

Pengaruh Ketinggian Tetesan Droplet pada *Harvesting Energy* Listrik Daun Talas (*Colocasia Esculenta*)

Afrizal Hidayat ^[1], Ena Marlina ^[2], Margianto ^[3]

^{[1], [2], [3]} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

Jl. MT Haryono No. 193 Malang 65144 Jawa Timur

afrizalhidayat001@gmail.com

ena.marlina@unisma.ac.id

margianto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Harvesting energy merupakan suatu proses dimana suatu energi ditangkap, dikumpulkan dan disimpan dari berbagai sumber yang ada. Penelitian ini menjelaskan mekanisme *harvesting energy* listrik daun talas (*Colocasia Esculenta*). Sifat hidrofobik pada permukaan daun talas dapat menghasilkan tegangan listrik ketika ditetaskan air aquades. Penelitian ini menggunakan variasi ketinggian tetesan 5cm, 10cm dan 15cm. Permukaan bawah daun talas dilapisi alumunium foil yang berfungsi sebagai elektroda, pengukuran tegangan listrik menggunakan multimeter digital UNI T seri UT61E. Tegangan permukaan menimbulkan lompatan elektron akibat reaksi antara unsur Mg, K, dan Ca dengan ion OH^+ dan OH^- . Hasil tegangan terbesar didapat pada ketinggian 5cm, yaitu sebesar 0,3964 volt. Ketinggian tetesan mempengaruhi tegangan listrik yang dihasilkan, semakin rendah ketinggian maka pantulan droplet semakin dekat, sehingga reaksi unsur daun dengan droplet semakin sering terjadi. Gaya gravitasi mengakibatkan nilai sudut kontak pada sisi kanan droplet lebih besar dibanding sisi kiri, dikarenakan pada kemiringan daun 20° gaya gravitasi menekan droplet ke arah bawah (sisi kanan).

Kata kunci: *Harvesting Energy*; Daun Talas; Energi Listrik; *Droplet*; Hidrofobik

ABSTRACT

Harvesting energy is a process in which energy is captured, collected and stored from various available sources. This study describes the mechanism of harvesting electrical energy from taro leaves (Colocasia Esculenta). The hydrophobic nature on the surface of taro leaves can produce an electric voltage when dropped with distilled water. In this study, variations in droplet height of 5cm, 10cm and 15cm were used. The lower surface of the taro leaves is coated with aluminum foil which functions as an electrode, measuring the electric voltage using a UNI T UT61E series digital multimeter. Surface tension causes electron jumps due to the reaction between the elements Mg, K, and Ca with OH^+ and OH^- ions. The results of the largest voltage obtained at a height of 5cm, which is equal to 0.3964 volts. The droplet height affects the electrical voltage produced, the lower the height, the closer the droplet reflection is, so that the reaction of the leaf element with the droplet occurs more often. Gravity causes the contact angle value on the right side of the droplet to be greater than the left side, due to the 20° leaf slope the force of gravity pushes the droplet downwards (right side).

Keywords: *Harvesting Energy; Taro Leaves; Electrical energy; Droplet; Hydrophobic*

1. Pendahuluan

Teknologi pengembangan dan penciptaan energi ramah lingkungan telah banyak dikembangkan oleh para peneliti, dengan tujuan pengembangan energi yang terbuang. Pemanenan energi merupakan proses penangkapan energi, yang kemudian dikumpulkan dan disimpan untuk digunakan dikemudian hari [1]. Pengembangan

teknologi surya untuk pemanenan energi listrik, merupakan salah satu sumber energi yang ramah lingkungan, efisien dan populer untuk saat ini. Namun, teknologi surya tidak dapat digunakan ketika hujan. Hal tersebut mendorong para peneliti untuk terus berinovasi [2].

