

**RANCANG BANGUN ALAT BANTU DEHUMIDIFIKASI MADU  
TRIGONA MENGGUNAKAN *PULSE WIDTH MODULATION* (PWM)  
*DIMMER* SEBAGAI PENGENDALI KECEPATAN *FAN DC*  
DI PT SUHITA LEBAH INDONESIA**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Mar Atun Nabilah Chaniago**

**1917041055**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### **RANCANG BANGUN ALAT BANTU DEHUMIDIFIKASI MADU TRIGONA MENGGUNAKAN *PULSE WIDTH MODULATION* (PWM) *DIMMER* SEBAGAI PENGENDALI KECEPATAN *FAN DC* DI PT SUHITA LEBAH INDONESIA**

Oleh

**Mar Atun Nabilah Chaniago**

Rancang bangun alat bantu dehumidifikasi madu trigona telah direalisasikan menggunakan *pulse width modulation* (PWM) *dimmer* sebagai pengendali kecepatan *fan DC* dengan variasi *duty cycle* 30%, 50%, dan 100%. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pengurang kadar air madu trigona dan mengevaluasi efektivitasnya. Hasil menunjukkan bahwa variasi *duty cycle* 100% efektif menurunkan kadar air madu sesuai standar PT. Suhita Lebah Indonesia. Alat dehumidifikasi mampu menurunkan kadar air madu dari 32,0% menjadi 23,0% (penurunan 9,0%) dalam 3 jam, sementara tanpa alat bantu dehumidifikasi, kadar air hanya turun menjadi 29,0% (penurunan 3,0%). Madu trigona dikenal memiliki keistimewaan di bidang kesehatan, seperti kaya akan antioksidan dan memiliki sifat antimikroba serta anti-inflamasi yang kuat, menjadikannya bermanfaat dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan menyembuhkan luka. Alat dehumidifikasi madu trigona ini tiga kali lebih efektif dibandingkan metode pengurangan kadar air tanpa alat bantu dehumidifikasi, serta lebih efisien dan sesuai dengan standar produksi yang diinginkan.

**Kata kunci:** Dehumidifikasi, madu trigona, *PWM Dimmer*, *duty cycle*, *fan DC*, kadar air, efisiensi.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND CONSTRUCTION OF TRIGONA HONEY DEHUMIDIFICATION AID USING PULSE WIDTH MODULATION (PWM) DIMMER FOR CONTROLLING DC FAN SPEED CONTROLLER AT PT SUHITA LEBAH INDONESIA**

**By**

**Mar Atun Nabilah Chaniago**

*The design and construction of a dehumidification aid for trigona honey have been realized using a pulse width modulation (PWM) dimmer as a DC fan speed controller with duty cycle variations of 30%, 50%, and 100%. This study aims to develop a tool to reduce the water content of trigona honey and evaluate its effectiveness. The results show that the 100% duty cycle variation effectively reduces the water content of honey according to the standards of PT. Suhita Lebah Indonesia. The dehumidification tool was able to reduce the water content of honey from 32.0% to 23.0% (a decrease of 9.0%) in 3 hours, while without the dehumidification aid, the water content only decreased to 29.0% (a decrease of 3.0%). Trigona honey is known for its health benefits, such as being rich in antioxidants and having strong antimicrobial and anti-inflammatory properties, making it beneficial for boosting the immune system and healing wounds. This trigona honey dehumidification tool is three times more effective than methods without a dehumidification aid, as well as being more efficient and meeting the desired production standards.*

**Keyword:** *Dehumidification, Trigona honey, PWM dimmer, duty cycle, DC fan, water content, efficiency.*

**RANCANG BANGUN ALAT BANTU DEHUMIDIFIKASI MADU  
TRIGONA MENGGUNAKAN *PULSE WIDTH MODULATION* (PWM)  
*DIMMER* SEBAGAI PENGENDALI KECEPATAN *FAN DC*  
DI PT SUHITA LEBAH INDONESIA**

Oleh

**MAR ATUN NABILAH CHANIAGO**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
**SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

Judul Proposal : "Rancang Bangun Alat Bantu Dehumidifikasi Madu *Trigona* Menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM) Dimmer* Sebagai Pengendali Kecepatan Fan DC di PT Suhita Lebah Indonesia"

Nama Mahasiswa : Mar Atun Nabilah Chaniago

Nomor Pokok Mahasiswa : 1917041055

Jurusan : Fisika

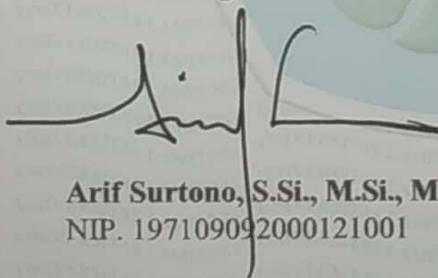
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**MENYETUJUI,**

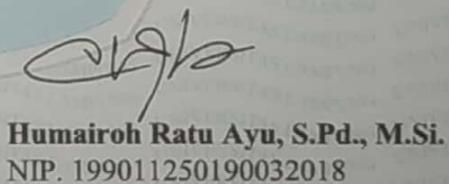
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

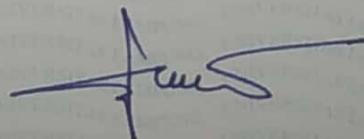


**Arif Surtano, S.Si., M.Si., M.Eng.**  
NIP. 197109092000121001



**Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.**  
NIP. 199011250190032018

2. Ketua Jurusan Fisika

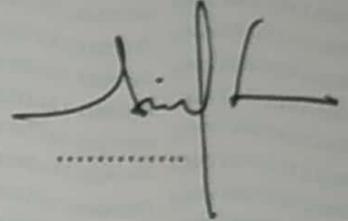


**Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**  
NIP. 198010102005011002

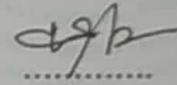
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.



Sekretaris : Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing: Dr. Sri Wahyu Suciyati, S.Si., M.Si.

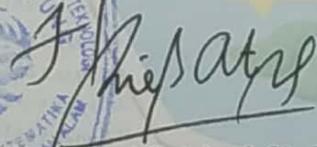


2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 1971 1001 200501 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 Juni 2024

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya maupun pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila terdapat pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 04 Juni 2024



**Mar Atun Nabilah Chaniago**  
NPM. 1917041055

## RIWAYAT HIDUP



Mar Atun Nabilah Chaniago lahir di Baturaja pada tanggal 07 Juli 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Alm. Armando dan Ibu Sri Yati. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK PAUD Bunga Mawar Oku Timur pada tahun 2007, SD N 09 Martapura pada tahun 2013, SMP N 22 Bandar Lampung pada tahun 2016, dan SMK N 2 Bandar Lampung pada tahun 2019. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di urusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur PMPAP tahun 2019.

Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis aktif tergabung Karate Unila tahun 2019, Unila Robotika dan Otomasi tahun 2019, Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) sebagai anggota Minat dan Bakat tahun 2020, Seni FMIPA Unila sebagai sekretaris Tim Seni Tari tahun 2021. Penulis juga sebagai *volunteer* pengajar calistung (baca, tulis, hitung) di Rumah Pintar Hajimena pada tahun 2020, asisten praktikum mata kuliah Sistem Kendali pada tahun 2023, dan Metode pengukuran dan kalibrasi pada tahun 2023 dan 2024.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Bandar Lampung, dengan judul “Perbandingan Pengukuran BOD Secara SNI 6989.72-2009 dengan Metode Respirometri Menggunakan Sensor MPX 2200A di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Bandar Lampung”. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat penuh penulis ikuti dalam program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung tahun 2022 di Dusun 7 Meranti Jaya, Desa Pelindung Jaya, Kec. Gunung Pelindung, Lampung Timur. Penulis telah menyelesaikan penelitian skripsi di Jurusan Fisika dengan Judul “**Rancang Bangun Alat Bantu Dehumidifikasi**

***Madu Trigona Menggunakan Pulse Width Modulation (PWM) Dimmer Sebagai Pengendali Kecepatan Fan DC di PT Suhita Lebah Indonesia***”, dibawah bimbingan Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng. dan Ibu Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.

## **MOTTO**

**“Jika kamu berbuat baik kepada orang lain (berarti) kamu berbuat baik pada dirimu sendiri”. - QS. Al-Isra’ 7**

**“Belajarlah untuk mensyukuri sekecil apapun hasil yang telah diusahakan. Bersyukur itu lebih menyenangkan daripada membandingkan”. - Nabilah**

## **PERSEMBAHAN**

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, kupersembahkan skripsi ini untuk semua orang yang ku sayangi dan ku cintai.

### **Alm. Bapak Armando dan Ibu Sri Yati**

Kedua orang tuaku yang telah melahirkan, membesarkan, dan mendidikku, serta selalu menjadi penyemangatku dalam menjalani hidup selama ini.

### **Secscaria Okta Safitri dan Dewi Balkis Chan**

Uni dan Ses tersayang yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil, sehingga membuat aku mampu menyelesaikan pendidikan S1.

### **Bapak/Ibu Dosen Fisika FMIPA Unila**

Terima kasih telah memberikan bekal ilmu pengetahuan, nasihat, dan saran yang membangun kepadaku.

### **Almamater Tercinta**

Universitas Lampung.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Alat Bantu Dehumidifikasi Madu *Trigona* Menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM) Dimmer Sebagai Pengendali Kecepatan Fan DC di PT Suhita Lebah Indonesia***”. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis, tapi juga untuk para pembaca.

Bandar Lampung, 04 Juni 2024

Penulis

## SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Alat Bantu Dehumidifikasi Madu *Trigona* Menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM) Dimmer* Sebagai Pengendali Kecepatan Fan DC di PT Suhita Lebah Indonesia”. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, memberikan ilmu dan mengarahkan dalam proses penyusunan skripsi.
2. Ibu Humairoh Ratu Ayu, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan ilmu, motivasi serta arahan dalam proses penyusunan skripsi.
3. Ibu Dr. Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulisan skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Ibu Surihatin, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
6. Seluruh Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu serta motivasi selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.

