

**PENGARUH SISTEM PENGERINGAN MENGGUNAKAN  
ALAT *DEHUMIDIFIER* TERHADAP MUTU  
DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)**

**SKRIPSI**

Oleh :

**DILA DIFITRA DAMANIK**

**NPM :1804310010**

**Program Studi : TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

**PENGARUH SISTEM PENGERINGAN MENGGUNAKAN  
ALAT DEHUMIDIFIER TERHADAP MUTU  
DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)**

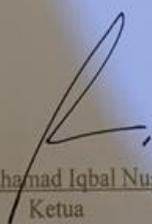
**SKRIPSI**

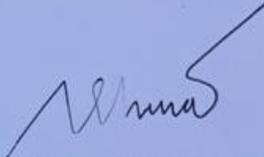
**Oleh :**

**DILA DIFITRA DAMANIK  
1804310010  
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) pada  
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing

  
Ir. Muhamad Iqbal Nusa, M.P.  
Ketua

  
Masyhura M.D., S.P., M.Si  
Anggota

Disahkan Oleh :



Assoc. Prof. Dr. Dahul Mawar Tarigan, S.P., M.Si

Tanggal Lulus : 16 Februari 2023

## PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Dila Difitra Manik

NPM : 1804310010

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan Judul Pengaruh Sistem Pengeringan Menggunakan Alat *Dehumidifier* Terhadap Mutu Daun Kelor (*Moringa oleifera*) diselesaikan berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, Maret 2023  
Yang menyatakan



Dila Difitra M

## SUMMARY

This study entitled "The Effect of a Drying System Using a *Dehumidifier* on the Quality of Moringa Leaves (*Moringa oleifera*)". Supervised by Mr. Ir. Md. Iqbal Nusa, M.P. as Chair of the Advisory Commission and Ms. Masyhura MD. S.P., M.Sc. as a member of the Advisory Commission. This study aims to determine the mechanism of how to dry using a dehumidifier in drying Moringa leaves (*Moringan oleifera*). To determine the weight of the material and the drying time on the quality of Moringa leaves (*Moringa oleifera*). To find out the drying time using a *dehumidifier* in drying Moringa leaves (*Moringa oleifera*). This study used a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two (2) replications. The first factor (I) is Wet Moringa Leaf Weight (B) which consists of 4 levels, namely B1 = 0.75 Kg/cm<sup>2</sup>, B2 = 1 Kg/cm<sup>2</sup>, B3 = 1.25 Kg/cm<sup>2</sup> and B4 = 1.5 Kg /cm<sup>2</sup>. The second factor (II) is the duration of heating (L) which consists of 4 levels, namely L1 = 3 hours, L2 = 4 hours, L3 = 5 hours and L4 = 6 hours. Parameters observed were moisture content, vitamin C test, antioxidant activity test, protein content test and aroma organoleptic test.

The results of this study were that the weight of wet Moringa leaves had a highly significant different effect on the level ( $p < 0.01$ ) on the parameters of moisture content, drying capacity, antioxidant activity, protein content and aroma organoleptic test. Meanwhile, vitamin C levels had no significant effect ( $p > 0.05$ ). Drying time had a highly significant effect on the level ( $p < 0.01$ ) on the parameters of moisture content, drying capacity, vitamin C content, antioxidant activity, protein content and organoleptic aroma test. The interaction between the weight of wet Moringa leaves and the drying time had a very different effect significant at the level ( $p < 0.01$ ) to the parameter of water content. The best combination of treatment factors was K1L1 with a weight of 0.75 kg/m<sup>2</sup> Moringa leaves and 3 hours of drying time.

## RINGKASAN

Penelitian ini berjudul “Pengaruh Sistem Pengeringan Menggunakan Alat *Dehumidifier* Terhadap Mutu Daun Kelor (*Moringa oleifera*)”. Dibimbing oleh Bapak Ir. Mhd. Iqbal Nusa, M.P. selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Ibu Masyhura MD. S.P., M.Si. selaku Anggota Komisi Pembimbing. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme cara pengeringan menggunakan alat *dehumidifier* pada pengeringan daun kelor (*Moringa oleifera*). Untuk mengetahui berat bahan dan lama pengeringan terhadap mutu daun kelor (*Moringa Oleifera*). Untuk mengetahui lama pengeringan menggunakan alat *dehumidifier* pada pengeringan daun kelor (*Moringa oleifera*). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua (2) ulangan. Faktor pertama (I) adalah Berat Daun Kelor Basah (B) yang terdiri dari 4 taraf yaitu  $B_1 = 0,75 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $B_2 = 1 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $B_3 = 1,25 \text{ Kg/cm}^2$  dan  $B_4 = 1,5 \text{ Kg/cm}^2$ . Faktor kedua (II) adalah Lama Pemanasan (L) yang terdiri dari 4 taraf yaitu  $L_1 = 3 \text{ Jam}$ ,  $L_2 = 4 \text{ Jam}$ ,  $L_3 = 5 \text{ Jam}$  dan  $L_4 = 6 \text{ Jam}$ . Parameter yang diamati adalah kadar air, uji kadar vitamin C, uji aktivitas antioksidan, uji kadar protein dan uji organoleptik aroma.

Hasil penelitian ini adalah berat daun kelor basah memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada taraf ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter kadar air, kapasitas pengeringan, aktivitas antioksidan, kadar protein dan uji organoleptik aroma. Sedangkan kadar vitamin C memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ). Lama Pengeringan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada taraf ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter kadar air, kapasitas pengeringan, kadar vitamin C, aktivitas antioksidan, kadar protein dan uji organoleptik aroma. Interaksi berat daun kelor basah dan lama pengeringan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada taraf ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter kadar air. Kombinasi faktor perlakuan terbaik ada pada  $K_1L_1$  dengan berat daun kelor  $0,75 \text{ kg/m}^2$  dan lama pengeringan 3 jam.

## **RIWAYAT HIDUP**

**DILA DIFITRA DAMANIK** dilahirkan di Bah Jambi, Sumatera utara pada tanggal 29 Desember 2000, Anak ke dua dari dua bersaudara, Dari bapak Usman Adianto Damanik dan Ibu Lindawati. Bertempat tinggal di AFD IX Bah Jambi Kabupaten Simalungun.

Adapun pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis adalah :

1. Sekolah Dasar (SD) Negeri 091571 Bah Jambi (Tahun 2007-2012).
2. Madrasah Tsanawiyah (MTS) Al-Ikhlas Bah Jambi (Tahun 2012-2015).
3. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Muhamadiyah Ponpes Darul Arqom (Tahun 2015-2018).
4. Diterima sebagai mahasiswa Fakutlas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Pada Tahun 2018.

Adapun Kegiatan dan Pengalaman penulis yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa antara lain :

1. Mengikuti kegiatan pengenalan kehidupan kampus bagi Mahasiswa baru (PKKMB) Tahun 2018.
2. Mengikuti Kegiatan Fieltrip yang di adakan oleh Fakultas Pertanian.
3. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Kolam Kec. Batang Kuis.
4. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. SOCFINDO Kebun MATAPAO SEI RAMPAH.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang senantiasa mencurahkan kasih sayang dan karunia-Nya dan tak lupa penulis sampaikan Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga saya dapat menyelesaikan proposal ini dengan judul **“Pengaruh Sistem Pengeringan Menggunakan Alat *Dehumidifier* Terhadap Mutu Daun Kelor (*Moringa oleifera*)”** Penyusun skripsi ini untuk penyelesaian strata 1 (S1) di program studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam melaksanakan dan menyelesaikan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Ibu Assoc. Prof. Dr. Ir. Dafni Mawar Tarigan, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Bapak Ir. Mhd. Iqbal Nusa, M.P. dan Ibu Masyhura MD. S.P., M.Si. selaku Ketua dan Anggota pembimbing yang telah membantu dan membimbing saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk menyelesaikan strata 1 (S1). Seluruh staf biro dan pegawai Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Terima kasih sebesar-besarnya kepada Ayahanda dan ibunda tercinta tersayang yang telah memberikan ketulusan dan rasa kasih sayang yang luar biasa baik secara moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih kepada

Alfina Dhea Ivanka Selaku support system saya yang selalu ada saat saya lagi butuh bantuan untuk menyelesaikan skripsi penelitian ini sebagai syarat untuk menyelesaikan strata 1 (S1). Serta teman-teman seperjuangan saya THP 18 yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis pun menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, masih banyak keterbatasan pemahaman dan wawasan yang penulis miliki, serta dalam pengguna bahasa yang baik dan benar. Oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, Maret 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
SUMARRY .....	i
RIWAYAT HIDUP .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
PENDAHULUAN .....	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian .....	5
Hipotesa Penelitian .....	5
Kegunaan Penelitian .....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
Klasifikasi dan Nama Lokal Kelor .....	7
Kandungan Daun Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ) .....	9
Manfaat Tanaman Daun Kelor .....	12
Pengeringan.....	14
Sistem Pengeringan Dehumidifier.....	21
Dehumidifier .....	26
BAHAN DAN METODE .....	28
Tempat dan Waktu Penelitian .....	28
Bahan Penelitian.....	28
Alat Penelitian.....	28
Metode Penelitian.....	28
Model Rancangan Percobaan.....	29
Pelaksanaan Penelitian .....	30
Proses Pengeringan Daun Kelor.....	30
Fungsi Skem Alat Pengering Dehumidifier .....	31

Parameter Pengamatan .....	33
Uji Kadar Air .....	33
Kapasitas Pengeringan.....	33
Kadar Vitamin C .....	34
Aktivitas Antioksidan .....	34
Kadar Protein .....	36
Uji Organoleptik Aroma .....	37
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	39
Uji Kadar Air .....	40
Kapasitas Pengeringan.....	46
Kadar Vitamin C .....	52
Aktivitas Antioksidan .....	54
Kadar Protein .....	58
Uji Organoleptik Aroma .....	62
KESIMPULAN DAN SARAN .....	67
DAFTAR PUSTAKA .....	69
LAMPIRAN .....	75

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Kandungan Daun Kelor Basah dan Kering Tiap 100 g.....	9
2.	Perbandingan Nilai Suhu Udara dengn Kelembaban Udara.....	26
3.	Uji terhadap Aroma.....	37
4.	Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Parameter Pengeringan Daun Kelor.....	39
5.	Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Parameter Pengeringan Daun Kelor.....	40
6.	Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kadar Air.....	40
7.	Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Air.....	42
8.	Uji Beda Rata-rata Pengaruh Interaksi antara Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan teradap Kadar Air .....	44
9.	Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kapasitas Pengeringan.....	46
10.	Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kapasitas Pengeringan .....	49
11.	Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Vitamin C.....	52
12.	Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Aktivitas Antioksidan.....	54
13.	Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan.....	56
14.	Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kadar Protein.....	58
15.	Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Protein.....	60
16.	Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Uji Organoleptik Aroma.....	62
17.	Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Uji Organoleptik Aroma .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Tanaman Daun Kelor .....	8
2.	Daun Kelor.....	13
3.	Proses Pengeringan pada Grafik Psikometrik.....	19
4.	Diagram Psikometrik.....	25
5.	Skema Alat Pengering Dehumidifier .....	31
6.	Diagram Alir Proses Pengeringan Daun Kelor Menggunakan Alat Dehumidifier .....	38
7.	Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kadar Air .....	41
8.	Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Air.....	43
9.	Pengaruh Interaksi Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan terhadap Kadar Air .....	45
10.	Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kapasitas Pengeringan.....	47
11.	Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kapasitas Pengeringan .....	50
12.	Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Vitamin C.....	53
13.	Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Aktivitas Antioksidan.....	55
14.	Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan .....	57
15.	Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kadar Protein.....	59
16.	Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Protein.....	61
17.	Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Uji Organoleptik Aroma.....	63
18.	Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Uji Organoleptik Aroma .....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Tabel Data Rataan Parameter Kadar Air .....	75
2.	Hasil Data Kadar Air Perlakuan K <sub>1</sub> .....	76
3.	Kurva Laju Pengeringan Daun Kelor Perlakuan K <sub>1</sub> .....	76
4.	Hasil Data Kadar Air Perlakuan K <sub>2</sub> .....	77
5.	Kurva Laju Pengeringan Daun Kelor Perlakuan K <sub>2</sub> .....	77
6.	Hasil Data Kadar Air Perlakuan K <sub>3</sub> .....	78
7.	Kurva Laju Pengeringan Daun Kelor Perlakuan K <sub>3</sub> .....	79
8.	Kurva Laju Pengeringan Daun Kelor Perlakuan K <sub>4</sub> .....	79
9.	Hasil Data Kadar Air Perlakuan K <sub>4</sub> .....	80
10.	Tabel Data Rataan Parameter Kapasitas Pengeringan.....	81
11.	Tabel Data Rataan Parameter Kadar Vitamin C .....	82
12.	Tabel Data Rataan Parameter Aktivitas Antioksidan.....	83
13.	Tabel Data Rataan Parameter Kadar Protein .....	84
14.	Tabel Data Rataan Parameter Uji Organoleptik Aroma.....	85
15.	Kondisi Udara Pengering.....	86
16.	Kinerja System Pengeringan Dehumidifier Masing-masing Faktor Pembebanan Dau Kelor Basah (K1) .....	86
17.	Kinerja System Pengeringan Dehumidifier Masing-masing Faktor Pembebanan Dau Kelor Basah (K2) .....	86
18.	Kinerja System Pengeringan Dehumidifier Masing-masing Faktor Pembebanan Dau Kelor Basah (K3) .....	87
19.	Kinerja System Pengeringan Dehumidifier Masing-masing Faktor Pembebanan Dau Kelor Basah (K4) .....	87
20.	Daun Kelor.....	88
21.	Pengeringan Daun Kelor Menggunakan Alat <i>Dehumidifier</i> .....	88

22. Alat Pengeringan <i>Dehumidifier</i> .....	89
23. Proses Pengeringan.....	90
24. Alat Thermometer .....	90
25. Proses Penimbangan Susut Bobot.....	91
26. Uji Kadar Vitamin C .....	91

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Di Indonesia daun kelor dimanfaatkan sebagai sayur-sayuran, Daun kelor mempunyai banyak manfaat, diantaranya antidiabetes, antihepatitis, obat gangguan jantung, dan kolestrol tinggi (Mardiana L, 2012). Menurut penelitian Rohyani (2015) bahwa hasil skrining fitokimia dari daun kelor mengandung flavonoid, alkaloid, steroid, tanin, saponin, antrakuinon, dan terpenoid.

Moringa Oleifera adalah tumbuhan yang banyak tersebar di sebagian besar daerah beriklim tropis dan sub-tropis. Tumbuhan ini biasa disebut Kelor atau Marungga pada beberapa daerah di Indonesia. Pohon ini sendiri kaya akan protein, vitamin, mineral dan karbohidrat yang sangat dibutuhkan manusia. Tidak jarang tanaman ini disebut “Pohon Ajaib” (Irwan dan Zaki, 2020). Pohon ini juga mengandung lebih dari 90 nutrisi, antioksidan yang berbeda dan delapan asam amino esensial (Clement dkk., 2017). Masalah dari tanaman ini sendiri adalah mudah rusak daunnya setelah dipetik. Salah satu cara untuk menghindari hal tersebut terjadi adalah dengan proses pengeringan.

Pengeringan merupakan suatu cara mengeluarkan atau menghilangkan kadar air yang terkandung dalam suatu bahan dengan cara menguapkan sebagian besar air yang dikandungnya menggunakan bantuan angin dan menggunakan energi panas. Secara umum pengeringan komoditi pertanian dilakukan dengan cara penjemuran atau dengan menggunakan alat pengering buatan.

Proses pengeringan mungkin sebuah cara tertua yang digunakan untuk pengawetan buah maupun tanaman yang dilakukan oleh manusia. Oleh karenanya, cara ini dapat digunakan untuk memperlambat proses kerusakan daun

Kelor sekaligus menjaga kualitas dari daun tersebut. Daun yang telah dikeringkan dapat dijadikan. Cara ini digunakan guna mempertahankan nutrisi pada daun Kelor (Emelike N.J.T, 2016).

Namun yang perlu diperhatikan adalah dalam proses pengeringan dapat menyebabkan perubahan sifat makanan seperti perubahan warna, aroma, tekstur, nilai gizi, dan bentuk fisik (Raquel, 2018). Suhu pengeringan yang lebih tinggi dapat mengurangi waktu pengeringan tetapi dapat berakibat pada kualitas produk yang buruk, kerusakan akibat panas pada permukaan dan konsumsi energi yang lebih tinggi. Di sisi lain, pengeringan menggunakan suhu yang lebih rendah dapat meningkatkan kualitas produk (Betoret et al., 2016). Tetapi suhu pengeringan lebih dari 60°C dapat mengakibatkan perubahan dalam tanaman, termasuk senyawa flavonoid.

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengeringan adalah kadar air. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sehingga menghambat perkembangan organisme pembusukan. Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan. Struktur bahan secara umum dapat didasarkan pada kadar air yang biasanya ditunjukkan dalam persentase kadar air basis basah atau basis kering. Kadar air basis basah (Mwb) banyak digunakan dalam penentuan harga pasar sedangkan kadar air basis kering (Mdb) digunakan dalam bidang teknik. Bila berat total daun kelor (Wt) dan berat padatan daun kelor (Wd), maka persamaan dalam penentuan kadar air adalah:  $Mwb = (wt-wd)/wt \times 100\%$ . (Piamat, 2021).

Sifat-sifat udara lembab dengan digabungkan pada diagram psikometrik. Hubungan kelembaban udara pada pengeringan ialah pada suhu yang rendah

terdapat kelembaban udara yang tinggi dan sebaliknya pada suhu tinggi maka kelembaban akan rendah. Namun pada pengeringan bahan herbal, pengeringan dengan suhu tinggi tidak diharapkan karena akan menyebabkan kerusakan bahan aktif yang terkandung dalam bahan herbal. Sedangkan pengeringan pada suhu rendah dan kelembaban udara tinggi akan memerlukan waktu pengeringan yang sangat lama sehingga bahan herbal yang dikeringkan akan menjadi busuk. Sehingga diperlukan kondisi suhu yang rendah dengan kelembaban udara yang rendah, salah satu jenis pengering buatan yang dapat di pilih ialah pengering dengan metode dehumidifikasi. Proses pengeringan secara umum akan terjadi dengan cepat bila terjadi perbedaan tekanan parsial air antara permukaan yang dikeringkan dengan lingkungannya. Dalam hal ini dapat diindikasikan sebagai kelembaban relatif udara sekelilingnya. Namun perlu diperhatikan adanya potensi peningkatan aktivitas mikroorganisme yang akan merusak komoditas yang akan dikeringkan. (Sutarya, 2021)

Apabila udara yang digunakan sebagai medium pengeringan memiliki kelembaban yang rendah maka kecepatan pengeringan akan semakin tinggi. Udara dengan kelembaban yang rendah (udara kering) mempunyai kandungan uap air yang sedikit sehingga kemampuan udara dalam mengambil uap air dari bahan akan lebih tinggi. Kim dkk (2013:1), meneliti tentang pengaruh temperatur, kelembaban relatif, kecepatan udara terhadap laju pengeringan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa temperatur yang tinggi, kelembaban relatif yang lebih rendah, dan kecepatan fluida yang lebih tinggi menunjukkan tingkat pengeringan yang tinggi. Laju pengeringan maksimum dicapai pada fase

pengeringan awal, kemudian menurun secara konstan hingga akhirnya menjadi nol pada masing-masing sampel.(Efendi, 2019).

Salah satu sistem pengeringan daun kelor yaitu dengan menggunakan metode dehumidifier. Dehumidifier adalah suatu alat yang memiliki fungsi untuk menurunkan kelembaban udara dengan cara menyerap udara yang lembab dan memprosesnya menjadi air yang akan ditampung dalam suatu wadah. Dehumidifier diletakkan dalam sebuah ruangan yang nantinya akan berfungsi untuk mengurangi kelebihan uap air dalam ruangan tersebut. Cara kerja mesin ini adalah dengan mengumpulkan kelebihan lembab udara dan menjadikannya udara kering. Keunggulan dari pengering dehumidifier dibandingkan pengering konvensional adalah higienis, mudah melakukan pengontrolan temperatur dan kelembaban udara pengering sehingga dapat dipergunakan pada kisaran temperatur yang luas (Colak dan Hepbasli, 2009). Selain itu kualitas produk yang dikeringkan lebih baik, tidak tergantung pada kondisi cuaca luar serta tidak menghasilkan asap yang mengotori atmosfer (Perera dan Rahman, 1997). Warna dan aroma dari produk yang dikeringkan dengan pengering dehumidifier juga lebih baik dibandingkan dengan pengering temperatur tinggi (Strommen, 1994)

Berdasarkan uraian tersebut peneliti berkeinginan untuk melakukan penelitian yang berjudul **“Pengaruh Sistem Pengeringan Menggunakan Alat Dehumidifier Terhadap Mutu Daun Kelor(*Moringa Oleifera*)”**.