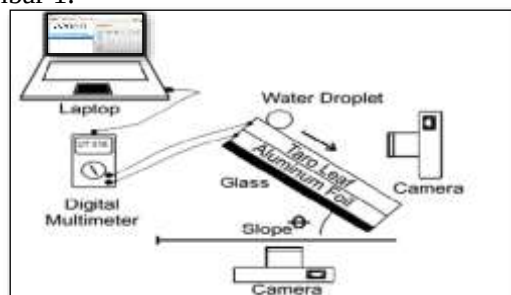
Beberapa energi alternatif melihat atau mengadopsi konsep dari perilaku hewan maupun tumbuhan. Salah satunya adalah struktur permukaan dan bentuk anatominya memiliki keunikan masing-masing. Berbagai contoh material, bentuk dan struktur permukaan (replika) yang terdapat pada hewan dan tumbuhan dapat ditiru untuk aplikasi praktis [3].

Talas merupakan tumbuhan yang mempunyai struktur unik pada daunnya, permukaan daunnya dapat menahan tetesan air yang jatuh di atasnya. Bahkan, tetesan tersebut akan menggelinding bersama kotoran pada permukaan daun. Kemampuan ini dinamakan *hydrophobic* [4].

Beberapa tahun terakhir, penelitian dikembangkan dalam rangka menghasilkan muatan negatif, yaitu dengan polimer fluoro hidrofobik netral yang ditetesi air [5]. Pemanenan energi listrik dapat dilakukan pada permukaan hidrofobik yang ditetesi air, dengan melapisi film logam dibawahnya sebagai elektroda [6]. Beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti terdahulu, belum ada yang meneliti tentang pengaruh tingginya tetesan droplet pada daun talas, dalam rangka menghasilkan tegangan listrik dengan sifat superhidrofobiknya. Sehingga peneliti akan meneliti pengaruh tingginya tetesan droplet.

2. Metode Penelitian

Instalasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Instalasi Penelitian

Daun talas memiliki luas permukaan $7 \times 1 \text{ cm}^2$. Pergerakan tetesan air aquades pada permukaan daun talas diamati menggunakan kamera dengan kecepatan 60 *frame* / detik. Pengukuran tegangan menggunakan multimeter digital UNI T seri UT61E, yang telah tersambung dengan *software* UT61E V4.01 pada laptop. Tegangan yang dihasilkan oleh tetesan air aquades

yang menggelinding di sepanjang permukaan daun talas dicatat dengan *rate* 2 data perdetik. Elektroda berupa aluminium foil dengan luas permukaan $15 \times 5 \text{ cm}^2$, yang melapisi permukaan kaca pada instalasi disambungkan ke multimeter. Akuisisi data dimulai saat tetesan air aquades jatuh dari botol infus secara vertikal. Tegangan listrik yang diperoleh dari lompatan elektron ketika tetesan air menyentuh permukaan daun talas dicatat pada penyimpanan laptop dengan bentuk file excel. Variasi tegangan pada setiap tetesan diukur dengan berbagai ketinggian tetesan yaitu 5cm, 10cm dan 15cm.

3. Hasil dan Pembahasan

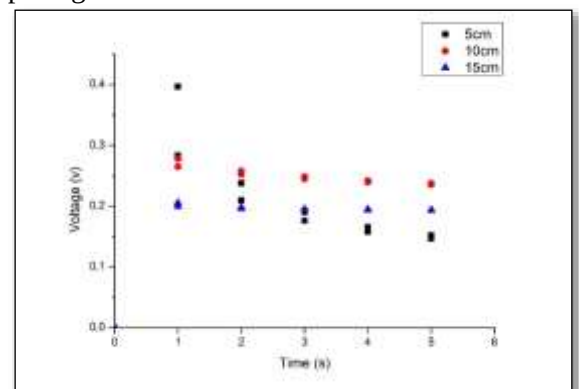
a) Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil percobaan pemanenan energi listrik daun talas dengan variasi ketinggian tetesan droplet.

