

# Teknik Sederhana Sterilisasi Susu Sapi Perah Segar Menggunakan Gelembung Udara Berdiameter Mikro-Nanometer

Afendi Fina<sup>a)</sup> dan Horasdia Saragih<sup>b)</sup>

Laboratorium Sains Terapan,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Advent Indonesia,  
Jl. Kolonel Masturi No. 288 Bandung, Indonesia, 40559

a) fandyfina27@gmail.com

b) horas@unai.edu (corresponding author)

## Abstrak

*Kebutuhan susu sapi perah sebagai salah satu bahan baku pokok yang kaya akan nutrisi meningkat dalam beberapa dekade terakhir. Namun lokasi strategis peternakan sapi perah relatif jauh dari kota yang merupakan sumber pasar terbesar susu sapi. Hal ini mengakibatkan lamanya jeda waktu penyimpanan susu sapi dari peternak, pengumpul, hingga konsumen. Minimnya teknologi pengolahan susu sapi pada peternak mengakibatkan cepatnya susu sapi perah mengalami kebasian (hitungan jam) sebelum dijual kepada pengumpul. Hal ini mengakibatkan turunnya harga jual susu sapi perah yang dijual oleh peternak. Pada penelitian ini, gelembung udara berdiameter mikro-nanometer ditumbuhkan melalui teknik sederhana untuk sterilisasi susu sapi perah. Gelembung udara berdiameter mikro-nanometer ditumbuhkan dengan variasi waktu selama 1 hingga 6 jam. Identifikasi pertumbuhan bakteri pada kelompok kontrol dilakukan menggunakan API 20E untuk mengidentifikasi pertumbuhan bakteri *Enterobacter cloacae*. Sampel susu sapi pada kelompok perlakuan selanjutnya dikarakterisasi menggunakan asam salisilat untuk mengidentifikasi hadirnya  $\text{OH}^*$  yang dihasilkan gelembung mikro-nanometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan bakteri pada susu sapi dapat dihambat dengan menumbuhkan gelembung berdiameter mikro-nanometer. Meningkatnya jumlah radikal bebas  $\text{OH}^*$  yang dihasilkan oleh gelembung berdiameter mikro-nanometer menghambat laju pertumbuhan bakteri *Enterobacter cloacae* pada susu sapi perah.*

*Kata-kata kunci: Sterilisasi susu, susu sapi perah segar, gelembung udara mikro-nano meter*

## PENDAHULUAN

Susu sapi perah segar merupakan salah satu bahan minuman yang sangat dibutuhkan oleh manusia karena memiliki nutrisi yang tinggi [1]. Produksi susu sapi perlu ditingkatkan karena permintaan terhadap susu terus meningkat [2]. Kandungan nutrisi yang tinggi pada susu sapi membuat susu ini mudah ditumbuhi oleh bakteri. Sumber bakteri yang tumbuh umumnya berasal dari lingkungan kandang sapi, sapi dan alat-alat yang digunakan untuk pemerahan [3]. Penanganan susu sapi harus benar agar dapat menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga masa penyimpanan susu dapat lebih lama. Namun penanganan susu dengan prosedur yang benar dan tepat belum banyak diterapkan oleh peternak [4].

Akibat perkembangan bakteri pembusuk yang sangat cepat membuat susu sapi mudah basi sehingga peternak merugi, sebab ketika susu sapi mengalami kebasian, susu tidak dapat lagi dijual. Hal ini berdampak pada perekonomian peternak.

Untuk menghindari kebasian susu perlu ada upaya pembasmian bakteri setelah pemerahan dengan menggunakan alat yang sederhana dan mudah diperoleh. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan

menggunakan gelembung udara berukuran mikro-nano meter. Gelembung udara adalah gas yang badannya dikelilingi oleh media cair. Di dalam suatu media cair, biasanya gelembung naik ke atas permukaan dan pecah. Apabila gelembung yang dihasilkan berukuran makro maka tidak memiliki efek atau kegunaan apapun [5]. Jika gelembung berukuran mikro hingga nanometer, gelembung ini memiliki potensi untuk diaplikasikan pada berbagai macam industri dan kehidupan sehari-hari.

