

## Efek Ozonasi Minyak Zaitun Terhadap Angka Peroksida Menggunakan Reaktor *Double Dielectric Discharge* (DDBD)

Puryadi<sup>1</sup>, Intan Zahar<sup>2</sup>, Gedhe Wiratmaja<sup>3</sup>

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan angka peroksida minyak zaitun yang telah diberikan gas ozon dengan variasi dosis ozon terlarut. Sumber gas ozon berasal dari reaktor *double dielectric barrier discharge* (DDBD) yang menggunakan variasi aliran gas oksigen sebesar 0,1 L/menit, 0,3 L/menit, dan 0,6 L/menit dengan frekuensi resonansi 50 Hz dan *duty cycle* 30%. Hasil eksperimen menunjukkan dosis ozon terlarut untuk aliran gas oksigen 0,1 L/menit, 0,3 L/menit, dan 0,6 L/menit adalah 1007,04 mgO<sub>3</sub>/mL minyak, 2097,60 mgO<sub>3</sub>/mL minyak dan 2711,04 mgO<sub>3</sub>/mL minyak. Bertambahnya dosis ozon mengakibatkan angka peroksida menjadi lebih besar dengan nilai tertinggi pada hari ke 7 dan hari ke 60 sebesar 300,16 mEq/kg dan 290,42 mEq/kg. Angka peroksida yang tinggi dapat mempercepat penyembuhan luka sehingga hasil ozonasi minyak zaitun menjadi potensi dalam dunia medis.

**Kata Kunci:** DDBD, Gas Ozon, Minyak Zaitun, Angka Peroksida

---

**Abstract:** This study aims to analyze changes in the peroxide value of olive oil that has been given ozone gas with variations in the dissolved ozone dose. The source of ozone gas comes from a *double dielectric barrier discharge* (DDBD) reactor that uses variations in oxygen gas flow of 0.1 L/min, 0.3 L/min, and 0.6 L/min with a resonant frequency of 50 Hz and a *duty cycle* of 30%. The experimental results show that the dissolved ozone doses for oxygen gas flow 0.1 L/min, 0.3 L/min, and 0.6 L/min are 1007.04 mgO<sub>3</sub>/mL oil, 2097.60 mgO<sub>3</sub>/mL oil and 2711, 04 mgO<sub>3</sub>/mL, respectively. The increasing dose of ozone resulted in a higher peroxide value with the highest values on day 7 and day 60 of 300.16 mEq/kg and 290.42 mEq/kg, respectively. The high peroxide value can accelerate wound healing so that the ozonation of olive oil has potential in the medical world.

---

<sup>1</sup> Prodi Teknik Informatika, FT, UNDOVA, Sumbawa Barat, Indonesia, [puryadifisika2012@gmail.com](mailto:puryadifisika2012@gmail.com)

**Keywords:** DBBD, Ozone Gas, Olive Oil, Peroxide Number

---

## A. Pendahuluan

Minyak zaitun (*Olea europaea* L.) merupakan minyak alami dari proses ekstraksi buah zaitun yang spesies tumbuhannya terbesar di berbagai wilayah seperti Asia Timur dan Selatan sampai ke Basin Mediterania, Makaronesia, serta Afrika Timur dan Afrika Selatan (Fitri & Fitriana, 2020; Mustikyantoro, 2020). Minyak zaitun memiliki gugus phenol yang terdiri dari struktur cincin aromatik atau lebih gugus hidkrosil. Adanya kandungan gugus hidroksil pada gugus phenol menunjukkan kemampuan antioksidan yang dimiliki minyak zaitun, semakin banyak gugus hidroksil membuat kemampuan antioksidan menjadi lebih meningkat (Sumantri et al., 2015). Minyak zaitun memiliki berbagai macam potensi salah satunya mempercepat proses penyembuhan luka dengan cara mengoleskan luka menggunakan minyak zaitun yang telah diberikan gas ozon (Roshan et al., 2018a)