No	Variasi Ketinggian	Tegangan <i>max</i>	Sudut Kontak <i>max</i>
1	Tinggi 5cm	0,3964 v	163,44°
2	Tinggi 10cm	0.2780 v	165,86°
3	Tinggi 15cm	0.2055 v	167,44°

b) Hasil Tegangan

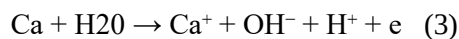
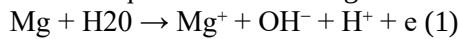
Tegangan yang dihasilkan pada permukaan daun talas ketika ditetesi air aquades terdapat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Tegangan

Grafik pada gambar 2 menunjukkan hasil tegangan pada *harvesting energy* daun talas dengan titik hitam pada grafik menunjukan tegangan (v) pada variasi ketinggian tetesan 5cm, warna merah untuk 10cm dan warna biru untuk ketinggian 15cm. Hasil pada percobaan diperoleh tegangan (v) terbesar berturut-turut dari variasi 5cm, 10cm, dan 15cm yaitu 0.3964 v, 0.2780 v dan 0.2055 v. Diperoleh ketika droplet pertama kali menyentuh permukaan daun talas.

Variasi ketinggian tetesan 5cm pada grafik, menunjukkan bahwa tegangan (v) yang dihasilkan paling besar dari variasi ketinggian lain. Hal itu dikarenakan hasil tegangan berasal dari reaksi pada permukaan daun talas, ketika bertemu dengan air aquades. Sifat hidrofobik pada permukaan daun talas yang cenderung menolak tetesan air atau anti basah mengandung unsur Mg, K, dan Ca. Reaksi yang terjadi ketika bertemu dengan unsur aquades adalah sebagai berikut:



Reaksi tersebut menciptakan lompatan-lompatan elektron yang kemudian disambungkan ke aluminium foil dibawah permukaan daun talas. Variasi ketinggian 5cm menghasilkan tegangan (v) yang paling besar, dibandingkan variasi ketinggian 10cm dan 15cm. Hal tersebut disebabkan oleh perilaku droplet, ketika ketinggian tetesan semakin rendah, maka kemungkinan droplet mengalami pantulan dengan jarak yang jauh dan bentuknya yang pecah, atau tidak beraturan semakin sedikit. Permukaan daun talas yang bersentuhan dengan tetesan droplet juga semakin banyak, karena jarak antar pantulan yang relatif dekat. Hal tersebut membuat reaksi yang terjadi antara unsur permukaan daun talas dan unsur air aquades semakin banyak, akibatnya tegangan (v) yang dihasilkan jadi semakin besar.

c) Nilai Sudut Kontak

Tabel 2. Nilai sudut kontak droplet ketinggian 5cm

Position	Angle	
	θ_L	θ_R
Position 1($x_1 = 0\text{cm}$)	131,81°	151,68°
Position 2($x_2 = 0,5\text{cm}$)	127,51°	160,25°
Position 3($x_3 = 1\text{cm}$)	134,41°	152,54°
Position 4($x_4 = 2\text{cm}$)	145,01°	158,43°
Position 5($x_5 = 3\text{cm}$)	138,41°	162,86°
Position 6($x_6 = 4\text{cm}$)	131,26°	163,44°
Position 7($x_7 = 5\text{cm}$)	142,29°	154,43°
Position 8($x_8 = 6\text{cm}$)	137,00°	155,17°

Tabel 3. Nilai sudut kontak droplet ketinggian 10cm

Position	Angle	
	θ_L	θ_R
Position 1($x_1 = 0\text{cm}$)	141,66°	160,02°
Position 2($x_2 = 1\text{cm}$)	154,67°	158,70°
Position 3($x_3 = 1,5\text{cm}$)	149,41°	158,94°
Position 4($x_4 = 2\text{cm}$)	147,59°	165,86°
Position 5($x_5 = 3\text{cm}$)	145,67°	160,58°
Position 6($x_6 = 4\text{cm}$)	149,70°	155,51°
Position 7($x_7 = 4,5\text{cm}$)	155,17°	157,30°