7. Para Tenaga Kependidikan Jurusan Fisika yang telah membantu memenuhi kebutuhan administrasi penulis.
8. Orang tua Alm. Ayah Armando dan Ibu Sri Yati yang senantiasa memberikan doa, semangat, perhatian, motivasi, pengorbanan, nasihat serta kasih sayang kepada penulis. Terima kasih atas apa yang telah diberikan kepada penulis yang tidak bisa dibandingkan dan digantikan dengan apapun selamanya.
9. Saudari tersayang penulis kepada Uni Secscaria Okta Safitri dan Ses Dewi Balkis Chan yang selalu memberikan semangat dan dorongan kepada penulis, melindungi, menasehati, memberikan berbagai saran saat penulis mengalami kesulitan dan membantu material untuk memenuhi kebutuhan dan keperluan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
10. Bapak Kasman, S.ST. yang membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
11. Ahmad Martha Ferdian yang telah loyal dalam waktu, tenaga, serta selalu memfasilitasi sarana dan prasarana penulis dari awal pengajuan tema skripsi hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian. Terima kasih telah mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah, dan memberikan semangat untuk pantang menyerah.
12. PT Suhita Lebah Indonesia yang telah menjadi tempat penulis melaksanakan penelitian.
13. Teman-teman tersayang, Rizki Dwi Maharani, Tresna Ananda, Rizki Hamdani, Fattahur Rozak Riyadi, Hafiz Hidayatullah, Alfirly, Kiki Iqbal Sahara, Fajariyadi, Akbar Fadhilah Fajar, dan Arman Taufiqi, Firmanda Fardoni yang selalu menghibur, memberikan motivasi, bantuan, dan semangat kepada penulis selama menyelesaikan studi.
14. Rayyanza Malik Ahmad atau Cipung panggilannya. Salah satu balita yang selalu saya lihat VT nya di *platform* TikTok, demi menjaga kestabilan *mood* serta mental penulis selama mengerjakan skripsi, dan tanpa sengaja setiap VT dari balita ini memberikan pengaruh baik untuk perasaan penulis dan membangun semangat agar penulis mampu melanjutkan skripsinya.

15. Teman-teman fisika angkatan 2019 yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
16. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi penulis.
17. Mar Atun Nabilah Chaniago, ya! diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih karena terus berusaha dan tidak menyerah, serta senantiasa menikmati setiap prosesnya yang bisa dibilang tidak mudah. Terima kasih sudah bertahan.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dengan yang lebih baik, mempermudah segala urusannya dan menjadi pemberat amal di akhirat nanti.

Bandar Lampung, 04 Juni 2024

Mar Atun Nabilah Chaniago

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>COVER DALAM</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>ix</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terkait .....	6
2.2 Evaporasi (penguapan) .....	8
2.3 Madu .....	9
2.3.1 Karakteristik madu .....	10

2.3.2 Kualitas madu .....	10
2.3.3 Madu Trigona .....	12
2.4 <i>Pulse Width Modulation (PWM) Dimmer</i> .....	14
2.5 <i>Refractometer</i> .....	15
2.5.1 <i>Refractometer Brix</i> .....	16
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	18
3.3 Metode Penelitian .....	21
3.3.1 Perancangan Alat Bantu Dehumidifikasi Madu.....	22
3.3.2 Pembuatan Alat Bantu Dehumidifikasi Madu .....	23
3.3.3 Pengujian Alat .....	25
3.3.4 Pengambilan Data Uji .....	27
3.3.5 Analisa Data .....	28
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Rancangan Alat.....	31
4.1.1 Realisasi Alat Tampak Depan dan Belakang.....	31
4.1.2 Realisasi Kotak <i>PWM Dimmer Speed Controller</i> .....	32
4.1.3 Realisasi Alat Tampak Dalam .....	33
4.2 Hasil Pengujian Alat .....	35
4.2.1 Hasil Pengujian Tanpa Menggunakan Alat Bantu Dehumidifikasi	38
4.2.2 Hasil Pengujian Menggunakan Alat Bantu Dehumidifikasi .....	40
4.3 Pembahasan .....	44
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Simpulan .....	47
5.2 Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Ilustrasi penguapan pada air (Rice, 2010) .....	8
2.2 <i>PWM Dimmer</i> .....	15
2.3 Refraktometer <i>Brix</i> .....	16
3.1 Tahapan penelitian .....	20
3.2 Diagram blok alat bantu dehumidifikasi madu .....	21
3.3 Skema rangkaian alat .....	22
3.4 Desain alat tampak depan dan tampak atas .....	23
3.5 Desain alat tampak belakang .....	24
3.6 Tampilan bagian dalam alat dan sirkulasi penguapan .....	25
3.7 Grafik hubungan waktu terhadap kandungan air dalam madu.....	28
4.1 Hasil rancangan alat tampak depan.....	30
4.2 Hasil rancangan alat tampak belakang.....	31
4.3 <i>Case PWM dimmer speed controller</i> .....	32
4.4 Komponen <i>PWM dimmer speed controller</i> .....	33
4.5 Hasil rancangan alat bagian dalam.....	34
4.6 Bagian dalam alat saat pengujian .....	35
4.7 Gelombang sinyal <i>PWM</i> : (a) <i>Duty cycle</i> 0%, (b) <i>Duty cycle</i> 30%, (c) <i>Duty cycle</i> 50%, (d) <i>Duty cycle</i> 100% .....	37
4.8 Posisi pengujian tanpa menggunakan alat bantu dehumidifikasi.....	38
4.9 Posisi pengujian menggunakan alat bantu dehumidifikasi .....	41
4.10 Grafik perbandingan antara penggunaan <i>duty cycle</i> dan <i>fan</i> tingkat 1 .....	43

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Persyaratan mutu madu .....	11
2.2 Perbedaan madu lebah <i>Trigona</i> dan <i>Apis Mellifera</i> .....	13
2.3 Perbedaan sarang madu lebah <i>Trigona</i> dan lebah <i>Apis</i> .....	14
2.4 Spesifikasi teknis refraktometer Brix.....	16
3.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian .....	17
3.2 Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	18
3.3 Rancangan data hasil pengukuran tanpa alat bantu dehumidifikasi .....	26
3.4 Rancangan data hasil pengukuran dengan alat bantu dehumidifikasi.....	27
4.1 Hasil pengukuran kecepatan angin menggunakan anemometer pada <i>fan AC</i> .....	36
4.2 Hasil pengukuran kecepatan angin menggunakan anemometer pada <i>fan DC</i> .....	36
4.3 Hasil pengujian pengurangan kadar air madu <i>trigona</i> tanpa alat bantu dehumidifikasi madu.....	39
4.4 Hasil pengujian pengurangan kadar air madu dengan alat bantu dehumidifikasi madu dan dehumidifier .....	42

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan lebah di Indonesia saat ini semakin marak terutama pada produk yang menawarkan keuntungan finansial bagi produsen. Sampai saat ini lebah hutan merupakan jenis lebah yang penting dalam perlebah di Indonesia, karena proporsi madu yang cukup besar. Komposisi madu sangat kompleks, setidaknya mengandung 181-200 zat yang berbeda, sehingga madu memiliki keunggulan yang sangat besar dalam industri farmasi, makanan, minuman dan kecantikan (Fatma *et al.*, 2017). Berdasarkan keasliannya, madu terbagi menjadi dua jenis, yaitu madu alami dan madu buatan. Madu alami adalah madu yang berasal dari hutan dimana berbagai tumbuhan bergantung pada lebah, sedangkan madu buatan adalah madu yang terbuat dari gula sebagai pengganti nektar dan bahan lain seperti *baking powder*, pati, sari madu, glukosa dan air minum (Wulandari, 2017).

Kualitas madu dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk waktu pengambilan madu, kadar air, warna, rasa, dan aroma madu. Untuk menghasilkan madu berkualitas, penting untuk memanen madu pada waktu yang tepat ketika madu sudah matang dan sel-sel madu sudah ditutup oleh lebah. Selain itu, kadar air dalam madu juga berperan penting dalam menentukan kualitasnya (Savitri *et al.*, 2019). Madu memiliki sifat higroskopis tingkat tinggi, yang artinya sangat mudah menyerap air dari lingkungan sekitarnya. Karena itu, kontak langsung dengan udara akan meningkatkan kadar air pada madu. Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan fermentasi dan mempercepat kerusakan madu. Berdasarkan (SNI 8664: 2018), kadar air dalam madu yang dapat diterima oleh FAO (*Food and Agriculture Organisation*) harus kurang dari 22,0%, sedangkan menurut Standar Internasional (SI) kadar air pada madu lebah tanpa sengat yang diperbolehkan

adalah maksimal 27,5%. Dalam konteks produksi, proses dehumidifikasi dianggap selesai saat kadar air madu *trigona* mencapai 23,0%.

Ada cara untuk mencegah fermentasi dalam madu yaitu dengan mengurangi kadar air madu hingga kurang dari 20,0% (Lastriyanto *et al.*, 2020). Kadar air yang rendah akan menjaga madu dari kerusakan untuk jangka waktu yang relatif lebih lama. Kandungan air pada madu yang diperoleh langsung dari peternakan adalah sebesar 28,0-30,0%, sehingga kadar air harus dikurangi sesuai SNI 8664-2018 (Kasman, 2022). Banyak proses untuk mengurangi kadar air dalam madu seperti melalui pemanasan tidak langsung dengan alat dehidrator vakum dan melalui penguapan dengan alat *dehumidifier* (Sagaf *et al.*, 2022; Siregar, 2012).

Pengujian pengurangan kadar air madu dapat dilakukan dengan cara dehumidifikasi (penguapan). Amanto *et al.* (2012) melakukan pengujian pengurangan kadar air dalam madu dengan variasi suhu 40 °C, 50 °C, dan 60 °C, dengan waktu berturut-turut 12 jam, 7 jam, dan 4 jam. Rentang kadar air madu yang dihasilkan adalah 21,8% - 22,4%, hal ini menunjukkan bahwa belum sesuai dengan SNI dan proses pemanasan dapat berpotensi merusak kualitas madu.

Johanes *et al.* (2015) melakukan penelitian dengan metode dehidrator vakum. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan kadar air madu dengan metode dehidrator vakum berhasil, namun dengan waktu yang cukup lama yakni selama 12 jam. Dengan metode dehidrator vakum dapat mengurangi kadar air dari mula-mula sebesar 23,2% menjadi 18,18%.

