

Karakterisasi reaktor plasma berarus positif dengan konfigurasi elektroda titik-bidang dan penerapannya pada kain *polyester grey*

Ukhti Nurohma Rizki¹⁾, Zaenul Muhlisin¹⁾ dan Fajar Arianto¹⁾

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: ukhti.nr@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

In this research, the effect of corona discharge plasma radiation on polyester knitting fabrics aimed at obtaining characterization of stress, current and distance relationships, obtaining ion mobility values, obtaining irradiated polyester knit fabric characterization, and obtaining SEM results showing morphological changes fabric. The reactor used is a corona discharge plasma reactor with a configuration of positive point of origin with DC high voltage generator, 15x15 cm in size with the number of 100 point needles. Factors affecting non-sample characterization or with polyester knit fabric sample as irradiation parameters include duration of irradiation, electrode spacing, and applied voltage. Based on the results of unsampled characterization and with samples using 10 variations of distance, from 0.9 cm, 2.1 cm, 2.4 cm, 2.7 cm, 3.0 cm, 3.3 cm and 3.6 cm. The result of unsampled characterization shows the current and the resulting voltage is higher than the sample. This, due to the resistivity of the fabric is lower than air resistivity, so the resulting voltage and current are small. Can be seen at a distance of 0.9 cm without sampling a rise in current of 2.5 mA with a magnitude of 0.535 kV, and there is a sample at a current rise at 2.5 mA resulting only a voltage of 0.236 kV. The resulting ion mobility shows that the greater the electrode distance the ion mobility becomes smaller. The water drop test used 5 variations of distance from 1.2 cm, 1.5 cm, 1.8 cm, 2.1 cm and 2.4 cm with duration of 5-35 minutes with 5-minute increments. Water drop test results also show that the longer the process of irradiation of polyester knitting cloth gray, then the absorption time increases. This is shown in the study where the duration of 5 minutes obtained the absorption time of 6.42 seconds while in the duration of 35 minutes obtained time 2.87 seconds. in SEM test results used 3 fabric where the fabric I as control, fabric II and fabric III experienced plasma irradiation. The control fabric has a finer surface than the plasma-treated cloth. SEM test results note that plasma change morphology on polyester fabric, thus increasing the roughness of fabric surface.

Keywords: polyester fabrics, ion mobility, multi-point fields, textile treatment, corona plasma, clashing fabric properties

ABSTRAK

Dalam penelitian ini, pengaruh radiasi plasma lucutan pijar korona terhadap kain polyester rajut grey yang bertujuan, mendapatkan karakterisasi hubungan tegangan, arus dan jarak, mendapatkan nilai mobilitas ion, mendapatkan karakterisasi kain polyester rajut grey yang telah diiradiasi, dan mendapatkan hasil SEM yang menunjukkan perubahan morfologi kain. Reaktor yang digunakan merupakan reaktor plasma lucutan pijar korona dengan konfigurasi titik bidang berarus positif dengan pembangkit tegangan tinggi DC, berukuran 15x15 cm dengan banyaknya jarum 100 titik. Faktor – faktor yang mempengaruhi karakterisasi tanpa sampel atau dengan sampel kain polyester rajut grey sebagai parameter-parameter peradiasian meliputi lamanya peradiasian, jarak elektroda, dan tegangan yang diberikan. Berdasarkan hasil karakterisasi tanpa sampel dan dengan sampel menggunakan 10 variasi jarak, dari 0,9 cm, 2,1 cm, 2,4 cm, 2,7 cm, 3,0 cm, 3,3 cm dan 3,6 cm. Hasil karakterisasi tanpa sampel menunjukan arus dan tegangan yang dihasilkan lebih tinggi dibanding dengan adanya sampel. Hal ini, disebabkan resistivitas kain lebih rendah dibanding resistivitas udara, sehingga tegangan dan arus yang dihasilkan kecil. Dapat dilihat pada jarak 0,9 cm tanpa sampel terjadi kenaikan arus 2,5 mA dengan besarnya tegangan 0,535 kV, dan ada sampel pada kenaikan arus di 2,5 mA hanya menghasilkan tegangan sebesar 0,236 kV. Mobilitas ion yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin besar jarak elektroda maka mobilitas ionnya makin kecil. Pada uji tetes air digunakan 5 variasi jarak dari jarak 1,2 cm, 1,5 cm, 1,8 cm, 2,1 cm dan 2,4 cm dengan durasi waktu 5-35 menit dengan kelipatan 5 menit. Hasil uji tetes air juga menunjukkan hasil bahwa semakin lama proses peradiasian kain polyester rajut grey maka waktu serap meningkat. Hal ini ditunjukkan pada penelitian

dimana pada durasi 5 menit didapatkan waktu penyerapan 6,42 sekon sedangkan pada durasi 35 menit didapatkan waktu 2,87 sekon. pada hasil uji SEM digunakan 3 kain dimana kain I sebagai kontrol, kain II dan kain III mengalami peradiasian plasma. Kain kontrol memiliki permukaan yang lebih halus dibanding kain yang mengalami peradiasian plasma. Hasil uji SEM diketahui bahwa plasma mengubah morfologi pada kain polyester, sehingga meningkatkan kekasaran permukaan kain.