Gelembung-gelembung yang berukuran mikro hingga nanometer di dalam susu dapat membangkitkan radikal bebas  $\text{OH}^{\cdot}$  [6]. Radikal bebas  $\text{OH}^{\cdot}$  yang dihasilkan dapat membasmikan bakteri dengan cara merusak membran sel melalui proses peroksidasi lipid. Pada proses peroksidasi lipid radikal bebas  $\text{OH}^{\cdot}$  akan berikatan dengan membran sel sehingga merubah struktur sel. Kemudian radikal bebas  $\text{OH}^{\cdot}$  mengoksidasi gugus thiol sehingga proses transport membrane terganggu sehingga polyunsaturated fatty acid (PUFA) teroksidasi. Dalam proses peroksidasi lipid radikal bebas akan menerobos masuk membran sel dan merusak elektron dari lipid sehingga terjadi kerusakan sel [7].

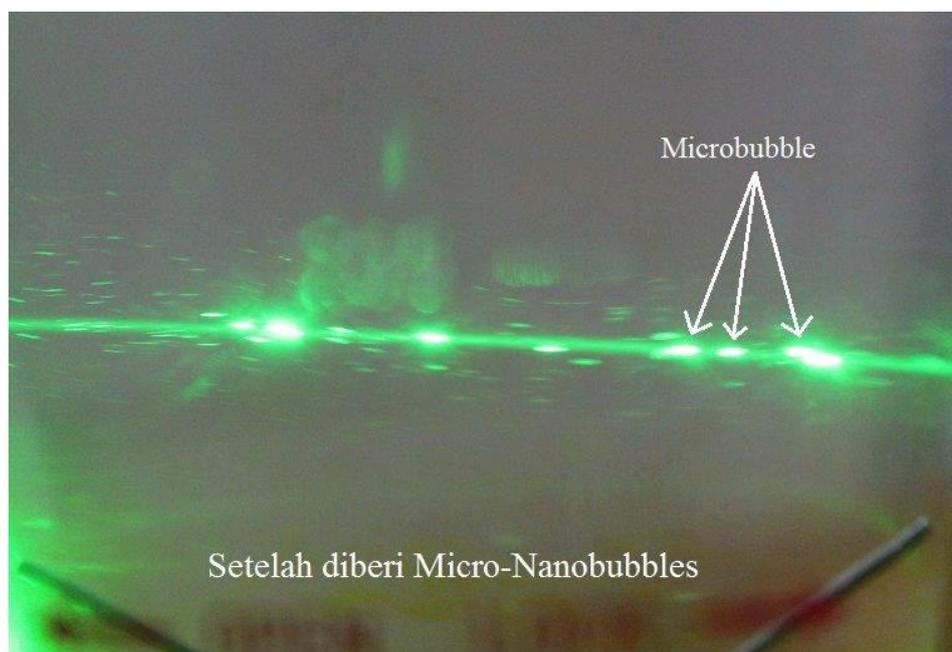
## EKSPERIMEN

### Identifikasi Bakteri

Sampel susu sapi segar diperoleh langsung dari peternak pada pemerahan di pagi hari pukul 6.00 WIB. Kemudian ditumbuhkan pada media agar untuk diidentifikasi jenis bakteri yang mengkontaminasi. Sampel susu ditumbuhkan pada agar nutrient dan diinkubasi selama 24 jam pada incubator dengan suhu  $35^{\circ}\text{C}$ . Dilakukan pewarnaan gram dan identifikasi API 20E. Pewarnaan gram dilakukan untuk mengetahui jenis bakteri yang tumbuh tergolong dalam gram negative atau positif. API 20E digunakan untuk mengidentifikasi nama bakteri yang mengkontaminasi.

### Pengujian Generator Pembangkit Gelembung

Generator penghasil gelembung yang digunakan adalah wooden air diffusers (Lee's). Generator yang digunakan diuji terlebih dahulu untuk mengetahui apakah generator ini menghasilkan gelembung yang berukuran mikro-nano meter. Generator dimasukkan ke dalam gelas beker ukuran 1 L yang telah diberi air sebanyak 800 ml, selanjutnya di bubbling selama beberapa menit. Untuk mendeteksi gelembung yang berukuran mikro-nano meter maka digunakan sinar laser untuk mempermudah pengamatan sinar laser di tembakan ke gelas beker dari arah samping. Hasil pengujian menunjukkan bahwa generator ini menghasilkan gelembung mikro-nano meter seperti yang di tunjukan pada gambar 1.



