

## OPTIMASI ELEKTRODA PADA SISTEM PEMBANGKIT PLASMA NON TERMİK UNTUK MENINGKATKAN KUANTITAS BENIH *MANGROVE*

*Much. Azam dan Eko Hidayanto*

*Lab Fisika atom dan inti , Fisika FMIPA UNDIP*

### ABSTRACT

*The Mangrove is the tropics nature resources that has two aspects, economics and ecology. This plant can be irradiated by the corona discharge. It is need to radiate mangrove seed with nitrogen and analize it's growt. For that have need optimizations of the electrode on the non thermics plasma generator system in order to get the effective and the efficient radiations. The steps of the research are : analize system, make a prototype, test the prototype with simulations, compare the simulations result with the experiment result and analize the results. From the research can get conclusion that: 1) had been succes to make prototype of the mangrove plant reproduction system by the corona discharge plasma technology with the point-plant electrode, 2) the simulations result show that electrical fields shall increase if the distance from electrode has been decreases, or the voltage of electrode has been incresed, or the distance among electrode has been decreased or the value of the electrode radius.has been opotimum, 3) the result of simulations show that the current density shall decrease if distance among electrode has been decreased, 4)for the same distance electrode, the electricel fields of the experiment results is bigger than the simulations result, because the value of permeability and permittivity medium on the simulation is using the value of the vaccum space.*

*Key words : the non thermics plasma, iradition, Mangrove*

### INTISARI

*Mangrove merupakan sumber daya alam daerah tropis yang memiliki manfaat ganda baik dari aspek ekonomi maupun ekologi dan plasma lucutan pijar korona digunakan untuk meradiasi benih tanaman khususnya pada tumbuhan mangrove. Untuk itu perlu dilakukan peradiasian biji mangrove dan melakukan analisis terhadap hasil pertumbuhannya. Langkah awal yang dilakukan yaitu melakukan optimasi elektroda pada sistem pembangkit plasma non agar diperoleh peradiasian yang efektif dan efisien. Tahapan penelitian dilakukan yaitu: analisa kebutuhan, pembuatan prototipe, pengujian prototipe dengan simulasi, membandingkan hasil simulasi dengan hasil eksperimen dan analisa hasil. Dari penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut: 1) telah berhasil dibuat prototype pemulian benih mangrove dengan menggunakan plasma non termik berdasarkan simulasi bentuk elektroda titik bidang, 2) hasil simulasi menunjukkan bahwa kuat medan listrik akan meningkat jika jarak titik ukur dengan ujung elektroda semakin kecil, tegangan elektroda diperbesar, jarak antar elektroda diperkecil, atau ukuran jari-jari elektroda bernilai optimum, 3) hasil simulasi menunjukkan juga bahwa rapat arus akan menurun jika jarak antar diperbesar dan 4) untuk jarak elektroda yang sama, kuat medan listrik hasil eksperimen lebih besar dibanding hasil simulasi karena pada simulasi mediumnya dianggap ruang hampa.*

*Kata Kunci : Plasma non termik, iradiasi, mangrove*

### PENDAHULUAN

Dewasa ini kelestarian hutan mangrove semakin terancam oleh berbagai aktivitas manusia dan pertumbuhan kegiatan ekonomi. Pada ahir tahun 80-an

Indonesia telah kehilangan sekitar 40% areal mangrovenya.. Salah satu upaya untuk merehabilitasi keberadaan hutan mangrove adalah aktivitas penanaman kembali hutan mangrove yang didukung

oleh penyiapan bibit dari beberapa species tumbuhan hutan mangrove itu sendiri.

Dalam upaya menangani masalah pemuliaan dan teknologi benih, maka perlu teknologi baru yang dapat menangani masalah pemuliaan dan teknologi benih. Salah satunya yaitu teknik pemuliaan benih ini menggunakan teknologi plasma.

Untuk menjawab permasalahan ini maka perlu dilakukan peradiasian biji mangrove dan melakukan analisis terhadap hasil pertumbuhannya. Langkah awal yang perlu dilakukan yaitu melakukan optimasi elektroda pada sistem pembangkit plasma non agar diperoleh peradiasian yang efektif dan efisien.