Gas ozon ( $O_3$ ) merupakan gas yang secara alami ada di atmosfer bumi, memiliki bau yang kuat, bersifat oksidasi yang kuat, dan sebagai agen desinfektan (Bocci, 2006; Jodpimai et al., 2015). Molekul gas ozon sangat reaktif dan memiliki masa hidup yang singkat dan ozon akan kembali menjadi oksigen dalam waktu 20-30 menit (Miyake et al., 2012). Untuk menghasilkan gas ozon digunakan reaktor pembatas dielektrik atau *dielectric barrier discharge* (DBD) (Lee et al., 2008). Selanjutnya telah dikembangkan reaktor penghalang dielektrik ganda atau *double dielectric barrier discharge* (DDBD). Reaktor DDBD dapat secara bersamaan menghasilkan dua zona plasma seragam pada kedua sisi pelat dielektrik, sehingga pencapaian luas area plasma yang diperbesar dan hasil produksi gas ozon menjadi lebih tinggi (Gouri et al., 2011).

Reaksi ozon dengan minyak yang mengandung asam lemak tak jenuh mengarah pada pembentukan senyawa beroksigen seperti hidroperoksida, ozonida, aldehida, yang berefek untuk penurunan infeksi bakteri pada luka (Roshan et al., 2018b). Masing-masing minyak memiliki karakteristik kandungan asam lemak tak jenuh yang berbeda-beda. Minyak zaitun memiliki kandungan asam lemak tak jenuh tunggal (*monounsaturated*) yang lebih tinggi dibandingkan minyak biji rami, minyak wijen dan bunga matahari yaitu 75 % (Skalska et al., 2009). Ini menyebabkan peningkatan terhadap hasil senyawa hidroperoksida yang dihasilkan. Peningkatan nilai angka peroksida yang dihasilkan pun dipengaruhi oleh besar dosis ozon yang diberikan selama ozonasi. Dosis ozon yang diterapkan dalam ozonasi minyak untuk aplikasi dalam penyembuhan luka harus memiliki tingkat kemurnian yang tinggi.

Penelitian sebelumnya telah melakukan studi untuk melakukan ozonasi minyak zaitun menggunakan reaktor (DDBD) untuk mengetahui konsentrasi ozon terlarut dan dosis ozon terlarut (Puryadi et al., 2019) dan untuk angka peroksida belum diteliti lebih lanjut. Angka peroksida memiliki peran penting sebagai salah satu indikator untuk membantu proses penyembuhan luka menggunakan bahan alami seperti minyak wijen (Giuseppe Valacchi et al., 2010). Sehingga pada penelitian ini ozonasi minyak bertujuan untuk melihat seberapa besar perubahan angka peroksida yang dihasilkan.

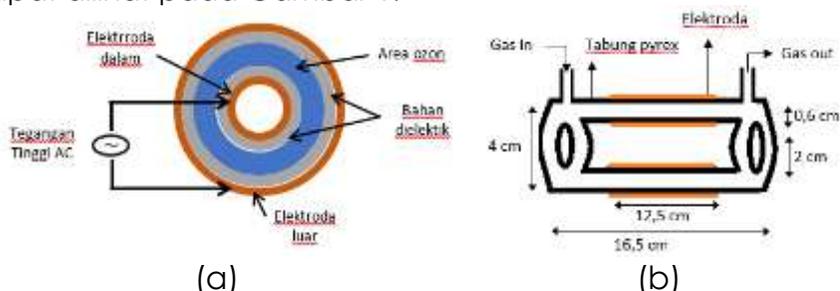
## **B. Metode Penelitian**

### **1. Alat dan Bahan**

Bagian ini berisi penjelasan terkait metode yang digunakan dalam penelitian/penulisan. Metode penelitian menuliskan jenis penelitian (design research, pengembangan dan lainnya), subjek penelitian, instrumen penelitian (dikembangkan sendiri atau merujuk pada instrumen yang

sudah ada), sumber data, proses pengumpulan data, dan analisis data.

Penelitian ini menggunakan reaktor plasma *double dielectric barrier discharge* (DDBD) yang diproduksi oleh Center for Plasma Research (CPR) Universitas Diponegoro untuk menghasilkan gas ozon. Adapun desain reaktor DDBD dapat dilihat pada Gambar 1.



