

Rancang bangun alat pemanen madu berbasis konduktivitas

Sutanto^{1*}, Danang Widjajanto², Sri Lestari Kusumastuti³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia, Depok 16425, Indonesia

^{1*}sutanto@elektro.pnj.ac.id, ²danang.widjajanto@elektro.pnj.ac.id, ³srilestarikusumastuti@elektro.pnj.ac.id

ABSTRAK

Budidaya lebah sebagai sumber utama penghasil madu sudah banyak dilakukan oleh masyarakat secara berkelompok atau secara individu. Pada saat memanen madu sebagian besar petani lebah masih dilakukan secara tradisional, yaitu dengan menekan kantung madu dengan sendok di atas saringan. Dengan demikian diperlukan waktu proses yang cukup lama dan sebagian madu masih ada yang tertinggal dalam kantung madu. Oleh karena itu, waktu yang digunakan untuk memanen madu menjadi kurang efisien dan madu yang diperoleh kurang optimum. Untuk membantu mempercepat proses pemanenan dan mengoptimalkan perolehan madu, maka dibuat alat pemanen madu berbentuk silinder yang dilengkapi piringan penekan kantung madu dari bahan baja tahan karat SS 304 yang dapat digerakkan naik atau turun secara manual dan dilengkapi alat konduktometer untuk mendeteksi sisa madu dalam kantung madu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada pemrosesan kantung madu 10 gram, 20 gram dan 30 gram alat mampu menghasilkan cairan madu masing-masing 5,4 mL, 10,3 mL dan 15,8 mL. Rendemen rata-rata 47,6%, kandungan air rata-rata 8,68%, dan konduktivitas rata-rata madu dalam kantung madu 19,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Kata kunci: pemanen madu, konduktometer, kantung madu, konduktivitas

ABSTRACT

Bee cultivation as the main source of honey production has been carried out by many people in groups or individually. However, most of the bee farmers still harvest honey in the traditional way, namely by pressing the honey sac with a spoon on a sieve. So it takes quite a long time to process and some of the honey is still left in the honey bag. In this way, the time used to harvest honey becomes less efficient and the honey obtained is less than optimal. To help speed up the harvesting process and optimize the production of honey, a cylindrical honey harvesting tool was made which is equipped with a honey bag pressure plate made of SS 304 stainless steel which can be moved up or down manually and is equipped with a conductometer to detect remaining honey in the honey bag. The test results showed that when processing 10 gram, 20 gram and 30 gram bags of honey, the tool was able to produce 5.4 mL, 10.3 mL and 15.8 mL of honey liquid, respectively. The average yield is 47.6%, water content is 8.68%, and the average conductivity of honey in honey bags is 19.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Keywords: honey harvester, conductometer, honey bag, conductivity

1. PENDAHULUAN

Proses pemanenan madu menjadi salah satu faktor penentu terhadap kualitas dan produktivitas madu. Pada saat ini masih ditemukan beberapa kelompok tani madu yang memanen madu dilakukan secara tradisional. Dalam hal ini pemanenan madu dilakukan dengan cara menekan kantung madu dengan sendok makan di atas saringan kasa. Dengan demikian, proses memerlukan waktu yang cukup lama dan volume madu yang diperoleh juga kurang optimum, karena sebagian besar cairan madu masih tertinggal dalam kantung madu. Selain dari pada itu cairan madu yang dihasilkan juga terkadang masih tercampur serpihan kantung madu, sehingga menurunkan kualitas madu dan harga jual.

Untuk membantu para petani madu dalam mengatasi permasalahan dalam memanen madu, telah dibuat alat pemanen madu yang praktis, sederhana serta mudah dioperasikan. Alat dilengkapi dengan konduktometer untuk memastikan bahwa madu yang tertinggal dalam kantung madu dapat diabaikan atau mendekati nol.

Alat pemanen madu sejenis yang pernah dibuat oleh peneliti lain terdiri atas tabung pemeras kantung madu yang dilengkapi piringan penekan kantung madu dan engkol pemutar piringan, akan tetapi alat tidak dilengkapi konduktometer [1]. Cara lain pemanen madu dilakukan dengan memeras kantung madu menggunakan kain. Kantung madu dibungkus dengan kain kemudian diperas sesuai dengan kemampuan dari tenaga kerja masing-masing individu, sehingga kualitas dan volume madu yang diperoleh tidak stabil [2]. Salah satu proses lain dalam pemanen madu dapat dilakukan secara ekstraksi dengan memasukkan sarang lebah dalam ekstraktor yang dilanjutkan dengan proses evaporasi untuk menurunkan kadar air [3]. Alat pemanen madu yang saat ini banyak digunakan para petani madu adalah berupa penyedot madu yang cara penggunaannya disuntikkan ke dalam kantung madu dan diikuti dengan penyedotan. Sedangkan pengujian keaslian madu dapat dilakukan menggunakan spektroskopi UV dan kemometrika [4].