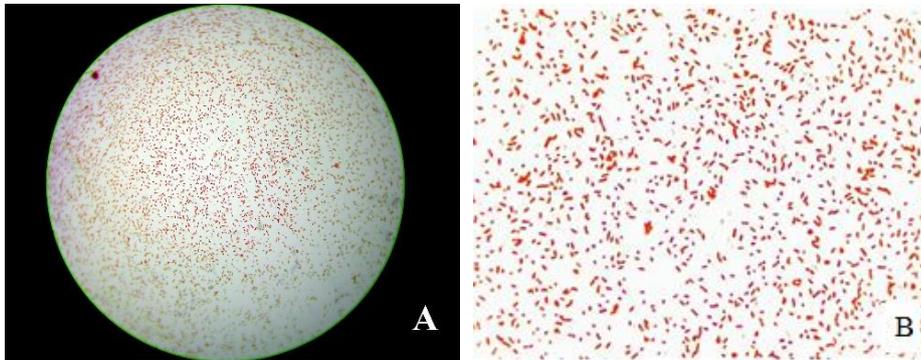
Gambar 1. Tampak mikro-nanobubble yang dihasilkan

### Identifikasi Kehadiran Radikal bebas OH<sup>-\*</sup>

Selanjutnya untuk mengidentifikasi kehadiran radikal bebas OH<sup>-\*</sup> pada gelembung mikro-nano meter yang dihasilka maka digunakan *Salicylic Acid* (SA) sebagai media detector. SA sebanyak 0,014 gram dilarutkan dengan *aquadest* sebanyak 800 ml kemudian diaduk menggunakan magnetik *stirrer* pada temperature 24,7 °C. Sebelum diberikan perlakuan maka terlebih dahulu dilakukan pengukuran absorbans SA, dari hasil pengukuran didapati puncak panjang gelombang SA berada pada 300 nm. Selanjutnya larutan SA diberikan perlakuan dengan dimasukan gelembung udara yang berukuran mikro-nanometer. Jedah waktu yang di berikan adalah 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam Apabila gelembung udara yang terbentuk memiliki radikal bebas OH<sup>-\*</sup> maka absorbans *salicylic acid* berkurang.

### HASIL DAN DISKUSI

Pewarnaan gram bertujuan untuk memperjelas sel bakteri dengan menempelkan zat warna ke permukaan sel bakteri. Zat warna dapat mengabsorpsi dan membiaskan cahaya. Hasil pengamatan yang didapati adalah jenis bakteri tergolong dalam gram negative berbentuk batang (*basillus*). Pada gambar 2 b, merupakan hasil perbesaran sel bakteri dari gambar 2 a, bakteri tergolong dalam gram negative oleh karena dinding sel bakteri yang kehilangan warna kristal violet saat pemucatan dengan alkohol, namun dinding sel bakteri dapat memantulkan pewarna tandingan safranin sehingga dinding sel-sel bakteri tampak berwarna merah/merah muda.



Gambar 2. a) Hasil Mikroskopi; b) Hasil Perbesarannya

Setelah dilakukan pewarnaan maka selanjutnya diuji menggunakan API 20E. Gambar 3 a merupakan hasil uji API 20E dimana bakteri yang digunakan dimasukan ke dalam strip API 20 E sesuai dengan petunjuk kemudian diinkubasi selama 24 jam. Hasil uji dapat dibandingkan dengan gambar 3 b yang merupakan petunjuk manual API 20E yang telah terkontaminasi *Enterobacter Cloacae*.