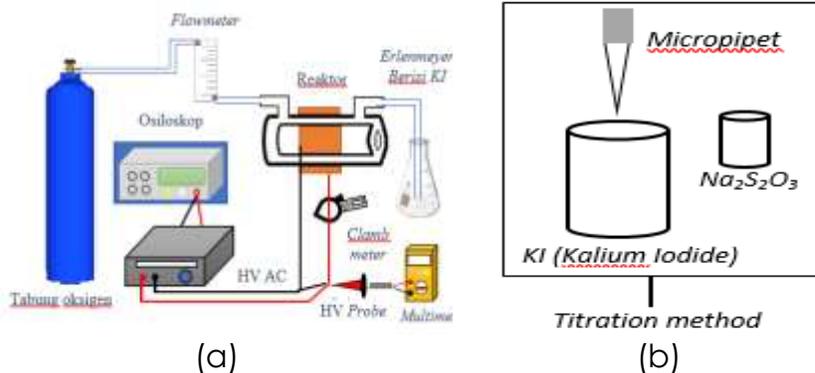
**Gambar 1.** Desain reaktor *double dielectric barrier discharge* (DDBD) (a) tampak lintang dan (b) tampak bujur (Puryadi et al., 2019)

Reaktor DDBD terbuat dari tabung pyrex dengan panjang 16,5 cm dan diameter 4 cm. Tabung tersebut pada bagian luar diselubungi dengan plat tembaga sebagai elektroda luar (polaritas positif) dengan ketebalan 0,02 cm dan panjang 25,12 cm. Di dalam tabung pyrex diisi oleh tabung pyrex dengan panjang 14 cm dan diselubungi dengan plat tembaga sebagai elektroda dalam (polaritas negatif) dengan ketebalan yang sama dan panjang 12,56 cm. Jarak antara tabung pyrex luar dengan tabung pyrex dalam sebesar 0,6 cm. Pada kedua ujung atas reactor terdapat dua lubang sebagai jalan masuk dan keluarnya gas.

Pada penelitian ini, selain menggunakan Reaktor DDBD digunakan beberapa peralatan seperti tenaga daya (power supply) dengan tegangan bolak-balik (AC), osiloskop, HV Probe, ampermeter, voltmeter, flowmeter, magnetic stirrer, selang poly urethan (PU), diffuser, gelas ukur 250 ml, tabung erlenmeyer 1000 mL, micropipet, dan neraca digital. Untuk bahan penelitian terdiri dari kalium iodida (KI), natriumthiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), minyak zaitun, dan gas oksigen.

## 2. Ozonasi Minyak Zaitun

Ozonasi minyak zaitun menggunakan gas ozon yang dihasilkan oleh reaktor DDBD dengan tegangan AC sebesar 3,8 kV. Sebelum dilakukan proses ozonasi minyak zaitun, terlebih dahulu dilakukan pengukuran konsentrasi gas ozon yang dihasilkan. Adapun susunan alat eksperimen dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Eksperimen reaktor DDBD (a) ozonasi larutan KI dan (b) proses titrasi larutan KI dengan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (Puryadi et al., 2019)

Pengukuran konsentrasi gas ozon yang dihasilkan menggunakan variasi frekuensi tegangan AC sebesar 40 Hz, 50 Hz, dan 60 Hz dengan *duty cycle* sebesar 30% dan 50% (Gambar 2 (a)). KI dengan massa 33 gram dilarutkan menggunakan aquades sebanyak 1000 mL hingga homogen dan dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer. Kemudian dialirkan gas oksigen dengan laju aliran 0,1 L/menit ke dalam larutan KI selama 2 menit. Setelah diozonasi, proses selanjutnya adalah melakukan proses titrasi menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang terbuat dari 63,2 gr massa  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dan dilarutkan ke dalam 1000 ml aquades (Gambar 2 (b)). Besarnya konsentrasi ozon dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$C_{\text{O}_3} = \frac{Mr V N}{v e t} \quad (1)$$