### **Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui mekanisme cara pengeringan menggunakan alat dehumidifier pada pengeringan daun kelor (*Moringa Oleifera*).
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi berat bahan dan lama pengeringan terhadap mutu daun kelor (*Moringa Oleifera*).
3. Untuk mengetahui variasi berat bahan dan lama pengeringan menggunakan alat dehumidifier terhadap kapasitas pengeringan daun kelor (*Moringa Oleifera*).

### **Hipotesa Penelitian**

1. Adanya pengaruh berat bahan basah terhadap kapasitas pengeringan menggunakan alat dehumidifier.
2. Adanya pengaruh berat basah terhadap kapasitas pengeringan dan mutu teh daun kelor yang dihasilkan.
3. Adanya pengaruh antara berat bahan basah dan lama pengeringan terhadap mutu daun kelor (*Moringa Oleifera*).

### **Kegunaan Penelitian**

1. Sebagian persyaratan untuk menyelesaikan tugas akhir pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Diharapkan dapat menjadi pengetahuan bagi masyarakat yang belum mengetahui tentang manfaat dari daun kelor (*Moringa oleifera*).
3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang pengeringan dengan menggunakan alat dehumidifier.

4. Agar dapat mengetahui pengaruh pengeringan daun kelor (*Moringa Oleifera*) menggunakan alat dehumidifier.

## TINJAUAN PUSTAKA

### **Klasifikasi dan Nama Lokal Kelor (*Moringa Oleifera*)**

Pohon Kelor memiliki peran penting terhadap pencegahan penyakit metabolik dan beberapa penyakit infeksi. Ada beberapa kandungan zat gizi dan elemen terapeutik, di dalamnya termasuk anti inflamasi, antibiotik, dan memacu sistem imun. Mengingat kandungan zat besi dan proteinnya cukup tinggi maka Kelor berpotensi digunakan sebagai terapi suplementasi untuk anak-anak malnutrisi. Kandungan zat besi dalam daun kelor bubuk mencapai 60,5 mg/ 100 gr. Dalam keadaan kering atau serbuk daun kelor mengandung 17,3 mg vitamin C (Kurniawati dkk., 2018).

Pohon Kelor termasuk pohon berumur panjang. Secara fisiologis pohon ini memiliki tinggi 7-12 m, batang berkayu (lignosus), tegak, berwarna putih kotor, kulit tipis, dan permukaan kasar. Daun majemuk, bertangkai panjang, tersusun berseling, beranak daun gasal (imparipinnatus), helai daun saat muda berwarna hijau muda, setelah itu berubah menjadi hijau tua. Bentuk helai daun bulat telur, panjang 1-2 cm, lebar 1-2 cm, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul (obtusus), tepi rata, susunan pertulangan menyirip (pinnate), permukaan atas dan bawah halus (Lutfiana, 2013). Klasifikasi Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*) dapat dilihat dibawah ini :

Kingdom : Plantae

Sub kingdom : Tracheobionta (vascular plants)

Superdivisi : Spermatophyta (seed plants)

Divisi : Magnoliophyta (flowering plants)

Kelas : Magnoliopsida (dicotyledons)  
Subkelas : Dilleniidae  
Famili : Moringaceae  
Genus : Moringa  
Spesies : Moringa oleifera Lam (USDA, 2013).

Tanaman kelor dapat dilihat pada Gambar 1. Dibawah ini.



Gambar 1. Tanaman Kelor

Daun kelor berbentuk bulat telur dengan tepi daun rata dan ukurannya kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai (Tilong, 2012). Terdapat beberapa julukan untuk pohon kelor diantaranya The Miracle Tree, Tree For Life, dan Amazing Tree. Julukan tersebut muncul karena bagian pohon kelor mulai dari daun, buah, biji, bunga, kulit, batang, hingga akar memiliki 8 manfaat yang luar biasa. Tanaman kelor mampu hidup di berbagai jenis tanah, tidak memerlukan perawatan yang intensif, tahan terhadap musim kemarau, dan mudah dikembangbiakkan (Simbolon dan Katharina, 2007).

Menurut Utami (2013), manfaat dari daun kelor antara lain sebagai anti peradangan, hepatitis, memperlancar buang air kecil, dan anti alergi. Daun kelor

(*Moringa oelifera*) banyak digunakan dan dipercaya sebagai obat infeksi, anti bakteri, infeksi saluran urin, luka eksternal, antihipersensitif, anti anemik, diabetes, colitis, diare, disentri, dan rematik (Fahey, 2005).

### **Kandungan Daun Kelor (*Moringa Oleifera*)**

Menurut Simbolan dan Katharina (2007) kandungan kimia yang dimiliki daun kelor yaitu asam amino berbentuk asam aspartat, asam glutamat, alanin, valin, leusin, isoleusin, histidin, lisin, arginin, venilalanin, triptopan, sistein dan methionin. Daun kelor juga mengandung makro elemen seperti potasium, kalsium, magnesium, sodium, dan fosfor, serta mikro elemen seperti mangan, zinc, dan besi. Sumber vitamin pada daun kelor beragam, seperti provitamin A, vitamin B, Vitamin C, mineral dan zat besi. Kandungan daun kelor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Daun Kelor Basah dan Kering Tiap 100 g

Kandungan	Daun Basah	Daun Kering
Karoten (Vitamin A)	6.78 mg	18.9 mg
Thiamin (Vitamin B)	0.06 mg	2.64 mg
Riboflavin (B2)	0.05 mg	20.5 mg
Niacin (B3)	0.8 mg	8.2 mg
Vitamin C	220 mg	17.3 mg
Vitamin E	190 mg	11.8 mg
Kalsium	440 mg	2.003 mg
Kalori	92 kal	205 kal
Karbohidrat	12.5 g	38.2 g

Tembaga	0.07 mg	0.57 mg
Lemak	1.70 g	2.3 g
Serat	0.90 g	19.2 g
Zat Besi	0.85 mg	28.2 mg
Magnesium	42 mg	368 mg
Fosfor	70 mg	204 mg
Pottasium	259 mg	1.324 mg
Protein	6.70 g	27.1 g
Zinc	0.16 mg	3.29 mg

Sumber : (Bey, 2010).

Hasil studi fitokimia daun kelor (*Moringa oleifera* L.) menjelaskan daun kelor mengandung senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin yang juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Komposisi dan konsentrasi senyawa fitokimia mengalami perubahan selama pertumbuhan tanaman seperti daun yang lebih muda mempunyai kandungan fitokimia paling tinggi dibandingkan dengan yang lain (Nugraha, 2013). Berikut penjelasan kandungan senyawa yang terkandung di daun kelor :

a) Flavonoid

Senyawa flavonoid mudah larut dalam air serta berfungsi sebagai antimikroba dan antivirus. Mekanisme flavonoid terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis* yaitu mampu menghilangkan permeabilitas sel bakteri (Karlina, 2013). Flavonoid mampu merusak dinding sel bakteri dengan melisiskan bakteri melalui pengikatan protein sehingga bakteri akan mati (Christianto, 2012). Kemampuan lain flavonoid adalah mampu menggumpalkan protein

dan lipofilik sehingga lapisan lipid pada membran sel bakteri akan hancur (Monalisa dan Dita, 2011).

b) Tanin

Tanin sebagai antibakteri adalah melalui kemampuan dalam mengganggu permeabilitas dan metabolisme bakteri sehingga perkembangan dan aktivitas bakteri akan terganggu dan menyebabkan kematian bakteri (Ajizah, 2004).

c) Alkaloid

Senyawa alkaloid yang memiliki mekanisme mengganggu terbentuknya komponen penyusun peptidoglikan pada sel, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut (Ajizah, 2004).

d) Saponin

Saponin merupakan senyawa yang berbusa di dalam air, pahit dan bersifat antimikroba. Mekanisme senyawa saponin yaitu menurunkan permeabilitas dinding sel bakteri sehingga dinding sel tersebut lama kelamaan akan pecah atau lisis (Ajizah, 2004). Saponin juga berperan sebagai antibakteri dengan cara mengganggu stabilitas membran sel bakteri sehingga bakteri akan lisis (Kurniawan dkk., 2015).

Salah satu kandungan gizi yang terdapat dalam kelor (*Moringa oleifera* Lam.) adalah zat besi (Fe) (Broin, 2010). Menurut penelitian, daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) mengandung zat besi (Fe) lebih tinggi daripada sayuran lainnya yaitu sebesar 17,2 mg/100 g (Yameogo et al., 2011) yang merupakan pemasok zat besi (Fe) terbanyak dari golongan sayuran (9,9%) (Rahmawati dkk., 2009).

Penelitian yang dilakukan oleh Andi Nurahma, Alimin, dan Wa Ode Rustiah pada tahun 2010, kandungan zat besi (Fe) yang terdapat pada buah kelor (*Moringa oleifera* Lam.) adalah 4,51 mg/100 gram buah kelor (*Moringa oleifera* Lam.). Sedangkan untuk daun kelor (*Moringa oleifera* Lam) mengandung 6,21 mg zat besi (Fe)/100 gram daun kelor (*Moringa oleifera* Lam) yang tumbuh di dataran tinggi Kecamatan Dua Boccoe, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Adanya zat besi (Fe) dalam daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) sejumlah 61,006 mg/kg sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan gizi dalam tubuh.

### **Manfaat Tanaman Daun Kelor**

Kelor Tanaman kelor secara utuh digunakan sebagai pembatas rumah atau ladang di daerah pedesaan. Bagian lain dari tanaman kelor yang dapat dimanfaatkan yaitu Akar kelor digunakan sebagai antilithic (pencegah terbentuknya batu urine), rubefacient (obat bagi kulit merah), vesicant (menghilangkan kutil), antifertilitas dan antiinflamasi (peradangan). Batang kelor dimanfaatkan sebagai rubefacient dan vesicant yang dapat digunakan untuk menyembuhkan penyakit mata, pengobatan pasien mengigau, mencegah pembesaran limpa dan dapat menyembuhkan bisul. Pemanfaatan getah kelor yang dicampur dengan minyak wijen digunakan sebagai pereda sakit kepala, demam, keluhan usus, disentri, dan asma. Bunga dari tanaman kelor juga dapat dimanfaatkan dalam penyembuhan radang, penyakit otot, histeria, tumor, dan pembesaran limpa serta menurunkan kolesterol (Krisnadi, 2014).

Bagian lain tanaman kelor yang masih dimanfaatkan yaitu daun kelor. Daun kelor dikatakan layak panen setelah tanaman mengalami pertumbuhan 1,5 - 2 meter. Proses Panen dilakukan dengan cara 13 melakukan pemetikan pada

bagian batang daun dari cabang atau dengan memotong cabang daun kelor berjarak 20 - 40 cm di atas tanah. Fungsi daun kelor sendiri secara tradisional telah banyak diolah sebagai sayur hingga dikembangkan menjadi produk pangan modern seperti tepung kelor, kerupuk kelor, kue kelor, permen kelor dan teh daun kelor. Selain itu, jika daun kelor tersebut dibuat ekstrak maka dapat berfungsi sebagai antibakteri (Krisnadi, 2014). Daun kelor dapat dilihat pada Gambar 2. Dibawah ini.



Gambar 2. Daun Kelor

Tepung daun kelor hasil produksi pabrik merupakan salah satu bentuk olahan daun kelor yang menjadi pusat perhatian karena manfaat yang dihasilkan. Manfaat dan khasiat nutrisi alami yang terkandung didalam tepung daun kelor, yaitu 48 antioksidan, 18 asam amino (8 asam amino essensial), 36 anti- inflamasi, multi vitamin, mineral dan senyawa alami lainnya yang diperlukan oleh tubuh. Manfaat lain tepung daun kelor bermula dari proses pengolahan daun kelor menjadi tepung yang dapat meningkatkan nilai kalori, kandungan protein, kalsium, zat besi dan vitamin A. Hal ini disebabkan karena terjadi penurunan kadar air dalam daun kelor saat proses pengolahan daun kelor menjadi tepung. Satu sendok makan tepung daun kelor mengandung sekitar 14% protein, 40%

kalsium, 23% zat besi, dan mendekati seluruh kebutuhan balita akan vitamin A. (Winarti, 2010). Daun kelor yang digunakan dalam pembuatan tepung atau powder daun kelor adalah daun berwarna hijau tua (Aminah dan Syarifah, 2015).

### **Pengeringan**

Pengeringan yaitu suatu cara penggunaan energi panas untuk menurunkan kandungan air dari suatu bahan pangan. Pengeringan bertujuan agar produk yang dihasilkan tidak berbahaya secara efektif, sehingga cenderung memiliki daya simpan produk yang agak lama dalam waktu tertentu. Kualitas dari simplisia bergantung pada saat penurunan kadar air dan penghentian reaksi enzimatik (Prasetyo, 2013).

Menurut Estiasih dan Ahmadi (2009) pengeringan adalah metode pengawetan agar daya simpan bahan pangan menjadi lebih panjang dengan cara mengurangi kadar air dari bahan pangan. Menurunnya kadar air pada bahan mengakibatkan aktivitas mikroorganisme dan enzim menurun, karna air yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitasnya tidak cukup.

Tujuan pengeringan adalah menghambat pertumbuhan mikroba dan serangga serta mengurangi volume bahan pangan sehingga proses penyimpanan dan distribusi menjadi lebih efisien. Selain itu tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lebih lama. Keuntungan dari pengeringan bahan adalah mengawetkan bahan dengan volume yang lebih kecil sehingga mempermudah dan menghemat ruang pengangkutan dan pengepakan, berat bahan juga menjadi

berkurang sehingga memudahkan pengangkutan, dengan demikian diharapkan biaya produksi menjadi lebih murah (Lestari dan Susilawati 2015).

Menurut Musdalifah (2012), proses pengeringan dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu:

a. Luas Permukaan

Sebelum melakukan pengeringan, bahan pangan akan terlebih dahulu dikecilkan ukurannya baik dengan cara diiris, digiling atau dipotong. Hal ini dapat mempercepat proses pengeringan karena dengan ukuran yang kecil menyebabkan air dalam bahan lebih mudah menguap.

b. Suhu

Pada proses pengeringan bahan pangan sebaiknya digunakan suhu 45 °C hingga suhu 75 °C, apabila suhu yang digunakan kurang dari 45 °C akan menyebabkan mikroba ataupun jamur masih tetap hidup dan akan merusak produk bahan pangan. Sedangkan apabila suhu yang digunakan lebih dari 75 °C akan menyebabkan terjadinya kerusakan bahan pangan pada struktur kimiawi dan juga struktur fisik dari bahan karena massa dan panas yang berpindah terlalu cepat akan berdampak pada struktur sel bahan yang dikeringkan. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya perpindahan panas dari alat pengeringan menuju bahan yang akan dikeringkan adalah adanya perbedaan suhu. Dimana semakin besarnya beda suhu alat pengering dan bahan, maka proses pengeringan akan lebih cepat terjadi dan semakin kecil perbedaannya maka akan menghambat terjadinya proses pengeringan, dengan kata lain suhu juga mempengaruhi laju pengeringan.

c. Kecepatan Aliran Udara Pengerinan

Pada alat pengering, udara yang mengalir akan mengakibatkan berpindahnya energi panas kemudian mentransfer panas tersebut ke bahan pangan setelah itu uap air akan dikeluarkan dari ruang pengeringan. Apabila panas dalam udara pengering memiliki keseragaman, volume yang besar dan laju aliran udara juga besar, hingga dapat menembus lapisan bahan. Maka kecepatan pengeringan akan berbanding lurus dengan laju kecepatan aliran udara pengeringan.

d. Kelembaban Relatif (RH) Udara Pengerinan

Kelembaban Relatif merupakan jumlah uap air yang terkandung dalam campuran air dan udara dalam fase gas. Proses pengeringan akan berlangsung dengan cepat apabila kelembaban udara rendah. Hal ini disebabkan karena semakin kering udara maka penyerapan air pun akan berlangsung cepat sehingga proses pengeringan pun akan cepat.

e. Lama Pengerinan

Waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan harus dioptimalkan karena bahan hasil pertanian biasanya sensitif dengan suhu yang tinggi. Proses pengeringan yang menggunakan waktu yang singkat dengan suhu tinggi akan menekan tingkat kerusakan bahan pangan jika dibandingkan dengan menggunakan suhu rendah dengan waktu singkat. Pengeringan bahan pangan yang peka terhadap panas akan lebih efisien apabila menggunakan suhu yang rendah dengan waktu yang cepat.

f. Tekanan Atmosfer

Tekanan atmosfer juga berpengaruh dalam proses pengeringan. Semakin tinggi tekanan udara, maka penyerapan uap air akan rendah karena udara menjadi lembab. Hal ini akan menghambat laju pengeringan. Namun apabila tekanan udara rendah maka kerapatan udara berkurang dan air dalam akan mudah teruapkan sehingga proses pengeringan akan berlangsung dengan cepat. (Musdalifah, 2012 dan Sutralia, 2021)

Menurut Effendi (2009), terdapat 2 macam metode pengeringan alami, yakni pertama adalah pengeringan yang menggunakan angin dan sinar hari. Terkadang pengeringan ini masih kurang produktif disebabkan oleh iklim yang tidak teratur, sehingga waktu yang dibutuhkan pada proses pengeringan tidak terdeteksi sekaligus kelembaban tidak dapat terkontrol yang menyebabkan jalannya pengeringan tidak stabil, kemudian yang kedua adalah pengeringan alami dengan memanfaatkan udara hangat atau pemanasan. Biasanya tehnik dari metode ini adalah udara panas dihembuskan kedalam alat pengering sehingga hamparan hangat dapat mengalir menuju bahan yang dikeringkan menggunakan blower. Mekanisme pengeringan buatan ini mempunyai berbagai manfaat salah - satunya seperti tidak tergantung pada iklim, batas pengeringan yang dapat diatur sesuai kebutuhan, dan kondisi dapat dikontrol.

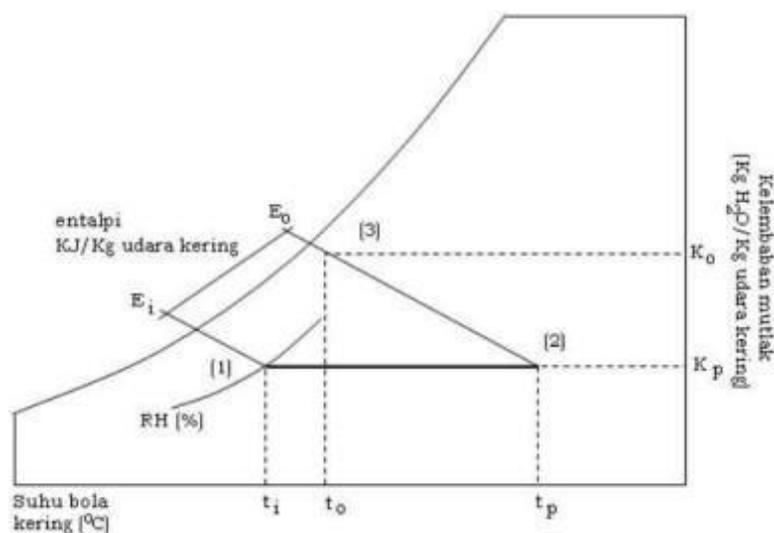
Lama pengeringan dapat menyebabkan penguapan air lebih banyak sehingga kadar air dalam bahan semakin kecil. Selain itu, lama pengeringan juga berpengaruh pada kandungan senyawa fitokimia bahan. Fitokimia merupakan

senyawa kimia yang terkandung di dalam tumbuhan. Senyawa Fitokimia biasanya merujuk pada senyawa organik pada tumbuhan yang tidak terlalu dibutuhkan untuk fungsi tubuh secara normal, namun memiliki efek yang menguntungkan bagi kesehatan seperti berperan aktif dalam pencegahan penyakit.

