahan Bakar  
Kadar Air Kemiri

### ABSTRAK

Kemiri merupakan tanaman yang bijinya dimanfaatkan sebagai sumber minyak dan rempah-rempah. Rata-rata masyarakat di Dusun Punik, Kabupaten Sumbawa berprofesi sebagai petani kemiri. Proses pengeringan kemiri masih tradisional, penjemuran memakan waktu hingga 2 hari pada musim panas dan lebih dari 4 hari pada musim hujan untuk kapasitas 100 kg. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan teknologi yang sesuai untuk meningkatkan produktivitas proses pengeringan cangkang kemiri, dengan memanfaatkan limbah biomassa cangkang kemiri dan tongkol jagung sebagai bahan bakarnya. Pembuatan alat pengering kemiri jenis kompor biomassa diawali dengan perancangan, dilanjutkan dengan pembuatan rangka, pipa panas, kotak pengering kemiri, pemasangan badan, pengecatan badan dan perakitan sistem kendali Arduino ATmega328. Pengujian suhu, penggunaan cangkang kemiri memberikan suhu konstan pada suhu rata-rata 55-67°C. Pada penggunaan tongkol jagung terjadi suhu yang relatif tidak stabil, dengan suhu rata-rata 60-80°C. Kadar air pengeringan dikendalikan oleh bahan bakar dari cangkang kemiri, dalam hal ini kadar air kemiri diperkirakan sebesar 3,7% dan selama pengeringan tongkol jagung hingga 3,5%. Dari sini dapat disimpulkan bahwa untuk proses perengkahan kemiri, nilai kadar air kemiri yang sesuai adalah 3,7% dari penggunaan bahan bakar biomassa cangkang kemiri.

### \* Corresponding author:

I Kadek Widiasta (email: [ikadewidiasta@gmail.com](mailto:ikadewidiasta@gmail.com))

Diterima: 4 Januari 2024

Disetujui: 19 Februari 2024

Dipublikasikan: 29 Februari 2024

## 1 Pendahuluan

Sektor pertanian merupakan sektor yang strategis dan mempunyai peranan penting dalam perekonomian negara dan kelangsungan hidup masyarakat, terutama sebagai pemberi pengaruh terhadap produk domestik bruto (PDB), sebagai pemasok pangan dalam negeri [9]. Kemiri merupakan salah satu tanaman perkebunan andalan di Provinsi Nusa Tenggara Barat karena merupakan komoditas ekspor. Luas perkebunan pohon lilin seluas 3.711,80 hektar dan total produksi kayu sebanyak 2.228,06 ton per tahun. Khusus di Kabupaten Sumbawa, luas areal dan total produksi kemiri seluas 969,00 hektar dan total produksi spindel sebesar 452,03 ton per tahun [2]. Energi biomassa merupakan sumber energi dari sumber daya alam yang dapat diregenerasi untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif [12]. Biomassa dapat diubah menjadi energi (panas atau listrik) atau pembawa energi (batubara, minyak dan gas) dengan bantuan teknologi [7]. Menurut [4], biomassa adalah semua bahan organik yang terdapat di permukaan tanah seperti kayu, alga, kotoran hewan dan lain-lain yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku energi. Banyak sekali kulit kemiri yang dihasilkan dari semua pengolahan biji kemiri tersebut, namun hal tersebut belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu perlu diupayakan pemanfaatan cangkang tersebut sedemikian rupa agar tidak menjadi limbah [14]. Dengan demikian, jumlah limbah tongkol jagung terus meningkat. Tongkol jagung mengandung energi sebesar 3500-4500 kkal/g dan dapat mencapai suhu tinggi selama pembakaran, hingga 205°C [3]. Dusun Punik merupakan sebuah desa yang terletak di Kecamatan Batulanteh, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Penduduk Dusun Punik sebagian

besar berprofesi sebagai petani. Hasil panen kacang candela kemudian dijual langsung ke pengepul desa. Mesin pengering tradisional masih digunakan untuk mengeringkan kemiri. Alat pengering tradisional ini terbuat dari batu bata dan dimasukkan ke dalam oven berbentuk persegi panjang, kemudian di bagian atas oven terdapat kisi-kisi besi yang digunakan untuk menampung kemiri yang dapat langsung dikeringkan seberat 100kg, menggunakan uap panas, membakar cangkang lilin. Proses pengeringan kemiri dengan cara tradisional dalam 1 hari berbeda-beda sesuai musim, membutuhkan waktu 6 jam pada musim panas (kemarau) dan 7-8 jam pada musim hujan, jika curah hujan cukup tinggi maka dilakukan proses pengeringan, adalah, belum selesai Akumulasinya berlangsung hingga 2 hari pada musim panas dan lebih dari 4 hari pada musim hujan.



