

PENGARUH PERBEDAAN KETEBALAN IRISAN ASAM GELUGUR (*Garcinia atroviridis*) TERHADAP KANDUNGAN TOTAL ASAM PADA ASAM SITRAT DENGAN PENDINGINAN SINAR MATAHARI SISTEM KONVEKSI PAKSA

¹⁾Parulian Siagian, ²⁾Tumiur Gultom ³⁾Sibuk Ginting ⁴⁾Hotman Manurung, ⁵⁾Eko Y Setyawan

¹⁾ Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan. ²⁾ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Biologi. Unimed Medan. ³⁾ Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan. ⁴⁾Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas HKBP Nommensen Medan. ⁵⁾Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik ,Institut Teknologi Nasional Malang (ITN Malang) . Jawa Timur

Correspondence Authors : parulian.nommensen@gmail.com

Abstrac

The mechanism of the drying process is the process of heat transfer and mass transfer that takes place simultaneously. The pressure of the water vapor in the acid gelugur is higher than that on the surface interface of the gums and air acids. Intensity solar radiation averages around 300-590w / m² and Ambient Temperature 28,83⁰C. The hot air condition in the drying box averages 32⁰C. The content of total citric acid gelugur acid was 1.2787% with 3mm slice thickness and 1.3981% with a 5mm slice thickness. Drying is done from 08.00-17.00 am with a hot air flow rate of 1.5m/s.

Key word: *Dimensions, Citric Acid, Drying, Heta Transfer Convection*

PENDAHULUAN

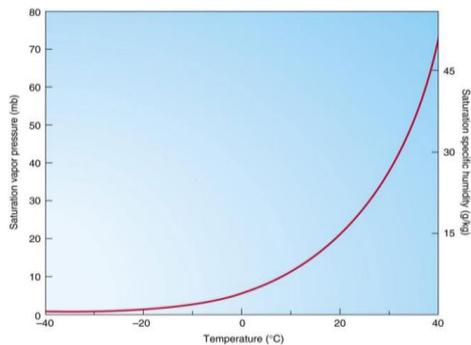
Garcinia adalah salah satu pohon kelas cemara menengah hingga besar, nama ilmiahnya adalah *Garcinia cambogia* ditemukan di India Tenggara dan di Thailand dan Malaysia Utara Selatan dinamakan *Gatroviridis*. Buah *Garcinia* ini sering digunakan sebagai makanan yang sudah beratus tahun yang lalu. Sekitar daerah Asia tropis. Kondisi buahnya hampir menyerupai labu kuning berwarna kemerahan kecil, dan juga ada yang berwarna ungu menarik. Beberapa sifat secara fisik dan kimia buah *Garcinia* yang segar dilaporkan pengeringan yang sesuai kondisi dalam pengering baki berdasarkan kadar air akhir ditentukan dengan pengujian ekstensif. Telah dilakukan bahwa dengan ketebalan irisan 2, 4 dan 6 mm, temperatur udara panas 55 ° C serta kecepatan udara 1,2 m / s cocok [1]

Baik *G. cambogia* dan *G. atroviridis* digunakan atau dikonsumsi dalam persiapan makanan dan memasak, yang memiliki rasa asam manis yang sangat khas. [2] Asam hidroksisitat (HCA) diklaim berfungsi sebagai bahan diekstrak dari kulit atau pericarp buah *Garcinia* yang berguna sebagai penghambat adenosin trifosfat sitrat lyase, enzim yang khusus bertanggung jawab atas konversi karbohidrat menjadi lemak [3]. Hal ini telah direkomendasikan sebagai obat bagi yang obesitas [4][5]. Dimana HCA, asam organik yang utama konsentrasi 16-18% b/b [6]. Di Sumatera Utara secara umum Asam gelugur dimakan dengan mencampur sama ikan yang direbus atau masakan Arsik Medan atau sering disebut asam potong. Selama ini asam gelugur dikenal orang sebagai bumbu masak untuk meningkatkan citarasa [7][8]. Untuk mendapatkan kandungan asam sitrat yang terkandung dalam *Garcinia* ini tergantung dari proses pengeringan yang baik serta sedapat mungkin kandungan suhu serta kecepatan udara panas harus terkontrol. Bahan yang dikeringkan terlebih dahulu di iris dengan ketebalan yg berbeda dengan ukuran 3mm dan 5 mm. Selanjutnya proses pengeringan dalam kotak pengering dilakukan dari pagi hari pukul 8.30 WIB hingga 17.00 dengan suhu dan kecepatan udara yang konstan.