Teknologi Plasma, terutama plasma non termik mulai dimanfaatkan untuk kepentingan biologi, medis dan pertanian. Pemanfaatan ini didasari atas sifat plasma non-termik yakni mudahnya plasma jenis-jenis tersebut menghasilkan senyawa-senyawa radikal bebas (*free radical*), ion-ion dan atom-atom radikal [1]. Senyawa-senyawa radikal, atom-atom dan ion-ion sangat mudah didorongkan kepada bagian tumbuhan yang ingin diradiasi dengan plasma.

Plasma non termik dapat dibangkitkan melalui lucutan korona yakni plasma yang dibangkitkan oleh dua elektroda yang mempunyai geometri yang

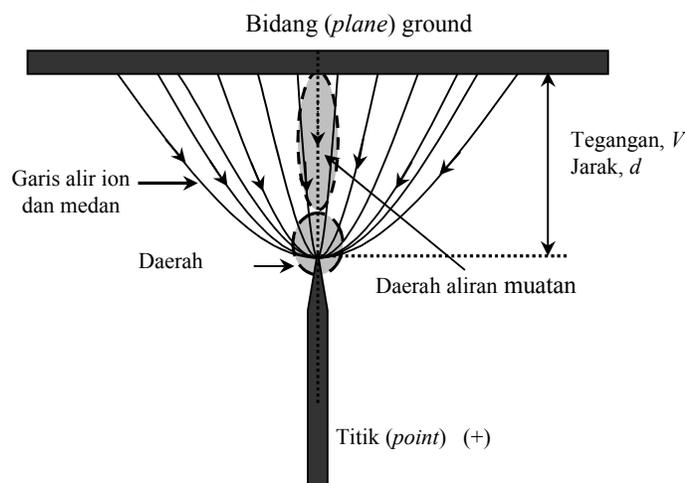
berbeda pada kondisi tekanan 1 atmosfer, sehingga tidak memerlukan suatu reaktor khusus. Lucutan korona dimulai ketika medan listrik disekitar elektroda dengan bentuk geometri sangat lengkung (elektroda aktif) memiliki kemampuan untuk mengionisasi spesies gas [2].

Menurut Sigmond [3], ion-ion yang mengalir melalui daerah aliran muatan (*drift region*) akan menghasilkan arus yang dinamakan arus saturasi *unipolar* korona. Pada konfigurasi elektroda geometri hiperboloid-bidang (pendekatan untuk konfigurasi titik-bidang), arus saturasi *unipolar* korona diberikan oleh persamaan berikut,

$$\frac{I_s}{V^2} = \frac{2\mu\epsilon_0}{d} \quad (1)$$

dengan  $I_s$  adalah arus saturasi *unipolar* korona,  $V$  adalah tegangan korona,  $\mu$  adalah mobilitas ion unipolar,  $\epsilon_0$  adalah permitivitas ruang hampa, dan  $d$  adalah jarak antar elektroda.

Pada gambar 1 terlihat daerah dalam lucutan pijar korona antara dua elektroda dengan konfigurasi geometri hiperboloid-bidang yang merupakan pendekatan terhadap geometri titik-bidang.



Gambar 1. Ilustrasi daerah antara dua elektroda pada lucutan korona titik bidang dengan polaritas positif pada elektroda titik [3]

Dari pemaparan yang dikemukakan pada pendahuluan di atas, diperoleh suatu permasalahan, yaitu perlunya optimasi elektroda pada pembangkit plasma dengan melalui simulasi .

## **METODE PENELITIAN**

### **Pembuatan prototipe**

Pada tahap awal ditentukan terlebih dahulu prototipe reaktor plasma yang meliputi Analisa kebutuhan, studi literatur dan melakukan perancangan susunan elektroda pada peralatan pembangkit plasma. Penghitungan secara teori, arsitektur sistem dan algoritma melakukan penulisan listing program.

### **Pengujian Prototipe dan simulasi**

Untuk mengetahui apakah program yang dibuat sudah benar maka perlu diuji yaitu dengan mensimulasi besaran fisis yang terkait, antara lain: beda potensial elektroda, arus yang mengalir, jarak elektroda , ukuran elektroda dan bentuk elektroda.