Gambar 1 Alat pengering kemiri tradisional milik masyarakat

Dalam penelitian ini memiliki tujuan untuk menciptakan inovasi alat pengering kemiri, mengetahui perbandingan temperatur dari masing-masing bahan bakar yang digunakan, dan mengetahui kadar air kemiri dari penggunaan alat pengering kemiri tipe tungku pembakaran biomassa dengan memanfaatkan limbah cangkang kemiri dan bonggol jagung sebagai bahan bakar.

### **Kemiri**

Kemiri (*Aleurites moluccana* Willd) merupakan tanaman dari keluarga Euphorbiceae. Kemiri awalnya berasal dari Hawaii kemudian menyebar ke Polinesia Barat lalu ke Indonesia dan Malaysia. [8] kemiri memiliki kandungan yang cukup banyak namun 60% didominasi oleh kandungan lemaknya, itu sebabnya kemiri banyak dimanfaatkan minyaknya, sebagai obat maupun sebagai bahan pengental masakan, bagian dari kemiri juga memiliki manfaat sebagai obat yaitu biji, kulit, dan daun karena mengandung: gliserida, asam linoleate, palmitat, stearate, miristat, asam minyak, protein vit b1 dan zat lemak. Biji kemiri yang telah ditumbuk dapat digunakan sebagai bahan pembuatan sabun, sebagai perangsang pertumbuhan rambut dan sebagai bahan aditif dalam perawatan rambut [6].

### **Alat Pengering Kemiri**

Mesin pengering kemiri merupakan suatu mesin yang prosesnya menggunakan pembakaran bahan bakar biomassa dalam suatu tungku, kemudian dipanaskan hasil pembakarannya dialirkan ke dalam ruang bakar melalui tabung yang dikendalikan oleh kipas angin, dan terjadilah proses pengeringan. Pengeringan secara mekanis (pengeringan buatan) menggunakan tambahan panas memberikan beberapa keuntungan diantaranya tidak tergantung cuaca, kapasitas pengering dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan, tidak memerlukan tempat yang luas, serta kondisi pengeringan dapat dikontrol [10].

### **Proses Pengeringan**

Pengeringan merupakan suatu cara menghilangkan atau menghilangkan sebagian besar air dari suatu bahan padat dengan cara menguapkan sebagian besar air yang terkandung di dalamnya dengan menggunakan panas. [5] pengolahan tradisional kemiri dengan menjemur kemiri dibawah sinar matahari hingga mencapai kadar air 6%. Untuk mengatasi hal tersebut pengolahan kemiri dapat dibantu menggunakan mesin pengering.

### **Sensor Suhu DHT22**

DHT22 merupakan sensor yang dapat mengukur suhu dan kelembaban. Sensor berikut mempunyai keluaran berupa sinyal digital. Sensor DHT22 ini memiliki pengaturan yang sangat presisi, membayar pengaturan suhu ruangan dengan nilai yang tersimpan dalam memori OTP yang terintegrasi. DHT22 dapat mengukur suhu antara -40 hingga 80°C dan kelembaban udara antara 0-100% dengan hasil dari penelitian tersebut sistem yang dibuat

mampu mengukur suhu dari -40°C sampai 80°C dengan ketelitian ±0,1°C dan kelembaban dari 0% sampai 100% dengan ketelitian ±5% [11].

**Kadar Air**

Pengeringan kemiri dilakukan untuk menurunkan kadar air hingga mencapai kadar air tertentu sehingga dapat memperlambat kerusakan kemiri. Kandungan kemiri yang paling sesuai pada proses pemecahan kemiri adalah antara 4-5% [15]. Selain suhu dan waktu pengeringan, keutuhan biji kemiri yang dipecah juga dipengaruhi oleh mutu kemiri, kadar air, keterampilan pengupasan dan perlakuan pendahuluan seperti suhu pembekuan dan waktu pembekuan [1].