Beberapa pelarut yang dapat digunakan pada proses ekstraksi madu dan propolis antara lain: etanol 75%, etil eter, air, metanol, heksana dan kloroform. Ekstraksi terhadap 500 gram madu *Trigona* sp. dapat menghasilkan ekstrak kental berwarna coklat keemasan dengan persentase rendemen sebesar 32,3%. Sedangkan ekstraksi 300 gram propolis menghasilkan ekstrak kental, lengket dan berwarna coklat muda dengan persentase rendemen sebesar 21,62% [5]. Metode lain dalam pemanen madu adalah dengan menekan atau mengepres kantung madu dalam suatu tabung yang dilengkapi piringan penekan, saringan dan tatakan yang juga berfungsi sebagai corong untuk mengalirkan madu ke dalam botol kemasan. Semua bahan terbuat dari baja tahan karat. Ukuran diameter tabung adalah 15 cm, tinggi 50 cm dan tebal dinding 2 mm. Ukuran diameter saringan adalah 2 mm. Pada proses pengolahan kantung madu 300 gram dapat menghasilkan madu 113 mL atau setara dengan 135 gram dan propolis 162 gram dengan waktu proses 4,55 menit [6].

Madu memiliki kandungan nutrisi yang sangat lengkap yang terdiri dari gula dan enzim kompleks yang memungkinkan terjadinya reaksi biokimia. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya perubahan rasa, komposisi, warna, viskositas dan rasa sehingga mempengaruhi kualitas madu. Salah satu parameter yang berpengaruh terhadap kualitas madu yaitu kadar air. Menurut standar SNI untuk kadar air yang baik untuk madu lebah dengan sengat adalah 17-21 % dan untuk lebah tanpa sengat di bawah 27%. Semakin tinggi kadar air dan keasaman madu semakin rendah kualitas madu, sedangkan semakin rendah kadar gula semakin rendah kualitas madu. Penurunan kadar air madu merupakan salah satu cara untuk mencegah terjadinya fermentasi. Metode penurunan kadar air yang dapat digunakan antara lain melalui pemanasan tidak langsung dengan alat *dehidrator* vakum dan melalui penguapan dengan *dehumidifier* [7]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa lebah tidak bersengat memiliki kemampuan mencari makan di sekitar sarang pada jarak terjauh hanya sekitar 500 m, akan tetapi ada pula yang mampu sampai sekitar 1 km. Oleh karena itu sumber makanan yang dekat dengan sarang perlu disiapkan sebaik mungkin untuk mendukung keberlangsungan hidup lebah dan membantu mempercepat perkembangbiakan serta meningkatkan produktivitas madu [8].

Kualitas madu berdasarkan standar SNI 8664-2018 adalah kandungan air maksimum 22% b/b, gula pereduksi minimum 65% b/b, sukrosa maksimum 5% b/b, keasaman maksimum 50 miliekivalen/kg, padatan tak larut maksimum 0,50% b/b, dan kadar abu maksimum 0,50% b/b [9]. Pengukuran kualitas atau penentuan ada dan tidaknya madu dalam kantung madu bisa dilakukan dengan mengukur daya hantar listrik atau konduktivitas dari kantung madunya. Semakin besar daya hantar listrik, menunjukkan bahwa kandungan madu sangat tinggi dan sebaliknya bila daya hantar listrik rendah maka kandungan madu juga rendah atau sedikit. Bila terdapat kandungan madu, maka harga konduktivitas minimum yang terbaca pada konduktometer adalah 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [10].

Lebah Klanceng merupakan salah satu jenis lebah yang dapat menempatkan sarangnya pada pohon bambu, lubang kayu, tempurung kelapa dan celah-celah bebatuan [11]. Produk dari lebah klanceng antara lain madu, *bee pollen*, lilin (malam) dan propolis. Madu sebagai produk utama dari nektar bunga dan enzim pencernaan lebah yang berkasiat untuk meningkatkan daya tahan tubuh, mencegah dan mengobati stroke, memperlancar peredaran darah, meningkatkan hormon, memperkuat fungsi otak dan jantung dan memperkuat sel tubuh yang rusak. *Bee pollen* adalah campuran serbuk sari, nektar, dan air liur lebah yang banyak mengandung nutrisi. Propolis terbentuk dari *beeswax*, kotoran lebah, dan getah pohon yang memiliki efek anti bakteri dan anti jamur. Propolis digunakan untuk melindungi sarang dari kontaminasi bakteri dan penyakit menular [12]. Kandang lebah klanceng dapat dibuat dari bahan kayu, bambu, atap rumbia dengan ukuran lebar 2 meter dan panjang disesuaikan. Kandang berfungsi untuk menyimpan kotak atau stup lebah agar terhindar dari tampias