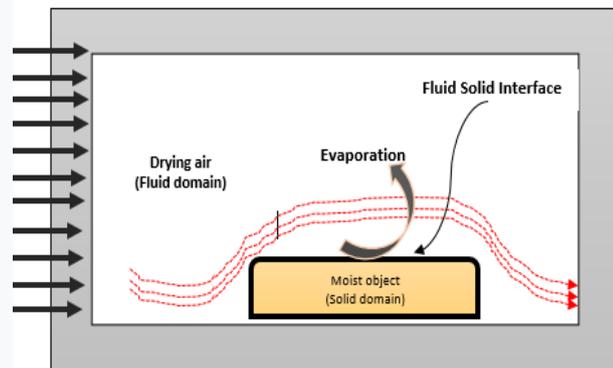
Proses Pengeringan

Proses pengeringan pada bahan dimana udara panas yang dialirkan dapat dianggap sebagai suatu proses adiabatik. Panas yang dibutuhkan untuk penguapan air bahan hanya diberikan oleh udara

pengering. Ketika udara pengering menembus bahan basah sebagian panas sensibel udara pengering diubah menjadi panas laten sambil menghasilkan uap air. Sebelum pengeringan, tekanan uap air bahan adalah sama dengan tekanan uap air udara (dalam keadaan seimbang). Saat pengeringan dimulai, uap panas yang dialirkan melewati permukaan bahan akan menaikkan tekanan uap air bahan, terutama pada daerah permukaan sejalan dengan kenaikan suhunya. Pada kondisi ini terjadi perpindahan massa dari bahan ke udara dalam bentuk uap air dan dikatakan terjadi proses pengeringan pada permukaan bahan yang diikuti dengan menurunnya tekanan uap air pada permukaan bahan. Demikian selanjutnya proses perpindahan panas berlangsung kembali secara simultan ke permukaan bahan untuk menguapkan air sampai akhirnya dicapai keseimbangan tekanan uap air bahan dengan udara sekitarnya. Waktu pengeringan didefinisikan sebagai total waktu yang dibutuhkan dari mulai sampai kesetimbangan tercapai[9]. Kelembaban relatif membandingkan antara kandungan / tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuh atau pada kapasitas udara untuk menahan uap air. Kapasitas udara untuk menahan uap air (dalam kondisi jenuh) tergantung pada suhu udara. Tingkat saturasi sangat dipengaruhi oleh suhu. Tiga hubungan diilustrasikan pada Gambar 1. dan gambar 2.



Gambar 1. Hubungan Uap Jenuh dan Kelembaban dalam pengeringan



Gambar 2. Mekanisme perpindahan panas dan massa

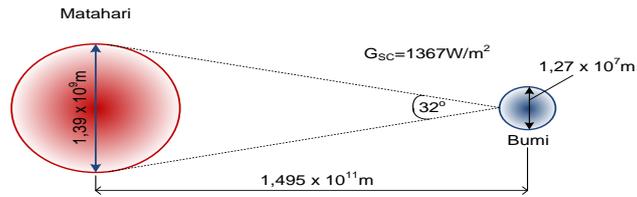
Teknologi pengering surya dengan menggunakan kolektor surya telah banyak dikembangkan baik jenis kolektor plat datar maupun dalam bentuk kolektor tabung vakum (KTV)[10]. Tujuan penelitian ini melakukan pengujian pengeringan dengan matahari secara konveksi terhadap kandungan Asam pada asam gelugur dengan ketebalan yang berbeda.

Ulasan solusi numerik menunjukkan bahwa untuk menggunakan energi secara efisien, proses pengeringan harus dibagi menjadi beberapa tahapan. Pada tahap pertama ketika kandungan lembab tinggi, suhu udara pengeringan lebih tinggi lebih efektif. Untuk langkah-langkah di mana, konten lembab rendah, suhu udara pengeringan lebih rendah lebih baik[11]

Mekanisme pengeringan melalui Kotak Pengering tidak membutuhkan perlakuan fisik untuk merubah posisi semua irisan asam Gelugur saat di keringkan[12]