PT Suhita Lebah Indonesia merupakan salah satu UMKM (Usaha Mikro Kecil dan Menengah) di Lampung yang memproduksi olahan madu, termasuk telah berusaha menangani masalah penurunan kadar air dalam madu. Namun, metode yang digunakan oleh PT Suhita Lebah Indonesia belum sangat efektif dalam segi waktu. Menurut Isnina (2022), pemilik PT Suhita Lebah Indonesia, “Alat yang digunakan di rumah produksi masih kurang efektif dan memakan waktu yang lama. Misalnya, proses dehumidifikasi madu lebah *trigona* memakan waktu sekitar 7 hari untuk

diselesaikan”. Hal ini tentunya mengurangi produktivitas madu di PT Suhita Lebah Indonesia.

Berdasarkan permasalahan di atas, penurunan kadar air madu belum memiliki solusi yang tepat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat alat bantu dehumidifikasi yang dapat mempercepat proses pengurangan kadar air pada madu *trigona* mencapai 23,0%. Digunakan 3 buah *fan DC* untuk menghembuskan uap air yang dihasilkan dari penguapan madu, dan 6 buah *fan DC* untuk mengeluarkan uap dan disalurkan ke dehumidifier untuk diproses dari uap menjadi air. Uap air dapat langsung diproses dengan cepat dengan perantara *fan DC* yang menyalurkannya langsung ke dehumidifier sehingga alat bantu ini dapat menjadi solusi yang lebih baik dalam hal efisiensi waktu pengurangan kadar air madu serta tidak mengurangi khasiat dan kualitas madu.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah.

1. Bagaimana cara membuat alat bantu dehumidifikasi madu *trigona* dengan menggunakan variasi *duty cycle fan DC*?
2. Apakah alat bantu dehumidifikasi madu *trigona* dapat menurunkan kadar air madu sesuai standar produksi dalam waktu 3 jam?
3. Bagaimana efektivitas antara penggunaan alat bantu dehumidifikasi madu *trigona* dan tanpa alat dehumidifikasi dalam menurunkan kadar air dalam madu?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah.

1. Membuat alat bantu dehumidifikasi madu *trigona* dengan menggunakan variasi *duty cycle fan DC*.
2. Membuktikan bahwa alat bantu dehumidifikasi madu *trigona* dapat menurunkan kadar air madu *trigona* sesuai standar dalam waktu 3 jam.

3. Mengevaluasi efektivitas antara penggunaan alat bantu dehumidifikasi madu *trigona* dan tanpa alat bantu dehumidifikasi dalam penurunan kadar air madu.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi.

1. Membuat alat bantu dehumidifikasi madu *trigona* dengan menggunakan variasi *duty cycle fan DC*.
2. Objek penelitian yang digunakan adalah madu *trigona*.
3. Setiap sampel mendapat perlakuan selama 3 jam.
4. Menggunakan loyang dengan kapasitas maksimal 500 ml
5. Penelitian ini dilakukan di rumah produksi PT Suhita Lebah Indonesia.
6. Penelitian ini akan mempertimbangkan biaya produksi alat bantu dehumidifikasi, namun tidak akan membahas tentang aspek pemasaran atau keuntungan ekonomi dari alat.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah.

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi dalam bidang pengolahan dan pengawetan madu *trigona*.
2. Meningkatkan nilai tambah produk madu *trigona* dengan menjaga kualitas dan daya tahan produk.
3. Mempermudah peternak lebah *trigona* dalam memproduksi madu dengan kualitas yang lebih baik dan daya tahan yang lebih lama.
4. Menjadi acuan bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan teknologi terkait pengolahan dan pengawetan madu *trigona*.
5. Menambah wawasan dan pengetahuan bagi masyarakat terkait manfaat penggunaan alat bantu dehumidifikasi dalam menjaga kualitas dan daya tahan produk madu *trigona*.

6. Membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha peternakan lebah *trigona* dalam menghasilkan produk madu berkualitas dengan biaya produksi yang lebih rendah.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terkait mengenai alat pengurangan kadar air madu *trigona* telah banyak dilakukan dengan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh masing-masing penelitian. Penelitian yang dilakukan oleh Amanto *et al.* (2012) mengenai pengujian dengan metode *vacum evaporator* dengan variasi suhu. Pada suhu 40 °C membutuhkan waktu 12 jam untuk mencapai kadar air 21,9%, pada suhu 50 °C membutuhkan waktu 7 jam untuk mencapai 21,8%, dan pada 60 °C membutuhkan waktu 4 jam untuk mencapai 22,0%. Rentang kadar air madu yang dihasilkan adalah 21,8% - 22,4%, hal ini menunjukkan bahwa belum sesuai dengan SNI dan proses pemanasan dapat berpotensi merusak kualitas madu. Diperlukan penelitian lanjutan dalam penggunaan suhu yang lebih bervariasi guna mencari suhu yang lebih efisien yang dapat dikembangkan dalam skala industri, dan tetap menjaga keamanan komposisi madu tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Johanes *et al.* (2015) menggunakan metode *dehidrator vacum* dengan prinsip kerja penurunan kadar air madu dalam wadah vakum dengan menggunakan suhu tinggi yang terkontrol (dapat diatur suhu dan waktu pemanasannya). Hasil penelitian menunjukkan pengurangan kadar air madu dengan metode dehidrator vakum berhasil, dengan metode dehidrator vakum dapat mengurangi kadar air dari mula-mula sebesar 23,2% menjadi 18,18%. Namun dengan waktu yang cukup lama yakni selama 12 jam dan dengan proses pemanasan sehingga dapat mengurangi kualitas dari madu.

Penelitian yang lainnya juga telah dilakukan oleh Harmen *et al.* (2018) dengan metode memanaskan madu dengan *temperature* 50 °C melewati pemanasan tidak

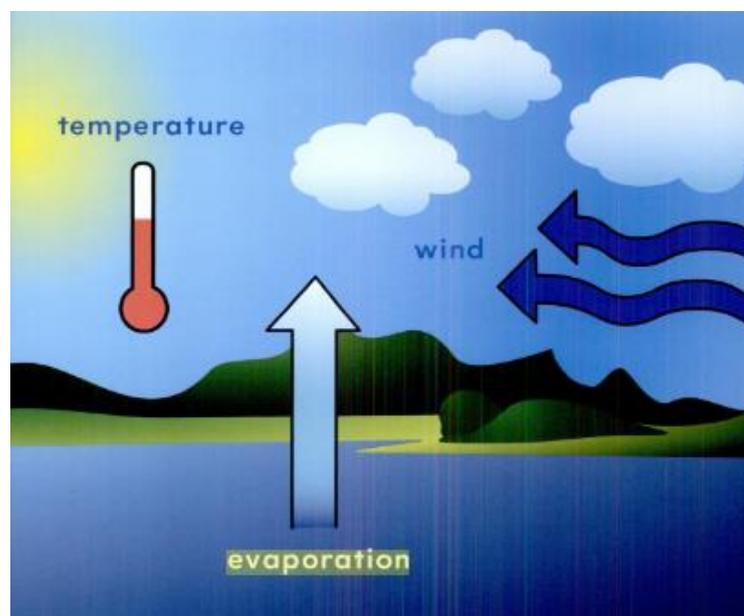
langsung menggunakan *water mantel* dan dengan *temperature* 29 °C dalam kondisi *temperature* kamar, dan madu disemprotkan pada tekanan 2 ATM. Penelitian ini berhasil mengurangi kadar air madu dari 24,19% menjadi 21,23% pada suhu penyemprotan 50 °C, dan sebesar 21,15% pada suhu penyemprotan 29 °C. Hasil pengurangan kadar air madu telah memenuhi standar SNI. Namun, penelitian ini berpotensi mengurangi kualitas madu karena suhu yang digunakan melebihi batas maksimum yang dianjurkan oleh standar SNI, yaitu 40 °C.

Penelitian berikutnya telah dilaksanakan oleh Sagaf *et al.* (2022) dengan metode dehumidifikasi dan divariasikan parameter suhu, luas penampang, dan waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengujian dengan luas penampang 196 cm<sup>2</sup> selama 180 menit, terjadi penurunan kadar air sebesar 0,1% untuk setiap kenaikan suhu dehumidifikasi sebesar 1 °C. Selain itu, dalam pengujian pada suhu 40 °C selama 180 menit, terjadi penurunan kadar air sebesar 0,0083% untuk setiap peningkatan luas penampang sebesar 1 cm<sup>2</sup>. Begitu juga, dalam pengujian pada suhu 40 °C dengan luas penampang sebesar 196 cm<sup>2</sup>, terjadi penurunan kadar air sebesar 0,0167% setiap kali waktu proses meningkat selama 1 menit. Meskipun demikian, penelitian ini masih belum efektif dan perlu diperhatikan bahwa suhu dehidrasi dapat merusak enzim yang terdapat dalam madu.

Penelitian selanjutnya telah dilakukan oleh Darmawan & Nazaruddin (2015) dengan metode penguapan menggunakan *vacum evaporator*. Penggunaan metode ini telah berhasil mengurangi kadar air madu sesuai dengan standar SNI. Pada pengolahan selama 4 jam, kadar air madu mencapai 20,2%. Pada pengolahan selama 8 jam, kadar air madu mencapai 19,8%. Selanjutnya, pada pengolahan selama 12 jam, kadar air madu yang didapatkan sama dengan hasil pengolahan selama 8 jam, yaitu 19,8%. Namun, penelitian ini berpotensi mengurangi kualitas madu karena suhu yang digunakan melebihi batas maksimum yang dianjurkan oleh standar SNI, yaitu 40 °C.

## 2.2 Evaporasi (penguapan)

Penguapan adalah proses perubahan wujud dari zat cair menjadi gas atau uap. Pada madu *trigona*, penguapan terjadi karena adanya perbedaan suhu antara lingkungan sekitar sarang dan madu yang disimpan di dalamnya. Saat suhu di sekitar sarang lebih tinggi daripada suhu madu, maka air yang terkandung dalam madu akan menguap ke udara dan keluar dari sarang melalui ventilasi. Selain itu, udara dan temperatur yang tinggi juga dapat mempercepat penguapan pada madu. Berikut ilustrasi dari penguapan ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Ilustrasi penguapan pada air (Rice, 2010).