Menurut Musdalifah (2012), kecepatan proses pengeringan dari suatu bahan pangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor utama diantaranya:

- g. Karakteristik produk baik dari sifat kimia dan sifat fisik dari produk (ukuran, bentuk dan kadar air).
- h. Sifat-sifat fisik dari lingkungan alat pengering (kecepatan udara, suhu dan kelembaban).
- i. Karakteristik dari alat pengering (efisiensi pemindahan panas). (Musdalifah, 2012 dan Sutralia, 2021)

Menurut Sari dkk., (2019) jika suhu yang digunakan pada pengeringan terlalu tinggi dan bahan yang akan dikeringkan dalam keadaan basah maka akan membuat bahan kering pada bagian luarnya saja, selain itu waktu pengeringan yang terlalu lama dapat menyebabkan teh menjadi cepat rapuh sehingga kualitasnya menjadi menurun.



Gambar 3. Proses Pengeringan Pada Grafik Psikometrik

Keterangan:

1-2 = proses pemanasan udara

2-3 = proses terjadinya pengeringan

t = udara masuk kedalam alat pengering

p = udara pengeringan

o = udara keluar dari alat pengering

Gambar 3 menunjukkan terjadinya proses pengeringan dengan cara memanaskan udara pengering. Selama proses pengeringan nilai entalpi dan suhu bola basah udara berada pada kondisi tetap sementara suhu bola kering secara perlahan akan turun diikuti dengan kenaikan kelembaban relatif, rasio kelembaban, tekanan parsial dan suhu pengembunan udara pengering. (Efendi, 2019).

Kadar air merupakan banyaknya jumlah air yang terkandung dalam bahan pangan, kadar air dalam bahan pangan biasanya dinyatakan dalam bentuk persen (%). kadar air dalam bahan pangan dapat dibedakan menjadi berat basah (wet basis) dengan batas teoritis maksimum 100% dan berat kering (dry basis) dengan batas teoritis dapat melebihi 100%. adanya kadar air dalam bahan pangan sangat berpengaruh pada bahan pangan itu sendiri, dimana kadar air dapat mempengaruhi tekstur, keseragaman, daya simpan, cita rasa, juga fisik yang tampak dari bahan pangan tersebut. (Sutralia, 2021)

Proses pengeringan juga dipengaruhi oleh kadar air bahan. Kadar air bahan menunjukkan jumlah kandungan air yang dimiliki oleh setiap bahan pada masing-masing satuan berat. Kadar air dinyatakan dalam dua jenis yaitu basis basah (wet basis) dan basis kering (dry basis). Secara teoritis batas maksimum basis basah

adalah 100%, sedangkan kadar air basis kering lebih rendah dari 100%. Dimana kadar air basah menyatakan perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat total bahan.

$$M = \frac{W_t - W_d}{W_t} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t} \times 100\%$$

Dimana:

M = kadar air berat basah (%)

W<sub>m</sub> = berat air dalam bahan (gr)

W<sub>d</sub> = berat kering mutlak bahan (gr)

W<sub>t</sub> = berat total (gr)

Kadar air basis kering (b,k) merupakan kadar air yang dimiliki bahan setelah mengalami proses pengeringan dalam jangka waktu tertentu dan beratnya menjadi konstan (Muhardiyah dan Hazwi, 2014:69).

$$M = \frac{W_m - W_d}{W_m} \times 100\%$$

Dimana:

M = kadar air basis kering (%)

W<sub>m</sub> = berat air dalam bahan (gr)

W<sub>d</sub> = berat kering mutlak bahan (gr)

### **Sistem Pengeringan Dehumidifier**

Kelembapan udara (*humidity gauge*) adalah jumlah uap air di udara (atmosfer). Kelembapan adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembapan absolut, kelembapan spesifik atau kelembapan relatif. Alat yang digunakan untuk mengukur kelembapan disebut

dengan Higrometer. Sebuah humidistat digunakan untuk mengatur tingkat kelembapan udara dalam sebuah bangunan dengan sebuah pengawal lembap (dehumidifier). Dehumidifier adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi uap air pada udara, ada beberapa teknik yang digunakan untuk melakukan proses dehumidifikasi, salah satunya yaitu menggunakan proses refrigerasi dan memanfaatkan panas dari kondensor itu sendiri sehingga kalor yang terbuang dari kondensor tersebut dapat dimanfaatkan. Proses dehumidifikasi ini banyak digunakan untuk proses pengeringan suatu produk, dengan tujuan agar produk tersebut mampu bertahan dalam jangka waktu tertentu pada suhu lingkungan tanpa campuran bahan pengawet khususnya pada makanan. Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Kandungan uap air dalam udara hangat lebih banyak daripada kandungan uap air dalam udara dingin. Kalau udara banyak mengandung uap air didinginkan maka suhunya turun dan udara tidak dapat menahan lagi uap air sebanyak itu. Uap air berubah menjadi titik-titik air. Udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut udara jenuh. Ada dua istilah kelembapan udara yaitu kelembapan tinggi dan kelembapan rendah. Kelembapan tinggi adalah jumlah uap air yang banyak diudara, sedangkan kelembapan rendah adalah jumlah uap air yang sedikit diudara. (Muliansyah, 2021)

Kelembaban relatif udara yang rendah pada akhirnya membantu perpindahan air dari material yang dikeringkan. Keunggulan dari pengering dehumidifikasi dibandingkan pengering konvensional ialah lebih higienis, kontrol temperatur dan kelembaban udara pengering lebih mudah sehingga dapat

digunakan pada kisaran temperatur yang luas. Kualitas produk yang dikeringkan dengan pengering dehumidifikasi lebih baik, dan tidak bergantung pada kondisi lingkungan serta tidak menghasilkan asap yang mengotori atmosfer. Produk yang dikeringkan dengan pengering dehumidifikasi menghasilkan warna dan aroma yang lebih baik dibandingkan dengan pengering temperatur tinggi. Semakin tinggi suhu mengakibatkan semakin rendahnya kadar air yang juga mengakibatkan semakin rendah kadar kurkumin, begitu pula sebaliknya. (Sutarya, 2021).

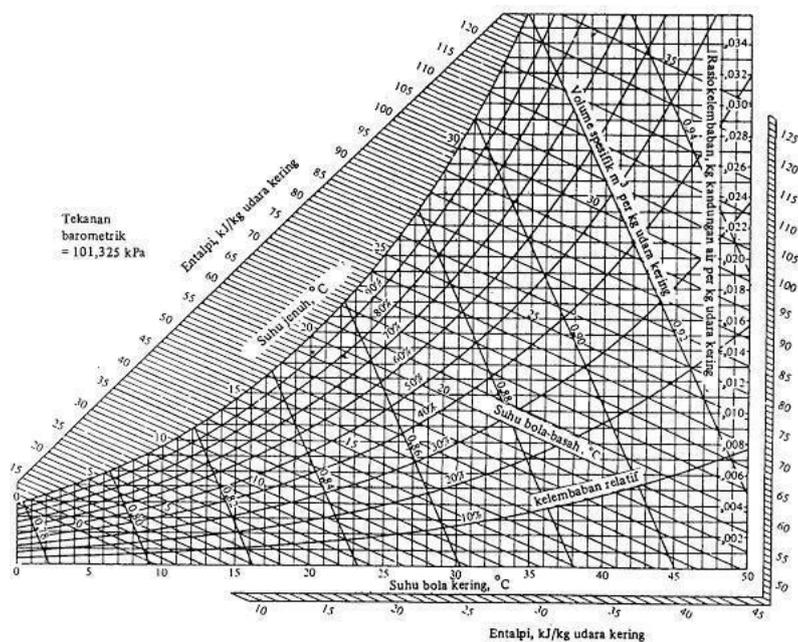
Kelembaban udara dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu:

- a. Suhu merupakan derajat panas suatu benda. Kelembaban udara dipengaruhi oleh suhu udara. Jika suhu suatu udara semakin tinggi, maka kelembaban udara yang dimiliki semakin rendah. Begitu pun sebaliknya, jika semakin rendah suhu udara maka kelembaban yang dimiliki pun semakin tinggi.
- b. Tekanan Udara yaitu dalam tingkat kelembaban udara berbanding lurus. Semakin tinggi tekanan udara di suatu tempat maka udara tersebut semakin memiliki kelembaban yang tinggi karena udara yang ada jumlahnya terbatas.
- c. Pergerakan Angin menjadi hal yang berpengaruh bagi kelembaban udara. Karena adanya angin dapat mempengaruhi proses penguapan pada sumber air dan menjadi salah satu faktor dalam pembentukan awan.
- d. Kuantitas dan Kualitas Penyinaran mempengaruhi kelembaban udara. Jika penyinaran matahari tinggi, maka kelembaban yang tinggi juga menurun. Hal tersebut dikarenakan kandungan uap air pada suatu udara. Penyinaran matahari akan menghilangkan kandungan uap air sehingga akan berdampak pada menurunnya tingkat kelembaban udara.

- e. Vegetasi mempengaruhi kelembaban udara karena kerapatannya. Apabila suatu tempat memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi, maka kelembaban udaranya juga tinggi. Hal tersebut terjadi karena adanya seresah yang menutupi permukaan tanah dengan rapat, maka menyebabkan uap air terkunci di dalam nya. Sebaliknya, apabila kerapatan vegetasinya rendah, maka kelembaban udara ditempat tersebut juga rendah karena seresah yang menutupi permukaan tanah juga jarang.
- f. Ketersediaan Air untuk kelembaban udara diukur dari banyaknya uap air yang terkandung di dalam udara. Daerah yang memiliki ketersediaan air banyak akan memiliki tingkat kelembaban udara yang tinggi. Sementara tempat yang memiliki ketersediaan air rendah maka tingkat kelembabannya juga rendah.
- g. Ketinggian Tempat mempengaruhi kelembaban udara. Jika berada ditempat yang tinggi, udara akan terasa lebih dingin daripada ketika berada di tempat yang lebih rendah. Dikarenakan kandungan uap air yang ada di wilayah ketinggian lebih banyak daripada di wilayah rendah. Maka dari itu semakin tinggi suatu tempat maka kelembaban udaranya pun semakin tinggi sebaliknya, semakin rendah suatu tempat maka kelembaban udaranya pun semakin rendah.
- h. Kerapatan Udara saling berkaitan dengan kelembaban udara. Semakin rapat udara di suatu tempat, maka kelembabannya pun tinggi. Sebaliknya apabila kerapatan udaranya renggang, maka kelembabannya rendah. (Muliansyah, 2021)

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun

defisit tekanan uap air. Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air (pada keadaan jenuh) tergantung pada suhu udara. Defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap air jenuh dengan tekanan uap aktual. Pengembunan akan terjadi bila kelembaban nisbi mencapai 100 %. Teori kelembaban udara (Lippsmeier) mengatakan semakin tinggi udara, maka semakin tinggi kemampuan udara untuk menyerap air, berarti semakin tinggi kelembaban udaranya. "Temperatur lembab" menunjukkan kombinasi antar temperatur kering yang diukur secara normal dan kadar kelembaban udara, yang dapat dibaca dalam diagram psikometrik (Gambar 4). Sedangkan pada Gambar 5 menunjukkan perbandingan temperature udara harian terhadap kelembaban udara yang berbanding terbalik. (Idayah, 2010)



Gambar 4. Diagram Psikometrik

Apabila udara yang digunakan sebagai medium pengeringan memiliki kelembaban yang rendah maka kecepatan pengeringan akan semakin tinggi. Udara dengan kelembaban yang rendah (udara kering) mempunyai kandungan uap air yang sedikit sehingga kemampuan udara dalam mengambil uap air daribahan akan lebih tinggi. Udara yang bergerak atau bersirkulasi akan mempercepat proses pengeringan dibandingkan dengan udara yang diam, hal ini disebabkan karena udara yang bergerak akan terhindar dari kejenuhan. Kejenuhan udara dapat memperlambat proses pengeringan.

Kelembaban relatif tergantung kepada suhu udara. Pada siang hari, dimana lapisan paling bawah menjadi panas karena permukaan tanah memanans, RH dengan cepat menurun. Dengan demikian maka kadar penguapan menjadi tinggi.

Tabel 2. Perbandingan Nilai Suhu Udara dengan Kelembaban Udara

	Pada Permukaan Tanah	Ketinggian 2 M
Suhu udara	Tinggi	Lebih rendah
Kelembaban relatif	Rendah	Lebih tinggi
Kelembaban Absolut	Tinggi	Lebih rendah

(Sumber: Idayah, 2010)

Pada malam hari keadaan terbalik. Khususnya pada saat malam yang cerah dan udara tenang, lapisan paling bawah (kelembaban mutlak tertinggi) dingin, kelembaban relative meningkat, titik jenuh segera tercapai.

Sumber kelembaban di perkotaan berasal dari air hujan yang cenderung menjadi aliran permukaan akibat adanya permukaan semen, parit, selokan, dan pipa-pipa drainase. Evaporasi dari permukaan dan vegetasi di kota lebih rendah dibandingkan daerah desa yang permukaannya lebih terbuka. Jumlah badan air

(sungai, danau, kolam, dan rawa-rawa), per satuan luas lebih kecil di dalam kota dari pada di sekitar luar kota. Kondisi di atas memperlambat hilangnya panas di kota karena evaporasi dari air lebih kecil sehingga lebih banyak panas yang tersedia untuk memanaskan atmosfer kota (Idayah, 2010).

### **Dehumidifier**

Dehumidifier adalah alat yang berfungsi untuk menarik udara dengan kelembaban tinggi menjadi udara kering. Alat ini mempunyai prinsip kerja seperti alat pendingin udara yaitu menarik udara lembab dan mengubahnya menjadi air dan kemudian mengalirkan kembali udara kering. Dengan pengeringan menggunakan RH yang rendah, dapat mengurangi efek negatif dari pengeringan dengan suhu yang tinggi. Kelembaban yang rendah menyebabkan suhu pengeringan juga rendah, sehingga tidak merusak bahan yang dikeringkan. Selain itu apabila kelembaban udara pengering rendah maka kandungan air yang ada di dalam bahan akan lebih cepat menguap, sehingga proses pengeringan dapat berlangsung dengan cepat. Prinsip kerja dari pengeringan RH rendah ini adalah mengembunkan uap air dari udara melalui evaporator dan mengkondensasi air hasil pengembunan (Rahayu I. S. 2012).

Pada proses pengeringan RH rendah ini, suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi namun RH atau kelembaban udara pengering rendah. Sehingga waktu yang diperlukan untuk pengeringan lebih cepat dan tekanan uap jenuhnya juga menjadi tinggi. Pada proses pengeringan RH rendah dipengaruhi 2 faktor, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi kadar air awal bahan, sedangkan faktor eksternal meliputi suhu, kelembaban udara pengering, dan kecepatan aliran udara pengering. Semakin tinggi suhu dan kecepatan aliran, dan

semakin rendah RH, maka laju pengeringan semakin cepat dan menyebabkan proses penurunan kadar air serta penyusutan bahan juga semakin cepat (Tulliza dkk., 2010).

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dimulai bulan September sampai Oktober 2022.

### **Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan adalah daun kelor, air, aquades,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , NaOH dan HCl.

### **Alat Penelitian**

Alat yang digunakan adalah peltier kit, kipas DC 12 volt, toples plastik, dan box pengering yang berisi kertas alumunium foil, Lampu pijar 60 wat, thermometer digital, anemometer, Rak pengering, timbangan digital, cawan, desikator dan spektrofotometer.

### **Metode Penelitian**

Metode penelitian ini dilakukan dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAL) faktorial. Yang terdiri dari dua faktor yaitu :

Faktor I : Berat bahan persatuan luas rak pengering ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) yang terdiri dari beberapa taraf berikut ini :

$$K_1 = 0,75 \text{ Kg}/\text{m}^2$$

$$K_2 = 1 \text{ Kg}/\text{m}^2$$

$$K_3 = 1,25 \text{ Kg}/\text{m}^2$$

$$K_4 = 1,5 \text{ Kg}/\text{m}^2$$

Faktor II : Lama pengeringan

$L_1 = 3$  Jam

$L_2 = 4$  Jam

$L_3 = 5$  Jam

$L_4 = 6$  Jam

Maka untuk ketelitian penelitian, dilakukan 4 kali percobaan dengan Berat bahan yang berbeda dan lama pengeringan yang berbeda.

### **Model Rancangan Percobaan**

Penelitian ini dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Faktorial dengan model lenier :

$$\tilde{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

$\tilde{Y}_{ijk}$  : Pengamatan dari faktor K dari taraf ke-I dan faktor L pada taraf ke-j dengan ulangan ke-k.

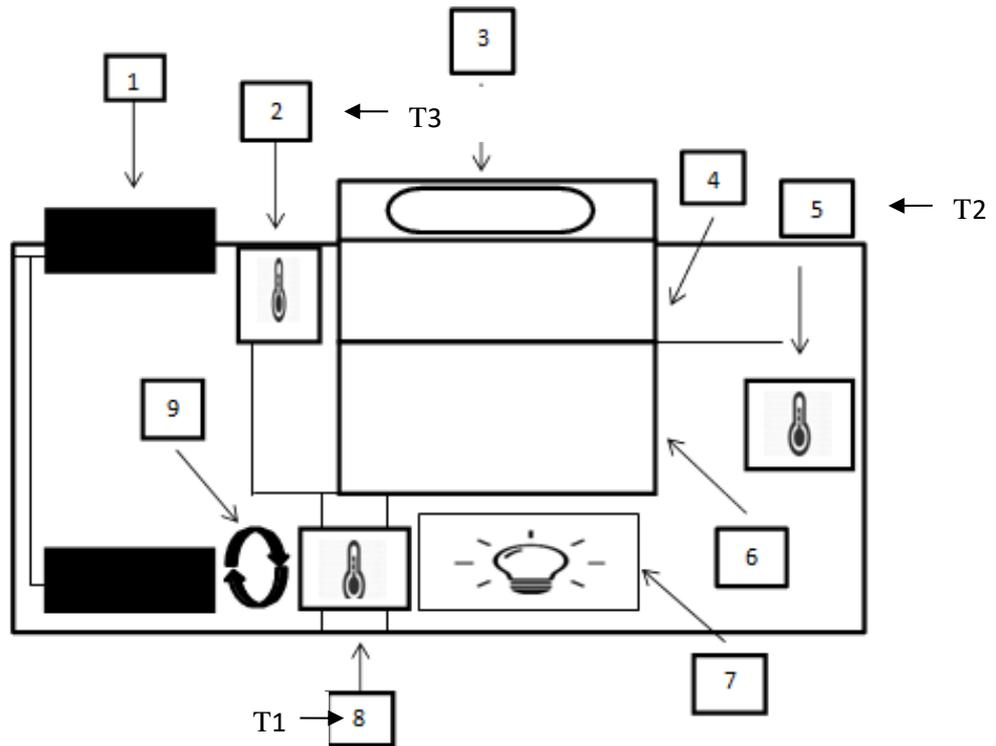
$\mu$  : Efek nilai tengah

$\alpha_i$  : Efek dari faktor K pada taraf ke-i.

$\beta_j$  : Efek dari faktor L pada taraf ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$  : Efek interaksi faktor K pada taraf ke-I dan faktor L pada taraf ke-j.

$\epsilon_{ijk}$  : Efek galat dari faktor K pada taraf ke-i dan faktor L pada taraf ke-j dalam ulangan ke-k.



Gambar 5. Skema Alat Pengering Dehumidifier

**Keterangan :**

1. Peltier kitt
2. Thermometer-hygrometer (1,2,3)
3. Timbangan digital
4. Rak pengering (2)
5. Lampu pijar
6. Kipas DC → 2,1 m/s

**Fungsi Skema Alat Pengering Dehumidifier**

1. peltier kit adalah komponen elektrik yang bekerja dengan prinsip merubah kerika kedu kutub dihubungkan kelistrik maka lempengan peltier memberikan efek sisi panas dan sisi dingin. Kemudian sisi dingin yang terbentuk digunakan untuk mengkondensasi uap air udara yang bersentuhan dengan lempengan sisi dingin, sehingga sebagian kandungan uap air udara berubah menajadi air (terjadi dehumidifikasi)
2. thermometer hygrometer untuk pengukuran suhu dan kelembapan udara yang bersirkulasi dari ruang pengering menuju ruang dehumidifier dan kembali

keruang pengering untuk dipanaskan kembali sebelum digunakan untuk proses pengeringan berikutnya. Penempatan alat thermometer hygrometer dilakukan pada 3 titik dalam ruang pengering. Dimana  $T_1$  mengukur suhu dan kelembapan udara yang keluar dari ruang dehumidifier.  $T_2$  berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara yang sudah melewati pemanas (lampu pijar).  $T_3$  berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara pengering setelah melewati daun kelor basah yang akan dikeringkan.