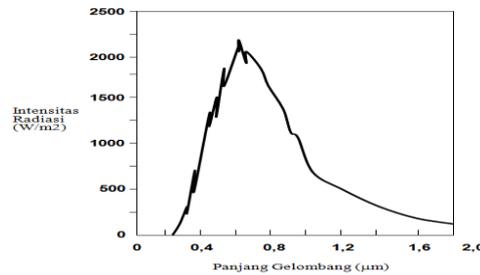
Potensi energi surya

Beberapa fakta tentang matahari (surya). Matahari mempunyai diameter $1,39 \times 10^9$ m. Bumi mengelilingi matahari dengan lintasan berbentuk ellips dan matahari berada pada salah satu pusatnya. Jarak rata-rata matahari dari permukaan bumi adalah $1,495 \times 10^{11}$ m. Waktu tempuh sinar matahari sampai ke permukaan bumi sekitar 8 menit 20 detik. Gambar 3 menampilkan hubungan antara matahari dan bumi. Pada gambar juga ditampilkan nilai konstanta matahari G_{sc} , yang merupakan daya radiasi rata-rata yang diterima bumi (diluar atmosfer) dari matahari pada arah tegak lurus permukaan.



Gambar 3. Hubungan antara matahari dan bumi.

Radiasi matahari dipancarkan ke sekelilingnya dalam bentuk gelombang elektromagnetik, dengan panjang gelombang (λ) antara: 0,2 – 4,0 μm . Distribusi panjang gelombang radiasi matahari di luar atmosfer bumi seperti pada Gambar 4



Gambar 4. Distribusi λ gelombang radiasi diluar atmosfer.

Karena lintasan bumi berbentuk ellips, maka jarak matahari dari bumi tidak tetap. Jarak terdekat $1,47 \times 10^{11}$ m terjadi pada 3 Januari dan jarak terjauh $1,52 \times 10^{11}$ m pada 4 July. Perbedaan jarak ini hanya sekitar 3,3% dari jarak rata-rata. Akibat perbedaan jarak ini, maka radiasi dipermukaan diluar atmosfer akan berbeda setiap hari. Radiasi ini biasanya disimbolkan dengan G_{on} , pada hari yang ke n dirumuskan oleh Duffie dan Beckmann (1991):

$$G_{on} = G_{sc} \left(1 + 0,033 \cos \frac{360n}{365} \right) [\text{W}/\text{m}^2]$$

Sementara $G_{sc} = 1367 \text{ W}/\text{m}^2$ adalah konstanta surya. Untuk yang lebih teliti dapat digunakan persamaan yang diajukan oleh Spencer (1971):

$$G_{on} = G_{sc} (1,00011 + 0,034221 \cos B + 0,00128 \sin B + 0,000719 \cos 2B + 0,000077 \sin 2B)$$

Dimana B dirumuskan dengan:

$$B = (n - 1) \frac{360}{365}$$

a. Air mass, m

Adalah perbandingan massa udara sampai ke permukaan bumi pada posisi tertentu dengan massa udara yang dilalui sinar jika matahari tepat pada posisi zenit. Artinya pada posisi tegak lurus (zenit = 0) nilai $m = 1$, pada sudut zenith 60, $m = 2$. Pada sudut zenith dari 0-70°, dirumuskan:

$$m = \frac{1}{\cos \theta_z}$$

b. Beam radiation

Radiasi energi dari matahari yang tidak diblokkan oleh atmosfer. Istilah ini sering juga disebut radiasi langsung (*direct solar radiation*).

c. Diffuse radiation

Radiasi energi surya dari matahari yang telah dibelokkan oleh atmosfer.

d. *Total radiation*

Adalah jumlah *beam* dan *diffuse* radiation.

e. *Irradiance* [W/m^2]

Adalah laju energi radiasi yang diterima suatu permukaan persatuan luas permukaan tersebut. *Solar irradiance* biasanya disimbolkan dengan G . Dalam bahasa Indonesia besaran ini biasanya disebut dengan Intensitas radiasi.

f. *Irradiation* atau *Radian Exposure* [J/m^2]

Jumlah energi radiasi (bukan laju) yang diterima suatu permukaan dalam interval waktu tertentu. Besaran ini didapat dengan mengintegrasikan G pada interval waktu yang diinginkan, misalnya untuk 1 hari biasa disimbolkan H dan untuk 1 jam biasa disimbolkan

g. *Solar time* atau jam matahari

Adalah waktu berdasarkan pergerakan semu matahari di langit pada tempat tertentu. Jam matahari (disimbolkan ST) berbeda dengan penunjukkan jam biasa (*standard time*, disimbolkan STD). Hubungannya adalah:

$$ST = STD \pm 4(L_{st} - L_{loc}) + E$$

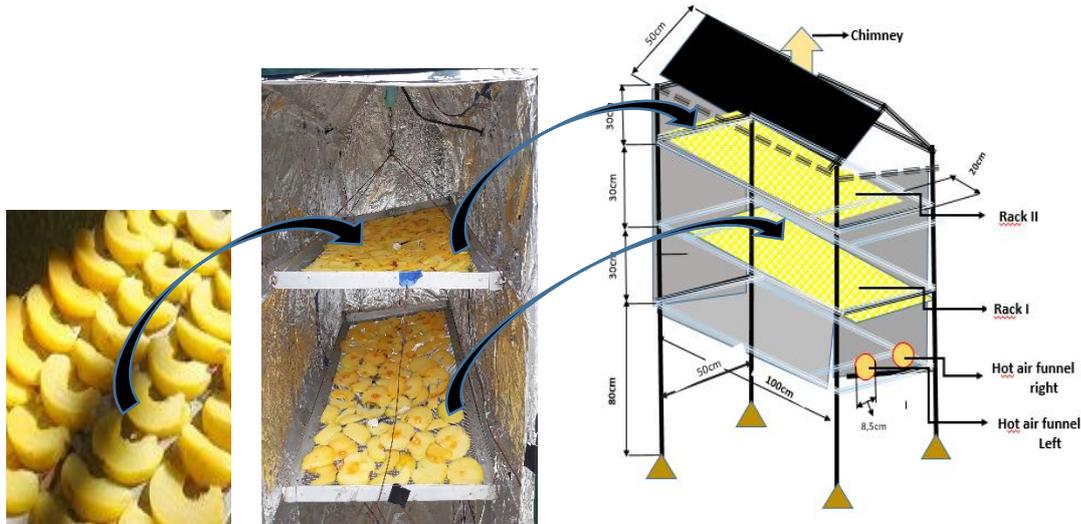
Pada persamaan ini L_{st} standard meridian untuk waktu lokal. L_{loc} adalah derajat bujur daerah yang sedang dihitung, jika daerah yang dihitung ada pada bujur timur, maka gunakan tanda minus didepan angka 4 dan jika bujur barat adalah tanda plus. E adalah equation of time, dalam satuan menit dirumuskan oleh Spencer (1971):

$$E = 229,2(0,000075 + 0,001868 \cos B - 0,032077 \sin B - 0,014615 \cos 2B - 0,04089 \sin 2B)$$

Parameter B dihitung dengan menggunakan persamaan .

Bahan Dan Metode

Asam gelugur yang sudah matang berasal dari daerah Parsoburan Kabupaten Toba Samosir, di ukur kadar . Sebelum dikeringkan terlebih dahulu di potong potong dengan ketebalan 3mm dan 5 mm. Ketebalan yang berbeda dimasukkan dalam rak yang berbeda. Posisi Asam gelugur dalam kotak pengering dimasukkan bersamaan 2 rak. Pengeringan dimulai dari Pukul 08.00 s/d 17.00, dilakukan pengukuran terhadap kelembapan dan bobot bahan setiap 10 menit. Setelah selesai di keringkan di ukur kadar total asam dengan perbandingan sebelum dan sesudah dikeringkan. Data pengujian yang di ambil antara lain Temperatur rata rata dalam kotak pengering dan kelembapan asam gelugur, dan bobot .



Gambar 5. Pengeringan dan sampel Asam Gelugur

Variabel yang diamati

Pada pelaksanaan pengujian pengeringan energi surya asam gelugur ada beberapa data dikumpulkan selanjutnya dianalisis antara lain :

1. Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Temperatur yang diukur adalah temperatur sekitar (ambien), temperatur kolektor surya, temperatur intensitas Radiasi Matahari. (w/m^2)
2. RH(%)
Kelembapan relatif Asam Gelugur dalam ruang pengering
3. Lama Pengeringan (t)
Alokasi waktu yang dibutuhkan selama pengeringan berlangsung
4. Bobot (gram)
Fluktuasi perubahan berat sampel yang dikeringkan setiap 10menit

Teknik Pengukuran, Pengolahan dan Analisis data

Proses pengeringan dilakukan dengan memasukkan Sampel kedalam kotak pengering dan dikeringkan selama 9 jam . setiap pengujian yang dilakukan adalah merekam data , setelah itu di analisis untuk mendapatkan parameter sebagai berikut.

- a. Pengukuran RH sampel dan temperatur dalam ruang pengering
- b. Analisa intensitas radiasi matahari terhadap btemperatur ruang pengering, kolektor dan suhu ambient
- c. Pengujian sampel yang sudah dikeringkan dan dibandingkan dengan sebelum dikeringkan terhadap kandungan total asam pada asam gelugur.