### **Pengolahan dan Analisis data**

Agar dapat dihasilkan plasma yang optimum perlu diketahui susunan atau geometri elektroda yang tepat. Untuk itu perlu dilakukan simulasi besaran-besaran fisis yang terkait dengan proses pembangkitan plasma, misal: pengaruh arus listrik, tegangan listrik, jarak

elektroda dan bentuk elektroda terhadap kuat medan yang dihasilkan.

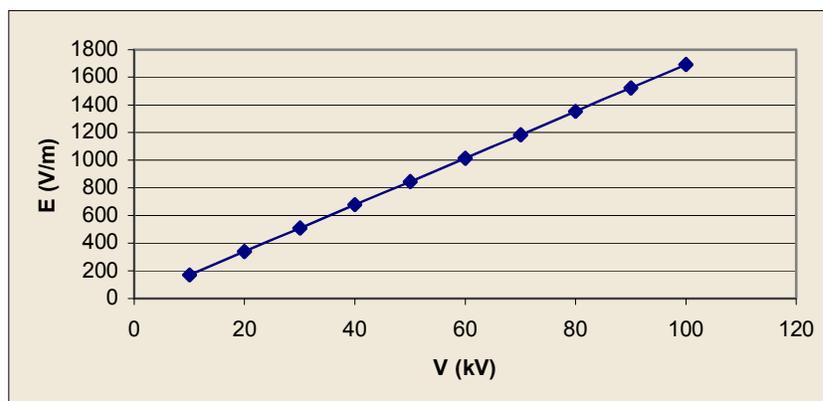
Dari penelitian dibuat program simulasi yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh arus listrik, tegangan listrik, jarak elektroda dan bentuk elektroda terhadap kuat medan listrik pada pembangkit plasma. Kemudian hasil simulasi dibandingkan dengan hasil eksperimen.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

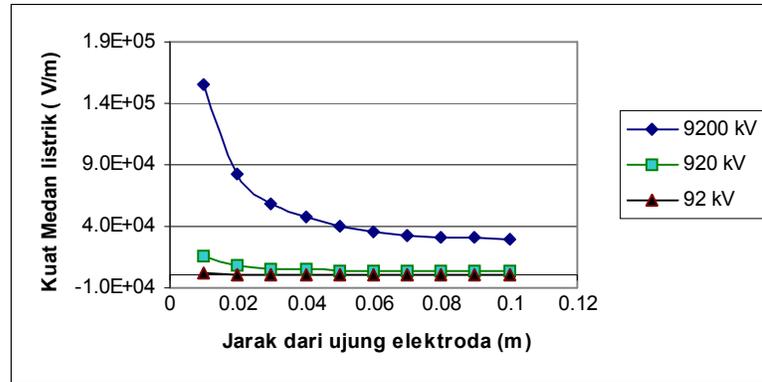
### **Pengaruh Tegangan Terhadap Kuat Medan Listrik antara Dua Elektroda**

Pembangkitan plasma dipengaruhi oleh tegangan, kuat medan listrik, ukuran maupun bentuk elektroda. Pada penelitian ini telah berhasil dibuat program simulasi dan dilakukan simulasi untuk mengetahui pengaruh dari beberapa besaran fisis terhadap pembangkitan plasma untuk pemuliaan mangrove khususnya terkait dengan kuat medan listrik yang dihasilkan pada elektroda titik bidang.

Pada gambar 2 terlihat bahwa peningkatan kuat medan listrik yang dihasilkan sebanding dengan kenaikan tegangan listrik yang diberikan pada elektroda. Jadi Kuat medan listrik pada suatu titik di antara dua elektroda akan meningkat jika tegangan dinaikkan



Gambar 2 Pengaruh tegangan listrik terhadap kuat medan listrik antara dua elektroda ( titik- bidang ) , dengan  $r = 0.46$  mm,  $x = 0,01$  mm