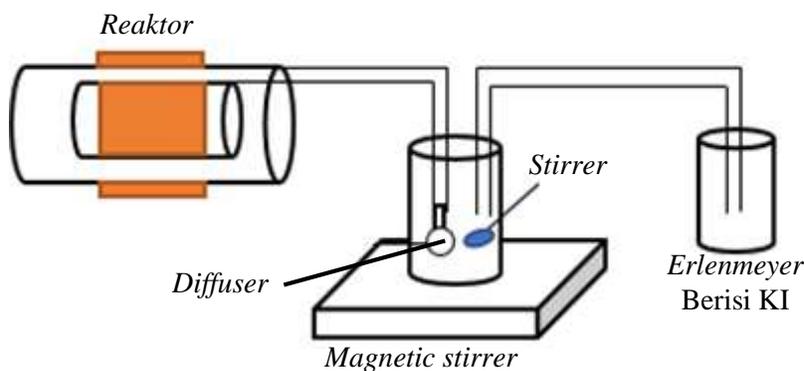
dengan  $C_{\text{O}_3}$  adalah konsentrasi gas ozon (ppm),  $Mr$  adalah massa molekul relatif gas ozon (gram/mol),  $V$  adalah volume larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (mL),  $N$  adalah konsentrasi larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (mol/L)  $v$  adalah laju aliran oksigen (m/s),  $e$  adalah konstanta

dengan nilai 2 dan  $t$  adalah waktu pelarutan ozon ke dalam larutan KI (menit) (Zahar et al., 2018).

Minyak zaitun dengan volume 100 mL ditempatkan ke dalam gelas kaca berkapasitas 120 mL. Ozon hasil dari reaktor DDBD dialirkan ke dalam gelas berisi minyak melalui selang *Poly Urethan* (PU) dengan variasi aliran oksigen sebesar 0,1 L/menit, 0,3 L/menit dan 0,6 L/menit. Di ujung selang PU terdapat *diffuser* sebagai alat untuk menggelembungkan gas. Kemudian gas ozon dilarutkan dalam minyak menggunakan *magnetic stirrer*. Gas ozon yang tidak larut dalam minyak selama 14 jam akan ditangkap oleh larutan KI pada tabung Erlenmeyer sehingga akan diperoleh nilai konsentrasi gas ozon terlarut, dosis ozon terlarut, dan angka peroksida. Angka peroksida dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$PV = \frac{1000 \cdot V \cdot c}{m} \quad (2)$$

dengan  $V$  adalah volume dalam mL larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang digunakan untuk titrasi,  $c$  konsentrasi  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dan  $m$  adalah jumlah sampel (gram) (Travagli et al., 2010). Adapun skema eksperimen ozonasi minyak zaitun dapat dilihat pada Gambar 3.