Ruang Lingkup Dan Lokasi Kegiatan

Lingkup dari penelitian ini meliputi

- Studi awal tentang literatur dengan menggunakan buku buku yang relevan. Jurnal Nasional, internasional terkait originalitas komoditi Asam Gelugur serta teknologi pengeringan yang telah dilakukan.
- Melakukan survey tentang teknologi pengeringan Asam gelugur secara tradisional di masyarakat serta wawancara metode pemanfaatan panas dari matahari.
- Proses pengeringan berlangsung selama satu hari hingga radiasi matahari kecil (pukul 17.00)
- Sampel yang dikeringkan bersal dari masyarakat petani di sekitar Parsoburan Kabupaten Tobasamosir, dan kandungan total asam telah di ukur sebelum dikeringkan.
- Sampel yang dikering kan divariasikan dengan ketebalan 3mm dan 5mm serta kecepatan aliran udara pengering dijaga konstan 1,5m/s.
- Melakukan pengumpulan, pengolahan dan evaluasi data untuk uji meliputi: Profil temperatur ambient, Kolektor surya, ruang pengering), intensitas radiasi matahari, serta RH(%0 dalam ruang pengering

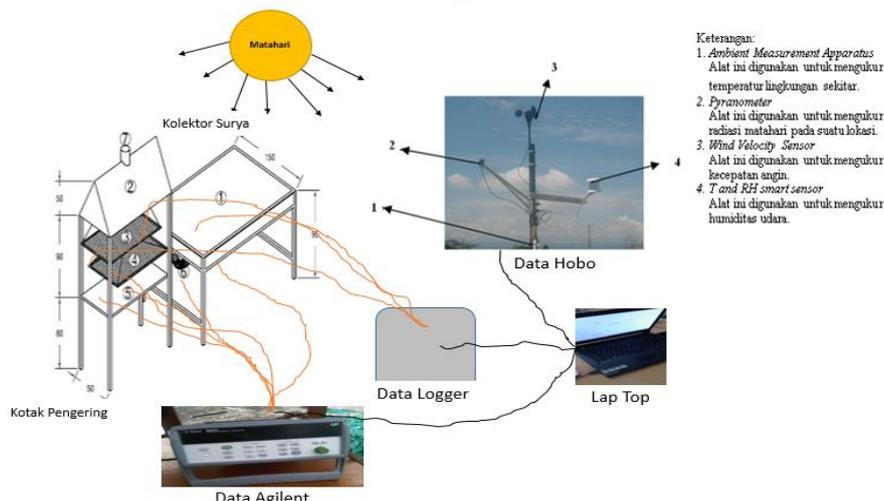
Lokasi Kegiatan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Energi Terbarukan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara pada bulan Oktober 2018.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil pengering surya untuk mengeringkan Asam Gelugur dengan konveksi paksa.

Ruang pengering dan Kolektor surya memiliki dimensi sebagai berikut :



Gambar 6. Proses Pengujian

Hasil Uji Coba Pengeringan

Banyak faktor yang bisa mempengaruhi dalam proses pengeringan contohnya luas atau volume pengering, temperatur, waktu pengeringan dan faktor lainnya. Dalam penelitian ini membahas tentang pengaruh temperatur pengeringan terhadap asam gelugur dengan ketebalan yang berbeda.

Analisa Intensitas Radiasi terhadap temperatur dalam ruang pengering.

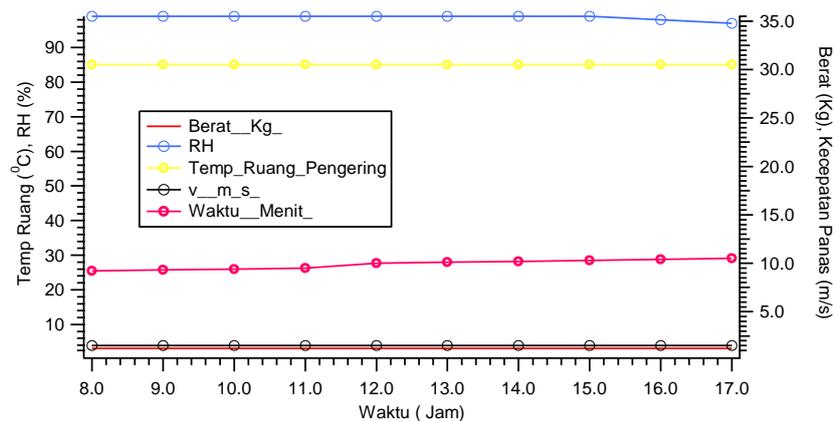
Pada pengujian yang dimulai pada jam 8.00 wib hingga 17.00 wib intensitas radiasi adalah pada rentang 229-590 W/m² dan menghasilkan temperatur dalam kotak pengering 35⁰C dari 30⁰C

(maksimum ambient). Semakin tinggi intensitas radiasi matahari semakin besar energi termal yang dikonversikan untuk meningkatkan suhu udara pengering, maka semakin tinggi pengeringan dan waktu pengeringan akan lebih singkat atau semakin cepat kering.