atau tetesan air hujan dan sinar mata hari langsung [13]. Pada penelitian yang telah dilakukan dalam pengukuran perubahan tahanan larutan yang mengandung bahan organik, menunjukkan bahwa pada penurunan kandungan bahan organik dari 25,32 mg/L menjadi 9,17 mg/L atau setara dengan 79,30 % terjadi penurunan tahanan dari 2,20 K Ω menjadi 1,44 K Ω atau setara dengan 34,55%. Artinya bila kandungan bahan organik mengalami penurunan, maka akan terjadi peningkatan konduktivitas atau daya hantar listrik larutan [14]. Pada penelitian sifat kelistrikan yang terkait dengan kualitas *hand sanitizer*, menunjukkan bahwa untuk kadar alkohol yang berkisar antara 70 % sampai dengan 80 % harga tahanan larutan berkisar antara 6,8 K Ω sampai dengan 20,3 K Ω , tegangan sel 0,2 mV dan arus listrik antara $9,9 \times 10^{-6}$ mA sampai dengan $2,9 \times 10^{-5}$ mA [15].

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat pemanen madu dari lebah Klanceng berbasis konduktivitas. Dengan alat ini, konduktivitas dari sisa madu yang terdapat pada kantung madu yang diperas dapat dideteksi. Dengan demikian, hasil pemanenan madu akan lebih optimal.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengukuran Kadar Air Dalam Madu

Beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas dan kualitas madu berdasarkan data dari hasil *survey* dan pengamatan lapangan antara lain: masih adanya madu yang tersisa dalam kantung madu pada saat pemanenan madu, rendahnya vegetasi atau terbatasnya jenis bunga yang ditanam dan tata letak sarang lebah yang kurang aman terhadap paparan sinar matahari atau percikan air hujan [16]. Pengukuran kandungan gula dalam madu dapat dilakukan dengan alat refraktometer. Kadar air maksimum dalam madu dari lebah non sengat berdasarkan standar SNI No. 8664 -2018 adalah 27,5 % dan berat jenis adalah 1,279 - 1,314 kg/m³ atau 0,001279 0,001314 g/mL . Bila kadar air terlalu tinggi, maka air dapat diturunkan dengan alat *dehumidifier* [17]. Persamaan (1) merupakan dasar untuk perhitungan kadar air dalam madu:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal kantung madu} - \text{berat akhir kantung madu}}{\text{berat awal kantung madu}} \times 100\% \quad (1)$$

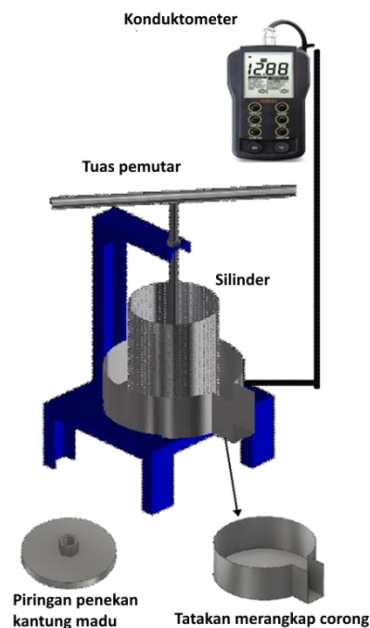
Persamaan tersebut merupakan media pembantu untuk memprediksi kualitas madu yang dihasilkan lebah Klanceng [18].

2.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

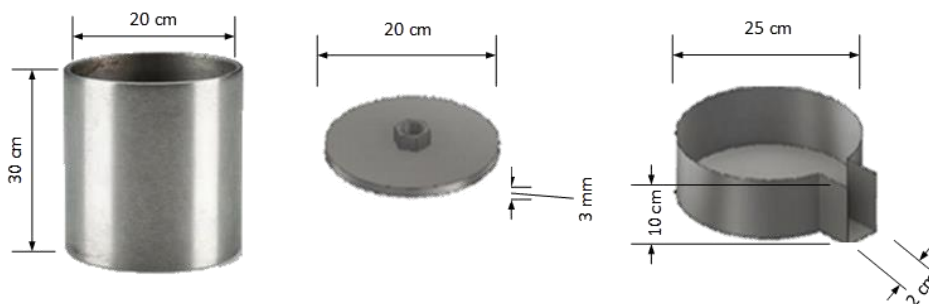
Untuk mengatasi masalah yang terkait dengan pemanenan madu supaya madu yang dihasilkan berkualitas tinggi dan produktivitas meningkat, maka metode yang dilakukan adalah merancang dan membangun alat pemanen madu yang sederhana dan praktis yang dilengkapi konduktometer dan sensor kuantitas madu. Langkah yang dilakukan adalah: persiapan, desain dan konstruksi alat, pengoperasian dan uji kinerja alat, pengukuran kualitas dan produktivitas madu. Model rancangan alat pemanen madu dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Alat terdiri atas tuas pemutar piringan, tabung (silinder), saringan, tatakan (corong), sensor kuantitas madu dan konduktometer. Seluruh bagian peralatan terbuat dari baja tahan karat SS 304. Tuas pemutar berfungsi untuk menggerakkan piringan sebagai menekan kantung madu. Tuas tersusun oleh batang engkol pemutar berbentuk silinder, batang tuas dan piringan penekan. Batang engkol pemutar berbentuk silinder dengan ukuran panjang 20 cm dan diameter 3 cm. Batang tuas berbentuk silinder dengan panjang 40 cm dan diameter 3 cm. Piringan penekan berbentuk cakram dengan diameter 20 cm dan tebal 3 cm. Tabung (silinder) berfungsi untuk menampung kantung madu yang akan diperas dengan ukuran diameter 20,4 cm, tebal 3 mm dan tinggi 30 cm. Saringan madu berdiameter lubang 2 mm pada bagian alas silinder dengan jumlah lubang 5000 buah yang berfungsi untuk menyaring madu. Sedangkan tatakan berfungsi sebagai penampung madu hasil pemerasan dan mengatur aliran madu ke dalam botol kemasan. Tatakan berbentuk tabung yang dipadu dengan kerucut terpancung. Ukuran tabung tinggi 10 cm dan diameter 25 cm, sedangkan ukuran kerucut terpancung adalah lebar ujung ke satu 5 cm dan lebar ujung kedua adalah 2 cm. Dimensi dari masing-masing bagian ditunjukkan pada Gambar 2. Sensor kuantitas madu dibuat dari grafit dan konduktometer dengan tingkat akurasi pengukuran konduktivitas atau daya hantar listrik antara 98 s.d 99 %. Pengukuran konduktivitas sisa