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju penguapan madu *trigona* meliputi suhu lingkungan yang tinggi, kelembaban lingkungan yang rendah tetapi tidak terlalu rendah, permukaan madu yang lebih luas, ventilasi yang baik di sekitar tempat penyimpanan madu, kadar air dalam madu yang tinggi, dan waktu penyimpanan yang lama. Suhu lingkungan yang tinggi dan kelembaban lingkungan yang rendah akan mempercepat penguapan air dalam madu *trigona*, namun jika kelembaban terlalu rendah maka penguapan air dari madu *trigona* juga akan terhambat. Permukaan madu *trigona* yang lebih luas akan mempercepat laju penguapan karena lebih banyak molekul air yang terpapar oleh udara. Ventilasi yang baik di sekitar

tempat penyimpanan madu *trigona* akan mempercepat penguapan air dari madu karena memungkinkan udara kering untuk masuk dan membawa uap air dari madu keluar. Kadar air dalam madu *trigona* dan waktu penyimpanan juga mempengaruhi laju penguapan air. Semakin tinggi kadar air dalam madu, semakin cepat penguapan air dari madu *trigona*, dan semakin lama madu disimpan, semakin banyak air yang akan teruapkan dari madu *trigona* (Idris, 2021).

Selain itu, lebah juga membantu mempercepat penguapan alami dengan mengibaskan sayap mereka di atas madu yang disimpan di dalam sarang. Gerakan sayap ini menciptakan aliran udara di atas permukaan madu dan mempercepat pengeringan atau penguapan air di dalamnya (Saras, 2021).

### **2.3 Madu**

Madu merupakan produk hasil hutan bukan kayu yang cukup populer dan prospektif (Siswari, 2015), merupakan salah satu jenis pemanis yang banyak dikonsumsi manusia karena memiliki kandungan nutrisi yang sangat lengkap (Johanes *et al.*, 2015). Madu diketahui memiliki aktivitas antioksidan enzimatik dan non-enzimatik. Selain itu, madu merupakan larutan gula yang sangat jenuh, madu juga mengandung mineral, protein, vitamin, asam organik, *flavonoid*, senyawa fenolik, dan enzim seperti katalase, peroksida, glukosa oksidasi, dan fitokimia lainnya. Tergantung pada kondisi geografis dan iklim, berbagai jenis madu mengandung berbagai fitokimia termasuk polifenol dan asam fenolik yang berperan sebagai antioksidan (Saputri & Putri, 2017).

Sejak ribuan tahun yang lalu sampai sekarang, madu dikenal sebagai salah satu bahan makanan atau minuman alami yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan. Madu banyak dikembangkan dalam dunia industri minuman, kesehatan, kosmetik dan farmatologi (Amanto *et al.*, 2012). Manfaat madu di antaranya untuk pengobatan, pemeliharaan, kesehatan, bahan pengawet alami, dan sebagai bahan pemanis makanan serta minuman (Suranto, 2004; Syuhriatin, 2019).

### 2.3.1 Karakteristik Madu

Madu memiliki berbagai macam jenis, tergantung dari jenis sari bunga yang diambil oleh lebah (Sakri, 2015). Warna madu berbeda-beda disetiap jenisnya. Madu yang dihasilkan di negara Asia yang memiliki hujan tropis seperti Indonesia, Malaysia, Thailand, Filipina, dan Vietnam mempunyai kadar air yang cenderung tinggi. Akibatnya, madu tersebut mudah meledak, berbusa, cepat berubah warna dan berubah aroma. Madu berdasarkan pengalaman konsumen mempunyai beragam rasa, aroma, khasiat serta manfaat, sesuai dengan jenis nektar yang dihisap oleh lebah. Madu di pasar Indonesia, mempunyai nama berdasarkan jenis nektar yang dihisap oleh lebah seperti madu bunga rambutan, madu bunga kelengkeng, madu bunga kopi dan madu bunga kaliandra, dan lain-lain. Madu dapat mengkristal, seperti madu yang dipanen dari perkebunan karet maupun perkebunan kaliandra. Madu yang dihasilkan di negara-negara yang berhutan sub-tropis cenderung mengkristal, misalnya madu yang dihasilkan di Eropa Barat maupun Eropa Timur (Sakri, 2015).

### 2.3.2 Kualitas Madu

Madu di Indonesia sangat beragam. Keragaman madu tersebut dipengaruhi oleh perbedaan asal daerah, musim, jenis lebah, jenis tanaman sumber nektar cara hidup lebah (budidaya atau liar), cara pemanenan serta cara penanganan pasca panen. Mengingat keragaman tersebut, maka standar mutu madu dikembangkan menjadi tiga kategori sebagaimana diatur dalam SNI 8664-2018, yaitu:

- a. Madu hutan, yaitu cairan alami yang memiliki rasa manis yang dihasilkan oleh lebah liar *apis dorsata* dari sari bunga tanaman hutan (flora nektar) atau bagian lain dari tanaman hutan (ekstra flora).
- b. Madu budidaya, yaitu cairan alami yang memiliki rasa manis yang dihasilkan oleh lebah budidaya *apis mellifera* atau *apis cerana* dari sari bunga tanaman (flora nektar) atau bagian lain dari tanaman (ekstra flora).
- c. Madu lebah tanpa sengat (*trigona*), yaitu cairan alami yang memiliki rasa manis yang dihasilkan oleh lebah tanpa sengat (*trigona*) baik liar maupun dalam budidaya dari sari bunga tanaman atau bagian lain dari tanaman.

Madu memiliki sifat higroskopis yang tinggi yaitu sangat mudah menyerap air dari lingkungan sekitar apabila terjadi kontak langsung dengan udara sehingga memicu peningkatan kadar air madu. Kadar air madu yang tinggi dapat memicu terjadinya fermentasi dan mempercepat kerusakan madu (Johanes *et al.*, 2015). Sehubungan dengan hal tersebut pemerintah telah menetapkan standar mutu madu melalui SNI 8664-2018. Adapun persyaratan mutu madu yang di syaratkan dalam Standar Mutu Indonesia SNI 8664-2018 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Persyaratan mutu madu.

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan Madu Hutan	Madu Budidaya	Madu Lebah Tanpa Sengat
<b>A Uji Organoleptik</b>				
1 Bau		Khas madu	Khas madu	Khas madu
2 Rasa		Khas madu	Khas madu	Khas madu
<b>B Uji Laboratoris</b>				
1 Aktivitas enzim diastase	DN	Min 1*)	Min 3*)	Min 1*)
2 Hidroksimetilfurfural (HMF)	mg/kg	Maks 40	Maks 40	Maks 40
3 Kadar air	%b/b	Maks 22	Maks 22	Maks 27,5
4 Gula pereduksi (dihitung sebagai glukosa)	%b/b	Maks 65	Maks 65	Min 55
5 Sukrosa	%b/b	Maks 5	Maks 5	Maks 5
6 Keasaman	ml NaOH/kg	Maks 50	Maks 50	Maks 200
7 Padatan tak larut dalam air	%b/b	Maks 0,5	Maks 0,5	Maks 0,7
8 Abu	%b/b	Maks 0,5	Maks 0,5	Maks 0,5
<b>9 Cemarkan logam</b>				
9.1 Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 1,0	Maks 1,0	Maks 1,0
9.2 Cadmium (Cd)	mg/kg	Maks 0,2	Maks 0,2	Maks 0,2
9.3 Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks 0,03	Maks 0,03	Maks 0,03
10 Cemarkan arsen (As)	mg/kg	Maks 1,0	Maks 1,0	Maks 1,0
11 Kloramfenikol	mg/kg	Tidak terdeteksi		

**CATATAN \*)** Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen

**Tabel 2.1** menerangkan persyaratan madu sesuai SNI. Madu tersebut adalah madu hutan, madu budidaya, dan madu lebah tanpa sengat yang memiliki jenis uji dan

satuan masing-masing. Jenis uji tersebut merupakan uji organoleptik dan uji laboratoris.

### 2.3.3 Madu *Trigona*

Lebah madu ada dua jenis, ada yang memiliki sengat ada juga yang tidak. Lebah madu yang tidak memiliki sengat disebut *stingless honeybee* dan genusnya antara lain *Trigona* dan *Melipona* (Suranto, 2004). Lebah *trigona* merupakan lebah tertua yang pernah diketahui (Sihombing, 2005; Suryani *et al.*, 2021). Serangga ini jinak berwarna hitam dan berukuran kecil, dengan panjang tubuh antara 3-4 mm, serta rentang sayap 8 mm. Untuk kehidupan dan perkembangannya lebah *trigona* dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti *temperature*, curah hujan, ketinggian tempat dan ketersediaan pakan (Dewantari & Suranjaya, 2019).

Lebah tanpa sengat memiliki ciri-ciri seperti antara lain tubuhnya yang terbagi ke dalam tiga bagian yakni kepala, dada (*thorax*), badan (*abdomen*). Pada bagian *thorax* dapat dijumpai dua pasang sayap dan tiga pasang tangkai. Khusus pada bagian tungkai belakang dilengkapi dengan pollen basket. Lalu pada bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk dan 3 mata sederhana (*oseli*). Sepasang antena menjadi organ peraba dan berada di dekat mata (Harjanto *et al.*, 2020).

Lebah madu *trigona spp* menghasilkan jumlah madu yang sedikit bila dibandingkan dengan lebah *apis spp*. Sarang lebah *trigona spp* menghasilkan madu kurang lebih 1 kg/tahun (Jayadi, 2021). Kelebihan lebah *trigona* mempunyai jumlah propolisnya yang cukup banyak (3 kg/sarang) kalau dibanding dengan lebah *apis* menghasilkan 20-30 gram propolis per-sarang (Ridoni *et al.*, 2020). Terdapat perbedaan antara madu lebah *trigona* dengan *apis mellifera*. Secara umum perbedaan madu lebah *trigona* dan lebah *apis* dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

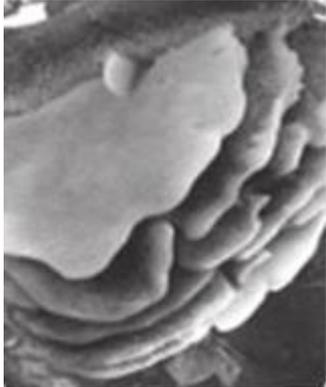
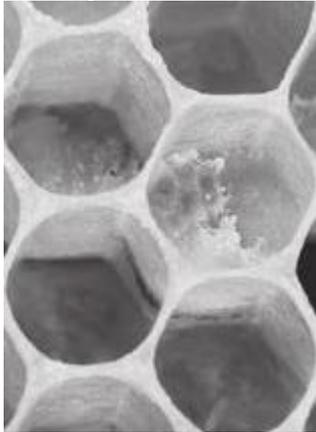
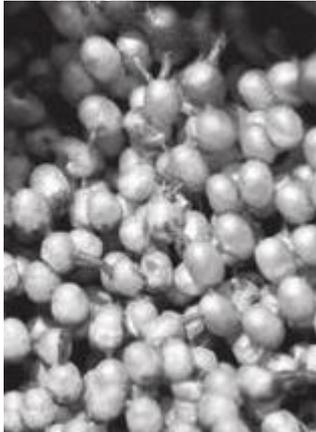
**Tabel 2.2** Perbedaan madu lebah *Trigona* dan *Apis Mellifera*.