Tabel 1. Data Pengeringan Asam Gelugur

Waktu (Jam)	RH Ruang Penge ring (%)	Berat (Kg)	v (m/s)	Temp Ruang Penge ring (°C)	Temp Ambient (°C)	RH, %	Solar Radiation, W/m ²
08.00	99	3.14	1,5	30,5	26.256	94	96
08.10	99	3.14	1,5	30,5	27.014	93	229
08.20	99	3.14	1,5	30,5	29.24	92.	294
08.30	99	3.13	1,5	30,5	29.439	89.	335.
08.40	99	3.13	1,5	30,5	30.016	88.	330
08.50	99	3.13	1,5	30,5	30.243	87.	310
09.00	99	3.12	1,5	30,5	29.966	86.	246
09.10	99	3.12	1,5	30,5	30.419	86.	285
09.20	99	3.11	1,5	30,5	30.596	84.	313
09.30	99	3.11	1,5	30,5	31.128	82.	391
09.40	99	3.11	1,5	30,5	31.663	82.	415
09.50	99	3.10	1,5	30,5	31.153	81.	448.
10.00	99	3.10	1,5	30,5	32.098	79.	448.
10.10	99	3.09	1,5	30,5	31.689	78.	244.
10.20	99	3.09	1,5	30,5	31.586	78.	230.
10.30	99	3.08	1,5	30,5	31.306	78.	130.
10.40	98	3.07	1,5	30,5	30.469	79.	128.
10.50	97	3.06	1,5	30,5	30.217	80.	246.
11.00	94	3.05	1,5	30	30.697	80.	378.
11.10	94	3.04	1,5	30,5	31.561	80.	549.
11.20	96	2.98	1,5	31	31.868	78.	438.
11.30	97	2.95	1,5	31	32.381	78	590.
11.40	97	2.94	1,5	31,5	32.355	76.	344.
11.50	97	2.91	1,5	31,5	32.691	76.	359.
12.00	96	2.89	1,5	31,5	32.613	76.	510.
12.10	97	2.86	1,5	32,5	32.82	74.	276.
12.20	97	2.84	1,5	33	31.816	75.	433.
12.30	97	2.81	1,5	33,5	33.835	74	310.
12.40	96	2.79	1,5	33,5	31.535	75	201.
12.50	95	2.7	1,5	34	29.765	80	199.
13.00	95	2.74	1,5	34,5	29.765	81	122
13.10	96	2.72	1,5	34,5	28.568	84	156
13.20	96	2.71	1,5	34,5	29.19	85	184
13.30	96	2.69	1,5	35	28.99	85.	195
13.40	96	2.67	1,5	35	29.84	85	214.
13.50	96	2.66	1,5	35	30.318	84	159.

14.00.	96	2.66	1,5	35,5	30.343	82	271.
14.10.	96	2.64	1,5	35,5	30.849	81.	271
14.20.	95	2.59	1,5	35,5	30.748	81	260
14.30.	95	2.59	1,5	35,5	30.976	80	255
14.40.	95	2.59	1,5	35,5	31.077	79.	203
14.50.	96	2.57	1,5	17,5	30.849	79	171
15.00.	95	2.57	1,5	35,5	30.571	80.	165.
15.10	95	2.58	1,5	35,5	30.091	81.	119.
15.20	95	2.59	1,5	35,5	30.091	81.	116.
15.30	94	2.57	1,5	35,5	30.268	81.	139.
15.40	94	2.55	1,5	32,5	30.394	81	151.
15.50	94	2.53	1,5	35,5	30.217	81.	115
16.00	94	2.53	1,5	35,5	30.117	81.	107
16.10	95	2.51	1,5	35,5	29.916	81.	101
16.20	95	2.50	1,5	35,5	29.665	82	98.
16.30	95	2.51	1,5	35	29.615	82.	57
16.40	95	2.52	1,5	35	29.59.	82.	32.
16.50	94	2.52	1,5	35,5	29.315	82.	31.
17.00	94	2.50	1,5	35,5	29.315	83.	31.