Tabel 4. Nilai sudut kontak droplet ketinggian 15cm

Position	Angle	
	θ_L	θ_R
Position 1($x_1 = 0\text{cm}$)	149,92°	159,11°
Position 2($x_2 = 2,5\text{cm}$)	154,75°	161,22°
Position 3($x_3 = 3\text{cm}$)	162,68°	167,44°
Position 4($x_4 = 5\text{cm}$)	137,64°	151,65°

Sudut kontak droplet pada variasi ketinggian 5cm, 10cm dan 15cm ditunjukkan berurutan pada tabel 2, 3 dan 4. Adapun nilai sudut kontak terbesar tiap variasi berurutan, yaitu 163,44°, 165,86° dan 167,44°. Semakin besar sudut kontak antara permukaan daun talas dan droplet, maka semakin besar tegangan permukaan yang terjadi [7]. Permukaan daun talas dengan posisi miring 20°, menyebabkan nilai sudut kontak pada sisi kanan lebih besar dari sisi kiri. Nilai sudut kontak pada sisi kiri yang relatif mendekati sisi kanan, menunjukkan bahwa gaya gravitasi menyebar secara merata pada kedua sisi. Sudut kontak pada sisi kanan setiap variasi ketinggian adalah 150° ke atas. Hal ini membuktikan bahwasanya permukaan daun talas merupakan permukaan yang bersifat *superhydrophobic*.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Ketinggian tetesan mempengaruhi terhadap tegangan listrik yang di hasilkan, Semakin tinggi tetesan maka bentuk droplet relatif lebih datar, karena kecepatan tetesan droplet semakin besar. Nilai sudut kontak pada sisi kanan droplet lebih besar dibanding sisi kiri, dikarenakan pada

kemiringan daun 20° gaya gravitasi menekan droplet ke arah bawah (sisi kanan).

b. Sifat hidrofobik pada permukaan daun talas membuat droplet bersifat elastis, sehingga mengalami pantulan saat ditetaskan di atasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lee, Y. R., Shin, J. H., Park, I. S., Rhee, K., & Chung, S. K. (2015). *Energy harvesting based on acoustically oscillating liquid droplets. Sensors and Actuators, A: Physical*, 231, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2015.03.009>
- [2] Utomo, S. B., Winarto, Widodo, A. S., & Wardana, I. N. G. (2019). *The role of mineral sea water bonding process with graphite-aluminum electrodes as electric generator. Scientific World Journal*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/7028316>
- [3] Subagyo, R., Wardana, I. N. G., Widodo, A. S., & Siswanto, E. (2017). *The mechanism of hydrogen bubble formation caused by the super hydrophobic characteristic of taro leaves. International Review of Mechanical Engineering*, 11(2), 95–100. <https://doi.org/10.15866/ireme.v11i2.10621>
- [4] Wardani, A. H., & Zainuri, M. (2018). Pengaruh Variasi Massa SiO₂ Terhadap Sudut Kontak dan Transparansi Pada Lapisan. 7(2).
- [5] Negara, K. M. T., Wardana, I. N. G., Widhiyanuriyawan, D., & Hamidi, N. (2019). *The Role of the Slope on Taro Leaf Surface to Produce Electrical Energy. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 494(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/494/1/012084>
- [6] Helseth, L. E. (2016). *Electrical energy harvesting from water droplets passing a hydrophobic polymer with a metal film on its back side. Journal of Electrostatics*, 81, 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2016.03.006>
- [7] Marlina E, Wijayanti W, Yuliati L, Wardana ING. *The role of pole and molecular geometry of fatty acids in vegetable oils droplet on ignition and boiling characteristics. Renew Energy*, 2020;145:596–603. [doi:10.1016/j.renene.2019.06.064](https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.064).