Perbandingan	Madu <i>Trigona</i>	Madu <i>Apis</i>
Rasa	Terdapat rasa asam dan pahit	Memiliki rasa manis yang kuat
Kandungan enzim	Sangat bervariasi	Sedikit variasinya
Kandungan kelembaban	Kandungan kelembaban madu lebah <i>trigona</i> relatif lebih tinggi dari madu apis. Kelembaban madu <i>trigona nigra</i> 31,2%, <i>Melipona favosa</i> 31,2%, <i>Melipona tritatis</i> 32,2%, <i>Piebela tobagoensis</i> 42%.	Kelembaban madu lebah <i>apis mellifera</i> sekitar 20,2%.

(Kiki & Rizki, 2015; Suhendra & Nopriandy, 2021).

Tak hanya itu lebah madu *apis* dan lebah madu *trigona* juga memiliki perbedaan pada bentuk sarangnya. Perbedaan sarang madu lebah *trigona* dan madu lebah *apis* dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

**Tabel 2.3** Perbedaan sarang madu lebah *Trigona* dan lebah *Apis*.

Sifat	<i>Apis</i>	<i>Trigona</i>
Sisiran	Disusun secara vertikal 	Disusun secara horizontal 
Bahan baku sisiran	Malam lebah	Cerumen (campuran malam lebah dan resin/propolis)
Bentuk sel	Heksagonal teratur 	Pot yang tidak beraturan 

(Siregar et al., 2017).

#### 2.4 Pulse Width Modulation (PWM) Dimmer

*PWM dimmer* adalah modul yang dapat mengubah arus listrik. Arus listrik yang masuk dibagi, sehingga daya keluaran atau output dapat diatur untuk meningkatkan atau menurunkan kecepatan sesuai kebutuhan (Hart, 2020). Pengaturan kecepatan putaran *fan DC* menggunakan metode *PWM*. Metode *PWM* menghasilkan pulsa digital yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran *fan DC* (Febrianto, 2019).

Semakin besar persentase *PWM*, semakin lebar pulsa *High* yang dihasilkan, dan sebaliknya. Selain digunakan untuk mengatur kecepatan putaran *fan DC*, metode

*PWM* juga berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya lampu *DC*, digunakan dalam telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, sebagai regulator tegangan, efek dan penguatan audio, serta berbagai aplikasi lainnya. **Gambar 2.2** merupakan bentuk *PWM dimmer dc 10 A*.



**Gambar 2.2** *PWM dimmer* (Saptaji, 2020).

## 2.5 *Refractometer*

Refraktometer bekerja berdasarkan prinsip pembiasan cahaya ketika cahaya menembus larutan. Saat cahaya memasuki larutan dari udara, kecepatannya berkurang. Fenomena ini terjadi pada batang yang tampak bengkok saat terendam air. Refraktometer menggunakan prinsip ini untuk menentukan jumlah zat terlarut dalam larutan dengan melewatkan cahaya melaluinya. Sumber cahaya ditransmisikan melalui serat optik ke satu sisi prisma dan secara internal dipantulkan kembali ke sisi yang berlawanan sesuai dengan sudut pandang tertentu yang bergantung pada indeks bias larutan (Widianti & Minarni, 2019). Refraktometer juga membuat korelasi berdasarkan temperatur, sebab indeks bias akan berubah sedikit karena perubahan temperatur. Dengan memahami cara kerjanya dapat dengan mudah mengukur kadar air yang ada pada madu (Johanes *et al.*, 2015).

Indeks bias madu diperoleh dari konstanta dielektriknya berdasarkan hubungan persamaan. Setiap variasi penambahan volume air pada madu menghasilkan

penurunan pada indeks biasnya. Semakin besar penambahan volume air menyebabkan kerapatan antar molekul pada madu menjadi lebih rendah yang ditandai dengan semakin cair madu tersebut sehingga sinar yang mengenai madu mudah untuk dibiaskan saat dilakukan pengukuran menggunakan refraktometer. Semakin mudah sinar dibiaskan menyebabkan indeks bias madu semakin rendah. Hal ini terjadi karena sifat air yang mudah membiaskan cahaya. Sebaliknya, semakin rendah penambahan volume air pada madu menyebabkan kerapatan antar molekul madu menjadi lebih tinggi yang ditandai dengan semakin kental madu tersebut sehingga sinar yang mengenai madu lebih sulit untuk dibiaskan dan menyebabkan indeks biasnya tinggi (Swari *et al.*, 2019).

### 2.5.1 *Refractometer Brix*

Refraktometer Brix merupakan refraktor digital dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan operator dan membantu mendeteksi kesalahan. Secara teknis, refraktometer mengukur indeks bias suatu zat. Cahaya memiliki kecepatan yang berbeda. Indeks bias hanya perbandingan antara dua angka yaitu kecepatan cahaya melalui ruang vakum dan kecepatan cahaya melalui material. Dengan memahami cara kerjanya dapat dengan mudah mengukur kadar air yang ada pada madu. Refraktometer Brix ditunjukkan pada **Gambar 2.3** berikut.



**Gambar 2.3** Refraktometer *Brix*.

Refraktometer *Brix* memiliki spesifikasi teknis yang ditunjukkan pada **Tabel 2.4** berikut.

**Tabel 2.4** Spesifikasi teknis refraktometer *Brix* (Metler Toledo, 2022).

Brix (% w/w)	Rentang pengukuran	0-95
	Ketepatan	±0,2
	Resolusi	0,1
Indeks bias (nD)	Rentang pengukuran	1,33–1,53
	Ketepatan	±0,0003
	Resolusi	0,0001
Skala pengukuran	Indeks bias, Brix, Brix compensated 20 °C, HFCS 42 / 55 / 90, °Baumé, KMW, Oechsle German / Swiss, Plato, Wort.	
Menampilkan		
Bagian yang bersentuhan dengan sampel	Kaca optic 8 mm, baja tahan karat, ABS (bahan casing)	
Volume sampel	0,3 ml	
Dimensi instrument (P x L x T)	115x54x30 mm	
Berat	115 g (termasuk baterai)	
Peringkat IP	IP65	
Kelembaban	<95% RH (non-kondensasi)	
Baterai	3V, 2xAAA	
Daya tahan baterai	10'000	
Fitur spesial	Deteksi Cahaya Sekitar Tinggi (HAL), Pesan kesalahan, Indikator masa pakai baterai	

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari-Maret 2024 bertempat di Rumah Produksi PT. Suhita Lebah Indonesia yang berada di Jalan Purnawirawan I No.40 Langkapura, Kota Bandar Lampung, Lampung. Perancangan serta pembuatan alat dilakukan di Bengkel Konstruksi Kerja Kayu SMK N 2 Bandar Lampung dan Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 3.1** berikut.

**Tabel 3.1** Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.

No.	Nama Alat	Fungsi	Gambar
1.	Laptop PC	Untuk membuat desain alat.	
2.	Mesin Meja Kayu	Untuk pemotongan multiplek.	
3.	<i>Refractometer</i>	Sebagai alat pengukur kadar air mula dan akhir pada madu.	
4.	Loyang 40x40 cm	Sebagai wadah madu yang akan dikurangi kadar airnya	

5. <i>Dehumidifier Perfectaire</i>	Sebagai alat penunjang cepatnya penyerapan kadar air dalam madu.	
6. Anemometer	Sebagai alat ukur kecepatan angin	
7. Peralatan kerja lainnya	Pendukung dalam pembuatan alat, seperti obeng, gergaji kayu, bor listrik.	

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.2** Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.

No.	Nama Bahan	Fungsi	Gambar
1.	Madu Trigona	Sebagai bahan yang akan diuji.	
2.	Cairan <i>aquadest</i>	Sebagai cairan pembersih prisma refraktometer.	
3.	Multiplek 3 mm (60x60 cm) 6 lembar	Sebagai bahan untuk pembuatan <i>case</i> alat.	
4.	<i>Aluminium foil</i>	Sebagai bahan lapisan multiplek.	

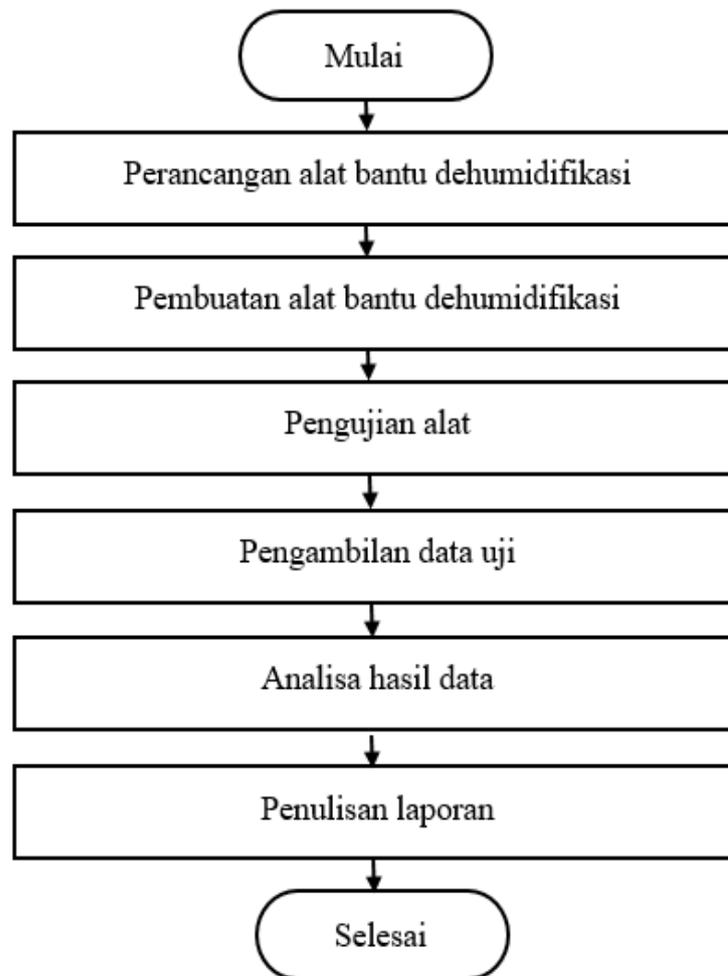
---

5. Lem kayu	Sebagai bahan untuk merekatkan <i>aluminium foil</i> dengan multiplek.	
6. Kayu kaso	Sebagai bahan penguat rangka alat dan sebagai pegangan pintu alat.	
7. Cat	Sebagai bahan pelengkap estetika alat.	
8. <i>Fan DC</i> 9 buah	Sebagai alternatif mempercepat pengeluaran kadar air pada madu.	
9. Amplas	Sebagai penghalus lapisan multiplek agar lebih mudah di cat.	
10. Baut m3x10	Sebagai pengerat antara <i>fan DC</i> dengan multiplek.	
11. <i>Power supply</i>	Untuk mengubah arus AC dan memberikan tegangan DC pada <i>fan DC</i> dan <i>PWM dimmer speed controller</i> .	
12. <i>PWM Dimmerspeed controller</i>	Sebagai pengatur lambat dan cepatnya putaran kipas.	
13. Kabel AWG hitam dan merah	Sebagai penyambung arus listrik antar komponen.	
14. Kabel adaptor	Sebagai penyambung arus listrik dari sumber ke masing-masing komponen.	