Kadar air dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Massa}_{awal} - \text{Massa}_{akhir}}{\text{Massa}_{awal}} \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan:

M<sub>awal</sub> = Masa awal (gram)

M<sub>akhir</sub> = Masa akhir (gram)

**2 Metode Penelitian**

**2.1 Waktu dan Tempat**

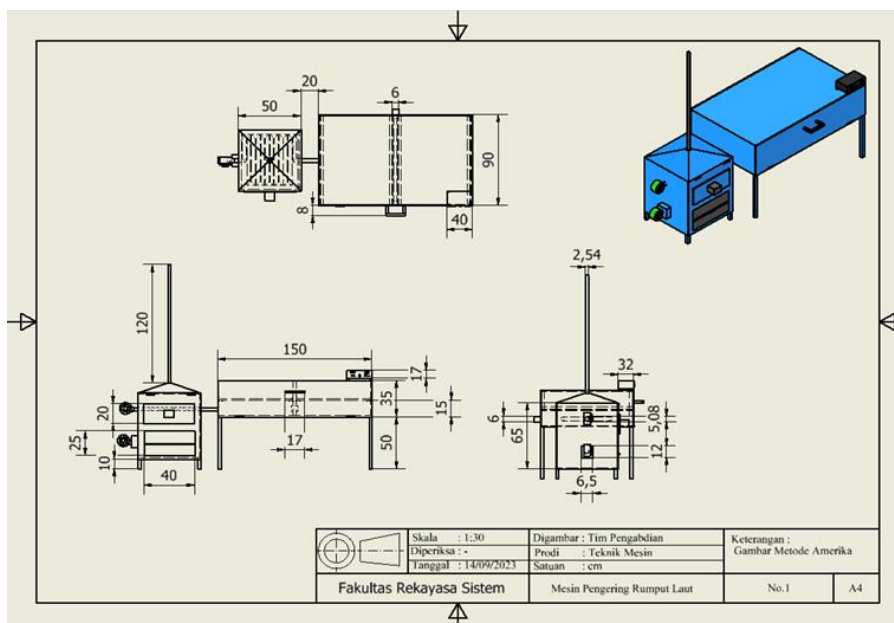
Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November-Desember 2023 di Workshop Teknik Mesin Universitas Teknologi Sumbawa.

**2.2 Observasi ke Pengepul Kemiri Di Dusun Punik**

Observasi ke masyarakat pengepul kemiri di dusun punik dengan langsung melakukan wawancara untuk mengumpulkan data permasalahan yang dialami oleh masyarakat pengepul kemiri dan kemudian melakukan pengecekan terhadap alat pengering milik masyarakat

**2.3 Desain dan Dimensi Mekanik Alat Pengering Kemiri dengan Tipe Tungku Pembakaran Biomassa**

Proses pembuatan desain alat pengering kemiri menggunakan softwer AutoCAD Mechanical 2023.



Gambar 2 Desain inovasi alat pengering kemiri tipe tungku pembakaran biomassa.

Tabel 1 Dimensi Mekanik Pengering Kemiri.

No	Dimensi Mekanik	Satuan (cm)
1	Panjang	90 cm
2	Lebar	150 cm
3	Tinggi	85 cm

Tabel 2 Dimensi Mekanik Tungku Pembakaran Biomassa.

No	Dimensi Mekanik	Satuan (cm)
1	Panjang	60 cm
2	Lebar	50 cm
3	Tinggi	65 cm

#### 2.4 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan alat pengering kemiri tipe tungku pembakaran biomassa, adalah sebagai berikut :

a. Alat

1. Mesin Bor Duduk
2. Mesin Bor Listrik
3. Mesin Las Listrik
4. Mesin Gerinda
5. Stang Rivet
6. Solder
7. Obeng +/-

b. Bahan

1. Besi Pelat Lembaran Polos 1mm KM3
2. Besi Kota Galvanis 3x3 cm
3. Besi Siku 3x3 cm
4. Pipa Galvanis 2" inch
5. Pipa Galvanis 1/2" inch
6. Paku Rivet 3 mm
7. Elektroda Las Rd.260
8. Engsel 1/2
9. Mata Gerinda Potong
10. Mata Gerinda Asah
11. Timah
12. Arduino Atmega328
13. LCD I2C
14. Sensor DHT22
15. Adaptor 5V
16. Blower keong 2 inc
17. MCB 2A
18. Terminal kaca 25A/4P
19. Lampu Pilot Merah & Hijau
20. Switch Emergency
21. Kabel NYAF
22. Isolasi
23. Kabel 2x0,75
24. Selongsong kabel anti bakar
25. Mata Bor 4,5 mm