madu dalam kantung madu dilakukan dengan menusukkan sensor madu ke dalam kantung madu. Besarnya harga konduktivitas dapat dibaca pada layar konduktometer.

Pengujian alat pemanen madu dilakukan dengan memasukkan kantung madu klanceng berturut-turut sebanyak 10, 20 dan 30 gram ke dalam tabung pemanen madu. Batang engkol diputar sehingga tuas menggerakkan piringan ke arah bawah untuk menekan atau mengepres kantung madu, sehingga cairan madu keluar dari kantung madu. Jumlah atau volume madu yang menetes diamati setiap perubahan jarak cakram terhadap dasar tabung dan sisa madu yang tertinggal dalam kantung madu dapat diketahui dari nilai konduktivitas yang terbaca pada konduktometer. Berat kantung madu ditimbang kembali sampai tidak ada lagi sisa madu yang tertinggal dalam kantung madu (berat konstan) dan proses pemanenan madu dianggap sudah sempurna dan selesai ketika harga konduktivitas pada sisa kantung madu maksimum 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sedangkan efisiensi atau rendemen madu dihitung dari selisih antara berat awal kantung madu dengan berat akhir kantung madu setelah tidak ditemukan lagi adanya cairan madu dalam kantung madu dibagi dengan berat kantung madu awal dikalikan dengan 100%.



Gambar 1. Rancangan alat pemanen madu Klanceng

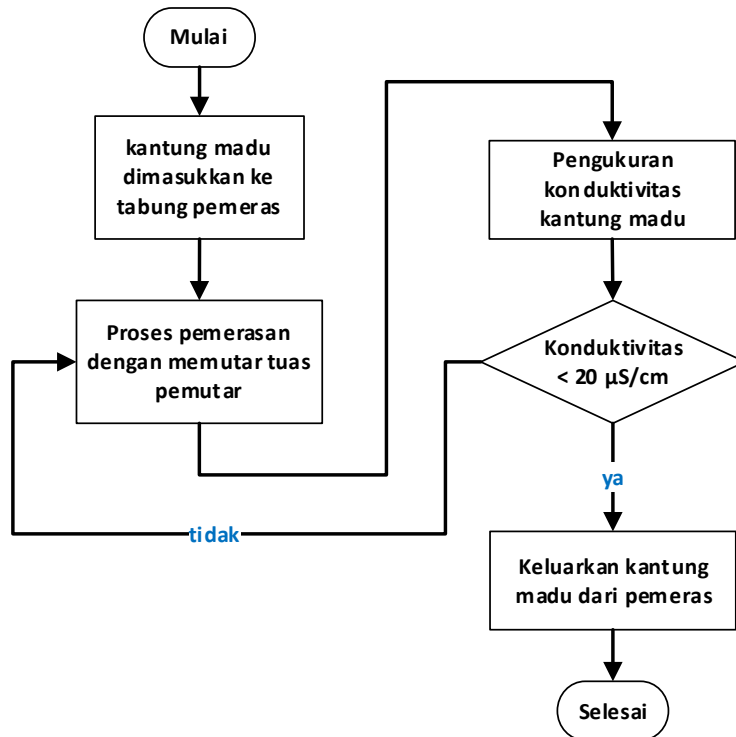


Gambar. 2 Dimensi alat pemanen madu Klanceng

Penentuan kadar air dalam madu untuk mengetahui kualitas madu dilakukan dengan penimbangan sampel madu dan dimasukkan ke dalam botol timbang yang sudah diketahui beratnya. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105-110°C selama 2 jam. Setelah itu sampel didinginkan dalam eksikator selama 10 menit kemudian ditimbang dan dimasukkan ke dalam oven kembali selama 1 jam. Sampel didinginkan dalam eksikator selama 10 menit kemudian ditimbang kembali. Diulangi pemanasan dalam oven dan penimbangan sampai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut $\leq 0,2$ mg).