Kata kunci : kain polyester, mobilitas ion, multi titik bidang, perlakuan tekstil, plasma korona, sifat pebasahan kain

PENDAHULUAN

Proses penyempurnaan kain tekstil hampir selalu dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat kain sebelum dikirim ke konsumen. Namun, proses penyempurnaan kain masih menggunakan cara konvensional yang membutuhkan air, energi dalam jumlah banyak, dan menghasilkan limbah yang sulit untuk dikelola. Energi yang digunakan dalam proses konvensional masih menggunakan bahan bakar minyak dan batu bara, keduanya merupakan sumber daya alam yang terbatas dan dapat habis pada suatu saat [1]. Oleh karena itu diperlukan teknologi alternatif, Penggunaan plasma pada bahan tekstil menunjukkan potensi yang sangat besar sebagai salah satu teknologi alternatif untuk pengolahan tekstil. Industri tekstil merupakan cabang usaha yang paling menjanjikan di Indonesia..Salah satu, proses yang berpengaruh terhadap sifat dan karakteristik kain adalah proses *finishing* atau penyempurnaan tekstil [2].

Mengubah kain mentah menjadi kain siap pakai merupakan definisi dari teknologi penyempurnaan tekstil [3]. Salah satu teknologi yang sering digunakan adalah teknologi basah kain yang membutuhkan air dalam jumlah banyak dalam prosesnya, dan menghasilkan limbah tekstil yang sulit untuk dikelola, sehingga diperlukan teknologi yang lebih efisien, hemat energi dan ramah lingkungan. Salah satu parameter dilakukannya penyempurnaan tekstil dalam industri tekstil adalah meningkatkan kelembaban kain [3].

Kandungan kelembaban kain adalah kemampuan serat tekstil untuk menyimpan uap air dalam kondisi ruang standar, pada umumnya serat tekstil cenderung bersifat hidrofobik (menolak air). *Treatment* terhadap sifat tekstil yang menolak cairan ini merupakan salah satu *treatment* yang paling eksklusif saat ini [1]. Penelitian yang telah dilakukan Canbolat, dkk. (2015) menyatakan bahwa dalam proses pencelupan tekstil, penggunaan air dan bahan kimia menyebabkan masalah untuk lingkungan hidup. Terutama pencelupan pada tekstil non-tenun yang menggunakan bahan sintetis [1], [4].

Bahan sintesis tekstil yang paling sering digunakan adalah kain *polyester*. Kain *polyester* merupakan salah satu kain yang dijadikan objek modifikasi menggunakan teknologi plasma. Kain *polyester* unggul dalam hal kekuatan, anti kusut dan tahan terhadap berbagai bahan kimia. Namun demikian, kain *polyester* memiliki kekurangan, yaitu sifat hidrofobik, tidak dapat menyerap keringat, dan kurang nyaman digunakan. Kekurangan-kekurangan tersebut dapat diatasi salah satu diantaranya menggunakan teknologi plasma [4].

Penelitian tentang plasma pada kain *polyester* juga pernah dilakukan oleh Kailani (2005) dengan metode plasma GDP. *Polyester* sangat sedikit mengandung gugus hidrofil sehingga termasuk serat hidrofob dan pada kondisi normal mempunyai kandungan air (*Moisture regain*) hanya 0,4%. Dengan metode GDP selama 20 menit didapatkan penurunan berat *polyester grey*, dan kekuatan

serat *polyester grey* sebesar 0,6 % dan 19,2 %. Pengujian penurunan massa kain dilakukan untuk mengetahui besarnya permukaan serat yang dapat terkikis oleh energi tersebut [2]. Penurunan kekuatan dimaksudkan untuk mengetahui besarnya kerusakan serat yang ditimbulkan oleh energi tersebut. Pengujian dengan SEM untuk memastikan adanya perubahan morfologi permukaan kain *polyester grey*. Penelitian lainnya juga pernah dilakukan oleh Xu dan Xin Liu (2003) dengan lucutan plasma korona, lucutan korona merupakan suatu metode untuk meningkatkan sifat hidrofilik polimer, terutama untuk meningkatkan kekuatan material komposit [5].