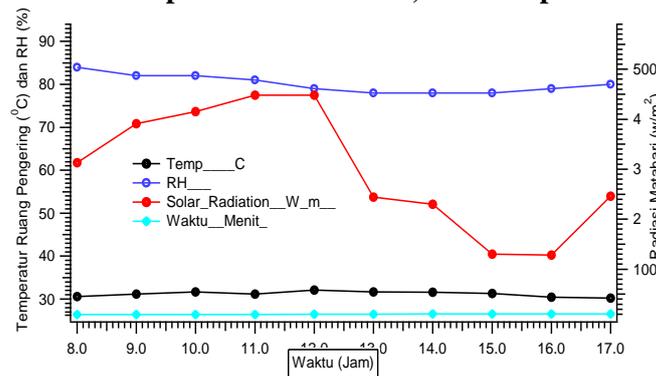
Gambar 7. Kondisi RH Asam Gelugur (%), Berat (Kg), Temperatur Ruang Pengering(⁰C)

Dari gambar 7 terlihat humiditas mutlak relatif memberikan pola semi konstan selama pengeringan. Hal ini sesuai dengan mekanisme proses pengeringan yang merupakan proses perpindahan panas dan perpindahan massa yang berlangsung secara simultan. Ketika tekana uap

air di dalam Asam Gelugur lebih tinggi dibanding pada pada interface permukaan Asam Gelugur dan udara, maka uap air akan berpindah dari permukaan asam Gelugur ke udara menyebabkan suhu asam gelugur menurun dan selanjutnya proses perpindahan panas diperlukan untuk menaikkan ulang suhu Asam Gelugur sehingga uap air akan berdifusi ke permukaan.[13]. Dengan waktu yang sama adanya konveksi secara paksa, menyebabkan udara yang sudah jenuh dengan uap air, digantikan dengan udara kering yang sudah panas dan seterusnya terjadi perpindahan panas uap air berlangsung lagi sampai berat air didalam Asam Gelugur mencapai keseimbangan. Di Indonesia buah asam gelugur yang telah dipanen langsung di proses mengecilkan bentuk yang tentunya supaya lebih cepat kering dari kadar air awal sekitar 95%. Buah asam gelugur yang biasanya di keringkan dengan penjemuran langsung dari sinar matahari.

Profil penurunan berat Asam Gelugur selama pengeringan diperlukan untuk melihat performansi kotak pengering. Dari hasil pengujian terlihat bahwa kecepatan udara pengering yang mengalir konstan sehingga mengakibatkan proses pengeringan juga relatif tidak terlalu cepat dan waktu yang dibutuhkan juga tidak terlalu cepat. Profil penurunan berat Asam gelugur selama pengeringan di perlukan untuk melihat performansi kotak pengering dan pada kecepatan aliran. Buah basam gelugur yang digunakan dalam penelitian ini memilikikadar air 85%. Pengeringan membutuhkan waktu 9 jam dimana persentase pengurangan berat sebesar : 52,2%

Tabel . Data Temp Radiasi Matahari, Kelembapan dan Ambien



Gambar 8. Kondisi temperatur Ruang, Temperatur Ambient ($^{\circ}\text{C}$), Radiasi Matahari (w/m^2), RH sekitar (%) vs Waktu (Jam).

Pada gambar 6 terlihat bahwa kondisi intensitas radiasi saat maksimum bukan berarti sumber panas dari kolektor surya tidak serta merta naik temperatur di dalam kotak pengering. Pada pukul 9.00-12.00 wib intensitas cenderung naik tetapi bukan serta merta terjadi penurunan bobot secara signifikan ini disebabkan oleh karena kondisi aliran panas yang cenderung konstan tidak terjadi aliran turbulen, dalam artian pergerakan udara panas dalam kotak pengering cenderung linier. Temperatur dalam kotak pengering rata rata $35,5^{\circ}\text{C}$ dan minimum 30°C , temperatur ambient $33,835^{\circ}\text{C}$.