2.3 Flowchart Cara Kerja Alat

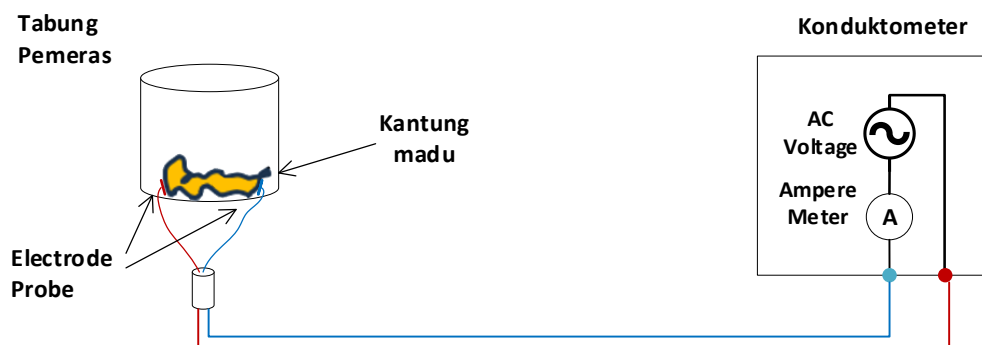
Untuk memudahkan dalam pemahaman pengukuran perubahan konduktivitas sisa madu dalam kantung madu setelah diperas atau ditekan oleh pringan penekan dapat dilihat pada *flowchart*, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pengukuran konduktivitas dilakukan dengan menusukkan elektroda sensor ke dalam sisa kantung madu yang dihubungkan ke konduktometer. Nilai perubahan konduktivitas dapat dibaca pada layar konduktometer. Proses pemanenan dihentikan apabila nilai konduktivitas sisa kantung madu kurang dari $20 \mu\text{S}/\text{cm}$.



Gambar. 3 Flowchart cara kerja alat

2.4 Skematik Diagram Elektrik

Untuk memudahkan prinsip kerja alat pemanen madu dapat dilihat pada skematik diagram elektrik seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Prinsip kerja alat, pada saat elektroda sensor ditusukkan ke dalam kantung madu, maka konduktometer akan membaca nilai konduktivitas di atas $20 \mu\text{S}/\text{cm}$ (batas bawah nilai standar konduktivitas madu) apabila kantung madu berisi penuh madu. Konduktometer akan membaca nilai konduktivitas kurang dari $20 \mu\text{S}/\text{cm}$, apabila kandungan madu semakin sedikit atau mendekati nol.



Gambar. 4 Skematik diagram elektrik alat pemanen madu Klanceng

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemanenan madu dan pengukuran konduktivitas sisa kantung madu ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa fungsi piringan adalah untuk menekan atau mengepres kantung madu supaya cairan madu keluar atau menetes dari kantung madu, sehingga mudah disaring dan disimpan dalam botol. Bila piringan semakin dekat dengan dasar tabung, maka volume madu yang dapat dikeluarkan atau diperas dari kantung madu semakin meningkat. Karena daya tekan dari piringan terhadap kantung madu semakin kuat, sehingga semakin banyak pula cairan madu yang dapat dikeluarkan dari kantung madu. Seperti pada pemrosesan 10 gram kantung madu, ketika piringan menekan kantung madu pada jarak 3,0 cm yang dihitung dari dasar tabung, maka proses hanya mampu mengeluarkan madu sebanyak 2,5 mL. Bila piringan diturunkan lagi pada jarak 1,0 cm yang dihitung dari dasar tabung, maka volume madu yang dapat diperas meningkat menjadi 5,4 mL. Sedangkan berat sisa kantung madu semakin menurun pada saat jumlah madu yang dapat diperas semakin banyak. Seperti terlihat pada pemrosesan 10 gram kantung madu, ketika cairan madu telah terambil 2,5 mL maka berat sisa kantung madu adalah 9,7 gram. Sedangkan ketika cairan madu telah terambil sebanyak 5,4 mL, maka berat sisa kantung madu adalah 5,5 gram. Hal ini memberikan petunjuk bahwa kantung madu yang telah diproses beratnya semakin berkurang setelah madu yang terkandung dalam kantung madu terambil pada saat ditekan oleh piringan. Perbedaan berat kantung madu awal dengan berat kantung madu sisa dapat digunakan untuk menghitung rendemen alat pemanen madu. Sebagai contoh pada awal pemrosesan kantung madu digunakan berat 10 gram dan ketika proses pemanenan telah berakhir diperoleh cairan madu 5,4 mL dan berat sisa kantung madu adalah 5,5 gram, maka besarnya rendemen adalah 45% [5], [6]. Pembahasan lebih lanjut terkait dengan rendemen madu ditunjukkan pada Tabel 2.