3. Timbangan digital berfungsi untuk mengukur perubahan daun kelor dari waktu ke waktu pengukuran.
4. Rak pengering terdiri dari 2 tingkat dengan ukuran panjang 44 cm dan lebar 27 cm, sehingga masing-masing rak berukuran dengan luas permukaan 1188 cm. Setiap tingkat rak pengering di hamparkan daun kelor basah dengan kerapatan sesuai dengan faktor perlakuan 1 yaitu  $0,75 \text{ kg/m}^2$ .
5. Lampu pijar berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi panas yang digunakan untuk memanaskan udara pengering.
6. Kipas DC berfungsi untuk mendorong udara sehingga terjadi sirkulasi udara dari ruang pengering ke ruang dehumidifier dan kembali keruang pengering. Kemampuan DC dalam mendorong sirkulasi udara pengering dalam kecepatan 2,1 m/s setelah dilakukan pengukuran dengan alat anemometer.

## **Pelaksanaan Penelitian**

### Proses Daun Kelor

Daun kelor di cuci terlebih dahulu, setelah itu di tiriskan, lalu di sebarkan di rak pengering sesuai perlakuan berat bahan, setelah itu hidupkan alat pengering dehumidifier, tunggu hingga suhu yang dihasilkan oleh lampu

pijar mencapai 50 °C, lalu masukkan daun kelor dalam unit ruang pengering, kemudian putar pen untuk mengaktifkan peltier kitt dan kipas dehumidifier, kemudian dilakukan pengukuran berat bahan sesuai perlakuan menggunakan timbangan digital. Lalu udara dan kelembapan akan berputar/bersirkulasi didalam unit ruang pengering, kemudian udara dan kelembapan pada daun kelor yang dipanaskan menggunakan lampu pijar akan menjadi uap lalu masuk kedalam unit dehumidifier sehingga terjadi proses pengembunan dan menjadi air, kemudian fungsi kipas dehumidifier untuk mengantarkan embun yang sudah menjadi air menjadi udara kelembapan rendah ke ruang pengering, hingga daun kelor benar-benar kering, cara untuk mengetahui daun kelor sudah benar-benar kering yaitu melihat kelembapan udara (RH) di Tehrmometer-higrometer kelembapannya sama atau tidak jauh beda dari T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> dan T<sub>3</sub>.

### **Parameter Pengamatan**

#### **Uji Kadar Air (AOAC, 1995)**

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung dalam bahan. Kadar air bahan menunjukkan bahwa banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua untuk menentukan kadar air bahan yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*). Kadar air yang ditentukan secara langsung dengan menggunakan metode gravimetric oven pada suhu 105 °C. sampel sejumlah 3 – 5 gram ditimbang dan dimasukkan dalam cawan dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 4 jam. Dinginkan cawan dalam desikator dan ditimbang, kemudian dikeringkan dikembali sampai diperoleh bobot tetap. Kadar air sampel dapat dihitung

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \%$$

### **Kapasitas Pengeringan ((AOAC, 1995)**

Kapasitas pengeringan adalah kemampuan alat ( $\Delta\text{Kg}/\text{jam}$ ) dalam menurunkan kadar air bahan selama proses pengeringan berlangsung. Berdasarkan rancangan alat pengering dehumidifier tersebut, Di targetkan Alat mampu mengeringkan bahan Atau daun kelor sebanyak 0,75kg-1,5kg dengan perkiraan waktu atau lama pengeringan 2-5 jam. Akan tetapi hasil dari percobaan yang dilakukan langsung mendapatkan perbedaan. Perbedaanya terletak waktu/ Lama pengeringan, Dimana pada kerapatan bahan sebanyak 0,75kg memerlukan waktu 3 jam, 1 kg memerlukan waktu kurang lebih 3-4 jam, 1,25kg memerlukan waktu 5 jam, Dan 1,5kg memerlukan waktu 6 jam. Hal ini bisa terjadi diduga karena disebabkan oleh kecepatan aliran udara yang dimiliki exhaust fan pada alat pengering dehumidifier tidak terlalu cepat kecepatannya, Dan air yg terkandung pada daun kelor atau bahan yg masih basah menyebabkan aliran udara tidak mampu mengangkat hamparan daun yg ada diruang pengering, Akan tetapi ada panas yg dihasilkan oleh lampu pijar mampu membantu mengeringkan daun kelor, Sehingga pada kapasitas pengeringan daun kelor dapat dikeringkan, dengan rumus :

Jumlah air yang diuapkan per jam (penurunan kadar air daun kelor)

Jam lama pengeringan

### **Kadar Vitamin C (AOAC, 1995)**

Pada pengujian kadar vitamin C maka masukkan sampel larutan pada baker glass kemudian tambahkan aquadest hingga 100 ml. lalu saring menggunakan kertas saring sebanyak 10 ml, tambahkan amilum 2 sampai 3 tetes. Kemudian titrasi dengan iodium hingga mngcul warna biru tidak tetap, kemudian tentukan dengan rumus :

$$\text{Vitamin C} = \frac{\text{MI iodium} \times 0,08 \times \text{Fp}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Berat Sampel

### **Pengukuran Kadar Antioksidan Metode DPPH (Fitriyanti, 2014)**

Pembuatan Larutan DPPH

Sebanyak 4 mg DPPH ditimbang, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur dan dimasukkan 100 ml methanol p.a larutan dihomogenkan. Labu ukur ditutup dengan aluminium foil agar terhindar dari cahaya.

Pembuatan Larutan Sampel

Sebanyak 1 gr bahan ditimbang kemudian ditambahkan 25 ml methanol p.a aduk menggunakan shaker selama 2,5 jam.

Pengukuran Kadar Antioksidan Blanko

Larutan DPPH dipipet sebanyak 1 ml kemudian dicukupkan dengan methanol hingga 5 ml. Larutan ini kemudian dihomogenkan kemudian dan dibiarkan selama 30 menit. Selanjutnya serapan diukur dengan panjang gelombang 517 nm.

Pengukuran Kadar Antioksidan dengan Sampel

Pengujian dilakukan dengan cara memipet 10, 12, 15, 17 dan 20  $\mu$ l dari larutan stok sampel. Sampel ditambahkan 1 ml dpph dan dicukupkan dengan methanol p.a hingga 5 ml. Selanjutnya dihomogenkan dan dibiarkan hingga 30 menit. Lalu diukur dengan panjang gelombang 517 nm. Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam persen inhibisi yang dihitung dengan rumus :

Keterangan :

$Ab_{\text{kontrol}} = \text{Absorbansi DPPH} + \text{etanol}$

$Ab_{\text{sampel}} = \text{Absorbansi DPPH} + \text{sampel}$

Nilai  $IC_{50}$  diperoleh dapat dari beberapa tahapan yaitu menghitung nilai log konsentrasi dan nilai probit untuk masing – masing persentase aktivitas penghambat radikal bebas DPPH dari daun kelor. Selanjutnya menghubungkan kedua data dari perhitungan yang diperoleh dalam grafik utuh, dimana nilai log konsentrasi dijadikan sebagai sumbu x dan nilai probit digunakan sebagai sumbu y. dengan menggunakan persamaan :

$$Y = a + bX$$

Untuk Menentukan nilai  $IC_{50}$  dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IC_{50} = \frac{(50-a)}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

$Y = \% \text{ Inhibisi (50)}$

$a = \text{Intercept (perpotongan garis di sumbu Y)}$ .

b = Slope (kemiringan) X = Konsentrasi.

### **Pengukuran Kadar Protein (Astawan, 2008)**

Penentuan protein menggunakan metode mikro Kjeldahl. Diambil contoh sebanyak 1 g, lalu dimasukkan kedalam labu Kjeldahl kemudian ditambahkan 7,5 g CuSO<sub>4</sub>, 7,5 gr K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 15 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Kemudian dididihkan sampai jernih dan pemanasan diteruskan selama 1 jam. Kemudian didinginkan dan setelah dingin ditambahkan 100 ml aquades dan NaOH 50% sebanyak 50 ml. Kemudian dilakukan destilasi, destilat ditampung sebanyak 75 ml dalam erlenmeyer yang telah diisi dengan 50 ml larutan HCl 0,1 N dan 5 tetes indikator metil red. Kemudian destilat dititrasi dengan NaOH 0,1N sampai terbentuk warna kuning. Dibuat juga blanko dengan menggantikan bahan dengan aquades.

Rumus :

$$\%N = \frac{(\text{ml NaOH blanko} - \text{ml NaOH contoh}) \times N \text{ NaOH} \times 100 \times 14,008}{\text{gr contoh} \times 1000}$$

$$\text{Protein (\%)} = \%N \times \text{Faktor (6,25)}$$

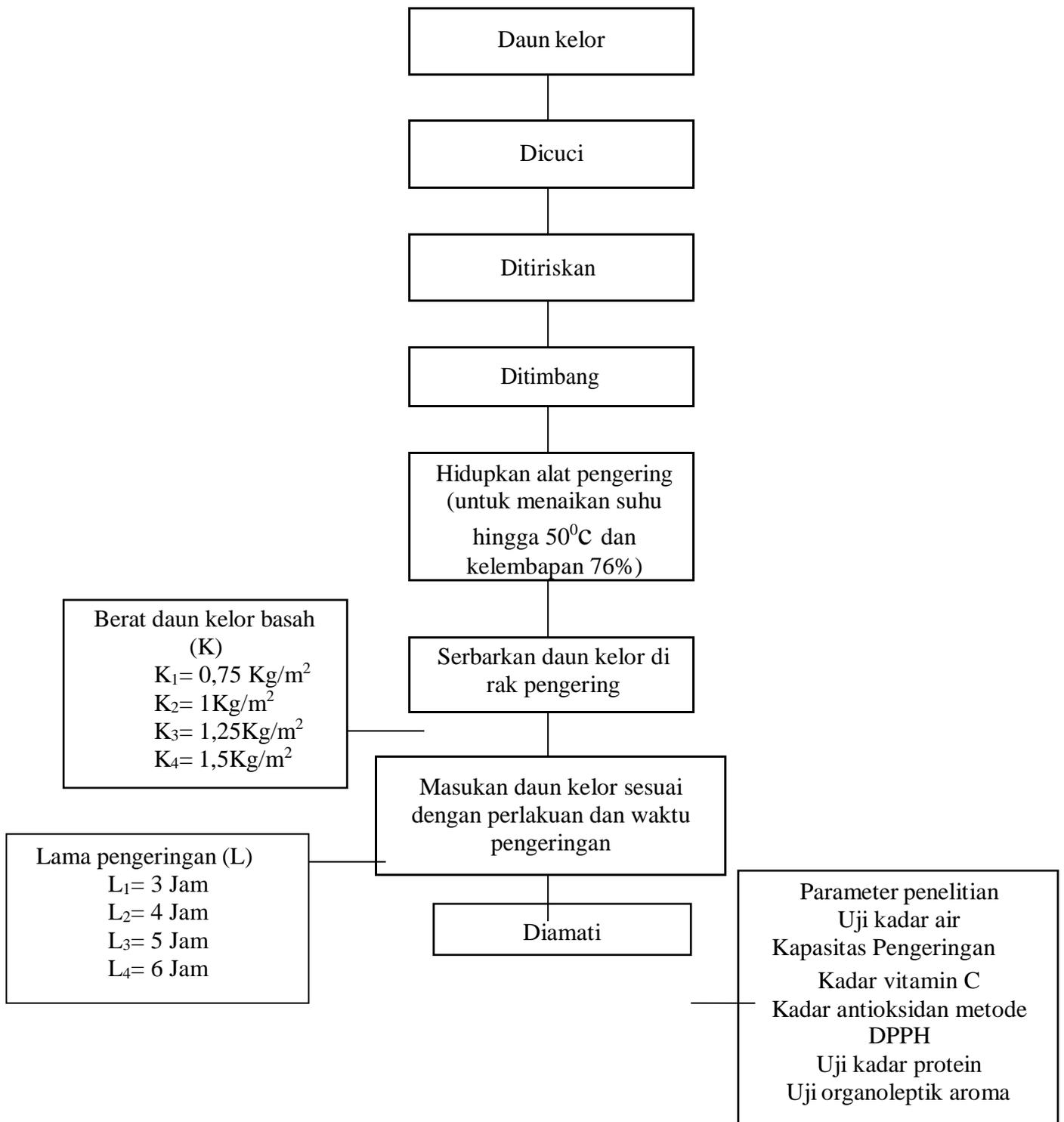
### **Uji Organoleptik Aroma**

Uji Organoleptik Aroma terhadap pengeringan daun kelor dengan uji kesukaan atau uji hedonik. Pengujian dilakukan dengan cara dicoba oleh 10 orang panelis yang melakukan penilaian dengan skala seperti Tabel berikut :

Tabel 3. Uji terhadap Aroma

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat Suka	4
Suka	3
Tidak Suka	2
Sangat Tidak Suka	1

(Sumber : Lestari dan Susilawati, 2015)



Gambar 6. Diagram Alir Proses Pengeringan Daun Kelor Menggunakan Alat Dehumidifier

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dan uji statistik pengeringan daun kelor dengan menggunakan alat dehumidifier, secara umum menunjukkan bahwa konsentrasi inokulum berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Data rata-rata pengamatan berpengaruh pada berat daun kelor basah terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Parameter Pengeringan Daun

Kelor						
Berat Daun Kelor Basah (Kg/m <sup>2</sup> )	Kadar Air (%)	Kapasitas Pengeringan ( $\Delta$ Kg/jam)	Kadar Vit. C (%)	Aktivitas Antioksidan (%)	Kadar Protein (%)	Uji Organ. Aroma
K <sub>1</sub> = 0,75	5,845	17,019	3,586	49,929	7,931	3,500
K <sub>2</sub> = 1	6,043	16,510	3,222	49,928	6,981	3,375
K <sub>3</sub> = 1,25	15,670	15,308	3,193	49,926	5,781	3,025
K <sub>4</sub> = 1,5	17,788	13,091	2,948	47,142	5,513	2,750

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa berat daun kelor basah memiliki pengaruh yang berbeda-beda pada masing-masing parameter tersebut. Parameter kapasitas pengeringan, kadar vitamin C, aktivitas antioksidan, kadar protein dan uji organoleptik aroma dan mengalami penurunan. Sedangkan parameter kadar air mengalami peningkatan.

Sedangkan hasil penelitian dan uji statistik pengeringan daun kelor dengan menggunakan alat dehumidifier, secara umum menunjukkan bahwa lama pengeringan berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Data rata-rata pengamatan berpengaruh pada lama pengeringan terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Parameter Pengeringan Daun Kelor

Lama Pengeringan (Jam)	Kadar Air (%)	Kapasitas Pengeringan ( $\Delta$ Kg/jam)	Kadar Vit. C (%)	Aktivitas Antioksidan (%)	Kadar Protein (%)	Uji. Organ. Aroma
L <sub>1</sub> = 3	18,635	19,223	3,784	49,931	7,138	3,425
L <sub>2</sub> = 4	13,595	15,711	3,222	49,926	6,925	3,175
L <sub>3</sub> = 5	7,135	14,679	3,105	49,925	6,169	3,075
L <sub>4</sub> = 6	5,980	12,315	2,838	47,143	5,975	2,975

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa lama pengeringan memiliki pengaruh yang berbeda-beda pada masing-masing parameter tersebut. Parameter kadar air, kapasitas pengeringan, kadar vitamin C, aktivitas antioksidan, kadar protein dan uji organoleptik aroma dan mengalami penurunan.

### **Kadar Air**

#### **Berat Daun Kelor Basah**

Berdasarkan analisi sidik ragam (Lampiran 1) menunjukkan bahwa berat daun kelor basah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ )

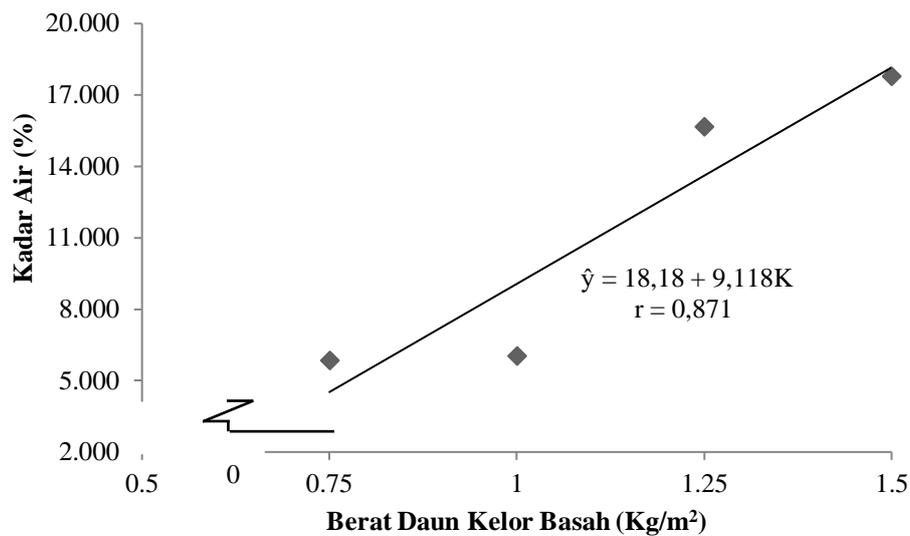
terhadap kadar air pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kadar Air

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
K <sub>1</sub> = 0,75	5,845	-			d	D
K <sub>2</sub> = 1	6,043	2	2,05275	,82596	c	C
K <sub>3</sub> = 1,25	15,670	3	2,15539	,96965	b	B
K <sub>4</sub> = 1,5	17,788	4	2,21013	,04492	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0.05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p < 0.01$ .

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa K<sub>1</sub> berbeda sangat nyata dengan K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> dan K<sub>4</sub>. K<sub>2</sub> berbeda sangat nyata dengan K<sub>3</sub> dan K<sub>4</sub>. K<sub>3</sub> berbeda sangat nyata dengan K<sub>4</sub>. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan K<sub>4</sub> = 17,788 % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan K<sub>1</sub> = 5,845 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kadar Air

Gambar 7 dapat dilihat bahwa berat daun kelor memberikan pengaruh berbeda sangat nyata. Dari Gambar tersebut tampak bahwa semakin banyak bahan sampel yang digunakan, akan menghasilkan kadar air meningkat. Jumlah kadar air yang meningkat dipengaruhi oleh banyaknya jumlah sampel yang digunakan. Kadar air adalah jumlah air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air mempengaruhi kenampakan, tekstur, dan rasa pada bahan pangan (Winarno 2002). Hal ini sesuai dengan literatur (Sundari, 2015) yang menyatakan Semakin banyak jumlah sampel daun kelor yang digunakan, semakin tinggi kandungan air dalam bahan pangan, maka hasil kadar airnya juga akan semakin tinggi. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Kucha dan Rabi (2015) yang menyatakan bahwa daun kelor mengandung air sebesar 75,9 % dalam 100 gr daun kelor.

### **Lama Pengeringan**

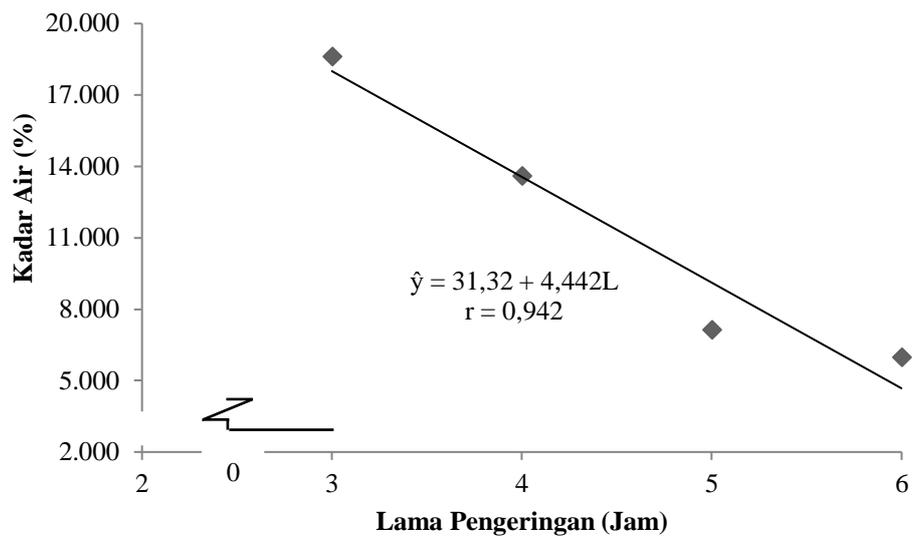
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 1) menunjukkan bahwa lama pengeringan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Air

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$L_1 = 3$	18,635	-			a	A
$L_2 = 4$	13,595	2	2,05275	,82596	b	B
$L_3 = 5$	7,135	3	2,15539	,96965	b	B
$L_4 = 6$	5,980	4	2,21013	,04492	c	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p < 0,01$ .