Perkembangan dalam pemanfaatan plasma untuk bahan tekstil memiliki potensi besar sebagai teknologi alternatif untuk pengolahan tekstil, karena hemat energi dan ramah lingkungan. Dalam penelitian ini dikaji perubahan sifat-sifat fisik kain *polyester* akibat peradiasian plasma untuk meningkatkan sifat hidrofilik kain tersebut [5]. Jenis plasma yang digunakan dalam penelitian ini adalah plasma pijar korona berarus positif konfigurasi titik bidang dan penerapannya pada kain *polyester* rajut *grey*. Konfigurasi elektroda multi titik-bidang, akan didapatkan lucutan plasma yang akan menembaki kain *polyester* rajut *grey* yang bersifat hidrofobik, sehingga dapat meningkatkan waktu serap dari kain *polyester* rajut *grey*, dan membuat kain lebih cepat menyerap air [5].

Plasma

Plasma merupakan gas terionisasi dalam lucutan listrik [6]. Lucutan korona dimulai, ketika medan listrik disekitar elektroda aktif (elektroda titik) memiliki kemampuan untuk mengionisasi gas. Derajat ionisasi dapat dikontrol dengan tegangan yang diaplikasikan, jika tegangan dinaikan ionisasi yang terjadi akan semakin banyak [6]. Variabel tegangan listrik yang diberikan berhubungan dengan banyaknya elektron berenergi yang dihasilkan reaktor plasma, semakin besar tegangan listrik

yang diberikan pada elektroda maka semakin banyak ion dan elektron bebas yang terbentuk [7].

Dengan membuat plasma dalam air akan dihasilkan berbagai macam spesies aktif seperti OH^- , H^+ , O_3 , H_2O [3]. Hampir semua spesies aktif ini memiliki tingkat oksida potensial yang tinggi yang berpotensi dalam menguraikan kandungan senyawa organik dalam air. Namun, plasma juga menghasilkan sinar ultraviolet dan gelombang kejut yang berpotensi mengurangi senyawa organik dalam air secara signifikan [8].

Plasma Korona

Plasma atmosfer dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik melewati udara. Kandungan udara adalah 78% nitrogen, 20% oksigen, 0,93% argon, 0,03% karon dioksida dan 0,003 % gas-gas lain seperti neon, helium, metana dll. Gas yang digunakan berada pada temperatur atmosfer sehingga partikel arus dalam jumlah yang besar akan dihasilkan dan menyebabkan gas menjadi bersifat konduktif. Plasma tekanan atmosfer biasanya berupa *Glow Discharges Plasma*, dan dikarakteristikan sebagai lucutan *non-thermal* yang dibangkitkan dengan menggunakan *high voltages* yang melintasi celah non-konduktif yang akan mencegah terjadinya transisi dari plasma ke *arc*. Plasma atmosfer memproduksi lucutan yang lebih halus dan awan gas terionisasi yang tidak terlihat [9]. Pada *atmospheric plasma* arus searah (DC) adalah sumber yang biasa digunakan untuk menghasilkan plasma lucutan korona. Plasma atmosfer biasanya dihasilkan oleh lucutan korona. Pada plasma korona digunakan konfigurasi kawat yang berperan sebagai katoda dan bidang sebagai anoda. Kemudian reaktor dibangkitkan dengan menggunakan tegangan tinggi DC. Cahaya plasma akan terlihat di antara celah disekitar ujung titik anoda untuk polaritas positif dan pada ujung titik katoda untuk polaritas negatif [10].

Mobilitas Ion Positif

Persamaan 1 digunakan untuk mencari nilai mobilitas rerata pembawa muatan pada plasma korona,

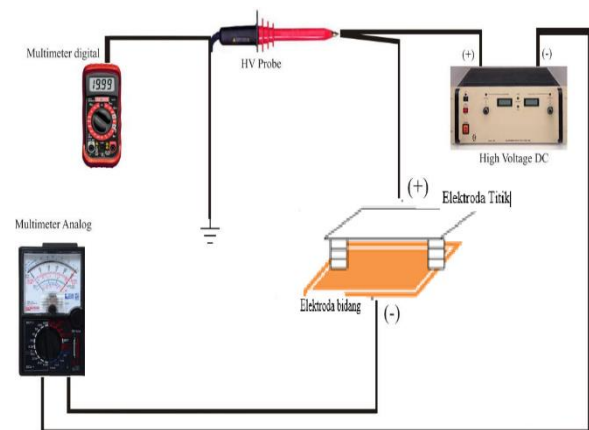
$$\mu = \frac{I_s d}{2 V^2 \epsilon_0 n_e} \quad (1)$$

Dengan μ adalah mobilitas dengan satuan ($cm^2/V.s$), C adalah suatu konstanta dalam (mA/kV), d adalah jarak antar elektroda (m), ϵ adalah permitivitas bahan (F/m), dan n_e adalah banyaknya titik pada elektroda [9].