---

### 3.3 Metode Penelitian

Dalam perancangan alat bantu dehumidifikasi madu *trigona*, dilakukan beberapa tahapan. Adapun secara keseluruhan tahapan penelitian digambarkan pada **Gambar 3.1** berikut.

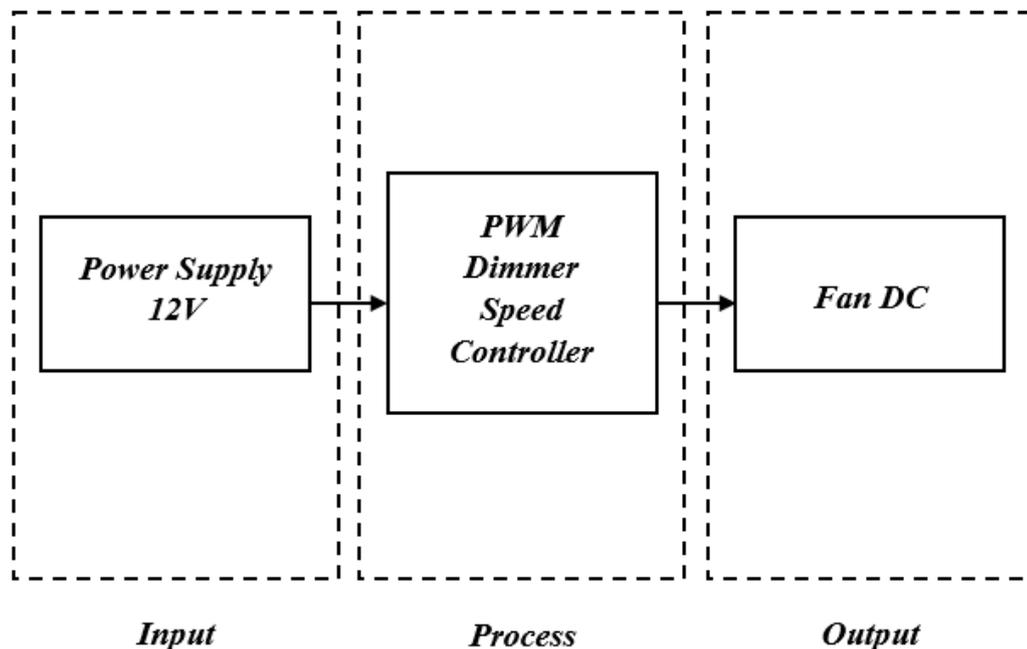


**Gambar 3.1** Tahapan penelitian.

Berdasarkan dari **Gambar 3.1**, langkah pertama dalam penelitian ini adalah merancang alat bantu dehumidifikasi madu, kemudian membuat alat dehumidifikasi madu tersebut, dilanjutkan dengan melakukan pengujian alat di rumah produksi, mengambil data uji yang diperoleh, menganalisis hasil serta mengolah data yang terkumpul, dan terakhir menulis laporan.

### 3.3.1 Perancangan Alat Bantu Dehumidifikasi Madu

Perancangan alat yang akan diusulkan, memiliki tujuan untuk mengurangi kadar air dalam madu. Menurut (SNI 8664: 2018), kadar air dalam madu lebah tanpa sengat yang diperbolehkan adalah maksimal 27,5%. Sedangkan dalam konteks produksi, proses dehumidifikasi dianggap selesai saat kadar air madu *trigona* mencapai 23,0%. Hal tersebut akan menjadi batas dehumidifikasi terakhir dalam penelitian ini. Diagram blok alat bantu dehumidifikasi madu ditunjukkan pada **Gambar 3.2**.



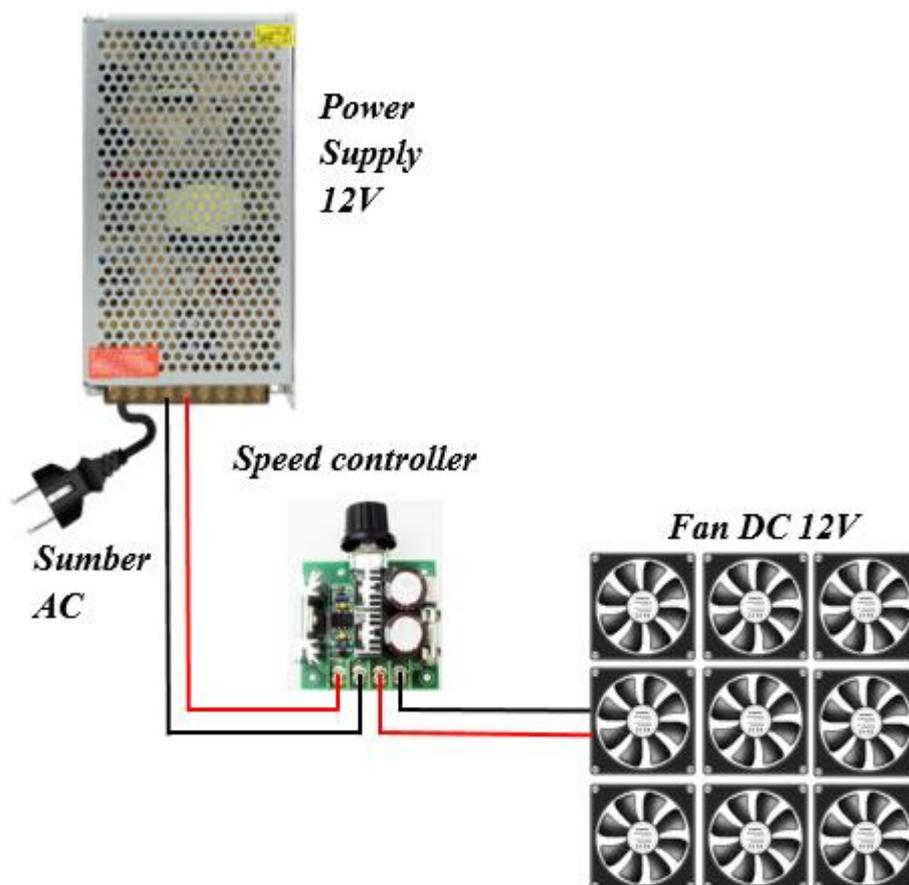
**Gambar 3.2** Diagram blok alat bantu dehumidifikasi madu.

Berdasarkan dari **Gambar 3.2**, dapat dijelaskan bahwa alat bantu dehumidifikasi madu menggunakan *input* tegangan 12V. Proses pada PWM *dimmer speed controller* akan menghasilkan *output* yang mengendalikan *fan DC*. Alat nantinya akan dibuat menggunakan *input* dari tegangan AC 220V (PLN) diubah menjadi tegangan DC oleh rangkaian *power supply* untuk memberikan daya pada *fan DC*. Tegangan DC dari *power supply* akan terhubung ke PWM *dimmer speed controller* sebagai pengendali dari *fan DC* agar putaran kipas dapat diatur cepat dan lambat. *Fan DC* bertugas mengeluarkan uap dari dalam alat untuk mempercepat proses penurunan kadar air pada madu oleh dehumidifier. Setelah

seluruh rangkaian telah terpasang, maka sistem perancangan pada alat akan diuji dengan *output duty cycle fan DC* yang berbeda, yaitu sebesar 30%, 50%, dan 100%.

### 3.3.2 Pembuatan Alat Bantu Dehumidifikasi Madu

Merupakan tahap pembuatan alat bantu dehumidifikasi madu dengan menggabungkan komponen-komponen sesuai dengan skema rangkaian alat pada **Gambar 3.3**. Ketika alat selesai dibuat, kemudian dilakukan pengujian alat untuk memastikan sistem dapat bekerja dengan baik. Setelah berhasil, dilakukan tahap berikutnya. Skema rangkaian secara keseluruhan alat bantu dehumidifikasi madu ditunjukkan pada **Gambar 3.3** berikut.