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda sangat nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda tidak nyata dengan  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_3$  berbeda sangat nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 18,635$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 5,980$  %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Air

Gambar 8. dapat dilihat bahwa berat daun kelor memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar air. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin lama pengeringan dapat menghasilkan kadar air menurun. Pada awal pengeringan, mula-mula pada waktu 0-360 menit, setiap 5 menit sekali suhu dan kadar air pada bahan di lihat hasilnya sampai seterusnya. Pada berbagai perlakuan suhu penurunan kadar air terjadi sangat cepat, sedangkan pada waktu 240-360 menit pada berbagai perlakuan lama pengeringan suhu penurunan kadar air cenderung meningkat. Penurunan kadar air daun kelor dipengaruhi oleh suhu dan lama pengeringan. Semakin tinggi suhu dan semakin lama pengeringan maka penurunan kadar air semakin tinggi. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin besar energi panas yang yang dibawa udara sehingga semakin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang diuapkan (Nugroho dan Joko, 2012). SNI 01-2905-1992 bahwa kadar air daun kelor sebesar 6% (BSN,1992).

**Pengaruh Interaksi antara Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan terhadap Kadar Air**

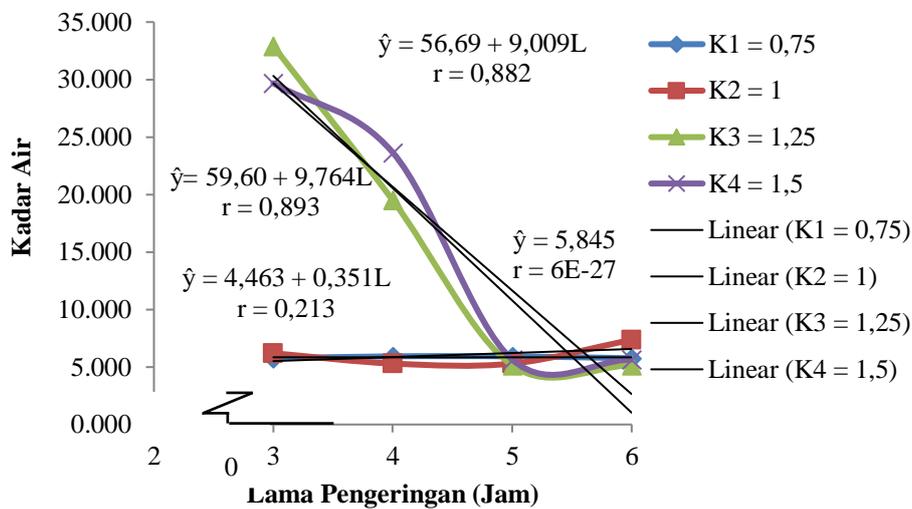
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa interaksi pengaruh berat daun kelor basah dan lama pengeringan terhadap pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata dengan ( $p > 0,01$ ). Hasil uji LSR pengaruh interaksi antara berat daun kelor basah dan lama pengeringan terhadap kadar air dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji Beda Rata-rata Pengaruh Interaksi antara Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan terhadap Kadar Air

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	K <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	5,760	h	H
2	4,10551	5,65192	K <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	5,930	h	H
3	4,31078	5,93930	K <sub>1</sub> L <sub>3</sub>	5,930	h	H
4	4,42026	6,08984	K <sub>1</sub> L <sub>4</sub>	5,760	h	H
5	4,51606	6,21300	K <sub>2</sub> L <sub>1</sub>	6,200	g	G
6	4,57080	6,29511	K <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	5,300	h	H
7	4,61185	6,39091	K <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	5,300	h	H
8	4,63922	6,45933	K <sub>2</sub> L <sub>4</sub>	7,370	f	F
9	4,66659	6,51407	K <sub>3</sub> L <sub>1</sub>	32,900	a	A
10	4,69396	6,55513	K <sub>3</sub> L <sub>2</sub>	19,500	d	D
11	4,69396	6,59618	K <sub>3</sub> L <sub>3</sub>	5,140	h	H
12	4,70765	6,62355	K <sub>3</sub> L <sub>4</sub>	5,140	h	H

13	4,70765	6,65092	K <sub>4</sub> L <sub>1</sub>	29,680	b	B
14	4,72133	6,67829	K <sub>4</sub> L <sub>2</sub>	23,650	c	C
15	4,72133	6,70566	K <sub>4</sub> L <sub>3</sub>	12,170	e	E
16	4,73502	6,71935	K <sub>4</sub> L <sub>4</sub>	5,650	h	H

Dari Tabel diatas nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan K<sub>3</sub>L<sub>1</sub> = 32,900 % dan nilai terendah pada perlakuan K<sub>3</sub>L<sub>3</sub> dan K<sub>3</sub>L<sub>4</sub> = 5,140 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh Interaksi Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan terhadap Kadar Air

Gambar 9. dapat dilihat bahwa berat daun kelor dan lama pengeringan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar air. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa berat daun kelor basah dengan lama pemanasan menghasilkan kadar air dibawah 6 %, hal ini menunjukkan bahwa kadar air daun kelor sesuai degan SNI yang ditentukan. Selain itu menurut Varian dan Engkos (2014) menyatakan bahwa untuk menghindari pembusukan atau penjamuran,

kadar air pada daun kelor perlu dihilangkan hingga tersisa 6%. Berdasarkan Gambar diatas tampak bahwa semakin lama proses pengeringan maka kadar air semakin sedikit atau rendah, karena pada saat pengeringan kadar air akan turun semakin cepat karena suhu semakin tinggi dan kecepatan aliran udara pengering semakin cepat akan mengakibatkan proses pengeringan semakin cepat. Semakin tinggi suhu udara pengering semakin besar energi panas yang dibawa udara, sehingga jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan dari bahan yang dikeringkan. Hal ini didukung dengan pernyataan Martunis (2012) menunjukkan bahwa proses pengeringan sangat dipengaruhi oleh suhu dan lama pengeringan. Selain itu Nugroho dan Joko (2012) juga menyatakan bahwa semakin tinggi suhu udara yang digunakan untuk pengeringan, maka penurunan kadar air bahan juga akan semakin besar, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan akan menjadi semakin cepat. Hal ini disebabkan karena, semakin tinggi suhu udara pengering yang diberikan, maka perbedaan tekanan uap antara udara dengan tekanan uap pada bahan akan semakin besar. Dengan demikian, proses perpindahan uap air dari dalam bahan menuju udara sekeliling akan menjadi lebih cepat.

### **Kapasitas Pengeringan**

#### **Berat Daun Kelor Basah**

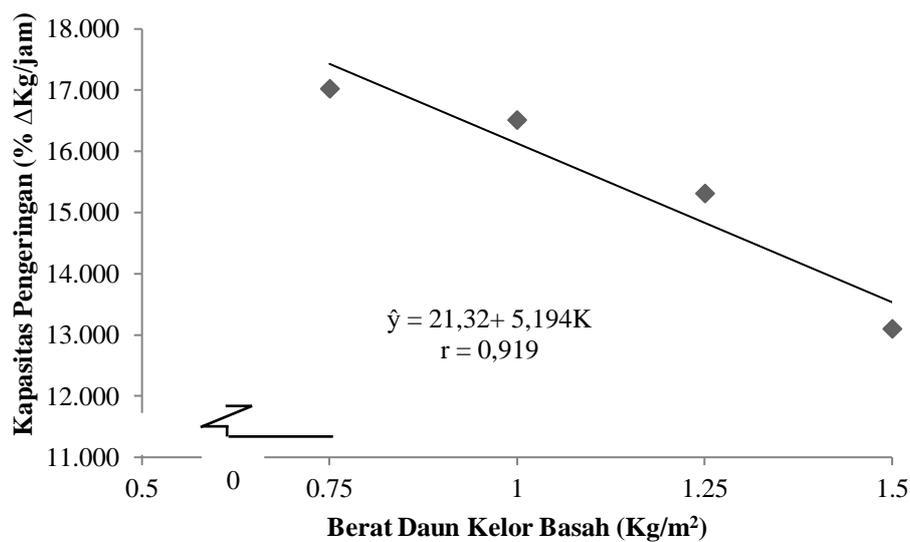
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 10) menunjukkan bahwa berat daun kelor basah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kapasitas pengeringan pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kapasitas Pengeringan

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$K_1 = 0,75$	17,019	-			a	A
$K_2 = 1$	16,510	2	1,54542	,12752	b	B
$K_3 = 1,25$	15,308	3	1,62269	,23570	c	C
$K_4 = 1,5$	13,091	4	1,66390	,29237	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0.05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p < 0.01$ .

Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat bahwa  $K_1$  berbeda sangat nyata dengan  $K_2$ ,  $K_3$  dan  $K_4$ .  $K_2$  berbeda sangat nyata dengan  $K_3$  dan  $K_4$ .  $K_3$  berbeda sangat nyata dengan  $K_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $K_1 = 17,019$  %  $\Delta$ Kg/jam dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $K_4 = 13,091$  %  $\Delta$ Kg/jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kapasitas Pengeringan

Gambar 10. menunjukkan bahwa berat daun kelor basah memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kapasitas pengeringan. Hal ini dapat dilihat pada gambar dalam *psychrometric chart* mulai dari menit awal pengeringan, dimana pada kondisi ini udara pengering belum dihembuskan ke ruang pengering dan bahan sudah dihamparkan dalam ruang pengering. Temperatur ruang pengering merupakan temperatur lingkungan dan kelembaban relatif pada ruang pengering masih tinggi. Pada saat blower dinyalakan udara mengalir melewati heater yang sudah dinyalakan sebelumnya selama  $\pm 5$  menit, temperatur udara ruang pengering meningkat dan kelembaban relatif udara turun. Kadar air dalam udara pada menit awal pengeringan masih sedikit. Pada menit akhir pengeringan kadar air dalam udara ruang pengering meningkat hal ini menunjukkan terjadinya perpindahan massa air dari daun kelor ke udara sebagai akibat dari perpindahan panas dari udara panas ke daun kelor. Perpindahan massa air ke udara terhenti ketika tercapai keseimbangan kadar air dalam bahan dengan kadar air dalam udara.

Secara umum bahan akan mengalami penurunan kadar air selama proses pengeringan. Pada awal proses pengeringan jumlah uap air yang diuapkan lebih banyak dibandingkan dengan menit-menit berikutnya, hal ini disebabkan perbedaan konsentrasi massa air pada bagian dalam dan permukaan daun kelor. Konsentrasi massa air dipermukaan daun kelor lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi massa air di dalam daun kelor, hal ini disebabkan karena air yang berada di bagian permukaan daun kelor lebih cepat menjadi uap karena adanya kontak langsung dengan udara panas pengering (Amin dan Rais, 2018). Penguapan air pada awal pengeringan yang lebih besar juga disebabkan karena

meningkatnya temperatur udara pengering sehingga kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaannya akan semakin besar. Makin tinggi suhu udara pengering makin besar energi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan (Taufiq, 2004). Sedangkan pada menit selanjutnya temperatur udara pengering cenderung lebih stabil. Temperatur daun kelor meningkat seiring dengan berpindahnya panas dari udara pengering ke daun kelor sehingga selisih antara temperatur udara dengan daun kelor semakin kecil yang menyebabkan massa uap air yang diuapkan menjadi lebih sedikit dikarenakan perpindahan panas yang terjadi semakin kecil (Permana dan Prabowo, 2016).

### **Lama Pengeringan**

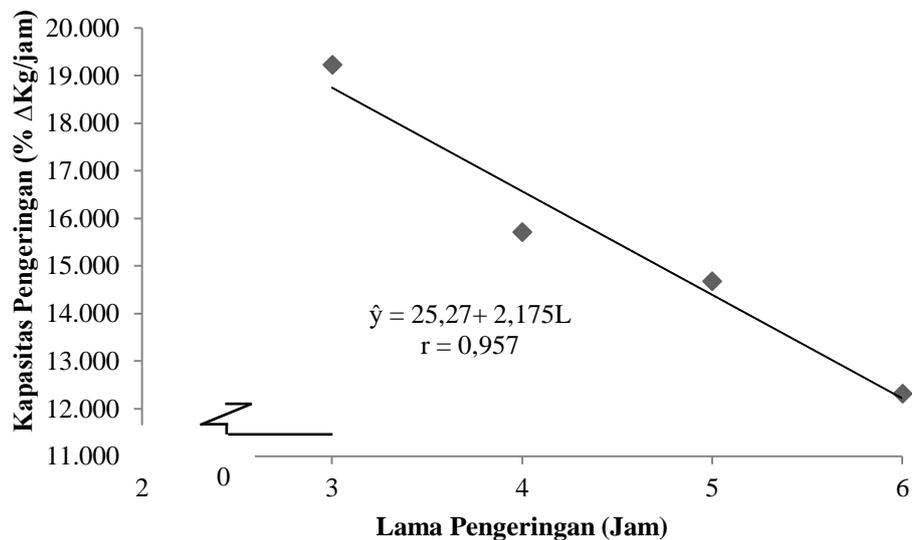
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 10) menunjukkan bahwa lama pengeringan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kapasitas pengeringan pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kapasitas Pengeringan

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$L_1 = 3$	19,223	-			a	A
$L_2 = 4$	15,711	2	1,54542	,12752	b	B
$L_3 = 5$	14,679	3	1,62269	,23570	c	C
$= 6$	12,315	4	1,66390	,29237	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0.05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p < 0.01$ .

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda sangat nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda sangat nyata dengan  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_3$  berbeda sangat nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 19,223 \% \Delta Kg/jam$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 12,315 \% \Delta Kg/jam$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kapasitas Pengeringan

Gambar 11. menunjukkan bahwa berat daun kelor basah memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kapasitas pengeringan pada lama pengeringan. Gambar 11. menunjukkan jumlah air dalam udara kering di setiap kapasitas pengeringan pada lama pengering. Pada menit ke-0 pengeringan sebelum udara panas dihembuskan ke ruang pengering yang melewati plenum, humidity ratio pada plenum dan ruang pengering relatif sama untuk semua kapasitas pengeringan

dikarenakan temperatur yang masih rendah dan kelembaban relatif yang masih tinggi serta udara pengering belum dialirkan. Setelah lima menit pengeringan humidity ratio pada plenum dan ruang pengering berbanding terbalik, humidity ratio pada ruang pengering mulai naik dimana temperatur udara dinaikkan dan udara dialirkan melewati plenum dan menerbangkan gabah pada ruang pengeringan. Hal ini menunjukkan bahwa sudah ada air yang dilepaskan bahan yang dibawa oleh udara panas pengeringan. Sedangkan pada menit yang sama humidity ratio pada plenum turun seiring dengan naiknya temperatur (Stefanus dan Kosasih, 2014).

Pada proses pengujian pengeringan daun kelor menggunakan swirling fluidized bed dryer, massa daun kelor terus berkurang sebagai akibat dari air yang diuapkan dan dari pengurangan daun kelor yang diambil sebagai sampel untuk diukur kadar airnya. Gambar 12. menunjukkan penurunan kadar air daun kelor pada setiap menit pengambilan sampel dilihat dari massa daun kelor yang tersisa dari pengambilan sampel sebelumnya. Trendline penurunan kadar air daun kelor menunjukkan kesamaan pada setiap kapasitas pengeringan. Laju penurunan kadar air daun kelor berbanding lurus dengan penurunan massa daun kelor yang tersisa pada menit selanjutnya. Massa total daun kelor (massa padatan dan massa air) yang berkurang pada setiap kapasitas pengeringan dari awal hingga akhir pengeringan lebih kurang sebesar 50% (Stefanus dan Kosasih, 2014).

### **Pengaruh Interaksi antara Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan terhadap Kapasitas Pengeringan**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 6) diketahui bahwa interaksi berat daun kelor basah dan lama pengeringan terhadap pengeringan daun kelor

menggunakan alat dehumidifier memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kapasitas pengeringan sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

### **Kadar Vitamin C**

#### **Berat Daun Kelor Basah**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa berat daun kelor basah memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kadar vitamin C pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

#### **Lama Pengeringan**

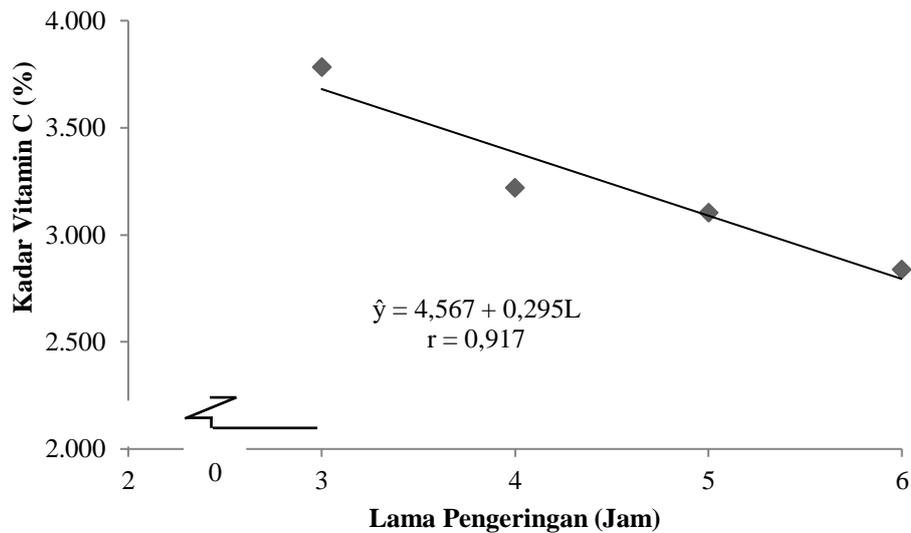
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 11) menunjukkan bahwa lama pengeringan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $p<0,05$ ) terhadap kadar vitamin C pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Vitamin C

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$L_1 = 3$	3,784	-			a	-
$L_2 = 4$	3,222	2	,88444	1,21757	b	-
$L_3 = 5$	3,105	3	,92866	1,27948	c	-
$= 6$	2,838	4	,95224	1,31191	d	-

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p<0.05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p<0.01$ .

Berdasarkan Tabel 11 dapat dilihat bahwa L<sub>1</sub> berbeda sangat nyata dengan L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> dan L<sub>4</sub>. L<sub>2</sub> berbeda sangat nyata dengan L<sub>3</sub> dan L<sub>4</sub>. L<sub>3</sub> berbeda sangat nyata dengan L<sub>4</sub>. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan L<sub>1</sub> = 3,784 % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan L<sub>4</sub> = 2,838 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Vitamin C

Gambar 12. menunjukkan bahwa lama pengeringan dapat memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar vitamin C yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian yaitu nilai terendah pada perlakuan L<sub>4</sub> = 6 jam dengan berat daun kelor basah 1,5 kg/m<sup>2</sup>. Semakin lama dilakukan pemanasan dapat menurunkan kadar vitamin C terhadap daun kelor. Hal ini sesuai dengan literatur Karadeniz et al., (2006) yang menyatakan bahwa semakin tinggi lama pengeringan maka vitamin C nya semakin menurun. Asam askorbat menurun dengan meningkatnya pemanasan sekitar setengah dari kandungan vitamin C akan rusak akibat pemanasan. Jumlah kandungan vitamin yang hilang tergantung dari cara pemanasan yang dilakukan. Hal ini didukung pernyataan Winarno (2002)

yaitu kerusakan asam askorbat bisa diakibatkan karena panas, sinar, enzim, oksidasi, alkali, dan ion logam. Proses pengeringan daun kelor yang menggunakan waktu yang semakin lama dapat menyebabkan kerusakan terhadap asam askorbat. Pengeringan daun kelor akan mempengaruhi kestabilan vitamin C sehingga kadar vitamin C menurun (Mahmud, 2009).

### **Pengaruh Interaksi antara Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan terhadap Kadar Vitamin C**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 11) diketahui bahwa interaksi berat daun kelor basah dan lama pengeringan terhadap pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar vitamin C sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

### **Aktivitas Antioksidan**

#### **Berat Daun Kelor Basah**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa berat daun kelor basah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap aktivitas antioksidan pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 12.