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dari September sampai dengan Oktober 2017 di Ruang Workshop Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro.

Pembuatan elektroda titik-bidang pada penelitian ini menggunakan PCB *fiber* berukuran 15x15 cm untuk elektroda titik dan 30x30 cm untuk elektroda bidang, sedangkan titik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan paku berbahan *stainless steel* berdiameter 0,5 mm dengan panjang 1,6 cm, sebanyak 100 titik, dengan jarak tiap titik yaitu 1,3 cm. Jarum paku yang digunakan dimasukkan ke dalam lubang PCB dan disolder. Di atas elektroda titik bidang (PCB *fiber*) dilapisi mika yang berukuran 15x15 cm sebagai isolator dan penyangga. Di bawah elektroda bidang dilapisi kaca dengan ukuran 30x30 cm sebagai isolator untuk mencegah terjadinya *ground*, skema rangkaian alat penelitian ditunjukkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Skema peralatan penelitian

Penelitian ini dengan tahapan yaitu perancangan dan perakitan reaktor plasma korona serta penyusunan alat sesuai dengan skema penelitian, kemudian dilakukan pengambilan data pada reaktor plasma korona baik tanpa sampel atau dengan sampel kain *polyester grey* yaitu I (arus) dan V (tegangan), tegangan yang digunakan adalah DC, dan variasi jarak antar elektroda sebesar 0,9 cm; 1,2 cm; 1,5 cm; 1,8 cm; 2,1 cm; 2,4 cm; 2,7 cm; 3 cm; 3,3 cm dan 3,6 cm. Setelah dibuat karakteristik arus sebagai fungsi dari tegangan, maka akan dicari nilai mobilitas rerata pembawa muatan pada reaktor plasma menggunakan persamaan 1. Setelah itu akan dilakukan peradiasian pada kain, dengan variasi jarak sebesar 1,2 cm; 1,5 cm; 1,8 cm; 2,1 cm; dan 2,4 cm, serta variasi waktu yaitu 0 menit, 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, dan 35 menit. Setelah peradiasian akan dilakukan uji tetes cairan untuk dikaji perubahan sifat fisis kain yang terjadi akibat perlakuan plasma, dengan uji tunda yang diberikan selama 24 jam dan uji SEM (*Sanning Electron Michroscopy*) untuk dikaji perubahan morfologi kain setelah iradiasian plasma dan sebelum peradiasian plasma dilakukan pada kain, untuk hipotesis sementara didapatkan hasil bahwa kain yang mengalami peradiasian plasma mengalami kerusakan lebih banyak dibanding kain kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tegangan (V) dan Arus (I) Reaktor Lucutan Plasma Korona

Karakterisasi arus (I) dan tegangan (V) didapatkan dengan menyuplai tegangan tinggi DC secara perlahan, sehingga didapatkan kondisi yang stabil dengan kenaikan arus. Pada tegangan yang cukup rendah tidak terjadi apa-apa. Jika tegangan dinaikkan maka akan terjadi lucutan korona secara bertahap. Pertama, elektroda titik akan kelihatan bercahaya berwarna ungu muda, mengeluarkan suara desis dan berbau ozon. Jika tegangan dinaikkan secara terus menerus, maka karakteristik di atas akan terlihat semakin jelas, terutama pada bagian yang tajam atau runcing serta cahaya yang terjadi bertambah besar dan terang. Bila tegangan terus dinaikkan maka akan terjadi busur api.

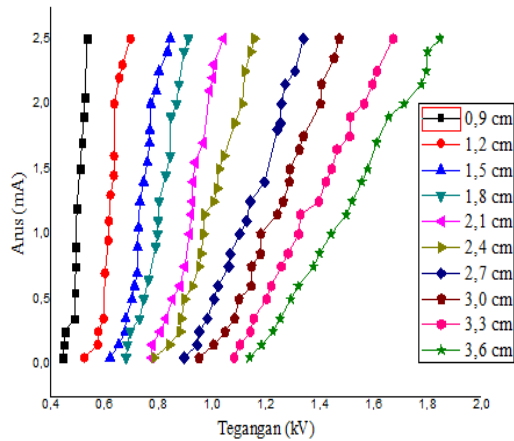
Pada keadaan udara lembab, proses lucutan korona menghasilkan asam nitrogen yang menyebabkan jarum menjadi berkarat karena kehilangan daya yang cukup besar. Apabila diberikan tegangan DC, maka pada titik lucutan positif menampakkan diri dalam bentuk cahaya yang seragam pada permukaan titik, sedangkan titik lucutan negatif hanya pada tempat-tempat tertentu saja. Ketika tegangan tinggi DC diberikan maka akan terjadi perbedaan potensial antara kutub positif dan kutub negatif, kutub positif adalah elektroda titik dan kutub negatif adalah elektroda bidang [10]. Perbedaan potensial menyebabkan terjadinya ionisasi, elektron dari kedua elektroda akan mengionisasi udara di sekitarnya. Proses ionisasi ini menyebabkan tumbukan antar elektron menjadi elektron primer dan sekunder. Elektron – elektron sekunder tersebut diciptakan oleh ionisasi yang disebabkan oleh foton yang dipancarkan karena proses deeksitasi atom [10]. Kemudian elektron-elektron tersebut akan terus menumbuk selama masih ada perbedaan potensial dan saling terionisasi yang menyebabkan ionisasi berantai. Ionisasi