Pada proses pengepresan kantung madu sebanyak 10 gram dengan menggerakkan piringan pengepres sejauh 3 cm dari alas tabung dapat dihasilkan cairan madu sebanyak 2,5 mL. Dengan perlakuan yang sama untuk pengepresan kantung madu sebanyak 20 gram dan 30 gram, masing-masing dapat dihasilkan cairan madu sebanyak 5,2 mL dan 8,3 mL. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berat kantung madu yang dipres atau ditekan dengan piringan, maka cairan madu yang dihasilkan juga semakin bertambah banyak. Karena dengan bertambahnya berat kantung madu yang ditangani atau diproses, memberikan dampak pada peningkatan kandungan madu yang dapat diperas atau diambil oleh alat pemanen madu.

Untuk pemanenan madu dengan berat awal kantung madu sebanyak 10 gram alat mampu menghasilkan madu paling optimum 5,4 mL dengan jarak piringan penekan atau pengepres kantung madu sejauh 1,1 cm dari dasar tabung. Untuk pemanenan madu dengan berat awal kantung madu sebanyak 20 gram alat mampu menghasilkan madu paling optimum 10,3 mL dengan jarak piringan penekan atau pengepres kantung madu sejauh 1,2 cm dari dasar tabung. Untuk pemanenan madu dengan berat awal kantung madu sebanyak 30 gram alat mampu menghasilkan madu paling optimum 15,8 mL dengan jarak piringan penekan atau pengepres kantung madu sejauh 1,3 cm dari dasar tabung pemanen madu. Perbedaan jarak optimum terhadap dasar tabung untuk setiap perubahan berat kantung madu dapat berakibat pada bertambahnya ketebalan tumpukan kantung madu, sehingga dapat berdampak pada semakin jauhnya jarak piringan terhadap dasar tabung ketika penekanan maksimum dilakukan terhadap kantung madu. Semakin bertambah berat kantung madu yang diproses dapat memberikan dampak pada jarak optimum piringan ke dasar tabung yang semakin bertambah lebar, karena ketebalan tumpukan kantung madu semakin meningkat sehingga proses pengepresan madu memerlukan ruang yang lebih longgar untuk menggerakkan piringan sampai semua madu terambil secara sempurna.

Tabel 1. Hasil pengukuran volume madu dan konduktivitas sisa madu dalam kantung madu

Berat awal kantung madu (gram)	Jarak piringan dari dasar tabung (cm)	Berat sisa kantung madu (gram)	Volume madu (mL)	Konduktivitas madu dalam kantung madu ($\mu\text{S/cm}$)
10	3,0	9,7	2,5	32,3
	2,0	8,3	3,2	32,4
	1,5	7,0	4,4	31,8
	1,3	6,2	5,6	26,3
	1,2	5,6	5,4	19,8
	1,1	5,5	5,4	19,7
	1,0	5,5	5,4	19,7
20	4,0	18,4	3,4	33,4
	3,0	16,3	5,2	33,1
	2,0	15,2	6,8	32,5
	1,5	13,1	8,2	19,7
	1,3	11,5	9,2	19,5
	1,2	10,4	10,3	19,6
30	5,0	28,5	3,8	34,3
	4,0	27,3	6,4	33,4
	3,0	23,2	8,3	32,5
	2,0	21,1	11,4	30,3
	1,5	18,3	13,5	19,6
	1,4	16,3	15,8	19,8
	1,3	15,1	15,8	19,2

Konduktivitas cairan madu dalam sisa kantung madu berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa ketika cairan madu masih tersisa banyak dalam kantung madu, nilainya berada di atas 20 $\mu\text{S/cm}$. Bila kandungan madu dalam kantung madu mulai berkurang dan mendekati nol, maka nilai konduktivitas menunjukkan penurunan di bawah 20 $\mu\text{S/cm}$. Nilai konduktivitas akan menurun ketika sensor pendeteksi madu mengukur jumlah cairan yang tidak mencukupi, karena kaki elektroda tidak tercelup secara sempurna dalam cairan elektrolit, sehingga pembacaan konduktometer menjadi tidak sempurna. Akibatnya nilai konduktivitas yang dibaca oleh konduktor menjadi mengecil atau menurun. Secara umum nilai akhir konduktivitas madu dalam sisa kantung madu pada kisaran harga 19,7 $\mu\text{S/cm}$ untuk berat kantung madu yang diproses sebanyak 10 gram. Untuk kantung madu yang diproses sebanyak 20 gram pembacaan akhir konduktivitas adalah 19,6 $\mu\text{S/cm}$ dan untuk kantung madu yang diproses sebanyak 30 gram pembacaan akhir konduktivitas adalah 19,2 $\mu\text{S/cm}$. Dengan demikian rata-rata stabilitas konduktivitas akhir dari cairan madu yang tersisa dalam kantung madu adalah 19,5 $\mu\text{S/cm}$, seperti ditunjukkan pada Tabel 2 [10], [14], [15].