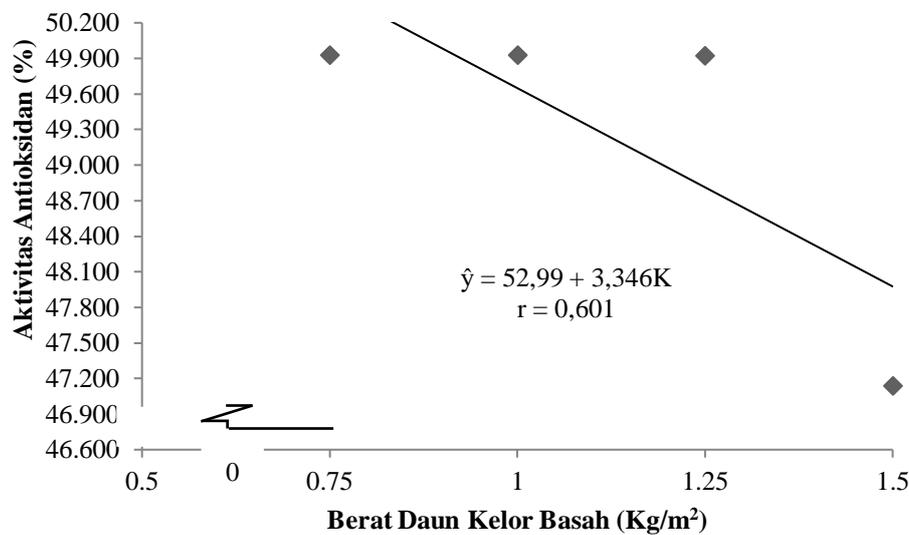
Tabel 12. Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Aktivitas Antioksidan

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$K_1 = 0,75$	49,929	-			a	A

$K_2 = 1$	49,928	2	,00364	,00501	b	B
$K_3 = 1,25$	49,926	3	,00382	,00526	c	C
$K_4 = 1,5$	47,142	4	,00391	,00539	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0.05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p < 0.01$ .

Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat bahwa  $K_1$  berbeda sangat nyata dengan  $K_2$ ,  $K_3$  dan  $K_4$ .  $K_2$  berbeda sangat nyata dengan  $K_3$  dan  $K_4$ .  $K_3$  berbeda sangat nyata dengan  $K_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $K_1 = 49,929\%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $K_4 = 47,142\%$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Aktivitas Antioksidan

Gambar 13. menunjukkan bahwa berat daun kelor basah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap aktivitas antioksidan. Hasil aktivitas antioksidan terendah yaitu pada perlakuan  $K_4 = 1,5 \text{ kg/m}^2$  dengan lama

pengeringan 6 jam. Hal ini dapat dilihat bahwa berat daun kelor basah dengan jumlah yang banyak, apabila dilakukan lama pemanasan dapat menurunkan aktivitas antioksidan pada daun kelor. Penurunan daun kelor disebabkan karena pada saat proses pengolahan. Hal ini sesuai dengan literatur (Medikasari, 2000) yang menyatakan bahwa tekanan oksigen yang tinggi, luas kontak dengan oksigen, pemanasan ataupun iradiasi menyebabkan peningkatan terjadinya rantai inisiasi dan propagasi dari reaksi oksidasi dan menurunkan aktivitas antioksidan yang ditambahkan dalam bahan.

Semakin kecil nilai IC50 maka semakin tinggi aktivitas antioksidan yang terkandung dalam bahan begitu juga sebaliknya semakin besar nilai IC50 maka aktivitas antioksidan semakin rendah. Menurut Kurniawan, (2013) tanaman kelor banyak mengandung senyawa aktif terutama pada bagian daunnya berupa flavonoid, sterol, triterpenoid, alkaloid, saponin dan fenol. Daun kelor memiliki aktivitas antioksidan sebesar 55,90%.

### **Lama Pengeringan**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa lama pengeringan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap aktivitas antioksidan pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 13.

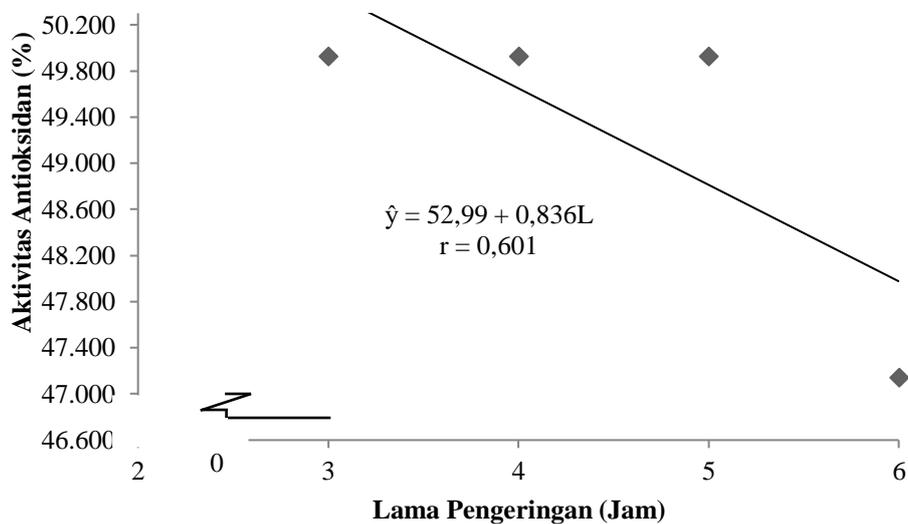
Tabel 13. Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
L (Jam)			0,05	0,01	0,05	0,01

$L_1 = 3$	49,931	-	.	.	a	A
$L_2 = 4$	49,926	2	,00364	,00501	b	B
$L_3 = 5$	49,925	3	,00382	,00526	c	C
$L_4 = 6$	47,143	4	,00391	,00539	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0.05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p < 0.01$ .

Berdasarkan Tabel 13 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda tidak nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda tidak nyata dengan  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_3$  berbeda sangat nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 49,931$  % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 47,143$  %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan

Gambar 14. menunjukkan bahwa lama pengeringan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap aktivitas antioksidan. Hal ini dapat dilihat bahwa

lama pengeringan dengan waktu 5 jam dapat menurunkan aktivitas antioksidan pada daun kelor. Hal ini sesuai dengan literatur (Kusuma, 2019) yang menyatakan bahwa penyebab rendahnya aktivitas antioksidan pada suhu 70°C karena senyawa metabolit sekunder yang bertindak sebagai antioksidan seperti senyawa flavonoid telah rusak. Menurut (Lenny, 2006) senyawa flavonoid bersifat tidak tahan panas dan mudah teroksidasi pada suhu yang tinggi. Hal ini didukung oleh literatur Rohdiana (2001) bahwa proses pengeringan mengakibatkan menurunnya zat aktif yang terkandung dalam suatu bahan pangan, menurunnya aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh proses enzimatik yang menyebabkan polifenol teroksidasi dan mengalami penurunan.

### **Pengaruh Interaksi antara Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa interaksi berat daun kelor basah dan lama pengeringan terhadap pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p>0,05$ ) terhadap aktivitas antioksidan sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

### **Kadar Protein**

#### **Berat Daun Kelor Basah**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 13) menunjukkan bahwa berat daun kelor basah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p<0,01$ ) terhadap kadar protein pada pengeringan daun kelor menggunakan alat

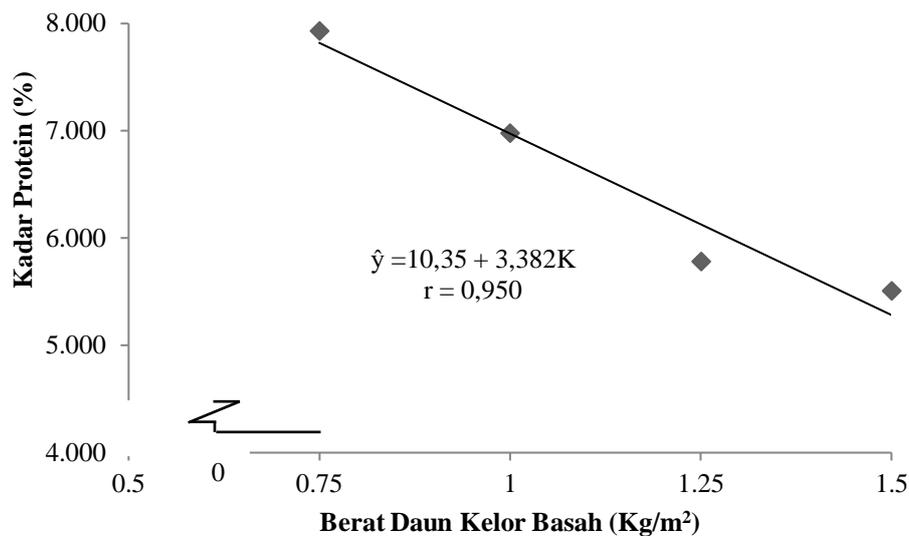
dehumidifier. Tingkat perbedan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kadar Protein

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
K <sub>1</sub> = 0,75	7,931	-			a	A
K <sub>2</sub> = 1	6,981	2	,04871	,06706	b	B
K <sub>3</sub> = 1,25	5,781	3	,05115	,07047	b	B
K <sub>4</sub> = 1,5	5,513	4	,05245	,07226	c	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0.05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p < 0.01$ .

Berdasarkan Tabel 14 dapat dilihat bahwa K<sub>1</sub> berbeda sangat nyata dengan K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> dan K<sub>4</sub>. K<sub>2</sub> berbeda tidak nyata dengan K<sub>3</sub> dan K<sub>4</sub>. K<sub>3</sub> berbeda sangat nyata dengan K<sub>4</sub>. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan K<sub>1</sub> = 7,931 % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan K<sub>4</sub> = 5,513 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Kadar Protein

Gambar 15. menunjukkan bahwa berat daun kelor dapat mempengaruhi hasil kadar protein yang dihasilkan. Menurut literatur Teixeira et al (2014) yang menyatakan bahwa bahwa daun kelor memiliki kandungan *crude* protein yang tinggi. Daun tanaman kelor memiliki kandungan asam amino esensial yang tinggi, termasuk asam amino sulfur yang mirip dengan asam amino yang dikandung biji kedelai. Daun Moringa oleifera juga mengandung tanin, saponin, dan alkaloid (Burlando et al. 2010). Akan tetapi berat daun kelor menghasilkan kadar protein menurun disebabkan karena, jumlah atau berat daun kelor semakin tinggi mengalami pemanasan yang lama yang dapat menyebabkan berat atau jumlah daun kelor menurun. Kadar protein yang rendah dipengaruhi oleh berat atau jumlah bahan yang digunakan, hal ini dikarenakan suhu yang digunakan dalam pemansaan tinggi mengakibatkan protein akan rusak dengan panas yang tinggi. Semakin tinggi suhu yang digunakan mengakibatkan kadar protein pada bahan pangan semakin menurun. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Lubis (2008), bahwa lama pengeringan berpengaruh terhadap kandungan protein daun kelor ini

dikarenakan pengeringan yang cukup lama menjadikan penguapan air dalam bahan sangat cepat sehingga air dalam bahan berkurang dan mempengaruhi protein dalam bahan.

### Lama Pengeringan

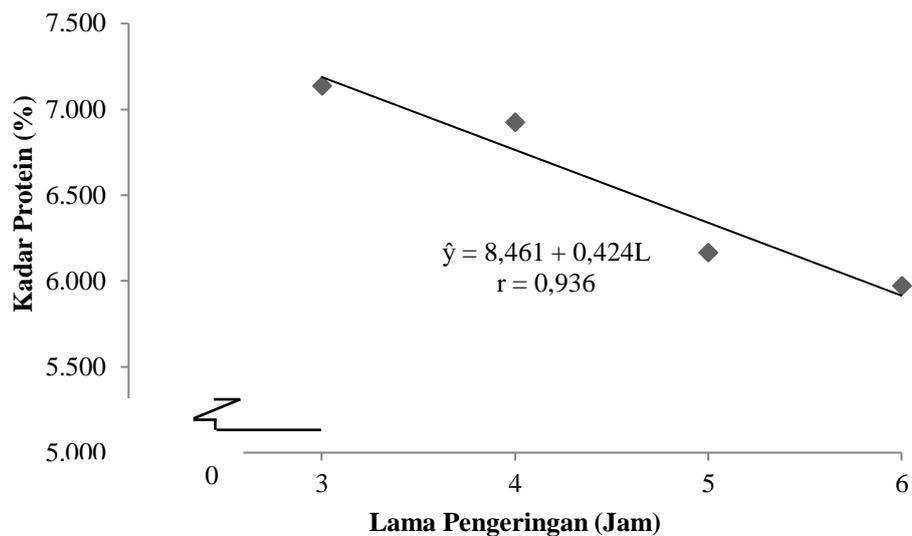
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 13) menunjukkan bahwa lama pengeringan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar protein pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Protein

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
L <sub>1</sub> = 3	7,138	-			a	A
L <sub>2</sub> = 4	6,925	2	,04871	,06706	b	B
L <sub>3</sub> = 5	6,169	3	,05115	,07047	b	B
= 6	5,975	4	,05245	,07226	c	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p < 0,01$ .

Berdasarkan Tabel 15 dapat dilihat bahwa L<sub>1</sub> berbeda sangat nyata dengan L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> dan L<sub>4</sub>. L<sub>2</sub> berbeda tidak nyata dengan L<sub>3</sub> dan L<sub>4</sub>. L<sub>3</sub> berbeda sangat nyata dengan L<sub>4</sub>. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan L<sub>1</sub> = 7,138 % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan L<sub>4</sub> = 5,975 % . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Kadar Protein

Gambar 16. Menunjukkan bahwa lama pengeringan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar protein pada daun kelor. Kelor merupakan salah satu sumber protein yang berasal dari nabati. Kelor kaya dengan sumber zat gizi terutama protein, vitamin, dan mineral (Fuglie dan Lowell, 2001), selanjutnya dikatakan bahwa daun kelor ternyata mengandung vitamin A, vitamin C, vitamin B, kalsium, kalium, besi, dan protein dalam jumlah sangat tinggi yang mudah dicerna dan diasimilasi oleh tubuh manusia. Pemanasan dapat menurunkan kandungan protein akibat terjadinya hidrolisis protein karena denaturasi. Pemanasan dapat merusak asam amino dimana ketahanan protein oleh panas sangat terkait dengan asam amino penyusun protein tersebut, sehingga hal ini yang menyebabkan kadar protein menurun dengan semakin meningkatnya suhu pemanasan (Nuhriawangsa dan Sudiyono, 2007).

**Pengaruh Interaksi antara Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan terhadap Kadar Protein**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 9) diketahui bahwa interaksi berat daun kelor basah dan lama pengeringan terhadap pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kadar protein sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

## Uji Organoleptik Aroma

### Berat Daun Kelor Basah

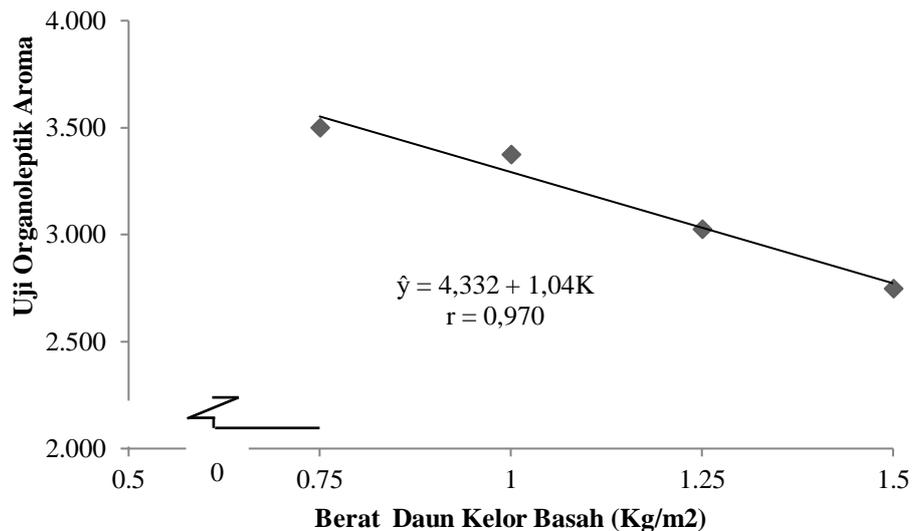
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 14) menunjukkan bahwa berat daun kelor basah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p<0,01$ ) terhadap uji organoleptik Aroma pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Uji Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Uji Organoleptik Aroma

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$K_1 = 0,75$	3,500	-			a	A
$K_2 = 1$	3,375	2	,16771	,23087	b	B
$K_3 = 1,25$	3,025	3	,17609	,24261	c	C
$K_4 = 1,5$	2,750	4	,18056	,24876	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p<0,05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p<0,01$ .

Berdasarkan Tabel 16 dapat dilihat bahwa K<sub>1</sub> berbeda sangat nyata dengan K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> dan K<sub>4</sub>. K<sub>2</sub> berbeda sangat nyata dengan K<sub>3</sub> dan K<sub>4</sub>. K<sub>3</sub> berbeda sangat nyata dengan K<sub>4</sub>. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan K<sub>1</sub> = 3,500 dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan K<sub>4</sub> = 2,750. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Pengaruh Berat Daun Kelor Basah terhadap Uji Organoleptik Aroma

Gambar 17. menunjukkan bahwa berat daun kelor memberikan pengaruh sangat nyata terhadap uji organoleptik aroma. Pada berat 1,5 rata-rata panelis kurang menyukai aroma pada daun kelor. Hal ini dikarenakan daun kelor memiliki minyak atsiri dan enzim lipoksidase yang menyebabkan aroma langu. Menurut (Andrasari dan Ratnawaty 2019) bahwa sayuran hijau mengandung enzim lipoksidase yang bila mengalami proses pemasakannya tidak sempurna dapat menimbulkan aroma langu yang kurang enak. Menurut (Anjarsari, B. 2015) aroma dalam bahan pangan dapat ditimbulkan oleh beberapa komponen volatil, akan tetapi komponen volatil tersebut dapat hilang selama proses pengolahan terlalu lama.

## Lama Pengeringan

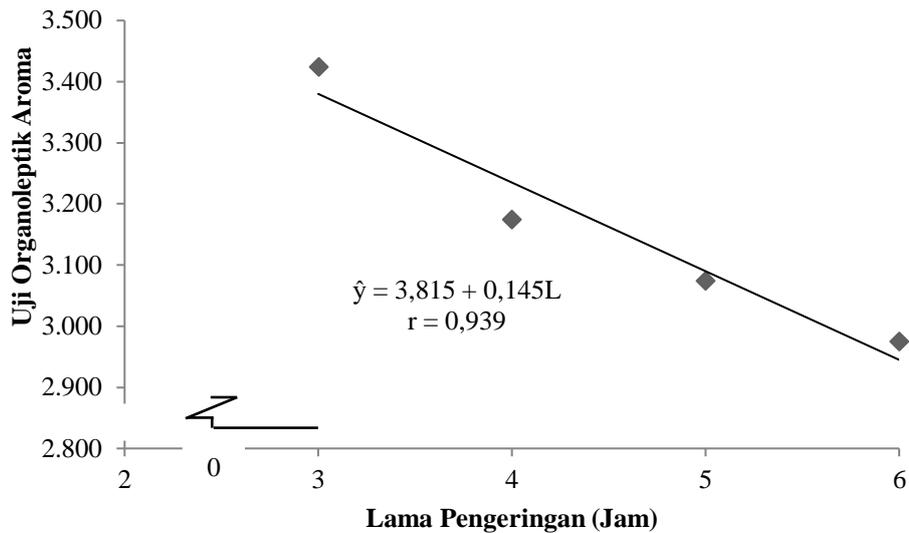
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 14) menunjukkan bahwa lama pengeringan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap aktivitas antioksidan pada pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Uji Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Uji Organoleptik Aroma

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$L_1 = 3$	3,425	-			a	A
$L_2 = 4$	3,175	2	,16771	,23087	b	B
$L_3 = 5$	3,075	3	,17609	,24261	c	C
$L_4 = 6$	2,975	4	,18056	,24876	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada  $p < 0,01$ .

Berdasarkan Tabel 17 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda sangat nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda sangat nyata dengan  $L_3$  dan  $L_4$ .  $L_3$  berbeda sangat nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 3,425$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 2,975$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Uji Organoleptik Aroma

Gambar 18. menunjukkan bahwa lama pengeringan terhadap daun kelor memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada uji organoleptik aroma. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin lama pengeringan aroma yang dihasilkan menurun dan kurang disukai panelis. Perlakuan terendah yaitu pada  $L_4 = 2,975$ . Timbulnya aroma atau bau dikarenakan adanya zat bau yang bersifat volatil (mudah menguap). Hal ini sesuai dengan Winarsino dan Kres (2010) menyatakan bahwa aroma bubuk daun kelor mempunyai aroma agak langu. Hal ini karena adanya senyawa enzim liposidase. Enzim liposidase memiliki fungsi yaitu membeikan aroma langu yang terdapat pada daun kelor. Faktor lain yang mempengaruhi aroma adalah kualitas komponen aroma, suhu, komposisi aroma, viskositas makanan, interaksi alami antar komponen nutrisi dalam makan tersebut.