berantai ini menyebabkan guguran elektron. Ketika guguran elektron tersebut mencapai elektroda positif, ion positif dalam celah bergerak perlahan ke arah elektroda yang berlawanan (elektroda negatif). Dekat elektroda positif (titik) akan terbentuk muatan ruang. Kehadiran muatan ruang positif akan mengurangi medan listrik di sekitar elektroda titik. Hal ini menyebabkan ionisasi yang jauh dari elektroda titik akan semakin lemah. Proses deeksitasi yang terjadi membuat terjadinya reaksi rekombinasi menyebabkan pengikatan elektron oleh ion menjadi spesies netral atau ion negatif yang disertai pemancaran foton untuk mendapatkan kondisi yang stabil [10]. Proses ionisasi dan rekombinasi inilah yang menyebabkan terjadinya lucutan korona pada titik bidang sehingga dihasilkan sinar UV dan bau ozon karena tumbukan elektron dengan gas ruang pada tegangan tinggi. Gambar karakterisasi arus (I) dan tegangan tanpa sampel ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar karakterisasi ada sampel ditunjukkan pada Gambar 3. Pada kedua grafik tersebut didapatkan bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan maka arus yang dihasilkan semakin tinggi pula, serta semakin jauh jarak elektroda, tegangan yang dibutuhkan semakin tinggi yang membuat grafik menjadi landai. Grafik yang landai tersebut menunjukkan bahwa gradien grafik tersebut kecil.

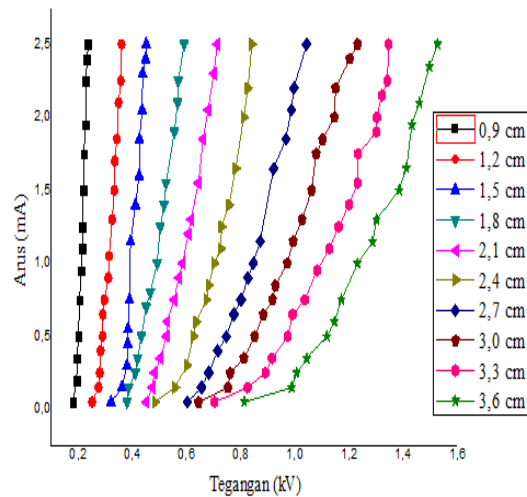
Pada Gambar 2 terlihat bahan pada jarak 0,9 cm didapatkan arus sebesar 0,05 mA menghasilkan tegangan sebesar 0.433 kV pada kenaikan arus 2.5 mA didapatkan tegangan 0,535 kV. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan maka arus yang dihasilkan akan semakin tinggi, sehingga dalam grafik arus yang dihasilkan mengalami kenaikan. Pada tegangan rendah elektron-elektron tidak banyak berpengaruh pada atom-atom gas, karena hanya sedikit mengalami ionisasi yang dihasilkan tidak banyak menambah arus sehingga arus yang di bawah tegangan minimum tidak bisa terbaca.

Dengan menaikkan tegangan secara perlahan elektron akan mendapat tambahan

energi seperti pada kenaikan arus 0,35 mA dihasilkan tegangan 0,487 kV karena arus naik terhadap tegangan maka pada titik tersebut terjadi lucutan *Townsend*. Saat tegangan dinaikkan dengan arus 2,05 mA terjadi kenaikan arus secara simultan keadaan ini disebut abnormal [11].