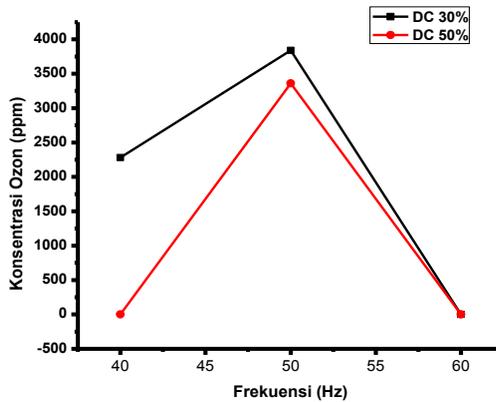


**Gambar 3.** Eksperimen ozonasi minyak zaitun menggunakan reaktor DDBD (Puryadi et al., 2019)

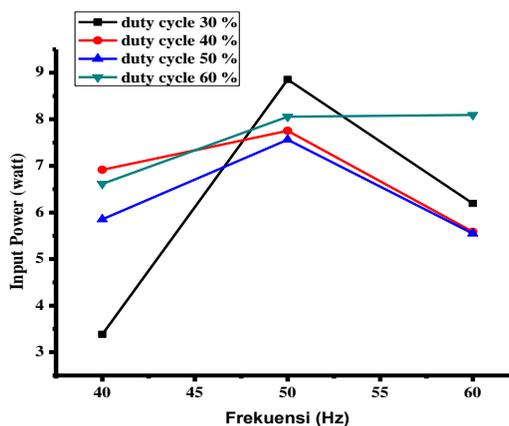
### C. Temuan dan Pembahasan

#### 1. Frekuensi dan *Duty Cycle*

Konsentrasi ozon yang dihasilkan berdasarkan variasi frekuensi dan *duty cycle* dapat dilihat pada Gambar 4 (a). Konsentrasi ozon meningkat dari frekuensi 40 Hz sampai 50 Hz dan menurun dari frekuensi 50 Hz sampai 60 Hz untuk masing-masing *duty cycle*. Hal ini dikarenakan *input power* yang dihasilkan suatu reaktor ozon dapat mempengaruhi nilai konsentrasi ozon (Garamoon et al., 2009). Untuk membuktikan hal tersebut, telah dilakukan pengujian *input power* berdasarkan variasi frekuensi dan *duty cycle* yang dapat dilihat pada Gambar 4 (b).



(a)



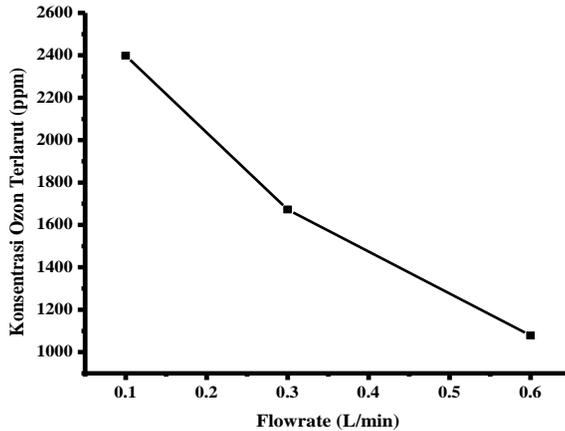
(b)

**Gambar 4.** Grafik (a) konsentrasi ozon sebagai fungsi frekuensi untuk beberapa *duty cycle* dan (b) input power sebagai fungsi frekuensi untuk beberapa *duty cycle*.

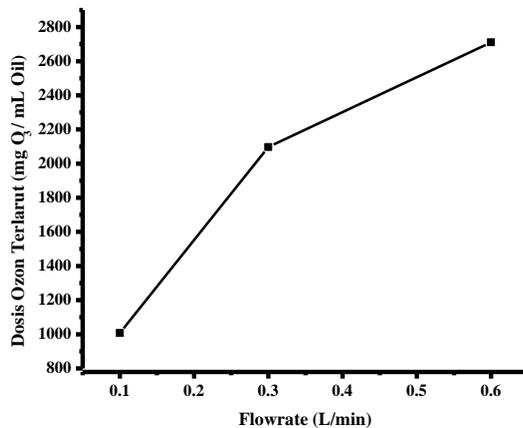
Hasil tersebut menunjukkan pola grafik yang sama dengan konsentrasi ozon. Kenaikkan dan penurunan *input power* yang dihasilkan pada beberapa frekuensi disebabkan oleh variasi impedansi dari rangkaian yang dihasilkan sebagai fungsi frekuensi (Garamoon et al., 2009). Konsentrasi ozon dan input power optimum berada pada frekuensi resonansi 50 Hz dengan *duty cycle* 30%. Nilai frekuensi dan *duty cycle* tersebut diterapkan untuk melakukan ozonasi minyak zaitun.