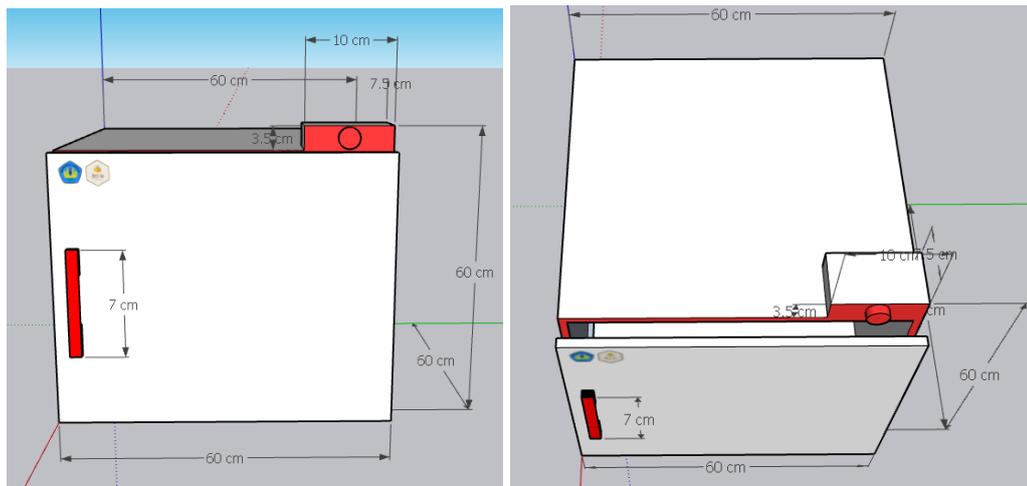


**Gambar 3.3** Skema rangkaian alat.

Berdasarkan dari **Gambar 3.3**, dalam konfigurasi awal alat, sumber daya AC dialirkan ke power supply 12V, kemudian disambungkan ke *PWM dimmer speed*

*controller*. Keluaran dari *PWM dimmer speed controller* tersebut langsung dihubungkan ke *fan DC*. Fungsi dari *PWM dimmer speed controller* adalah sebagai pengendali kecepatan putaran *fan DC*, yang memungkinkan pengaturan tingkat kecepatan secara fleksibel.

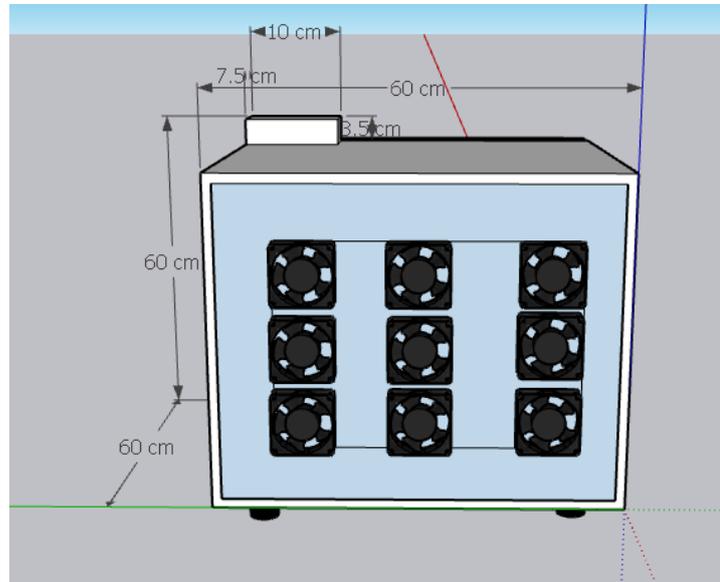
Pembuatan alat bantu dehumidifikasi madu jika terlihat dari depan dan atas ditunjukkan pada **Gambar 3.4** berikut.



**Gambar 3.4** Desain alat tampak depan dan tampak atas.

Berdasarkan dari **Gambar 3.4**, desain alat menunjukkan bahwa pada bagian depan alat terdapat gagang pintu dan dua logo yang melambangkan logo unila dan logo nama alat. Alat bantu dehumidifikasi madu didesain menyerupai oven dengan dimensi 60x60x60 cm, dan dilengkapi kotak berukuran 10x7.5x3.5 cm pada bagian atas sebelah kanan sebagai case *PWM speed controller* untuk mengatur cepat lambatnya *fan DC*.

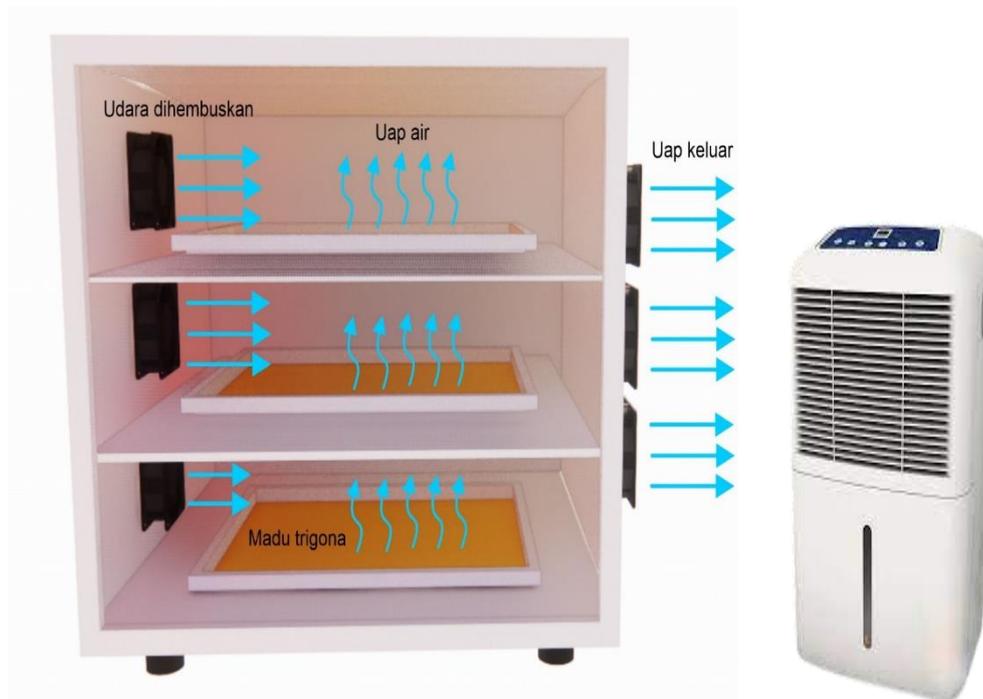
Desain alat jika terlihat dari belakang ditunjukkan pada **Gambar 3.5** berikut.



**Gambar 3.5** Desain alat tampak belakang.

Pada bagian belakang alat, terdapat 6 buah *fan DC* dengan ukuran yang sama, yaitu sebesar 12,5x12,5x5,5 cm dan bertegangan 12 Volt. Fungsi dari *fan DC* tersebut adalah untuk mengeluarkan uap yang terdapat di dalam alat, memungkinkan uap tersebut untuk langsung diproses oleh *dehumidifier* di luar alat. Hal ini bertujuan untuk mempercepat proses pengurangan kadar air pada madu.

Pada bagian dalam alat terdapat 3 rak yang masing-masing dapat menampung loyang dengan kapasitas maksimal 500 ml madu. Proses penguapan akan disirkulasikan keluar oleh *fan DC* menuju *dehumidifier*, seperti ditampilkan pada **Gambar 3.6** berikut.



**Gambar 3.6** Tampilan bagian dalam alat dan sirkulasi penguapan.

### 3.3.3 Pengujian Alat

Pada tahap ini akan dilakukan proses pengujian alat di rumah produksi suhita. Selama proses dehumidifikasi madu, langkah pertama yang dilakukan adalah pengujian harus dalam keadaan steril dan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap, seperti jas lab, *handscoon*, masker, serta sepatu lab. Langkah berikutnya menuangkan madu yang diambil dari peternakan ke loyang yang telah disediakan.

Dalam proses pengujian digunakan madu *trigona* sebanyak 4,5 kg menggunakan alat bantu dehumidifikasi madu dan 1,5 kg tanpa alat bantu dehumidifikasi madu. Alat bantu dehumidifikasi madu dimaksudkan untuk mempercepat pengurangan kadar air dalam madu dengan menggunakan *fan DC* yang berfungsi secara terbalik, yaitu dipasang secara terbalik sehingga uap air dan udara dalam kotak dehidrasi dapat keluar, dan dapat dilanjutkan prosesnya oleh *dehumidifier*. Setelah masing-masing loyang diisi dengan madu *trigona* sebanyak 500 ml, kadar air mula dalam madu diukur menggunakan *refractometer*. Segera setelah mengetahui nilai mula kadar air, dihidupkan alat bantu dehumidifikasi madu serta *dehumidifier*, setelah 3

jam beroperasi dimatikan alat bantu dehumidifikasi madu serta *dehumidifier* dan diukur kembali kadar air menggunakan *refractometer*. Berdasarkan nilai yang diukur, diulangi proses tersebut dengan variasi *duty cycle* sebesar 30%, 50%, dan 100%.

### 3.3.4 Pengambilan Data Uji

Pengujian yang dilakukan adalah mengukur tingkat kadar air mula pada saat madu baru dipanen dari peternakan serta tingkat kadar air akhir madu *trigona* setelah mendapatkan perlakuan dari alat bantu dehumidifikasi madu maupun tanpa alat bantu dehumidifikasi madu. Untuk mengetahui kadar air pada madu digunakan *refractometer*.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan dan efektivitas antara penurunan kadar air madu menggunakan alat bantu dehumidifikasi dengan pengurangan kadar air madu tanpa menggunakan alat bantu dehumidifikasi. **Tabel 3.3** dan **Tabel 3.4** berikut adalah tabel rancangan data hasil pengujian tingkat kadar air pada madu sebelum maupun sesudah perlakuan.

**Tabel 3.3** Rancangan data hasil pengukuran tanpa alat bantu dehumidifikasi.

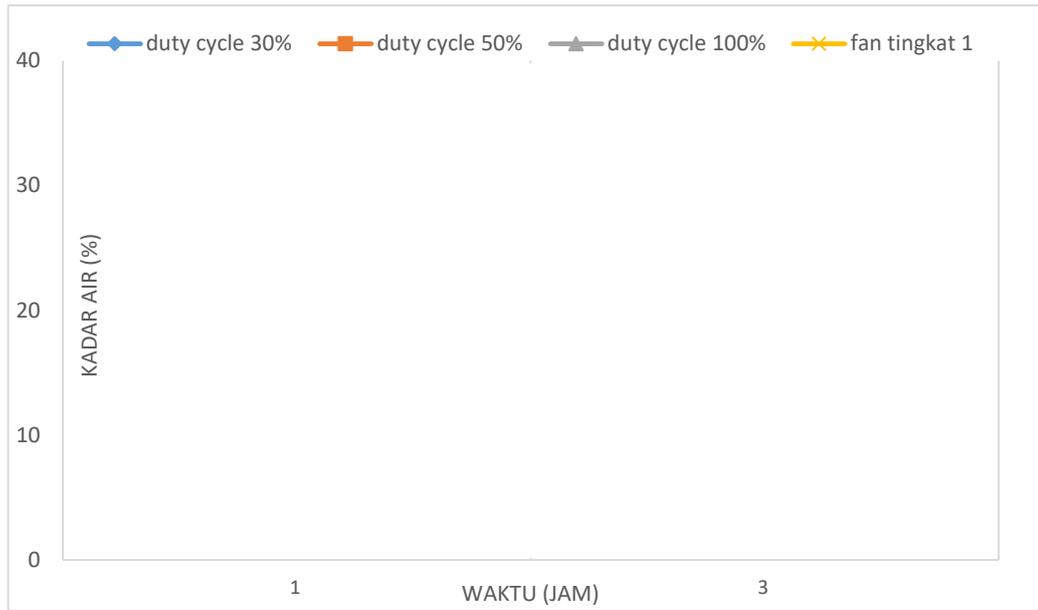
No	Keadaan Mula		Keadaan Akhir		Waktu (Jam)
	Massa	Kadar Air	Massa	Kadar Air	
	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	
1	0,5				3
2	0,5				3
3	0,5				3