Gambar 2. Karakterisasi arus (*I*) dan tegangan (*V*) tanpa sampel

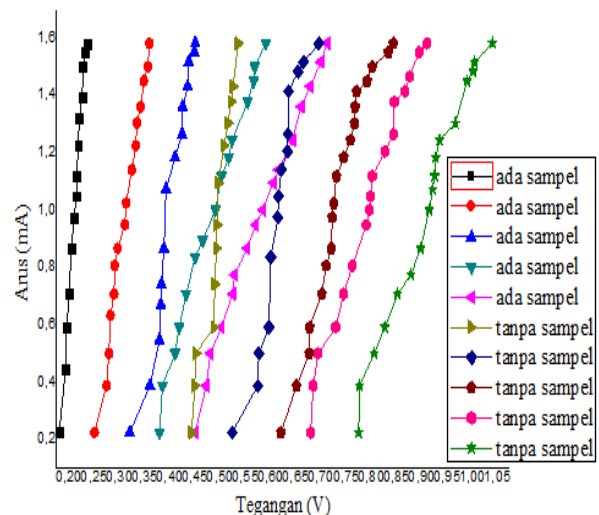


Gambar 3. Karakterisasi arus (*I*) dan tegangan (*V*) dengan sampel kain polyester

Pada Gambar 2 dan Gambar 3 terlihat grafik karakterisasi arus (*I*) sebagai fungsi tegangan (*V*) pada jarak (*d*) tertentu tanpa sampel dan dengan sampel kain *polyester*. Dari

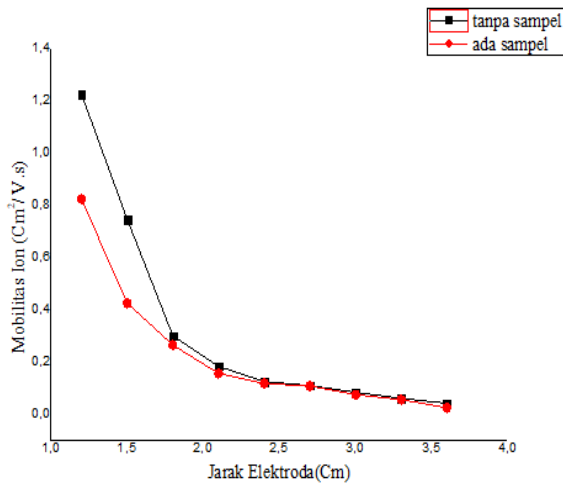
Gambar 2 dan Gambar 3 dapat diketahui bahwa semakin besar jarak elektroda maka semakin besar juga tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan lucutan, dan semakin tinggi tegangan meningkatkan arus yang dihasilkan pada elektroda. Hal ini sesuai dengan persamaan arus saturasi unipolar yaitu arus berbanding terbalik dengan jarak elektroda. Dapat terlihat dari hasil karakterisasi, semakin tinggi jarak elektroda, maka semakin besar tegangan yang dibutuhkan sehingga terjadi kerenggangan dan mengalami pergeseran kekanan pada kurva karakterisasi I-V.

Perbedaan yang terjadi pada Gambar 2 dan Gambar 3 adalah besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan arus, pada karakterisasi dengan sampel tegangan yang dibutuhkan lebih rendah dibandingkan dengan karakterisasi tanpa sampel. Hal ini dikarenakan resistivitas kain lebih kecil dibanding resistivitas udara, sehingga arus dan tegangan yang dihasilkan oleh adanya sampel lebih rendah dibanding tanpa sampel ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Karakterisasi arus (*I*) dan tegangan (*V*) tanpa dan dengan sampel

Mobilitas Rerata Pembawa Muatan Pada Reaktor Lucutan Plasma Korona



Gambar 5. Mobilitas rerata pembawa muatan reaktor plasma sebagai fungsi dari jarak elektroda

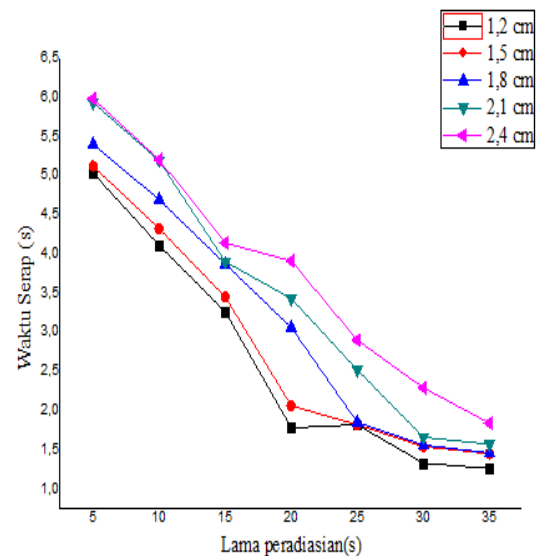
Mobilitas ion adalah kecepatan yang diperoleh suatu ion yang bergerak dalam ruang elektroda dalam setiap satuan medan listrik. Mobilitas pembawa muatan (μ) dipengaruhi oleh karakteristik arus dan tegangan $I-V$ [11].