Tabel 2. Pengujian Total Asam

Bahan	Berat Sampel (gr)	ml NaOH	Faktor Pengencer	BM Asam Dominan	Total Asam(%)
Sampel Kering	4.0450	3,1	100	192	3,9326
Sampel Basah	5,0266	1,5	100	192	1,9098
Asam Gelugur 3 mm	5,0050	1	100	192	1,2787
Asam gelugur 5 mm	5,0308	1,1	100	192	1,3981

Sumber : *Laboratorium Teknologi Pangan Fak Pertanian Universitas Sumatera Utara*

Kesimpulan

Selama uji coba pengeringan kondisi cuaca rata rata berada pada rentang 300-590w/m² . Temperatur lingkungan 28,83⁰C, temperatur dalam ruang pengering 32⁰C. Secara keseluruhan dapat dilihat nilai rata rata temperatur kotak pengering sangat dipengaruhi tingkat intensitas radiasi matahari dengan kecepatan udara konstan 1,5m/s. Total kandungan asam sitrat dari Asam Gelugur dengan ketebalan 3mm sebesar 1,2787% dan ketebalan 5mm sebesar 1,3981% selama 9 jam pengeringan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua anggota tim kolega dari berbagai program studi yang telah banyak memberi dukungan sehingga penelitian ini bisa diselesaikan.

Daftar Pustaka

- [1] W. Rittirut and C. Siripatana, "Drying characteristics of *Garcinia atroviridis*," *Walailak J. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–32, 2011.
- [2] D. Clouatre, *The Diet and Health Benefits of HCA (hydroxycitric Acid): How this All-natural Diet Aid Promotes Weight Loss and Inhibits Fat Production*. D. Clouatre, *The Diet and Health Benefits of HCA (hydroxycitric Acid): How this All-natural Diet Aid Promotes Weight Loss and Inhibits Fat Production*. Keats Publishing, 1994.: Keats Publishing, 1994.
- [3] S. Ikhsan, T. U. A. Sipangkar, and A. Prasetio, "Improvement of production layout based on optimum production balancing scale results by using Moodie Young and Comsol method," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 237, p. 012003, Sep. 2017.
- [4] R. D. Mattes and L. Bormann, "Effects of (–)-hydroxycitric acid on appetitive variables," *Physiol. Behav.*, vol. 71, no. 1–2, pp. 87–94, 2000.
- [5] H. G. Preuss, D. Bagchi, M. Bagchi, C. V. S. Rao, D. K. Dey, and S. Satyanarayana, "Effects of a natural extract of (–)-hydroxycitric acid (HCA-SX) and a combination of HCA-SX plus niacin-bound chromium and *Gymnema sylvestre* extract on weight loss," *Diabetes, Obes. Metab.*, vol. 6, no. 3, pp. 171–180, 2004.
- [6] G. K. Jayaprakasha and K. K. Sakariah, "Determination of organic acids in *Garcinia cambogia* (Desr.) by high-performance liquid chromatography," *J. Chromatogr. A*, vol. 806, no. 2, pp. 337–339, 1998.
- [7] M. B. Sibuea and M. Thamrin, "Analisis Usahatani Dan Pemasaran Asam Gelugur Di Kabupaten Deli Serdang," *AGRIUM J. Ilmu Pertan.*, vol. 17, no. 3, 2015.
- [8] A. A. Amran, Z. Zaiton, O. Faizah, and M. Paden, "Effect of *Garcinia atroviridis* on oxidative stress and atherosclerotic changes in experimental guinea pigs.," *Am. J. Pharmacol. Toxicol.*, vol. 5, no. 2, pp. 65–70, 2010.
- [9] S. F. Dina, H. Ambarita, F. H. Napitupulu, and H. Kawai, "Study on effectiveness of continuous solar dryer integrated with desiccant thermal storage for drying cocoa beans," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 5, pp. 32–40, 2015.
- [10] S. Vendan, L. P. A. Shunmuganathan, T. Manojkumar, and C. S. Thanu, "Study on design of an evacuated tube solar collector for high temperature steam generation," *Int J Emerg Tach Adv Eng*, vol. 2, 2012.
- [11] P. Siagian, E. Y. Setyawan, T. Gultom, F. H. Napitupulu, and H. Ambarita, "A field survey

on coffee beans drying methods of Indonesian small holder farmers,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017, vol. 237, no. 1, p. 12037.

- [12] P. Siagian, “Pengeringan Asam Gelugur Secara Hibryd Dengan Kolektor Surya Dan Potovoltaik Pada Temperatur Konstan,” 2019.
- [13] M. Van Belleghem, M. Steeman, A. Willockx, A. Janssens, and M. De Paepe, “Benchmark experiments for moisture transfer modelling in air and porous materials,” *Build. Environ.*, vol. 46, no. 4, pp. 884–898, 2011.