Gambar 3 a. Api 20e hasil inkubasi sampel

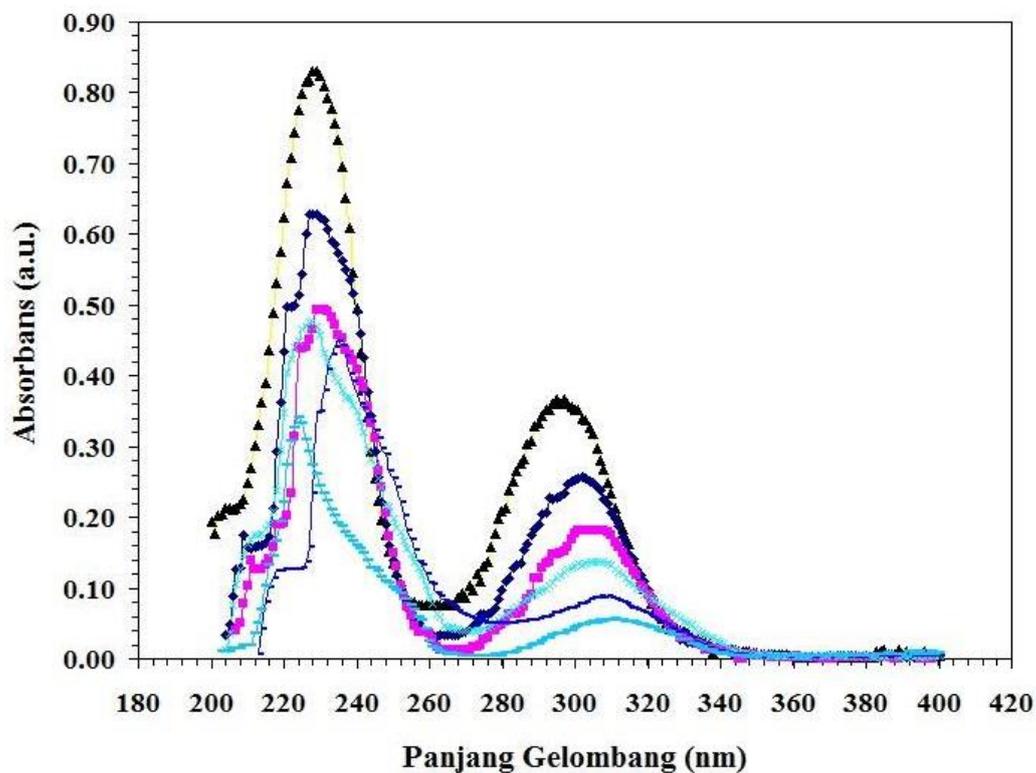


Gambar 3 b. API 20E Positif *Enterobacter Cloacae*

Dari hasil uji API 20E yang diperoleh sampel susu sapi yang digunakan terkontaminasi bakteri *Enterobacter Cloacae*. Bakteri *Enterobacter Cloacae* secara umum ditemukan pada saluran dubur dan feses sapi. Bakteri ini mengkontaminasi susu oleh karena kebersihan badan sapi, kandang dan peralatan yang digunakan untuk pemerahan tidak begitu diperhatikan peternak.

### Bubbling dan Pengaruhnya terhadap Salicylic Acid di dalam Air Destilasi

Pengujian ini dilakukan sebagai uji pendahuluan untuk mendeteksi kehadiran radikal bebas yang dihasilkan sebelum di aplikasikan pada susu. Penggunaan SA bertujuan untuk menguji radikal bebas  $\text{OH}^{\cdot}$  pada gelembung yang dihasilkan. Apabila gelembung yang dihasilkan memiliki radikal bebas  $\text{OH}^{\cdot}$  maka SA akan teroksidasi oleh hydroxyl radical sehingga menghasilkan 2,3- dihydroxybenzoic Acid (DHBA) dan 2,5-DHBA. Absorbansi maksimal diharapkan terjadi pada panjang gelombang yang lebih tinggi dari 280 nm. Absorbansi pengukuran pada gambar 4 menunjukkan bahwa setelah diberikan gelembung mikro-nanometer maka SA teroksidasi di dalam *di-water* oleh karena kehadiran radikal bebas  $\text{OH}^{\cdot}$  sehingga membentuk 2,3-DHBA dan 2,5-DHBA pada panjang gelombang 295 nm, 300 nm, 305 nm, 310 nm, 315 nm dan 319 nm. Hasil ini mengacu pada hasil uji penelitian yang telah dilakukan oleh [8]. Semakin lama diberikan gelembung ini maka puncak absorbansi semakin tinggi melewati 280 nm.