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa semakin jauh jarak elektroda mobilitas ion yang dihasilkan semakin menurun dan nilai mobilitas ion menggunakan tanpa sampel kain lebih besar dibandingkan ada sampel. Hal ini dikarenakan pada elektroda tanpa sampel tegangan yang dibutuhkan lebih tinggi sehingga arus yang dihasilkan tinggi yang menyebabkan akan semakin banyak partikel-partikel ion yang bergerak diantara kedua elektroda. Meningkatnya arus menyebabkan nilai mobilitas semakin membesar, karena pada dasarnya nilai mobilitas ion dipengaruhi dari hasil karakterisasi arus dan tegangannya [11].

Pada Gambar 5 hasil nilai mobilitas ion tanpa sampel didapatkan nilai mobilitas maksimum tanpa sampel sebesar 2,180 cm²/V.s pada jarak 0,9 cm dan pada nilai mobilitas minimumnya adalah 0,042 cm²/V.s pada jarak 3,6 cm sedangkan nilai mobilitas maksimum pada sampel sebesar 0,743 cm²/V.s pada jarak

0,9 cm dan nilai minimumnya pada jarak 3,6 cm sebesar 0,025 cm²/V.s.

Analisis Grafik Uji Tetes Cairan Sampel Kain Poliester

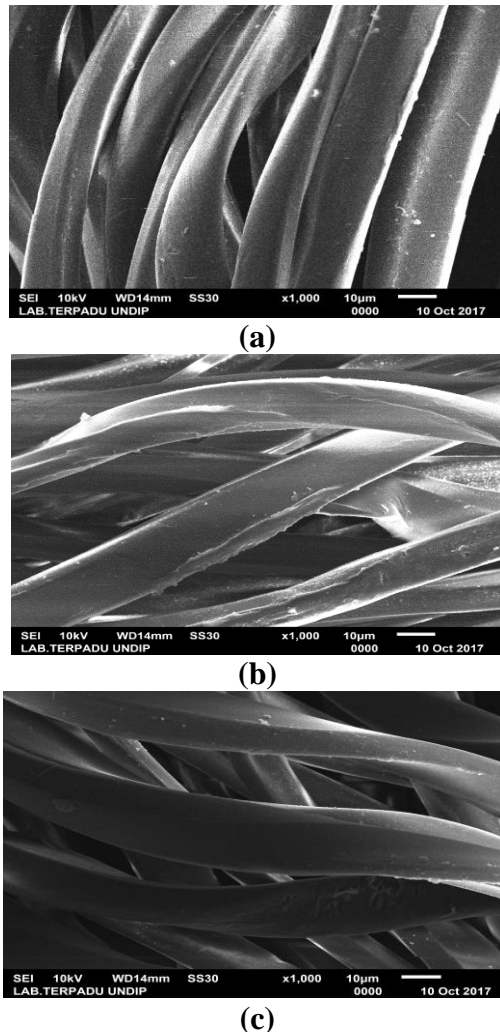


Gambar 6. Hasil uji tetes cairan sampel kain polyester rajut grey dengan variasi jarak tertentu

Berdasarkan Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu peradiasian maka semakin cepat waktu serap kain polyester rajut grey. Hal tersebut dikarenakan, partikel-partikel plasma dan ion positif menyebabkan adhesi membesar, sehingga membuat kain cepat menyerap air, pada jarak 1,2 cm merupakan jarak optimum munculnya plasma. Durasi serap jarak 1,2 cm lebih cepat dibanding dengan jarak lainnya.

Durasi serap kain polyester rajut grey juga dipengaruhi oleh mobilitas ion positifnya, jika merujuk pada mobilitas ion. Pada jarak 1,2 cm menunjukkan pergerakan ion positif tinggi.

Analisis Uji SEM (Scanning Electron Microscopy)



Gambar 6. Citra SEM kain poliester dengan perbesaran 1000x, (a) tanpa peradiasian plasma, (b) peradiasian plasma selama 20 menit pada jarak 1.2 cm, (c) peradiasian plasma selama 20 menit pada jarak 2.4 cm

Berdasarkan citra SEM pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa serat tanpa peradiasian plasma pada *polyester* memiliki permukaan yang halus sedangkan kain yang mengalami perlakuan plasma serat-serat penyusunnya memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan kain tanpa peradiasian plasma [8]. Pada penelitian uji SEM pada kain *polyester* pernah dilakukan oleh Susan (2016) mendapatkan hasil bahwa perubahan pada kain *polyester* rajut grey pernah dilakukan oleh Susan (2016), didapatkan hasil bahwa morfologi permukaan diamati dengan

membandingkan antara morfologi kain kontrol dan kain yang sudah mengalami perlakuan plasma memiliki perbedaan, kain *polyester* tanpa perlakuan plasma memiliki permukaan yang halus dibanding dengan kain yang mengalami perlakuan plasma [8].