Rendemen alat pemanen madu dapat dihitung dengan membagi selisih berat antara kantung madu awal dan berat akhir kantung madu dibagi berat awal kantung madu dikalikan dengan 100 %. Persamaan (1) sebagai dasar untuk perhitungan rendemen madu [18], sebagai contoh perhitungan dapat digunakan pada pemrosesan kantung madu sebanyak 10 gram. Pada kondisi ini diperoleh berat sisa kantung madu yang stabil (optimum) adalah 5,5 gram. Dengan demikian rendemen alat pemanen madu adalah 45% sesuai perhitungan pada persamaan (1). Adapun hasil perhitungan rendemen madu secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Persamaan (1) juga digunakan sebagai dasar untuk perhitungan kandungan air dalam madu yang merupakan salah satu parameter yang terkait dengan kualitas madu [18]. Kualitas madu Klanceng yang baik adalah madu yang mempunyai kandungan air maksimum 27,5%, supaya rasa madu tidak berubah menjadi asam sebagai akibat dari hasil proses fermentasi. Contoh perhitungan kadar air untuk hasil pemrosesan 10 gram kantung madu. Hasil perhitungan kadar air secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 diperoleh rendemen rata-rata alat untuk menghasilkan madu adalah 47,6 %, kandungan air rata-rata adalah 8,68 % dan konduktivitas rata-rata pada sisa kantung madu adalah 19,5 $\mu\text{S/cm}$. Berdasarkan standar SNI No. 8664 -2018 disebutkan bahwa madu yang berkualitas baik adalah madu yang mempunyai kandungan air maksimum 27,5% [17] dan nilai

konduktivitas kurang dari 20 $\mu\text{S/cm}$ [10]. Dengan demikian madu klanceng yang diperoleh dari alat pemanen hasil rancangan telah memenuhi standar SNI No. 8664 -2018.

Tabel 2. Hasil perhitungan rendemen madu dan kandungan air serta konduktivitas

Berat awal kantung madu (gram)	Berat akhir kantung madu (gram)	Berat awal madu (mg)	Berat akhir madu (mg)	Rendemen madu (%)	Kandungan air (%)	Konduktivitas sisa kantung madu ($\mu\text{S/cm}$)
10	5,5	7,02	6,23	45,0	11,25	19,7
20	10,4	13,39	12,52	48,0	6,50	19,6
30	15,1	19,76	18,12	49,7	8,30	19,2
Rata-rata				47,6	8,68	19,5

4. KESIMPULAN

Alat pemanen madu dapat bekerja dengan baik untuk memeras atau mengepres kantung madu klanceng dengan efisiensi atau rendemen rata-rata 47,6%. Madu yang dihasilkan mempunyai kandungan air rata-rata 8,68 % dan konduktivitas rata-rata madu yang tersisa dalam kantung madu 19,5 $\mu\text{S/cm}$. Semakin pendek jarak piringan pengepres kantung madu terhadap dasar tabung dapat menghasilkan cairan madu yang semakin banyak. Pada pemrosesan kantung madu 10 gram, 20 gram dan 30 gram alat mampu menghasilkan cairan madu masing-masing adalah sebanyak 5,4 mL, 10,3 mL dan 15,8 mL. Untuk penyempurnaan alat perlu dilakukan pemasangan sensor madu yang berada didasar tabung alat secara hati-hati supaya aman dan stabil. Karena sensor yang digunakan sekarang diletakkan pada dasar tabung alat kemungkinan ada risiko rusak atau patah elektrodanya, apabila piringan atau cakram menekan kantung madu dengan tekanan yang terlalu kuat. Selain dari pada itu teknik pengukuran konduktivitas yang dilakukan pada saat ini belum bisa dilakukan secara penuh otomatis, sehingga perlu dikembangkan dimasa mendatang pengukuran konduktivitas madu dilakukan secara *real time* dan otomatis secara penuh menggunakan sistem IoT. Dengan demikian alat dapat bekerja secara maksimum dalam pemanen madu dan kualitas madu dapat terjamin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala UP2M Politeknik Negeri Jakarta atas bantuan pendanaan dan pengurusan semua keadministrasian selama pelaksanaan pengabdian pada masyarakat. Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini didanai oleh Politeknik Negeri Jakarta dengan Nomor kontrak 420/PL3.A.10/PT.00.06/.