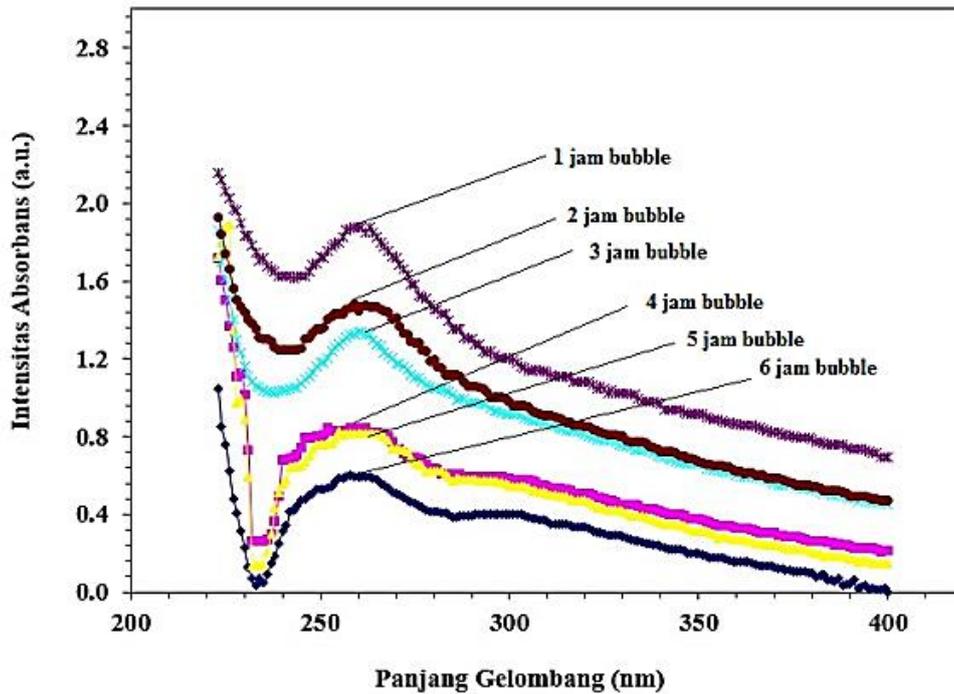
Gambar 4. Karakteristik Absorbans Optik Salicylic Acid Di Dalam Air Destilasi

Hal yang sama juga dilakukan terhadap susu sapi namun, gelembung tidak dapat terlihat saat cahaya laser di tembakan hal ini disebabkan karena tingkat kekeruhan susu yang sangat tinggi. Mikro-nanobubble hanya dapat dilihat apabila berada pada cairan yang bening. Oleh sebab itu maka untuk mengetahui kehadiran gelembung mikro-nanometer yang mengandung radikal bebas  $\text{OH}^{\cdot}$  di dalam susu dilakukan pendeteksian menggunakan *salicylic acid*.

### Me-micro-nano bubble Susu

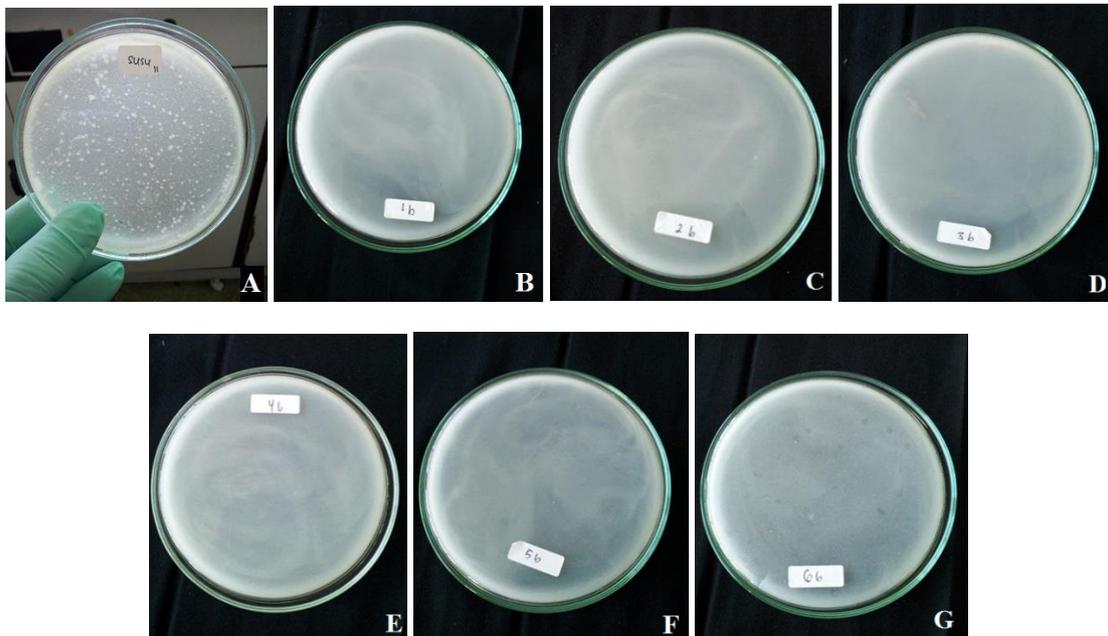
Gelembung mikro-nanometer disuntikan terus-menerus selama 1 jam kemudian diambil 100 ml larutan susu-SA, dipisahkan dari tabung perlakuan ke tabung yang berbeda untuk diukur absorbansinya. Namun sebelum pengukuran terlebih dahulu dilakukan pengendapan supaya memisahkan lemak dengan air agar mempermudah pengukuran absorbans tanpa melakukan pengenceran. Air yang sudah terpisah dengan lemak membentuk 2 lapisan dimana air berada dibawah dan lemak berada di atas permukaan air. Kemudian air di tarik menggunakan *syring* lalu di ukur absorbansinya. Hal yang sama dilakukan untuk jangka waktu 2, 3, 4, 5