Peradiasian plasma menghasilkan gugus reaktif dan radikal-radikal pada permukaan yang diradiasi. Pada kasus *polyester*, perlakuan plasma dapat mengoksidasi permukaan poliester dengan memutus ikatan-ikatan ester dan menciptakan radikal. Radikal-radikal ini dapat bereaksi dengan gas yang dihasilkan dan menciptakan gugus polar seperti hidroksil, karbonit, dan gugus hidroksil (C-O, C=O, C=N, dan N-C-O) [8]. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu peradiasian maka permukaan kain semakin kasar [3],[5],[7].

KESIMPULAN

Hasil karakterisasi arus (I) sebagai fungsi tegangan sebanding dengan besar tegangan yang diberikan dan berbanding terbalik dengan jarak elektroda. Hasil mobilitas ion menunjukkan semakin besar jarak elektroda maka semakin kecil nilai mobilitasnya. Hasil uji tetes cairan menunjukkan semakin lama perlakuan plasma akan semakin cepat menyerap air. Hasil uji SEM menunjukkan kain *polyester* rajut grey yang tidak diperlakukan plasma memiliki sedikit kerusakan dibanding dengan yang diperlakukan plasma

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing dan penguji yaitu Zaenul Muhlisin, M.Si, Fajar Arianto dan M. Azam. M.Si atas segala dukungan dan bimbingannya. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Tim Skripsi bimbingan Zaenul Muhlisin, M.Si atas dukungan dan bantuannya dalam pelaksanaan penelitian. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak di laboratorium D3

Instrumentasi dan Elektronika atas dukungan sarana prasana selama proses penelitian berlangsung. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada orang tua, teman-teman fisika 2013 dan sahabat-sahabat saya atas segala dukungan dan doanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kan, W.s., and Lam, Yin Ling, 2013, *Low Stress Mechanical Properties of Plasma Treated Cotton Fabric Subjected to Zinc Oxide Antimicrobial Treatment Materials*, 6, 314-333
- [2] Kailani, Z. A., 2005, *Pemanfaatan Energi Plasma dalam Proses Tekstil untuk Memperbaiki Sifat-Sifat Kain.*, P3TKN-BATAN Bandung, pp 507-513.
- [3] Suardiningsih, D., 2013, *Perbedaan Kain Katun Dengan Poliester pada Busana Kuliah Ditinjau dari Aspek Kenyamanan*, Skripsi sarjana Jurusan Teknologi Jasa Dan Produksi, Universitas Negeri Semarang
- [4] Canbolat, S., Kilinc, M., and Kut, Dilek, 2015, *The Investigation of The Effect of Plasma Treatment on the Dyeing Propertise of Poliester/ Viscose Non Woven Fabrics*, Procesia-Socialand Behavioral Scences, 192. 21432151
- [5] Xu, W. dan Xin, L., 2003, *Surface Modification of Poliester Fabric by Corona Discharge Irradiation*, European Polymer Journal, 39: 199-202.
Nur, M., 2011., *Fisika Plasma dan Aplikasinya.*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- [6] Nur, M., 2011., *Fisika Plasma dan Aplikasinya.*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- [7] Tuhu Agung R., Hanry Sutan Winata, 2010, *Pengolahan Air Limbah Industri Tahu dengan Menggunakan Teknologi Plasma*, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" , Jawa timur, Surabaya
- [8] Susan, A. I., 2016, *Kajian Perubahan Sifat Pembasahan Kain Poliester dan Kapas Akibat Radiasi Plasma Lucutan Pijar Korona*, Thesis magister Ilmu Fisika, Undip.
- [9] Chen, J. dan Davidson, J. H., 2002, *Electron Density and Energy Distributions in the Positive DC Corona: Interpretation for Corona-Enhanced Chemical Reaction*, Plasma Chemistry and Plasma Proessing, Vol 22, pp 199-224.
- [10] Nur, M., Fdhilah, A., Suseno, H., 2012, *Mobilitas ion-ion Ar⁺, OH, CO₂, O₂ dan Laju Aliran Angin Ion dalam Plasma Korona Pada Tekanan Atmosfer*, Jurnal Mat Sat Vol. 12, No.12, Hal. 165-175
- [11] Nur, M., Bonifaci, N., Denat A., 2014, *Ionic Wind PHeomenon and Charge Carrier Mobility in Very High Density Argon Corona Discharge Plasma*, IOP Publishing, Journal of Physics, Conference Series 495.