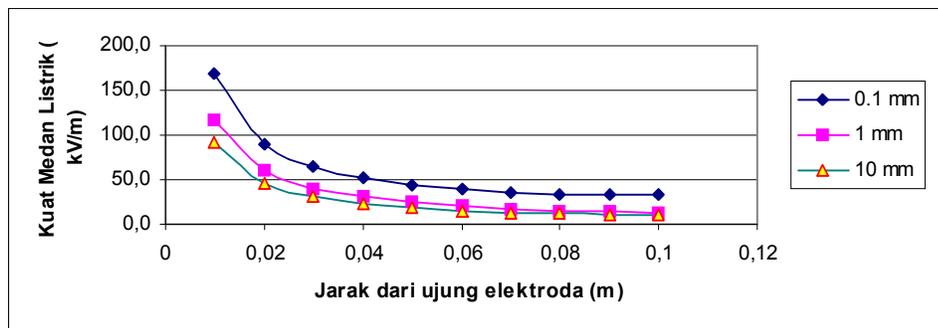
Gambar 3. Pengaruh jarak titik pengamatan dan tegangan listrik terhadap kuat medan listrik antara dua elektroda ( titik- bidang) , dengan  $r = 0.46$  mm, dan  $d = 0,1$  mm.

Pada gambar 3. terlihat bahwa untuk suatu nilai tegangan tertentu, kuat medan listrik cenderung menurun secara eksponensial jika titik yang diukur semakin jauh dari ujung elektroda. Sedangkan untuk titik yang sama, jika tegangan diperbesar maka kuat medan yang dihasilkan juga semakin besar.

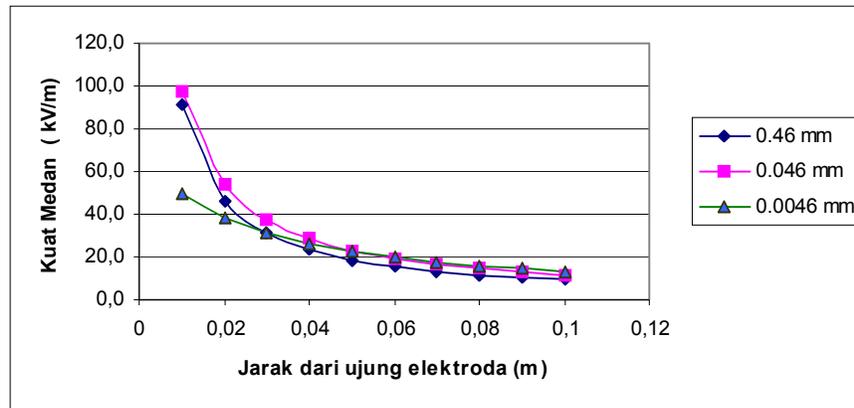
**Pengaruh Jarak elektroda Terhadap Kuat Medan Listrik antara Dua Elektroda.**

Pada gambar 4 terlihat bahwa untuk suatu nilai jarak elektroda tertentu, kuat medan listrik cenderung menurun secara eksponensial jika titik yang diukur semakin jauh dari ujung elektroda. Sedangkan untuk titik yang sama, jika jarak elektroda diperbesar maka kuat

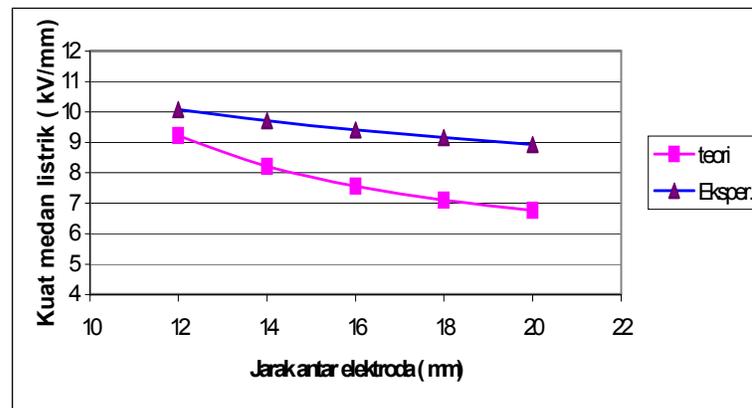
medan yang dihasilkan akan semakin kecil. Jadi kuat medan listrik berbanding terbalik dengan jarak antara dua elektroda. Pada gambar 5 tampak bahwa untuk suatu nilai jari-jari elektroda tertentu, kuat medan listrik cenderung menurun secara eksponensial jika titik yang diukur semakin jauh dari ujung elektroda. Untuk titik pengamatan berjarak 0,01 – 0,05 m, elektroda yang berjari-jari 0,046mm menghasilkan kuat medan yang lebih besar dibanding yang dihasilkan oleh dua ukuran jari-jari elektroda lain. Atau dapat dikatakan bahwa jari-jari elektroda 0,046 mm adalah optimum untuk jarak elektroda 10 mm.