**Tabel 3.4** Rancangan data hasil pengukuran dengan alat bantu dehumidifikasi.

No	Keadaan Mula		Keadaan Akhir		Waktu (Jam)	Duty cycle (%)
	Massa	Kadar	Massa	Kadar		
	(Kg)	Air (%)	(Kg)	Air (%)		
1	0,5				3	
2	0,5				3	30
3	0,5				3	
1	0,5				3	
2	0,5				3	50
3	0,5				3	
1	0,5				3	
2	0,5				3	100
3	0,5				3	

### 3.3.5 Analisa Data

Setelah data diperoleh dari hasil pengujian alat, data tersebut diplot ke dalam bentuk grafik serta diolah dengan membandingkan hasil uji antara penggunaan alat bantu dehumidifikasi madu dan tanpa alat bantu dehumidifikasi madu. Hal ini bertujuan untuk menentukan nilai keberhasilan dan efektivitas alat bantu dehumidifikasi madu **Gambar 3.7.** menunjukkan grafik hubungan antara waktu terhadap kandungan air dalam madu.



**Gambar 3.7** Grafik hubungan waktu terhadap kandungan air dalam madu.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka diperoleh simpulan sebagai berikut.

1. Alat pengurang kadar air madu *trigona* dapat dibuat menggunakan variasi *duty cycle fan DC*.
2. Variasi *duty cycle speed controller* 100% dapat menurunkan kadar air madu sesuai dengan standar produksi suhita.
3. Penggunaan alat bantu dehumidifikasi madu *trigona* lebih efektif dan efisien daripada penurunan kadar air madu tanpa alat dehumidifikasi. Dalam waktu yang sama selama 3 jam alat bantu dehumidifikasi madu dapat menurunkan kadar air sebesar 9,0%, dari 32,0% menjadi 23,0%. Sedangkan penurunan kadar air madu tanpa alat dehumidifikasi hanya dapat menurunkan kadar air madu sebesar 3,0% dari 32,0% menjadi 29,0%.

### 5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah dengan menambahkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan web ataupun sejenisnya dengan tujuan alat bantu dehumidifikasi madu *trigona* dapat dikontrol dan dipantau secara real time dari jarak jauh. Serta ditambahkan 3 buah *fan DC* pada pintu bagian dalam, agar uap dari dalam dan uap yang keluar setara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, B. S., P., N. H. R., & Basito. (2012). Kajian Karakteristik Alat Pengurangan Kadar Air Madu Dengan Sistem Vakum Yang Berkondensor. *Teknologi Hasil Pertanian*, *V*(2), 1–9.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). *SNI 8664:2018 Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Madu*.
- Darmawan, A. I., & Nazaruddin. (2015). Kaji Pembuatan Sistem Kontrol Mesin Vacuum Evaporator Penurun Kadar Air Madu Kapasitas 50 Liter. *Jom FTEKNIK*, *2*(2), 1–6.
- Dewantari, M., & Suranjaya, I. G. (2019). Pengembangan Budidaya Lebah Madu Trigona Spp Ramah Lingkungan Di Desa Antapan Kecamatan Baturiti Kabupaten Tabanan. *Buletin Udayana Mengabdi*, *18*(1), 114–119.
- Fatma, I. I., Haryanti, S., & Suedy, S. W. A. (2017). Uji Kualitas Madu Pada Beberapa Wilayah Budidaya Lebah Madu di Kabupaten Pati. *Jurnal Biologi*, *6*(2), 58–65.
- Febrianto, Z. (2019). *Skema dan Prinsip Kerja Rangkaian Digital : Pengatur Kecepatan Motor DC Menggunakan PWM*. Andalan Elektro. [https://www.andalanelektro.id/2019/11/skema-dan-prinsip-kerja-rangkaian-Digital-Pengatur-kecepatan-motor-dc-menggunakan-pwm.html#google\\_vignette](https://www.andalanelektro.id/2019/11/skema-dan-prinsip-kerja-rangkaian-Digital-Pengatur-kecepatan-motor-dc-menggunakan-pwm.html#google_vignette)
- Harjanto, S., Mujiyanto, M., Arbainsyah, & Ramlan, A. (2020). *Budidaya Lebah Madu Kelulut Sebagai Alternatif Mata Pencaharian Masyarakat*.
- Harmen, Syah, B., & Sebastian, Y. (2018). Rancang Bangun Mesin Penurun Kadar Air Sistim Penyemprotan Madu Panas Melewati Udara Bergerak Didalam Ruang Dingin ( Rh Rendah ). *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*, 347–356.
- Hart, D. W. (2020). *Power Electronics*. McGraw-Hill Education.
- Idris, H. (2021). *Back To Sunnah: Teori dan Kajian Empiris Kesehatan*. PT Grafindo Persada.

- Jayadi, Y. I. (2021). *Potensi Manfaat Madu : Obesitas, Profil Lipid dan Diabetes Melitus tipe 2*. Guepedia.
- Johanes, Kurniawan, I., & Yohanes. (2015). Penurunan Kadar Air Madu Dengan Dehidrator Vakum. *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Teknik dan Sains*, 2 No.1. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Kasman. (2022). *Suhita Bee Farm*. Organik making 4.0. <https://www.youtube.com/watch?v=59CzIOwYEIM>
- Kiki, R., & Rizki, F. (2015). *LABA : Lebah Tanpa Sengat* (R. N. Apriyanti & S. Duryatmo (Ed.)). PT Trubus Swadaya.
- Lastriyanto, A., Wibowo, S. A., Erwan, E., Jaya, F., Batoro, J., & Masyithoh, D. (2020). Moisture Reduction of Honey in Dehumidification and Evaporation Processes. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 4(2), 153–163.
- Metler Toledo. (2022). *MyBrix Refractometer Instant and Affordable Sugar Analysis Simple and On the Go*.
- Rice, W. B. (2010). *Evaporation*. Teacher Created Materials.
- Ridoni, R., Radam, R., & Fatriani. (2020). Analisis Kualitas Madu Kelulut (*Trigona* sp) dari Desa Mangkauk Kecamatan Pengaron Kabupaten Banjar. *Jurnal Sylva Scientiae*, 03(2), 346–355.
- Rojabi, R. (2024). Pengaruh Turbulensi dan Kecepatan Udara pada Percepatan Penguapan Air Laut pada Suhu Konstan. *Doctoral dissertation, UPN Veteran Jawa Timur*.
- Sagaf, M., Syakhroni, A., & Khoiriyah, N. (2022). Analisa Pengurangan Kadar Air Madu Klanceng Menggunakan Metode Dehumidifikasi. *Jurnal DISPROTEK*, 13(1), 21–27.
- Saptaji. (2020). *Mencoba Dimmer DC 10A – PWM Controlle*. WordPress. <https://saptaji.com/2020/11/21/mencoba-dimmer-dc-10a-pwm-controller/>
- Saputri, D. S., & Putri, Y. E. (2017). Aktivitas Antioksidan Madu Hutan Di Beberapa Kecamatan Di Kabupaten Sumbawa Besar. *Jurnal TAMBORA*, 2(3), 1–6.
- Saras, T. (2021). *Ragam Manfaat dan Khasiat Madu Untuk Kesehatan*. Tiramedia.
- Savitri, E., Prayitno, A., & Hadi, S. (2019). Peningkatan Kualitas Madu Dari Kampung Madu Lumbang Probolinggo Dengan Penerapan Teknologi Dehumidifikasi. *Semnas Abdimas 2019*, 0–7.
- Sihombing, D. T. H. (2005). Ilmu Ternak Lebah Madu. In *Gajah Mada University Press*.

- Siregar, H. C. H. (2012). Pengaruh Metode Penurunan Kadar Air, Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Kualitas Madu Randu. *Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor*, 35–40.
- Siregar, H. C. H., Fuah, A. M., & Octavianty, Y. (2017). *Propolis; Madu Multikhasiat*. Penebar Swadaya Grup. Penebar Swadaya
- Siswari, R. L. S. (2015). Dehumidifikasi Bagi Si Manis. *Warta PB2SDM , Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumberdaya Manusia, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*, 1–6.
- Suhendra, & Nopriandy, F. (2021). *Lebah Trigona Petunjuk Budidaya dan Teknis Panen Madu* (T. A. Marlin (Ed.)). Penerbit Insan Cendekia Mandiri.
- Suranto, A. (2004). *Khasiat dan Manfaat Madu Herbal*. AgroMedia Pustaka.
- Suryani, E., Wahyulina, S., Diswandi, D., Furkan, L. M., Serif, S., & Ali, M. (2021). Pemberdayaan Masyarakat melalui Pengembangan Usaha Budidaya Madu Trigona untuk Membentuk Kampong Madu Desa Saribaye Kecamatan Lingsar. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 0–5.
- Swari, N. K. I., Wirawan, R., Qomariyah, N., & Al Hadi, K. (2019). Analisis Kadar Air Dalam Madu Menggunakan Kombinasi Metode Kapasitansi Dan Indeks Bias. *Konstan - Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 4(1), 1–10.
- Syuhriatin. (2019). Uji Kemurnian Madu yang Dihasilkan Lebah Spesies *Cerana* sp. dan *Trigona* sp. Dengan Metode HMF (Hidroksi Methyl Furfural). *Avesina Vol.13 No.1/Juni 2019* <http://e-journal.unizar.ac.id>, 13(1).
- Widianti, A., & Minarni. (2019). Bangun Rancang Sistem Refraktometer Laser Untuk Menentukan Nilai Indeks Bias Madu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV, September*, 1–5.
- Wulandari, D. D. (2017). Analisa kualitas madu. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 16.