REFERENSI

- [1] E. Syaputra, R. E. Pramitasari, M. M. Rosadi, and D. A. R. Wati, "Pengembangan Alat Penyedot Madu Klanceng Hutan Menggunakan Dinamo Sock Drat160 psi dan Speed Controller," *Jurnal Motion*, vol. 2, no. 2, pp. 57-62, 2024.
- [2] A. Fauzan, M. Dassir, and A. F. F. Muin, "Pengetahuan Lokal Pemanen Lebah Madu (Apis Dorsata) di Desa Cenrana Baru, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros," *Jurnal Riset Multidisiplin Agrisocso*, vol. 2, no 1, pp. 18 -30, 2024.
- [3] K. U. A. Awwally, S. A. Mustaniroh, N. M. S Sunyoto, R. D. Andriani, R. Yulianingsih, V. T. Widayanti, R. Hermawan, and S. A. Sundari. "Manajemen Budidaya Lebah Madu Klanceng (Trigona sp.) di Kelompok Tani Hutan (KTH) Telaga Lestari, Desa Ngebel, Kab. Ponorogo, Jawa Timur," *Journal of Innovation and Applied Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 86-95, 2023.
- [4] D. Suhanandy, M. Yulia, and K. Kusumiyati, "Klasifikasi Madu berdasarkan Jenis Lebah (Apis Dorsata versus Apis Mellifera) Menggunakan Spektrokopi Ultraviolet dan Komometrika," *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, vol. 25 , no. 4, pp. 564 – 573, 2020.
- [5] N. N. Zahra, H. Muliasari, Y. Andayani, and I. M. Sudarma, "Karakteristik Fisikokimia Ekstrak Madu dan Propolis Trigona sp. Asal Lombok Utara," *Jurnal Agrotek Ummat*, vol. 8, no. 1, pp. 7-14, 2021.
- [6] T. S. Putro, *Rancang Bangun Alat Pemeras Madu Klanceng*, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2021.
- [7] M. Sagaf, A. Syakhroni, and N. Khoiriyah, "Analisa Pengurangan Kadar Air Madu Klanceng Menggunakan Metode Dehumidifikasi," *Jurnal Disprotek*, vol. 13, no. 1, pp. 21-27, 2022.

-
- [8] Y. A. B. Pertiwi, D. Apriyanto, A. Agustina, M. Nufus, and I. N. Nayasilana, "Peningkatan Produksi Madu Klanceng di Hutan Rakyat untuk Kesejahteraan Masyarakat dan Kelestarian Lingkungan di Kemalang, Klaten," *Agrokreati Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 9, no. 3, pp. 288-296, 2023.
- [9] A. R. Ansyarif and D. N. Sari, "Uji Sifat Fisika dan Kimia Madu Hutan (Apis Dorsata) Berdasarkan SNI 8664-2018," *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, vol. 5, no. 2, pp. 47-50, 2023.
- [10] R. Talapessy, D. F. B. Giawa, and T. Ikegami, "Investigation of Original Honey Based on Electrical Impedance," *Indonesian Journal of Applied Research*, vol. 4, no. 3, pp. 225-233, 2023.
- [11] F. Basirun, T. Astuti, and S. A. Azkbar, "PkM Pemasaran Hasil Produksi Propolis Lebah Galo - Galo sebagai Pemberdayaan Ekonomi Perempuan pada Kelompok Wanita Tani di Nagari Koto Laweh, Kabupaten Solok," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Maha Putra Muhammad*, vol. 4, no. 4, pp. 8656 - 8661, 2023.
- [12] L. H. Fadiyah, "Peran Lebah Madu Klanceng (*trigona sp*) dalam Mendukung Kesejahteraan Manusia dan Lingkungan," *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Hewani (JURRIH)*, vol. 2, no. 1, pp. 44-55, 2023.
- [13] M. Sagaf, A. Syakhroni, and N. Khoiriyah, "Program Kemitraan Wilayah Madu Klanceng di Desa Bawu Kecamatan Batealit Kabupaten Jepara," *Jurnal ABDIMASA Pengabdian Masyarakat*, vol. 6, no. 1, pp. 53-58, 2023.
- [14] S. Sutanto and T. Supriyanto, "Pengaruh Berat TiO₂ Terhadap Kandungan Polutan Organik dan Tahanan Listrik pada Elektrokoagulasi Air Limbah," *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, Bandung, 2022, pp. 329-335.
- [15] S. Sutanto and T. Supriyanto, "Hubungan antara Sifat Kelistrikan terhadap Kualitas Produk Hand Sanitizer," *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi*, Bandung, 2021, pp. 54-63.
- [16] G. D. Winarno, A. Nugroho, and A. Bintoro, "Budidaya Lebah Madu di Desa Tegal Yoso Lampung Timur," *Jurnal Makila*, vol. 18, no. 1, pp. 68 - 77, 2024.
- [17] K. Sopamena and L. E. Radiati, "Kualitas Madu dan Bee Bread Lebah Tak Bersengat Asal Pulau Saparua Ditinjau dari Analisis Proksimat," *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman*, vol. 12, no. 1, pp. 9-14, 2024.
- [18] D. D. Wulandari, "Kualitas Madu (keasaman, kadar air, dan kadar gula pereduksi) Berdasarkan Perbedaan Suhu Penyimpanan," *Jurnal Kimia Riset*, vol. 2, no. 1, pp. 16-22, 2017.