dan 6 jam. Hasil pengukuran absorbans, gambar 5 menunjukkan bahwa gelembung udara yang dimasukkan menghasilkan radikal bebas  $\text{OH}^*$  pada susu sehingga *salicylic acid* berkurang selama proses *bubbling*.



Gambar 5. Karakteristik Absorbans Optik Salicylic Acid di dalam Susu

Setelah pengukuran panjang gelombang, maka susu yang sudah di *bubbling* di tanam pada media agar untuk melihat daya hambat gelembung berukuran mikro-nanometer terhadap laju pertumbuhan bakteri. Hasil penumbuhan bakteri menunjukkan laju pertumbuhan bakteri *Enterobacter Cloacae* terhambat seperti pada gambar 6 b, c, d, e, f dan g merupakan lamanya waktu pemberian gelembung, sedangkan gambar 6 a adalah susu tanpa di beri gelembung mikro-nanometer.



Gambar 6. a. susu tanpa di bubbling, b. bubbling 1 jam, c. bubbling 2 jam, d. bubbling 3 jam, e. bubbling 4 jam, f. bubbling 5 jam, g. bubbling 6 jam

## KESIMPULAN

Bakteri pembusuk susu telah berhasil dihambat laju pertumbuhannya dengan menggunakan gelembung berukuran mikro-nanometer. Hasil uji menunjukkan adanya daya hambat tumbuh bakteri *Enterobacter Cloacae* pada susu yang diberi micro-nanobubble pada lama waktu yang beragam. Lama waktu pembangkitan gelembung berukuran mikro-nanometer berhubungan lurus dengan peningkatan konsentrasi radikal OH<sup>\*</sup> dan berhubungan terbalik dengan laju pertumbuhan bakteri *Enterobacter Cloacae*.

## REFERENSI

1. Guetouache, M. Guessas, Bettache, M. Samir. *Composition and nutritional value of raw milk*, Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research Vol. 2, No. 5, 115-122 (2014)
2. F. Miftah, H. Sukei. *Pengembangan Susu Segar Dalam Negeri Untuk Pemenuhan Kebutuhan Susu Nasional*, Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan, Vol. 5 No. 2 (2011)
3. S. Widodo. *Bakteri Yang Sering Mencemari Susu: Deteksi, Patogenesis, Epidemiologi, dan Cara Pengendaliannya*, Jurnal Litbang Pertanian, Vol 29 No. 3 (2010)
4. H. Laksmi Dan I. Sulistyawati, *Sentuhan Teknologi Untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi Susu Sapi*, Jurnal Teknologi & Lingkungan – Humaniora Renai, Pustaka Percik, Issn: 1411-7924. (2010).
5. S. M. Kanchan, D. Shalini Rai, V. Swati Kale, B. Deepika Raut And G. Ashwini Chintale, *Microbubble And Its Applications*, International Journal Of Pharmacy & Life Sciences, Review Article, Coden (USA): Ijplcp Issn: 0976-7126. (2012)
6. M. Takahashi, Chiba K, Li P. *Free-Radical Generation From Collapsing Microbubbles In The Absence Of A Dynamic Stimulus*, Journal Phys. Chem, Vol. 111, No. 6, 1343-1347 (2007)
7. J. M.C. Gutteridge, *Invited Review Free Radicals in Disease Processes: A Compilation of Cause and Consequence*, *Free Rad. Res. Contnts*, Harwood Academic Publisher GmbH, Vol. 19 No. 3 (1993)
8. E. Peralta, G. Roa, J.A. Hernandez-Servin, R. Romero, P. Balderas, R. Natividad, *Hydroxyl Radicals quantification by UV spectrophotometry*, *Electrochimica Acta*, Vol 129 (2014)