## 2. Konsentrasi Ozon dan Dosis Ozon Terlarut

Ozonasi minyak zaitun menggunakan variasi laju aliran gas oksigen sebesar 0,1 L/menit, 0,3 L/menit, dan 0,6 L/menit selama 14 jam. Adapun grafik hasil konsentrasi dan dosis ozon terlarut dapat dilihat pada Gambar 5. Konsentrasi ozon terlarut (Gambar 5 (a)) menunjukkan penurunan seiring bertambahnya laju aliran gas oksigen. Sebaliknya untuk dosis ozon terlarut (Gambar 5(b)) mengalami peningkatan seiring bertambahnya laju aliran gas oksigen. Dosis ozon terlarut dipengaruhi oleh kapasitas dan waktu ozonasi (Nur et al., 2017). Dalam penelitian ini didapatkan dosis ozon berturut turut yaitu 1007,04 mgO<sub>3</sub>/mL minyak, 2097,60 mgO<sub>3</sub>/mL minyak dan 2711,04 mgO<sub>3</sub>/mL pada masing-masing *laju aliran gas* 0,1 L/menit, 0,3 L/menit dan 0,6 L/menit. Hasil penelitian ini memiliki hasil yang sedikit berbeda dengan penelitian sebelumnya, dimana untuk dosis ozon terlarut untuk aliran 0,1 L/menit, 0,3 L/menit, dan 0,6 L/menit adalah 1101,30 mgO<sub>3</sub>/mL, 2293,90 mgO<sub>3</sub>/mL, dan 2964,80 mg O<sub>3</sub>/mL (Puryadi et al., 2019). Perbedaan hasil ini bisa dikarenakan perbedaan nilai frekuensi dan *duty cycle*.



(a)



(b)

**Gambar 5.** Grafik (a) konsentrasi ozon terlarut, (b) dosis ozon terlarut sebagai fungsi *flowrate*.

### 3. Angka Peroksida Minyak Zaitun

Pengukuran angka peroksida merupakan metode untuk mengetahui kadar peroksida dan hidroperoksida yang terbentuk pada tahap awal reaksi oksidasi lemak atau minyak (Aminah, 2010). Adapun hasil pengukuran angka peroksida dapat dilihat pada tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan sebelum diberikan perlakuan ozon angka peroksida pada minyak zaitun sebesar 40,96 mEq/kg pada hari ke 7 dan

mengalami penurunan pada hari ke 60 menjadi 39,40 mEq/kg. Pemberian dosis ozon mempengaruhi angka peroksida yang dihasilkan. Semakin bertambahnya dosis ozon maka angka peroksida yang dihasilkan menjadi lebih besar dengan nilai tertinggi pada hari ke 7 dan hari ke 60 sebesar 300,16 mEq/kg dan 290,42 mEq/kg. Persentase penurunan angka peroksida tertinggi pada dosis 1007,04 mg O<sub>3</sub>/mL minyak sebesar 8,9%.

**Tabel 1.** Hasil pengukuran angka peroksida hari ke 7 dan ke 60

Dosis (mg O <sub>3</sub> /mL)	Angka Peroksida (mEq/kg)		Persentase penurunan angka peroksida (%)
	Hari ke 7	Hari ke 60	
0	40,96	39,40	3,8
1007.04	162,09	147,60	8,9
2097.60	246,25	234,05	4,9
2711.04	300,16	290,42	3,2

Angka peroksida yang tinggi mengindikasikan lemak atau minyak sudah mengalami oksidasi, akan tetapi untuk angka yang rendah bukan berarti menunjukkan kondisi oksidasi telah terjadi secara dini. Angka peroksida yang rendah bisa disebabkan laju pembentukan peroksida yang baru lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasi lemak atau minyak menjadi bentuk senyawa lain, mengingat kadar peroksida cepat mengalami degradasi dan mudah bereaksi dengan zat lain (Aminah, 2010).

Reaksi ozon dengan minyak yang mengandung ikatan rangkap karbon pada asam lemak tak jenuh mengarah pada pembentukan banyak senyawa teroksidasi, seperti hidroperoksida, ozonida, dan aldehida. Senyawa ini dapat membantu dalam proses penyembuhan luka baik berkaitan dengan aktivitas antimikroba maupun yang berkaitan pada aktivasi faktor transkripsi NFκB, yang pada gilirannya mengendalikan gen faktor pertumbuhan seperti faktor pertumbuhan endotel vaskular (VEGF) dan CyclinD1 yang

memainkan peran mendasar dalam penyembuhan luka (Roshan et al., 2018a).