#### 2.5 Proses Pembuatan Alat Pengering Kemiri Tipe Tungku Pembakaran Biomassa

Berikut proses pembuatan alat pengering kemiri dengan tipe tungku pembakaran biomassa :

- a. Pembuatan Rangka dan Pemasangan Casing
- b. Pembuatan Pipa Penghantar Panas dan Laci Pengering Kemiri
- c. Pengecetan Casing Alat Pengering Kemiri
- d. Perakitan Sistem Kontrol Arduino Atmega328

## 2.6 Tahapan Pengujian

- a. Proses Pengujian Temperatur Pada Masing-Masing Bahan Bakar Biomassa Cangkang Kemiri dan Bonggol Jagung
  1. Membersihkan cangkang kemiri dan bonggol jagung dari kotoran kemudian dijemur dibawah sinar matahari selama 1 hari untuk mengurangi kadar air.
  2. Cangkang kemiri dan bonggol jagung dimasukkan kedalam tungku pembakaran dengan kapasitas 8-12 kg kemudian nyalakan cangkang kemiri menggunakan api sebagai pematik awal.
  3. Memasukan buah kemiri ke dalam ruang pengering dengan menempatkan 3 kg di masing-masing rak pengering.
  4. Colokan power supply untuk menghidupkan komponen perangkat elektronik alat pengering kemiri.
  5. Hidupkan blower dengan mengarahkan *switch* ke ON untuk memulai proses pengeringan selama 7 jam.
  6. Tetap memperhatikan LCD I2C pada panel kontrol untuk mengambil data suhu temperatur setiap 10 menit sekali yang diinput/dilaporkan dari sensor DHT22.
  7. Tambahkan bahan bakar selama durasi 7 jam pengeringan apa bila bahan bakar habis.
  8. Setelah durasi pengeringan mencapai 7 jam maka proses pengujian dihentikan dan kemiri yang telah dikeringkan kemudian dilakukan pengujian kadar air.
  
- b. Proses Pengujian Kadar Air Kemiri yang Telah Dikeringkan Dari Masing Masing Penggunaan Bahan Bakar
  1. Menimbang kemiri menggunakan timbangan sebelum dikeringkan sebanyak 3 kg (masih basah)
  2. Keluarkan kemiri yang sudah dikeringkan dari dalam ruang pengering
  3. Menimbang kemiri menggunakan timbangan yang telah dikeringkan menggunakan alat pengering
  4. Mengulangi langkah-langkah diatas sebanyak 3 kali
  5. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai kadar air yang diperoleh dapat dianalisis dengan menggunakan rumus persamaan (1).

## 3 Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pembuatan Alat Pengering Kemiri Tipe Tungku Pembakaran Biomassa

#### a. Pembuatan Rangka dan Pemasangan Casing

Pembuatan rangkanya dimulai memotong kotak besi galvanis ukuran 3x3 cm sesuai ukuran gambar 2 dimensi alat pengering kemiri dengan mesin gerinda dan mengelasnya dengan mesin las listrik.



Gambar 3 Proses pemotongan bahan pembuatan rangka.

Pemasangan casing pada alat pengering kemiri yang diawali pemotongan besi pelat lembaran menggunakan grinda kemudian menutup pada rangka dan dilas menggunakan las listrik.



Gambar 4 Pemasangan *casing*.

b. Pembuatan Pipa Penghantar Panas dan Laci Pengering Kemiri

Pipa penghantar panas (tabung spiral) dibuat dengan cara memotong besi persegi galvanis dengan gerinda sesuai dengan dimensi 2 dimensi tabung spiral dan menyambunginya dengan cara pengelasan. Setelah selesai, pipa panas dipasang di kompor biomassa. Laci pengering dibuat dengan cara memotong jaring parabola, besi ukuran 4x4L sebagai rangkanya, kemudian membentuk kotak jaring untuk bagian bawah tempat kemiri.



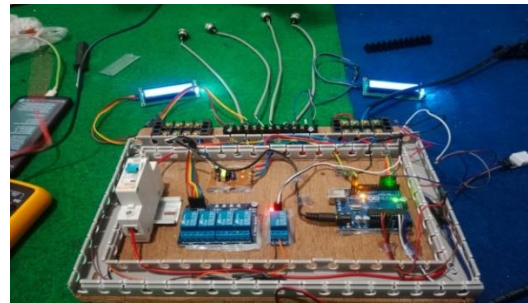
Gambar 5 Pembuatan pipa penghantar panas.

c. Pengecetan Casing Alat Pengering Kemiri

Pengecetan casing diawali dengan pencampuran bahan cat dengan tiner dan kemudian melakukan pengecetan dengan merata dan teliti pada area casing alat pengering.