## **Pengaruh Interaksi antara Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan terhadap Uji Organoleptik Aroma**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 10) diketahui bahwa interaksi berat daun kelor basah dan lama pengeringan terhadap pengeringan daun kelor menggunakan alat dehumidifier memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap uji organoleptik aroma sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Pengaruh Berat Daun Kelor Basah dan Lama Pengeringan pada Pengeringan Daun Kelor Menggunakan Alat Dehumidifier dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berat daun kelor basah memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada taraf ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter kadar air, kapasitas pengeringan, aktivitas antioksidan, kadar protein dan uji organoleptik aroma. Sedangkan kadar vitamin C memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ).
2. Lama Pengeringan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada taraf ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter kadar air, kapasitas pengeringan, kadar vitamin C, aktivitas antioksidan, kadar protein dan uji organoleptik aroma
3. Interaksi berat daun kelor basah dan lama pengeringan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada taraf ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter kadar air.
4. Kombinasi faktor perlakuan terbaik ada pada  $K_1L_1$  dengan berat daun kelor  $0,75 \text{ kg/m}^2$  dan lama pengeringan 3 jam.

## **Saran**

1. Untuk pengeringan daun kelor menggunakan sistem pengering dehumidifier disarankan untuk melakukan pengering daun kelor sebesar  $0,75 \text{ kg/m}^2$  dalam waktu pengeringan 3 jam, untuk mempertahankan mutu daun kelor terhindar dari kerusakan.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan agar lebih spesifikasi lagi dalam pemilihan daun baik itu yang muda maupun daun yang tua, agar hasil dari penelitian selanjutnya lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, K. dan Estiasih, T. 2009. Teknologi Pengolahan Pangan. Bumi Aksara.Jakarta.
- Ajizah, A. 2004, Sensitivitas Salmonella typhimurium terhadap Ekstrak Daun Psidium guajava L., Bioscientiae 1(1): 31-38.
- Aminah dan Syarifah. 2015. Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*). Buletin Pertanian Perkotaan. Volume 5. Nomor 2.
- Amin, A. Jamaluddin dan Rais, M. 2018. Laju Pindah Panas Dan Massa Pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Alat Pengering Tipe Bak (Batch Dryer). Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian 4( ): S87-S104.
- Andrasari E., Lahming, dan Ratnawaty F. 2019. Pengaruh Penambahan Tepung Rebung (*Gigantochloa apus*) terhadap Mutu Mie Basah. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. 5 (1): 24-29.
- Anjarsari, B. 2015. Desain dan Realisasi Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Berdasarkan Hukum Archimedes Menggunakan Sensor Fotodiode. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists.Washington DC.
- Astawan, M. 2008. Sehat dengan Hidangan Hewani. Penebar Swadaya. Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. Mutudan Cara Uji Biskuit (SNI 01-2973-1992). BSN. Jakarta.
- Betoret, Ester., Jiménez, Laura Calabuig, Barrera, Cristina., Rosa, and Marco Dalla. 2016, Sustainable Drying Technologies for the Development of Functional Foods and Preservation of Bioactive Compounds, Sustainable Drying Technologies, 37-57. 8.
- Bey, H. 2010. All Things Moringa. The Story of an Amazing Tree of Life. Published by [www. Allthingsmoringa.com](http://www.Allthingsmoringa.com). Availableat:<http://www.remediosnaturales.es/wpcontent/uploads/2014/12/eBook-moringa-ingles.pdf>.
- Burlando B, Verotta L, Cornara L and Bottini-Massa E. 2010. Herbal principle in cosmetics. New York (US): CRC Press.
- Clement, Ayegba., Olatunde, Makinde., Patrick, Obigwa and Joyce, Oriajogun. 2017. Effect of Drying Temperature on Nutritional Content of Moringa Oleifera Leave, World Journal of Food Science and Technology, 2017; 1(3): 93-96 3.

- Claussen, I.C., Ustad, T.S., Strommen, I and Walde, P.M. 2007. Atmospheric freeze-drying – a review. *Drying Technology* 25:957-67.
- Christianto, C.W. 2012, Efek Antibakteri Ekstrak Biji Alpukat (*Persea Americana Mill*) Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans*, *Oral Biology Dent J*, 4(2):40-44.
- Colak, N. dan Hepbasli, A. 2009. A review of heat pump drying: Part 1- system, models and studies. *Energy Conversion and Management* 2180-2186.
- Efendi, Zakariya. 2019. Pengaruh Kelembaban Relatif (*Relative Humidity*) Terhadap Laju Perpindahan Massa Pada Proses Pengeringan. Skripsi. Universitas Negeri Semarang
- Effendi, M.S. 2009. Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan. Alfabeta. Bandung.
- Emelike N.J.T and Ebere C.O. 2016. *Effect of Drying Techniques of Moringa Leaf on the Quality of Chin-Chin Enriched with Moringa Leaf Powder*, *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, Volume 10, Issue 4 Ver. I (Apr. 2016), PP 65-70 6.
- Fahey, J.W. 2005. Moringa oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. <http://www.TFLJournal.org/article.php/20051201124931586> [02 Juli 2022].
- Fitriyanti dan Jumaetri Sami. 2014. *Pharmaceutical Chemistry*. STIFA. Makassar.
- Fuglie and Lowell J. 2001. The Miracle Tree: Moringa Oleifera. Natural Nutrition for the Tropics. Training Manual Church World Service. Dakar. Senegal
- Idayah Iqlima T. 2010. Variasi Suhu Dan Kelembaban Udara Di Taman Suropati Dan Sekitarnya. Skripsi. Departemen Geografi Depok.
- Irwan dan Zaki. 2020. Kandungan Zat Gizi Daun Kelor (Moringa Oleifera) Berdasarkan Metode Pengeringan, *Jurnal Kesehatan Manarang*, Volume 6, Nomor 1, Juli 2020, 69-77 2.
- Karlina, C.Y., Ibrahim M. dan Trimulyono G., 2013. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Herba Krokot (*Portulaca oleracea L.*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal UNESA Lentera Bio* 2(1) : 87–93.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N., and Soyer, Y. 2006. Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey. *Turk. J. Agric. For.* 29, 297-303.
- Kurniawati, Indah., Fitriyya, Munaaya dan Wijayanti., 2018, Karakteristik Tepung Daun Kelor Dengan Metode Pengeringan Sinar Matahari, *Prosiding Seminar Nasional Unimus (Volume 1, 2018)* 9.

- Kusuma, N.P. Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Sediaan Masker yang diperkaya Ekstrak Daun Kelor. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Kim, H. S., Y. Matsushita., M. Oomori., T. Harada., J. Miyawaki., H. Yoon. and I. Mochida. 2013. Fuel 105: 415-424.
- Krisnadi, A. D. 2014. Kelor Super Nutrisi. [http:// kelorina.com/ebook.pdf](http://kelorina.com/ebook.pdf) diakses pada tanggal 17 Januari pukul 13.43 WIB.
- Kurniawan, D., S. Khotimah dan D.F. Liana. 2015. Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Daun Kelor (*moringa oleifera* lamk.) terhadap *Candida albicus* secara in vitro. Jurnal Mahasiswa PSPD. Universitas Tanjungpura. 3(1): 23-38.
- Kurniawati, I. Fitriyya, M. dan Wijayanti. 2018. Karakteristik Tepung Daun Kelor dengan Metode Pengeringan Sinar Matahari. Prosiding Seminar Nasional Unimus. Vol. 1: 238-243.
- Kurniawan, S. 2013. Obat Ajaib Sirih Merah dan Daun Kelor. Buku Biru. Yogyakarta.
- Lestari, S. dan P.N. Susilawati. 2015. Uji Organoleptik Mie Basah Berbahan Dasar Tepung Talas Beneng (*Xantoshoma undipes*) untuk Meningkatkan Nilai Tambah Bahan Pangan Lokal Banten. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia. Maret 2015. Yogyakarta. Hlm: 941-946.
- Lenny, S. 2006. Senyawa Flavonoida, Fenil Propanoida dan Alkaloida. Karya Ilmiah. FMIPA. USU.Medan
- Lubis. 2008. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) DI Indonesia, Edisi 2. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan
- Lutfiana. 2013. Uji Aktivitas antiinflamasi pada daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam) dengan metode Stabilisasi membran sel daraah merah (Skripsi) UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Mardiana, L. 2012. Daun Ajaib Tumpas Penyakit. Penebar Swadaya, Depok. Hal 45-68.
- Martunis. 2012. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Kuantitas dan Kualitas Pati Kentang Varietas Granola. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia, (on line), vol. 4, nomor 3. (<http://jurnal.unsyiah.ac.id>. Diakses 21 November 2022).
- Mahmud. 2009. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Gramedia. Jakarta.
- Medikasari. 2000. Bahan Tambahan Makanan : Fungsi dan Penggunaannya dalam Makanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Monalisa dan Dita. 2011. Uji daya antibakteri ekstrak daun tapak liman (*Elephantopus scaber* L.) terhadap *S.aureus* dan *Salmonella typhi*. *Jurnal Bioma* IX(2):1-7.
- Muliansyah S. 2021. Rancang Bangun Monitoring Alat Ukur Suhu, Kelembaban Dan Kecepatan Angin Menggunakan Lora Berbasis Mikrokontroller Atmega328. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Musdalifah, N. 2012. Perubahan Warna Pada Cabai Rawit (*Capsicum frutescense*) Selama Pengeringan Lapisan Tipis. Sarjana Program Studi Keteknikan Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian. Skripsi.
- Nuhriawangsa, A. M. P dan Sudiyono. 2007. Kegunaan Waktu dan Cara Pemasakan untuk Meningkatkan Kualitas Daging Itik Afkir. Laporan Penelitian Dosen Muda. Fakultas Pertanian, UNS, Surakarta.
- Nugraha, A. 2013. Bioaktivitas Ekstrak Daun Kelor Terhadap *Eschericia coli* Penyebab Kolibasilosis Pada Babi. Tesis Program Studi Kedokteran Hewan, Program Pascasarjana, Universitas Udayana. Denpasar.
- Nugroho dan Joko. 2012. Proses Pengeringan Singkong (*Manihot Esculenta* Crantz) Parut dengan Menggunakan Pneumatic Dryer. Skripsi. Fakultas Teknik Pertanian, Universitas Gajah Mada.
- Perera, C.O. dan Rahman, M.S.(1997). Heat pumpdemuhidifier drying of food. *Trends Food Science Technology* : 75-79.
- Piamat Aloysius V.P., Verdy A. Koehuan dan Muhamad Jafri. 2021. Pengujian Rumah Pengering Daun Kelor Dengan Efek Rumah Kaca (Solar Dryer) Melalui Mekanisme Konveksi Alamiah, *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, Vol. 08, No. 02, Oktober 2021, (07-22)
- Prasetyo dan Inorihah, E. 2013. Pengelolaan Budidaya Tanaman Obat-obatan (Bahan Simplisia). Bengkulu. Badan Penerbitan Fakultas Pertanian UNIB.
- Permana, D. dan Prabowo. 2016. Studi Eksperimen Pengaruh Kecepatan Udara Pengering Inlet Chamber pada Swirling Fluidized Bed Dryer Terhadap Karakteristik Pengeringan Batubara. *JURNAL TEKNIK ITS* 5(2): B684-B689. .
- Rahayu, I. S. 2012. Rancang Bangun Mesin Pengering RH (Relative Humidity) Rendah Untuk Memperbaiki Kualitas Pengeringan Pada Bahan Pangan Yang Sensitif Terhadap Panas. Skripsi Sarjana. Malang: Universitas Brawijaya.
- Raquel P. F. 2018. The Drying of Foods and Its Effect on the PhysicalChemical, Sensorial and Nutritional Properties, *International Journal of Food Engineering* Vol. 4, No. 2, June 2018 7.
- Rohdiana, D. 2001. Aktivitas Daya Tangkap Radikal Polifenol dalam Daun Teh. *Majalah Jurnal Indonesia* : 53-58.

- Stefanus, M. dan Kosasih, E. A. 2014. Pengaruh kelembaban, laju aliran dan temperatur udara pengering terhadap laju pengeringan gula aren. FT UI.
- Sari DK, Affandi DR, Prabawa. 2019. Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan terhadap Karakteristik Teh Daun Tin (*Ficus Carica L*). Jurnal Teknologi Hasil Pertanian. 12(2): 68-77.
- Simbolan, J.M. dan Katharina, N. 2007. Cegah Malnutrisi Dengan Kelor. Kanisius. Yogyakarta
- Sutarya Akbar P., dan Heru Kuncoro. 2021. Pengaruh Kondisi Pengeringan Dengan Kelembaban Dan Suhu Rendah Terhadap Penyusutan Temulawak. Jurnal Teknologi Pertanian Andalas Vol. 25, No.1.
- Sutralia. 2021. Pengeringan Lapisan Tipis Cabai Rawit. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Sundari, D. 2015. Pengaruh Proses Pemasakan terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein. Media Litbangkes. Vol. 25 No. (4) Hal: 235-242. Jakarta Pusat.
- Strommen. 1994. Low temperatur drying with heat pumps new generations of high quality dried products. 13th International Drying Symposium. Beijing, China, 27-30 Agustus.
- Taufiq, M. 2004. Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung Pada Pengering Konvensional Dan Fluidized Bed. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.
- Teixeira, M. V. T., Pacheco, I. C., Amaral, R. J. F. C., Granjeiro, J. M., and Borojevic, R. 2014. Platelet-Rich Plasma Preparation for Regenerative Medicine: Optimization and Quantification of Cytokines and Growth Factors. Stem Cell Research and Therapy, 4(67), pp. 1-13.
- Tilong AD. 2012. Ternyata, Kelor Penakluk Diabetes. DIVA Press. Yogyakarta.
- Utami, P. 2013. The Miracle of herbs, Penerbit PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Tulliza, I. S., Armansyah, H. T., dan Usman, A. 2010. Pengaruh Penyusutan Temu Putih (*Curcuma Zedoaria (Berg) Roscoe*) Terhadap Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis. Jurnal Keteknik Pertanian. Vol. 24 (No. 2). Halaman: 107-114
- Utami, P. 2013. *The Miracle of Herbs*, Penerbit PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2013. Natural Resources Conservation Service : PLANTS Profile *Moringa oleifera Lam.* Horseradish tree. <http://plants.usda.gov>.
- Varian dan Engkos. 2014. Cara Menggunakan dan Memakai Path Analisis (Analisis Jalur). Alfabeta. Bandung.

Winarti. 2010. Makanan Fungsional. Graha Ilmu. Yogyakarta

Winarsino dan Kres Dahana. 2010. Meraup Untung Sari Olahan Kedelai. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.

Winarno, F. G. 2018. Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*) Nilai Gizi, Manfaat, Dan Potensi Usaha. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 109 hal.

Winarno, FG. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Jakarta.

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Data Rataan Parameter Kadar Air (%)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	5,76	5,76	11,52	5,76
K <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	6,00	5,86	11,86	5,93
K <sub>1</sub> L <sub>3</sub>	6,20	5,66	11,86	5,93
K <sub>1</sub> L <sub>4</sub>	5,76	5,76	11,52	5,76
K <sub>2</sub> L <sub>1</sub>	6,20	6,20	12,40	6,20
K <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	5,70	4,90	10,60	5,30
K <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	5,85	4,75	10,60	5,30
K <sub>2</sub> L <sub>4</sub>	8,99	5,75	14,74	7,37
K <sub>3</sub> L <sub>1</sub>	29,6	36,2	65,80	32,9
K <sub>3</sub> L <sub>2</sub>	18,2	20,8	39,00	19,5
K <sub>3</sub> L <sub>3</sub>	5,70	4,58	10,28	5,14
K <sub>3</sub> L <sub>4</sub>	5,75	4,53	10,28	5,14
K <sub>4</sub> L <sub>1</sub>	27,9	31,46	59,36	29,68
K <sub>4</sub> L <sub>2</sub>	24,15	23,15	47,30	23,65
K <sub>4</sub> L <sub>3</sub>	15,35	8,99	24,34	12,17
K <sub>4</sub> L <sub>4</sub>	5,71	5,59	11,30	5,65
Total	182,82	179,94	362,76	181,38
Rataan	11,42625	11,24625	22,6725	11,33625

Lampiran . Daftar Analisis Sidik Ragam Kadar Air

SK	db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	2730,4168	182,0278	48,5978	**	2,35	3,41
K	3	948,6211	316,2070	84,4209	**	3,24	5,29
K Lin	1	826,4628	826,4628	220,6490	**	4,49	8,53
K kuad	1	7,3728	7,3728	1,9684	tn	4,49	8,53
K Kub	1	114,7854	114,7854	30,6454	**	4,49	8,53
L	3	837,7090	279,2363	74,5505	**	3,24	5,29
L Lin	1	789,4323	789,4323	210,7626	**	4,49	8,53
L Kuad	1	54,7608	54,7608	14,6200	**	4,49	8,53
L Kub	1	6,4841	6,4841	1,7311	**	4,49	8,53
K x L	9	944,0867	104,8985	28,0058	**	2,54	3,78
Galat	16	59,930	3,746				
Total	31	2790,346					

Keterangan :

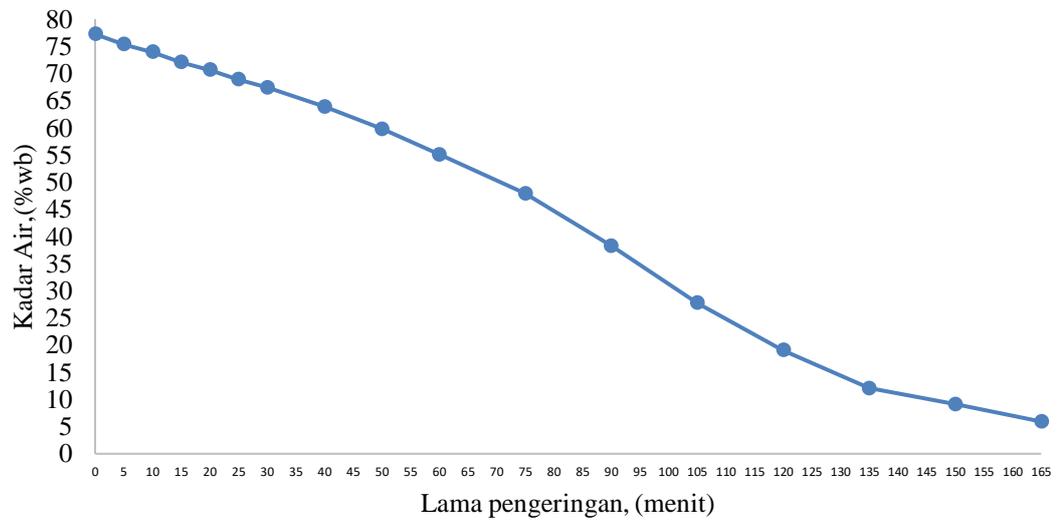
Fk : 4112,338

KK : 17,072 %

\*\* : Sangat nyata

Lampiran 2. Hasil Data Kadar Air Perlakuan K<sub>1</sub>

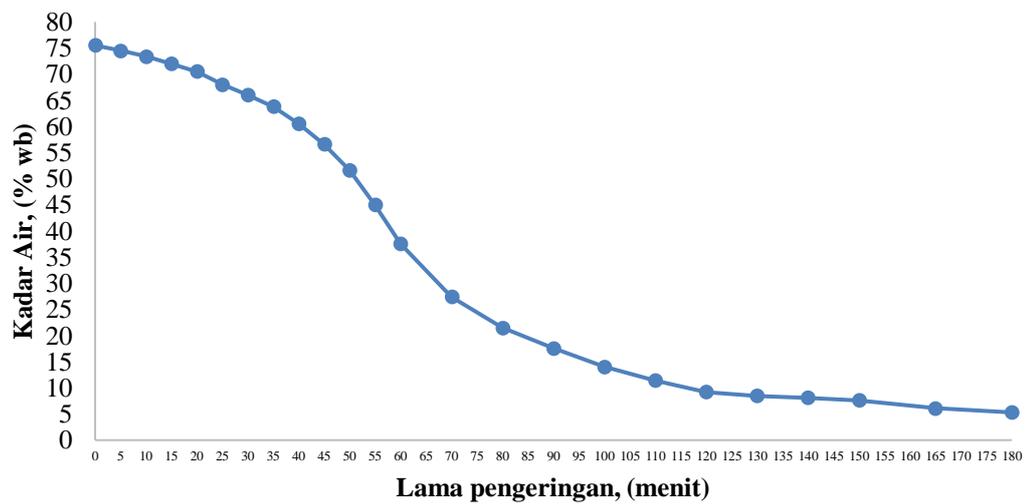
Waktu	Kadar air (wb)
0	77,25
5	75,39
10	73,94
15	72,08
20	70,64
25	68,93
30	67,41
40	63,93
50	59,78
60	55,1
75	47,89
90	38,29
105	27,73
120	19,07
135	12,05
150	9,1
165	5,93