Valacchi et al., (2010) telah melakukan kajian angka peroksida untuk minyak wijen yang terozonasi dengan nilai angka peroksida awal sebelum minyak diozonasi yaitu 35 mEq/kg, setelah minyak diozonasi dengan system pencampuran yang digelembungkan dalam botol khusus, angka peroksida yang dihasilkan menjadi 949 mEq/kg. Pengaruh nilai angka peroksida ini telah dikaji dengan baik untuk kuantifikasi penutupan luka pada tikus dari hari pertama sampai hari ke 13. Kuantifikasi penutupan luka untuk angka peroksida 949 mEq/kg yaitu 1,05 pada hari pertama dan menjadi 0,10 pada hari ke 13. Sedangkan untuk angka peroksida 35 mEq/kg, kuantifikasi penutupan luka 0,89 pada hari pertama dan menjadi 0,13 pada hari ke 13.

Angka peroksida yang tinggi mampu mempercepat penyembuhan luka (Giuseppe Valacchi et al., 2010). Adanya peran pembentukan senyawa *radical oxygen species* (ROS) yaitu hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) pada proses ozonasi minyak zaitun dapat mengaktivasi tubuh baik secara biokimia maupun imunologis (G Valacchi et al., 2013). Sehingga hasil penelitian ini menjadi peluang untuk diaplikasikan dalam dunia medis dikarenakan memiliki angka peroksida yang tinggi.

#### D. Simpulan

Berdasarkan dari hasil eksperimen dan pengamatan pada ozonasi minyak zaitun menunjukkan bahwa kenaikan dan penurunan *input power* pada reaktor DDBD dapat mempengaruhi konsentrasi gas ozon yang dihasilkan. Konsentrasi gas ozon terlarut mengalami penurunan seiring bertambahnya laju aliran gas oksigen. Sebaliknya untuk dosis ozon terlarut mengalami peningkatan seiring bertambahnya laju aliran gas oksigen. Pemberian dosis ozon mempengaruhi angka peroksida yang dihasilkan. Besar kecilnya Angka peroksida minyak zaitun bergantung pada dosis ozon yang diberikan, yang dimana semakin tinggi dosis ozon

mengakibatkan terjadinya peningkatan angka peroksida. Tingginya angka peroksida minyak zaitun dapat menjadi sebuah peluang baru untuk diterapkan dalam dunia medis khususnya penyembuhan luka.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada *Center for Plasma Research (CPR)* Universitas Diponegoro yang telah memberikan banyak bantuan dalam menjalankan kegiatan riset ini dan kepada Istri dan anak tercinta yang sudah memberikan semangat dalam menjalankan kegiatan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Aminah, S. (2010). Bilangan Peroksida Minyak Goreng Curah dan Sifat Organoleptik Tempe pada Pengulangan Penggorengan. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 1(1), 7–14. <https://doi.org/10.26714/jpg.1.1.2010>.
- Bocci, V. (2006). Is it true that ozone is always toxic? The end of a dogma. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 216, 493–504. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2006.06.009>
- Fitri, A. S., & Fitriana, Y. A. N. (2020). Analisis Angka Asam pada Minyak Goreng dan Minyak Zaitun. *Sainteks*, 16(2), 115–119. <https://doi.org/10.30595/st.v16i2.7128>
- Forte, M., Jolibois, J., Pons, J., Moreau, E., Touchard, G., & Cazalens, M. (2007). Optimization of a dielectric barrier discharge actuator by stationary and non-stationary measurements of the induced flow velocity: Application to airflow control. *Experiments in Fluids*, 43(6), 917–928. <https://doi.org/10.1007/s00348-007-0362-7>
- Garamoon, a. a., Elakshar, F. F., & Elsayah, M. (2009). Optimizations of ozone generator at low resonance frequency. *The European Physical Journal Applied Physics*, 48(2), 21002. <https://doi.org/10.1051/epjap/2009144>
- Gouri, R., Zouzou, N., Tilmatine, A., Moreau, E., & Dascalescu, L. (2011). Collection efficiency of submicrometre particles using single and double DBD in a wire-to-square tube ESP. *IOP Publishing Journal of Physics: Applied Physics*, 44, 1–8.
- Jodpimai, S., Boonduang, S., & Limsuwan, P. (2015). Dielectric barrier discharge ozone generator using aluminum granules electrodes. *Journal of Electrostatics*, 74, 108–114. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2014.12.003>
- Lee, B. H., Song, W. C., Manna, B., & Ha, J. K. (2008). Dissolved ozone