Gambar 6 Pengecetan *casing box panel* sistem kontrol.



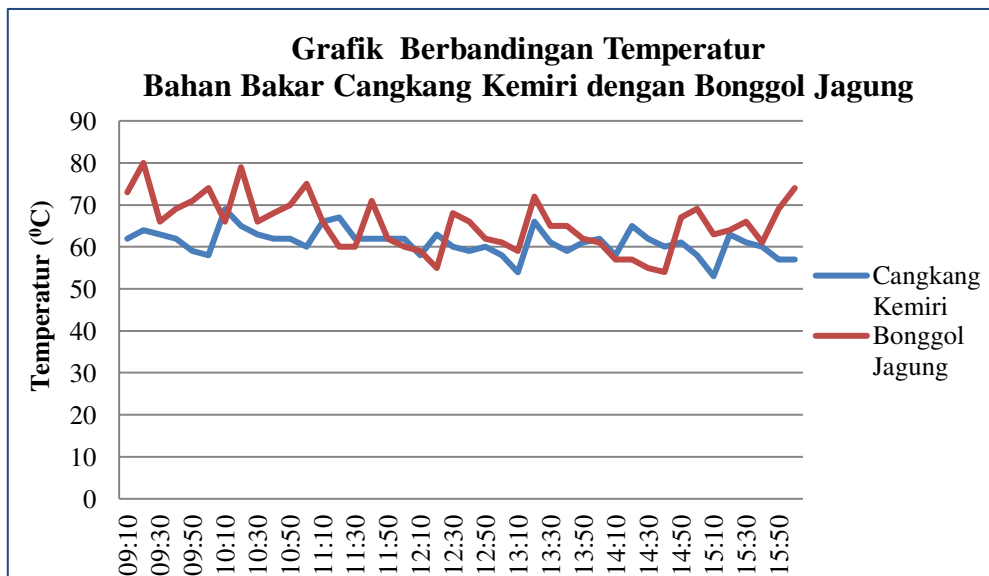
Gambar 7 Perakitan dan pengujian fungsi sistem kontrol Arduino Atmega328.

d. Perakitan Sistem Kontrol Arduino Atmega328

Perakitan sistem temperatur diawali dengan pembuatan diagram instalasi sistem elektronik pada alat pengering, kemudian pembuatan program Arduino Atmega328, kemudian pengujian pengoperasian sistem kendali Arduino Atmega328, kemudian pemasangan sistem kendali dan komponen elektronik pengering kemiri.

3.2 Hasil Pengujian Temperatur Penggunaan Bahan Bakar Biomassa Cangkang Kemiri dan Bonggol Jagung Pada Alat Pengering Kemiri Tipe Tungku Pembakaran Biomassa

Grafik perbandingan temperatur yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar cangkang kemiri dengan bonggol jagung, sebagai berikut:



Gambar 8 Grafik perbandingan temperatur bahan bakar cangkang kemiri dengan bonggol jagung.

Dari gambar grafik di atas, dapat dilihat bahwa bahan bakar cangkang kemiri menghasilkan temperatur yang konstan berada pada suhu 55-67°C hal ini dikarenakan cangkang kemiri lebih dominan menghasilkan bara yang menyala. Sedangkan untuk bahan bakar bonggol jagung menghasilkan temperatur yang relatif tidak konstan dengan suhu rata-rata mencapai 60-80°C, hal ini dikarenakan bonggol jagung merupakan bahan mudah terbakar sehingga pada saat proses pembakaran bonggol jagung dominan akan menghasilkan api, sehingga pada saat awal pengisian bahan bakar temperatur akan naik secara drastis dan pada saat bonggol jagung berkurang temperatur akan perlahan turun dengan cepat. Temperatur yang tidak konstan akan berpengaruh terhadap kemiri yang dikeringkan (biji kemiri akan mengalami gosong atau mendapat perlakuan panas yang tinggi) dan konsumsi bahan bakar bonggol jagung yang relatif cepat habis.