Gambar 4. Pengaruh jarak titik pengamatan dan jarak elektroda terhadap kuat medan listrik antara dua elektroda ( titik- bidang) , dengan  $r = 0.00046$  m, dan  $V = 10$  kV.



Gambar 5 Pengaruh jarak titik pengamatan dan jari-jari elektroda terhadap kuat medan listrik antara dua elektroda ( titik- bidang) .



Gambar 6. Perbandingan antara teori dengan eksperimen untuk pengaruh jarak elektroda terhadap kuat medan listrik

### Perbandingan teori dengan eksperimen

Setelah dilakukan simulasi pengaruh jarak elektroda terhadap kuat medan listrik yang dihasilkan oleh pembangkit plasma, hasilnya dibandingkan dengan hasil eksperimen. Pada penelitian ini digunakan nilai besaran fisis yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 6.

Pada Gambar 6 terlihat bahwa bentuk kurva antara hasil simulasi dengan eksperimen cenderung sama. Kuat medan listrik akan mengecil jika jarak elektroda diperbesar. Untuk jarak elektroda yang sama, kuat medan listrik hasil eksperimen lebih besar dibanding hasil

simulasi. Hal ini disebabkan nilai permeabilitas dan permittivitas medium untuk eksperimen lebih besar dibanding permeabilitas dan permittivitas ruang, sedangkan pada simulasi medium dianggap ruang hampa.

### KESIMPULAN

Dari hasil analisa data dan pembahasan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Kuat medan listrik akan meningkat jika jarak titik ukur dengan ujung elektroda semakin kecil, tegangan elektroda diperbesar, jarak antar elektroda diperkecil, atau ukuran jari-jari elektroda bernilai optimum.

2. Untuk jarak elektroda yang sama, kuat medan listrik hasil eksperimen lebih besar dibanding hasil simulasi. Hal ini disebabkan nilai permeabilitas dan permittivitas medium untuk eksperimen lebih besar dibanding permeabilitas dan permittivitas ruang, sedangkan pada simulasi medium dianggap ruang hampa

## SARAN

Agar diperoleh hasil yang lebih baik atau lebih mendekati eksperimen, pada penelitian selanjutnya perlu dicoba medium antar elektroda yang bukan hampa udara dan bentuk elektrodanya perlu divariasikan.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor UNDIP, Ketua LEM-LIT UNDIP dan Dr. M. Nur selaku ketua Pusdi Aplikasi Radiasi dan Rekayasa Bahan yang telah memberikan bantuannya sehingga penulis mendapatkan dana untuk

penelitian ini. Noor Rohmad F, mahasiswa Fisika UNDIP angkatan 2000 yang telah memberikan data eksperimennya sehingga penulis dapat membandingkan dengan hasil simulasi..

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nur, M., dkk, 2003, "Pereduksian dengan Menggunakan Plasma Non-Termik", Temu Ilmiah HFI Jateng 2003.
- [2] Chen, J., and Davidson, J. H., 2003, "Electron Density and Energy Distributions in the Positive DC Corona: Interpretation for Corona-Enhanced Chemical Reactions", Plasma Chemistry and Plasma Processing, Vol. 22, PP 199 – 224.
- [3] Sigmond, R.S., 1982, "Simple Approximation Treatment of Unipolar Space-charge-dominated Coronas: The Warburg Law and The Saturation Current", J. Appl. Phys., Vol 53(2), pp 891-898