- flotation (DOF) - a promising technology in municipal wastewater treatment. *Desalination*, 225(1–3), 260–273. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.07.011>
- Miyake, M., Nakajima, H., Hemmi, A., Yahiro, M., Adachi, C., Soh, N., Ishimatsu, R., Nakano, K., Uchiyama, K., & Imato, T. (2012). Performance of an organic photodiode as an optical detector and its application to fluorometric flow-immunoassay for IgA. *Talanta*, 96, 132–139. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2012.02.006>
- Mustikyantoro, A. P. J. (2020). Potensi Manfaat Kardioprotektif dari Minyak Zaitun. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 12(2), 908–915. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v12i2.431>
- Nur, M., Susan, A. I., Muhlisin, Z., Arianto, F., & Wibowo, A. (2017). Evaluation of Novel Integrated Dielectric Barrier Discharge Plasma as Evaluation of Novel Integrated Dielectric Barrier Discharge Plasma as Ozone Generator. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 12(1), 24–31.
- Puryadi, Nur, M., Sumariyah, Wijaya, M. R., & Niyomukiza, J. B. (2019). Reactor Study of Double Dielectric Barrier Discharge ( DDBD ) Plasma for International Journal of Allied Medical Sciences and Clinical Research ( IJAMSCR ) Reactor Study of Double Dielectric Barrier Discharge ( DDBD ) Plasma for. *International Journal of Allied Medical Sciences and Clinical Research (IJAMSCR)*, 7(January), 127–131. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25653.12002>
- Roshan, A., Ream, N., Yaser, A. M., & Amir, A. S. (2018a). Evaluation of Wound Healing Activity of Ozonated Linseed and Sunflower Oils. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 10(5), 182–187.
- Roshan, A., Ream, N., Yaser, A. M., & Amir, A. S. (2018b). Evaluation of Wound Healing Activity of Ozonated Linseed and Sunflower Oils Evaluation of Wound Healing Activity of Ozonated Linseed and Sunflower Oils. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 10(5), 182–187.
- Skalska, K., Perkowski, J., Sencio, B., Skalska, K., Ledakowicz, S., Perkowski, J., & Sencio, B. (2009). Germicidal Properties of Ozonated Sunflower Oil. *Science & Engineering*, 31, 232–237. <https://doi.org/10.1080/01919510902838669>
- Sumantri, C., Darwati, S., & Arifiantini, R. I. (2015). Penggunaan Minyak Zaitun Ekstra Virgin ke dalam Bahan Pengencer Semen terhadap Kualitas Spermatozoa Ayam Lokal The Use of Extract Virgin Olive Oil to Semen Extender on Local Chicken Spermatozoa Quality. 03(1), 46–51.
- Travagli, V., Zanardi, I., Valacchi, G., & Bocci, V. (2010). Ozone and Ozonated Oils in Skin Diseases : A Review. *Hindawi Publishing*

*Corporation: Mediators of Inflammatio*, 1–9.

- Valacchi, G, Zanardi, I., Lim, Y., Belmonte, G., Miracco, C., Sticozzi, C., Bocci, V., & Travagli, V. (2013). Ozonated oils as functional dermatological matrices : Effects on the wound healing process using SKH1 mice. *International Journal of Pharmaceutics*, 458(1), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.09.039>
- Valacchi, Giuseppe, Lim, Y., Belmonte, G., Miracco, C., Zanardi, I., Bocci, V., & Travagli, V. (2010). Ozonated sesame oil enhances cutaneous wound healing in SKH1 mice. *Wound Repair and Regeneration* *Ozonated*, 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1524-475X.2010.00649.x>
- Zahar, I., Yuliani, Y., Yulianto, E., Meliza, M., Susan, A. I., Sumariyah, S., & Nur, M. (2018). Determination of ozone distribution in fish cold storage dedicated plasma ozone technology. *MATEC Web of Confrence*, 197, 1–4.