Dengan hal ini dapat disimpulkan bahwa bahan bakar cangkang kemiri lebih baik digunakan dalam proses pengeringan kemiri menggunakan alat pengering kemiri dikarenakan cangkang kemiri menghasilkan suhu temperatur yang konstan tentu akan baik terhadap perlakuan suhu pengeringan terhadap buah kemiri dan konsumsi bahan bakar yang relatif cukup efisien. Hal ini sejalan pada Pengeringan dengan oven dapat dilakukan pada suhu 50-70°C untuk mendapatkan hasil terbaik [13].

3.3 Hasil Pengujian Kadar Air

Dari hasil perhitungan maka nilai yang didapat dimasukkan ke dalam tabel dibawah, melihat hasil kadar air kemiri.

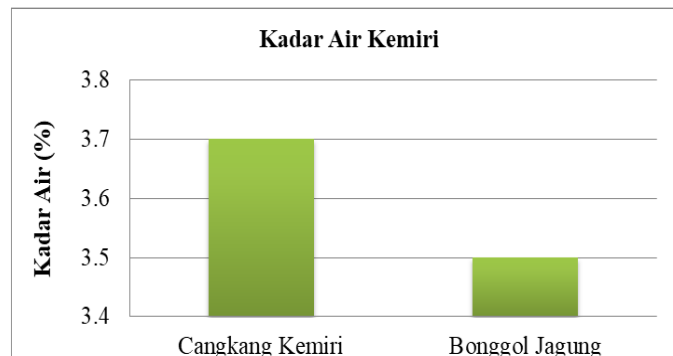
Tabel 3 Hasil Perhitungan Kadar Air Kemiri.

No	Sampel Bahan Bakar	Kadar Air Kemiri (%)
1	Cangkang Kemiri	3,7 %
2	Bonggol Jagung	3,5 %

Berdasarkan data pada tabel di atas, dapat dibuat grafik perbandingan kadar air kemiri dari proses pengeringan menggunakan bahan bakar cangkang kemiri dengan bonggol jagung, sebagai berikut :

Dari gambar 9, dapat dilihat bahwa perbandingan kadar air kemiri dari hasil pengeringan menggunakan cangkang kemiri berada dinilai 3,7% dan pengeringan menggunakan bonggol jagung berada di 3,5%. Dari hasil

perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa pengeringan kemiri menggunakan bahan bakar bonggol jagung memiliki tingkat kadar air yang cukup rendah dikarenakan hal tersebut dipengaruhi oleh bahan bakar bonggol jagung yang menghasilkan temperatur rata-rata mencapai 60-80°C. Sementara bahan bakar cangkang kemiri menghasilkan temperatur rata-rata mencapai 55-67°C. Dengan hal ini dikarenakan perbandingan temperatur yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar biomassa cangkang kemiri dan bonggol jagung dalam proses pengeringan kemiri dapat mempengaruhi hasil nilai kadar air kemiri.



Gambar 9 Grafik perbandingan kadar air kemiri.

Dapat disimpulkan bahwa nilai kadar air kemiri yang sesuai untuk proses pemecahan kemiri adalah 3,7% dari penggunaan bahan bakar biomassa cangkang kemiri. Hal ini didukung dengan bukti bahwa beberapa kerusakan kernel ditemukan dalam sampel dengan tingkat kadar air lebih rendah dari 3% bk (berat kering), [15].

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan proses pembuatan, pengujian, analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Pembuatan alat pengering kemiri jenis kompor biomassa diawali dengan perancangan, dilanjutkan dengan pembuatan rangka, pipa panas, kotak pengering kemiri, pemasangan badan, pengecatan badan dan perakitan sistem kendali Arduino ATmega328.
- Pengujian hasil temperatur dari bahan bakar cangkang kemiri dengan menghasilkan temperatur yang konstan berada pada suhu rata-rata 55-67°C. Sedangkan untuk bahan bakar bonggol jagung menghasilkan temperatur yang relatif tidak konstan dengan suhu rata-rata mencapai 60-80°C. Bahan bakar cangkang kemiri lebih baik digunakan dalam proses pengeringan kemiri menggunakan alat pengering kemiri dikarenakan cangkang kemiri menghasilkan suhu temperatur yang konstan tentu akan baik terhadap perlakuan suhu pengeringan terhadap buah kemiri dan konsumsi bahan bakar yang relatif cukup efisien.
- Pengujian kadar air dari hasil masing-masing pengeringan menggunakan bahan bakar cangkang kemiri dan bonggol jagung dengan perbandingan kadar air kemiri dari hasil pengeringan menggunakan cangkang kemiri berada dinilai 3,7% dan pengeringan menggunakan bonggol jagung berada di 3,5%. Dengan hal ini dikarenakan perbandingan temperatur yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar biomassa cangkang kemiri dan bonggol jagung dalam proses pengeringan kemiri dapat mempengaruhi hasil nilai kadar air kemiri. Dapat disimpulkan bahwa nilai kadar air kemiri yang sesuai untuk proses pemecahan kemiri adalah 3,7% dari penggunaan bahan bakar biomassa cangkang kemiri.