Gambar 3. Kurva Laju Pegeringan Daun Kelor Perlakuan K<sub>1</sub>

Lampiran 4. Hasil Data Kadar Air Perlakuan K<sub>2</sub>

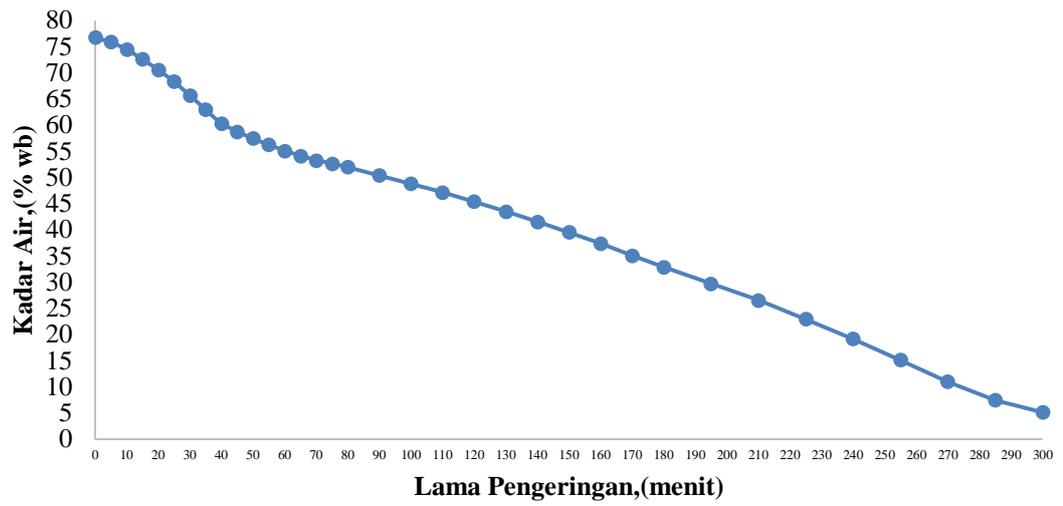
Waktu	Kadar air(% ,wb)
0	75,5
5	74,5
10	73,36
15	72
20	70,5
25	68
30	66
35	63,8
40	60,53
45	56,6
50	51,6
55	45
60	37,54
70	27,41
80	21,5
90	17,6
100	14
110	11,39
120	9,18
130	8,5
140	8,1
150	7,6
165	6,1
180	5,3



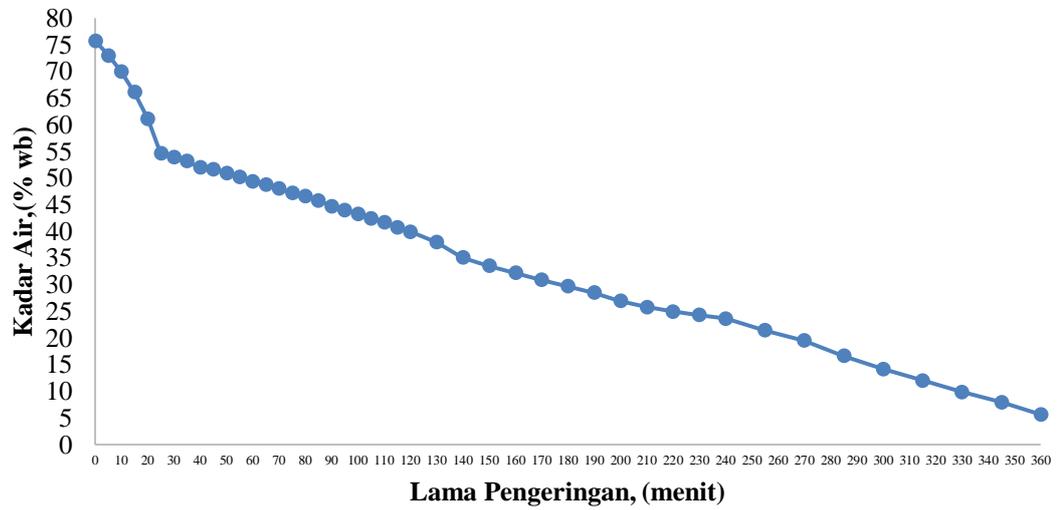
Gambar 5. Kurva Laju Pegeringan Daun Kelor Perlakuan K<sub>2</sub>

Lampiran 6. Hasil Data Kadar Air Perlakuan K<sub>3</sub>

Waktu	Kadar air (%wb)
0	76,75
5	75,9
10	74,5
15	72,63
20	70,59
25	68,35
30	65,69
35	63
40	60,3
45	58,77
50	57,47
55	56,24
60	55,1
65	54,14
70	53,28
75	52,64
80	51,98
90	50,43
100	48,8
110	47,16
120	45,41
130	43,53
140	41,57
150	39,53
160	37,39
170	35,1
180	32,9
195	29,75
210	26,53
225	22,93
240	19,14
255	15,16
270	11,01
285	7,43
300	5,14



Gambar 7. Kurva Laju Pegeringan Daun Kelor Perlakuan K<sub>3</sub>



Gambar 8. Kurva Laju Pegeringan Daun Kelor Perlakuan K<sub>4</sub>

Lampiran 9. Hasil Data Kadar Air Perlakuan K<sub>4</sub>

Waktu	Kadar air (%wb)		
0	75,75		
5	72,99		
10	69,93	315	11,99
15	66,1	330	9,88
20	61,1	345	7,96
25	54,6	360	5,65
30	53,9		
35	53,15		
40	51,95		
45	51,69		
50	50,95		
55	50,24		
60	49,34		
65	48,71		
70	48,03		
75	47,24		
80	46,58		
85	45,78		
90	44,74		
95	44,02		
100	43,29		
105	42,46		
110	41,68		
115	40,72		
120	39,94		
130	37,96		
140	35,07		
150	33,52		
160	32,51		
170	30,86		
180	29,68		
190	28,51		
200	26,94		
210	25,81		
220	24,98		
230	24,32		
240	23,65		
255	21,43		
270	19,53		
285	16,66		
300	14,17		

Lampiran 10. Tabel Data Rataan Parameter Kapasitas Pengeringan

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	21,58	26,08	47,66	23,830
K <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	15,68	20,06	35,74	17,870
K <sub>1</sub> L <sub>3</sub>	14,50	14,43	28,93	14,465
K <sub>1</sub> L <sub>4</sub>	11,50	12,32	23,82	11,910
K <sub>2</sub> L <sub>1</sub>	21,95	24,25	46,20	23,100
K <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	19,42	15,68	35,10	17,550
K <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	14,10	13,98	28,08	14,040
K <sub>2</sub> L <sub>4</sub>	10,78	11,92	22,70	11,350
K <sub>3</sub> L <sub>1</sub>	13,68	15,54	29,22	14,610
K <sub>3</sub> L <sub>2</sub>	15,10	13,70	28,80	14,400
K <sub>3</sub> L <sub>3</sub>	18,20	17,60	35,80	17,900
K <sub>3</sub> L <sub>4</sub>	14,10	14,54	28,64	14,320
K <sub>4</sub> L <sub>1</sub>	15,00	15,70	30,70	15,350
K <sub>4</sub> L <sub>2</sub>	12,80	13,25	26,05	13,025
K <sub>4</sub> L <sub>3</sub>	11,98	12,64	24,62	12,310
K <sub>4</sub> L <sub>4</sub>	11,50	11,86	23,36	11,680
Total	241,87	253,55	495,42	247,71
Rataan	15,116875	15,846875	30,96375	15,481875

Lampiran. Daftar Analisis Sidik Ragam Kapasitas Pengeringan

SK	db	JK	KT	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	420,6952	28,0463	13,2111	**	2,35	3,41
K	3	73,3162	24,4387	11,5117	**	3,24	5,29
K Lin	1	67,4441	67,4441	31,7691	**	4,49	8,53
K kuad	1	5,8311	5,8311	2,7467	tn	4,49	8,53
K Kub	1	0,0410	0,0410	0,0193	tn	4,49	8,53
L	3	197,7520	65,9173	31,0500	**	3,24	5,29
L Lin	1	189,3120	189,3120	89,1743	**	4,49	8,53
L Kuad	1	213,9785	213,9785	100,7933	**	4,49	8,53
L Kub	1	205,5385	205,5385	96,8177	**	4,49	8,53
K x L	9	149,6271	16,6252	1,8312	tn	2,54	3,78
Galat	16	33,967	2,123				
Total	31	454,662					

Keterangan :

Fk : 7670,031

KK : 9,411 %

tn : Tidak nyata

Lampiran 11. Tabel Data Rataan Parameter Kadar Vitamin C (%)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	4,048	4,048	8,096	4,048
K <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	3,696	3,696	7,392	3,696
K <sub>1</sub> L <sub>3</sub>	2,112	2,288	4,400	2,200
K <sub>1</sub> L <sub>4</sub>	4,752	4,400	4,400	4,400
K <sub>2</sub> L <sub>1</sub>	4,928	3,344	8,272	4,136
K <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	3,250	3,344	6,594	3,297
K <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	2,992	2,992	5,984	2,992
K <sub>2</sub> L <sub>4</sub>	2,464	2,464	4,928	2,464
K <sub>3</sub> L <sub>1</sub>	4,576	4,400	8,976	4,488
K <sub>3</sub> L <sub>2</sub>	2,112	2,112	4,224	2,112
K <sub>3</sub> L <sub>3</sub>	4,224	4,244	8,468	4,234
K <sub>3</sub> L <sub>4</sub>	1,936	1,936	3,872	1,936
K <sub>4</sub> L <sub>1</sub>	2,640	2,288	4,928	2,464
K <sub>4</sub> L <sub>2</sub>	3,872	3,696	7,568	3,784
K <sub>4</sub> L <sub>3</sub>	3,168	2,816	5,984	2,992
K <sub>4</sub> L <sub>4</sub>	2,640	2,464	5,104	2,552
Total	48,658	50,532	99,19	51,795
Rataan	3,243866667	3,15825	6,199375	3,2371875

Lampiran . Daftar Analisis Sidik Ragam Kadar Gula Reduksi

SK	db	Jk	Kt	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	22,2601	1,4840	2,1343	tn	2,35	3,41
K	3	0,4056	0,1352	0,1944	tn	3,24	5,29
K Lin	1	0,0345	0,0345	0,0496	tn	4,49	8,53
K kuad	1	0,3711	0,3711	0,5337	tn	4,49	8,53
K Kub	1	0,0000	0,0000	0,0000	tn	4,49	8,53
L	3	9,1373	3,0458	4,3804	*	3,24	5,29
L Lin	1	8,4852	8,4852	12,2034	**	4,49	8,53
L Kuad	1	9,8721	9,8721	14,1981	**	4,49	8,53
L Kub	1	10,5243	10,5243	15,1360	**	4,49	8,53
K x L	9	12,7172	1,4130	2,0322	tn	2,54	3,78
Galat	16	11,125	0,695				
Total	31	33,385					

Keterangan :

Fk : 307,458

KK : 0,258 %

tn : Tidak nyata

Lampiran 12. Tabel Data Rataan Parameter Aktivitas Antioksidan (%)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	49,931	49,930	99,861	49,9305
K <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	49,926	49,924	99,850	49,9250
K <sub>1</sub> L <sub>3</sub>	49,928	49,927	99,855	49,9275
K <sub>1</sub> L <sub>4</sub>	49,933	49,933	99,866	49,9330
K <sub>2</sub> L <sub>1</sub>	49,936	49,937	99,873	49,9365
K <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	49,925	49,924	99,849	49,9245
K <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	49,924	49,923	99,847	49,9235
K <sub>2</sub> L <sub>4</sub>	49,928	49,928	99,856	49,9280
K <sub>3</sub> L <sub>1</sub>	49,928	49,926	99,854	49,9270
K <sub>3</sub> L <sub>2</sub>	49,928	49,928	99,856	49,9280
K <sub>3</sub> L <sub>3</sub>	49,924	49,923	99,847	49,9235
K <sub>3</sub> L <sub>4</sub>	49,924	49,924	99,848	49,9240
K <sub>4</sub> L <sub>1</sub>	49,928	49,928	99,856	49,9280
K <sub>4</sub> L <sub>2</sub>	49,925	49,924	99,849	49,9245
K <sub>4</sub> L <sub>3</sub>	49,927	49,927	99,854	49,9270
K <sub>4</sub> L <sub>4</sub>	38,777	38,796	77,573	38,7865
Total	787,692	787,702	1575,394	787,697
Rataan	49,23075	49,231375	98,462125	49,2310625

Lampiran. Daftar Analisis Sidik Ragam Aktivitas Antioksidan

SK	db	JK	KT	F hit.		F.0 5	F.0 1
Perlakuan	15	232,7233	15,5149	1320416,0519	*	2,35	3,41
K	3	46,5736	15,5245	1321237,1568	*	3,24	5,29
K Lin	1	27,9893	27,9893	2382067,1652	*	4,49	8,53
K kuad	1	15,4930	15,4930	1318549,8448	*	4,49	8,53
K Kub	1	3,0914	3,0914	263094,4605	*	4,49	8,53
L	3	46,5124	15,5041	1319501,3838	*	3,24	5,29
L Lin	1	27,9759	27,9759	2380928,2375	*	4,49	8,53
L Kuad	1	4045,5383	4045,5383	344301124,2155	*	4,49	8,53
L Kub	1	4027,0018	4027,0018	342723548,3015	*	4,49	8,53
K x L	9	139,6373	15,5153	2,2396	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,000	0,000				
Total	31	232,724					

Keterangan :

Fk : 77558,320

KK : 0,007 %

\*\* : Sangat nyata

Lampiran 13. Tabel Data Rataan Parameter Kadar Protein (%)

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0,251	0,248	0,499	0,2495
K <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0,248	0,248	0,496	0,2480
K <sub>1</sub> L <sub>3</sub>	0,227	0,224	0,451	0,2255
K <sub>1</sub> L <sub>4</sub>	0,224	0,220	0,444	0,2220
K <sub>2</sub> L <sub>1</sub>	0,218	0,217	0,435	0,2175
K <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	0,201	0,201	0,402	0,2010
K <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	0,198	0,198	0,396	0,1980
K <sub>2</sub> L <sub>4</sub>	0,170	0,168	0,338	0,1690
K <sub>3</sub> L <sub>1</sub>	0,158	0,158	0,316	0,1580
K <sub>3</sub> L <sub>2</sub>	0,158	0,155	0,313	0,1565
K <sub>3</sub> L <sub>3</sub>	0,150	0,150	0,300	0,1500
K <sub>3</sub> L <sub>4</sub>	0,141	0,141	0,282	0,1410
K <sub>4</sub> L <sub>1</sub>	0,162	0,162	0,324	0,1620
K <sub>4</sub> L <sub>2</sub>	0,153	0,151	0,304	0,1520
K <sub>4</sub> L <sub>3</sub>	0,131	0,127	0,258	0,1290
K <sub>4</sub> L <sub>4</sub>	0,113	0,110	0,223	0,1115
Total	2,903	2,878	5,781	2,8905
Rataan	0,1814375	0,179875	0,3613125	0,18065625

Lampiran. Daftar Analisis Sidik Ragam Kadar Protein

SK	db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	0,0549	0,0037	1520,0615	**	2,35	3,41
K	3	0,0477	0,0159	6606,9740	**	3,24	5,29
K Lin	1	0,0457	0,0457	18977,1662	**	4,49	8,53
K kuad	1	0,0015	0,0015	611,5455	**	4,49	8,53
K Kub	1	0,0006	0,0006	232,2104	**	4,49	8,53
L	3	0,0060	0,0020	832,9827	**	3,24	5,29
L Lin	1	0,0059	0,0059	2448,9377	**	4,49	8,53
L Kuad	1	1,2942	1,2942	537865,3377	**	4,49	8,53
L Kub	1	1,2944	1,2944	537915,3480	**	4,49	8,53
K x L	9	0,0012	0,0001	2,4502	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,000	0,000				
Total	31	0,055					

Keterangan :

Fk : 1,044

KK : 0,859 %

\*\* : Sangat nyata

Lampiran 14. Tabel Data Rataan Parameter Uji Organoleptik Aroma

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	3,6	3,6	7,2	3,6
K <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	3,6	3,2	6,8	3,4
K <sub>1</sub> L <sub>3</sub>	3,6	3,4	7,0	3,5
K <sub>1</sub> L <sub>4</sub>	3,4	3,6	7,0	3,5
K <sub>2</sub> L <sub>1</sub>	4,0	4,0	8,0	4,0
K <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	3,2	3,2	6,4	3,2
K <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	3,4	3,2	6,6	3,3
K <sub>2</sub> L <sub>4</sub>	3,0	3,0	6,0	3,0
K <sub>3</sub> L <sub>1</sub>	3,2	3,0	6,2	3,1
K <sub>3</sub> L <sub>2</sub>	3,4	3,2	6,6	3,3
K <sub>3</sub> L <sub>3</sub>	3,0	2,6	5,6	2,8
K <sub>3</sub> L <sub>4</sub>	3,0	2,8	5,8	2,9
K <sub>4</sub> L <sub>1</sub>	3,2	2,8	6,0	3,0
K <sub>4</sub> L <sub>2</sub>	2,8	2,8	5,6	2,8
K <sub>4</sub> L <sub>3</sub>	2,8	2,6	5,4	2,7
K <sub>4</sub> L <sub>4</sub>	2,6	2,4	5,0	2,5
Total	51,8	49,4	101,2	50,6
Rataan	3,2375	3,0875	6,325	3,1625

Lampiran. Daftar Analisis Sidik Ragam Uji Organoleptik Aroma

SK	db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01
Perlakuan	15	4,5150	0,3010	12,0400 **	2,35	3,41
K	3	2,7850	0,9283	37,1333 **	3,24	5,29
K Lin	1	2,7040	2,7040	108,1600 **	4,49	8,53
K kuad	1	0,0450	0,0450	1,8000 tn	4,49	8,53
K Kub	1	0,0360	0,0360	1,4400 tn	4,49	8,53
L	3	0,8950	0,2983	11,9333 **	3,24	5,29
L Lin	1	0,8410	0,8410	33,6400 **	4,49	8,53
L Kuad	1	4,8988	4,8988	195,9500 **	4,49	8,53
L Kub	1	4,9528	4,9528	198,1100 **	4,49	8,53
K x L	9	0,8350	0,0928	1,7111 tn	2,54	3,78
Galat	16	0,400	0,025			
Total	31	4,915				

Keterangan :

Fk : 320,045

KK : 5,000 %

\*\* : Sangat nya



Gambar 15. Daun Kelor



Gambar 16. Pengeringan Daun Kelor Menggunakan Alat Dehumidifier



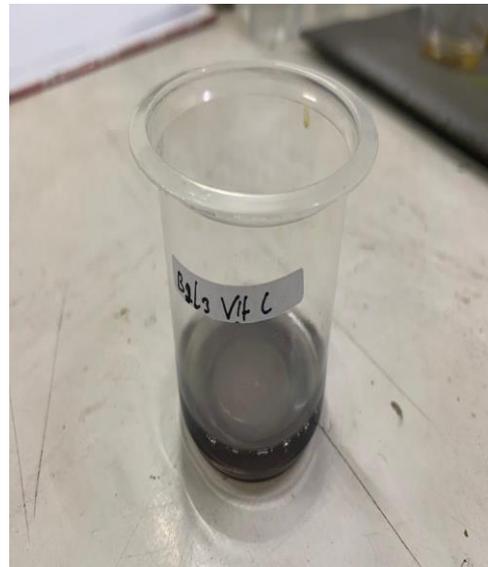
Gambar 17. Proses Pengeringan



Gambar 18. Alat Thermometer



Gambar 19. Proses Penimbangan Susut Bobot



Gambar 20. Uji Kadar Vitamin C