#### 5 Referensi

- Argo, B.D., H.S, S., Asdin, A., 2018. Pengaruh metode pengeringan terhadap karakteristik kupasan kemiri (*Aleurites moluccana* .L Willd). *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.* 4, 103–109.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2017. Luas Tanaman Perkebunan Rakyat di Kabupaten Sumbawa Dirinci per Kecamatan Tahun 2015. Diunduh pada: <https://sumbawakab.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/126>.
- Budi Nining Widarti, dkk, Penggunaan Tongkol Jagung Akan Meningkatkan Nilai Kalor Pada Briket, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Vol.6, No.1, April 2016.

- [4] Danjuma, M. N, Maiwada, B., dan Tukur, R.. (2013). Disseminating Biomass Briquetting Technology in Nigeria: A case for Briquettes Production Initiatives in Katsina State. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Vol 3. Issue 10. ISSN 2250 2459.
- [5] Delprete, C., R. Sesana. 2014. Mechanical characterization of kernel and shell of hazelnut: Proposal of an experimental procedure. *Journal of Food Engineering*. 124: 28-34.
- [6] Husain, I., Tuiyo, R., 2012. Pematahan dormansi benih kemiri (*Aleurites moluccana*, L. Willd) yang direndam dengan zat pengatur tumbuh organik basmingro dan pengaruhnya terhadap viabilitas benih. *J. Agroteknotropika* 1, 95–100.
- [7] I. Gravalos, P. Xyradakis, D. Kateris, T. Gialamas, D. Bartzialis, and K. Giannoulis, “An Experimental Determination of Gross Calorific Value of Different Agroforestry Species and Bio-Based Industry Residues,” *Nat. Resour.*, vol. 07, no. 01, pp. 57–68, 2016, doi: 10.4236/nr.2016.71006.
- [8] Istriyani,YY (2011). Pengujian Kualitas Minyak Kemiri dengan Mengukur Putaran Optik Menggunakan Polarimeter. Tugas Akhir.
- [9] Julius R Latumaresa, *Perekonomian Indonesia dan Dinamika Ekonomi Global*. (Jakarta: Mitra Wacana Media, 2015), 308.
- [10] Murad, M., Sabani, R., & Putra, G. M. D. (2015). Pengeringan Biji Kemiri pada Alat Pengering Tipe Batch Model Tungku Berbasis Bahan Bakar Cangkang Kemiri (Drying of pecan seed using Batch Type dryer with pecan sheel fuel): Drying of Pecan Seed using Batch Type dryer with Pecan Sheel Fuel. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 3(1), 122-127.
- [11] Puspasari, F., Satya, T. P., Oktawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Accuracy Analysis of Arduino-based DHT22 sensor system against a Standard Thermohygrometer. *J. Phys. Appl*, 16(1), 40.
- [12] Sudirman, Hadi Santoso “Pengujian kuat tekan briket biomassa berbahan dasar arang dari tempurung kelapa sebagai bahan bakar alternatif,” vol. 8, no. November, 2021.
- [13] Sinaga, F., 2010. Pengaruh suhu pengeringan dan suhu pembekuan terhadap mutu kemiri yang dipecah secara mekanis. Universitas Sumatera Utara.
- [14] Samsul Samrin, Karakteristik Briket Arang Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccana*) Dengan Menggunakan Perikat Tapioka Dari Ekstraksi Ampas Ubi Kayu Dan Penambahan Getah Pinus, no. April. 2019.
- [15] Tarigan, E., G. Prateepchaikul, R. Yamsaengsung, A. Sirichote, P. Tekasakul.2007. Drying characteristics of unshelled kernels of candle nuts. *Journal of Food Engineering*. 79: 828-833.Vol. 2 No. 2.