

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

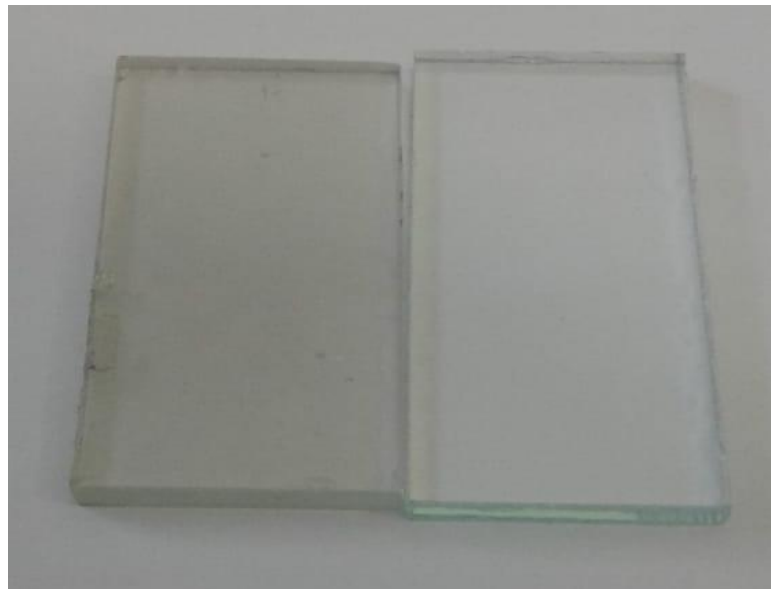
4.1 Hasil Penelitian Fabrikasi Kaca FTO Menggunakan Metode Sintering Dan Ionisasi Dengan Konsentrasi Larutan 0,6 M, 0,7 M, Dan 0,8 M.

Dalam fabrikasai kaca FTO (*Fluorine-Doped Tin Oxide*) dilakukan dengan mempertimbangkan perbandingan konsentrasi larutan prekursor serta temperature yang digunakan dalam sintering substrat kaca yang akan dideposisikan larutan prekursor. Larutan prekursor dibuat dari $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan NH_4F yang dilarutkan menggunakan etanol 99% dengan 3 macam konsentrasi larutan yaitu 0,6 M, 0,7 M, Dan 0,8 M. Sebelum larutan prekursor dideposisikan terlebih dahulu, substrat kaca disinterring dengan temperature 400°C , Yang mana ini bertujuan agar pori-pori dari substrat kaca dapat membuka supaya larutan yang telah di ionisasikan menggunakan mesin ionisasi dapat masuk ke pori-pori substrat kaca. Mesin ionisasi bertujuan untuk memecah larutan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil agar lebih mudah masuk ke pori-pori substrat kaca yang telah terbuka.

Ketinggian cerobong juga berpengaruh secara signifikan, dikarena suplai oksigen yang masuk akan mempengaruhi hasil dari kaca FTO. Oksigen merupakan salah satu syarat pengoksidasi dalam terjadinya pembentukan "*Metal Oxide*" pada lapisan tipis FTO.

Untuk mengetahui karakteristik dari kaca FTO dari sifat kelistrikan dan sifat optiknya dilakukan dengan melakukan pengujian *Four Point Probe* dan uji UV-vis

Spectrophotometer. Data yang diperoleh dari uji *Four Point Probe* yaitu nilai resistivitas untuk mengetahui konduktivitas dari kaca FTO, Setelah hasil dari resistivitas ditemukan akan mencari nilai terendah dari ketiga posisi pada setiap konsentrasi larutannya. Guna pada pengujian transmitansi dan absorbansi menguji pada posisi terbaik dari hasil pengukuran nilai resistivitas. Sedangkan uji UV-vis Spectrophotometer nantinya didapatkan nilai transmitansi dan nilai absorbansi. Adapun Kaca FTO dengan kaca biasa seperti pada gambar.



Gambar 4.1. Kaca biasa dan Kaca FTO.

Melihat gambar 4.1 bahwa terdapat perbedaan kaca secara visual yaitu kaca FTO menunjukkan sifat lebih buram ketimbang kaca biasa sebelum dideposisikan larutan $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ doping NH_4F .

4.2 Analisis Pembuatan Larutan

Pada tahap pembuatan larutan akan dihasilkan larutan prekursor dengan kondisi bening yang didapat dari pencampuran $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan NH_4F menggunakan *magnetic stirrer*. Karena lama waktu pencampuran larutan bertujuan terhadap kontak antar larutan menuju proses *nukleasi* partikel-partikel timah dengan fluorine. Waktu kontak antar larutan yang semakin mengakibatkan menurunnya jumlah endapan yang terjadi. Waktu kontak yang berangsur lama, menyebabkan jumlah *nukleasi* sol timah yang terbentuk menjadi lebih banyak dan kemampuannya dalam menyerap doping menjadi lebih besar sehingga jumlah endapan yang terbentuk menjadi lebih sedikit.

4.2.1 Konsentrasi 0,6 M

Pada konsentrasi ini dibuat dari Tin (II) Chloride dihydrate sebesar 13,5387 gram dan mendoping dengan Amonium Flouride sebesar 0,2707 gram. Adapun hasil pelarutan ditunjukkan pada tabe 4.1.

NO	Pelarutan larutan timah doping fluorine	Waktu Pelarutan	Hasil
1	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + etanol 99% (50 ml)	20 menit	Homogen

2	NH_4F + etanol 99% (50 ml)	70 menit	Homogen
3	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + NH_4F	120 menit	Homogen



Gambar 4.2.larutan (0,6 M)

4.2.2 Konsentrasi 0,7 M

Pada konsentrasi ini dibuat dari Tin (II) Chloride dihydrate sebesar 15,795 gram dan mendoping dengan Amonium Flouride sebesar 0,315 gram. Adapun hasil pelarutan ditunjukkan pada tabe 4.2.

NO	Pelarutan larutan timah doping fluorine	Waktu Pelarutan	Hasil
1	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + etanol 99% (50 ml)	20 menit	Homogen

2	NH_4F + etanol 99% (50 ml)	90 menit	Homogen
3	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + NH_4F	120 menit	Homogen



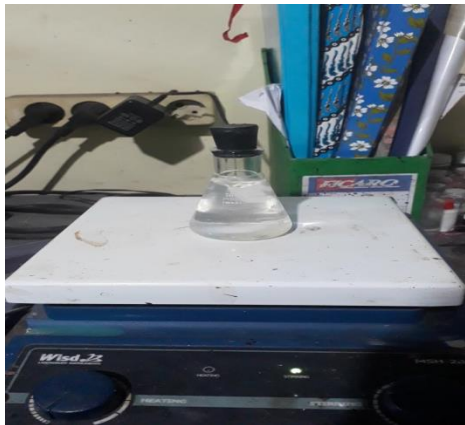
Gambar 4.3.larutan (0,7 M)

4.2.3 Konsentrasi 0,8 M

Pada konsentrasi ini dibuat dari Tin (II) Chloride dihydrate sebesar 18,051 gram dan mendoping dengan Amonium Flouride sebesar 0,361 gram. Adapun hasil pelarutan ditunjukkan pada tabe 4.3.

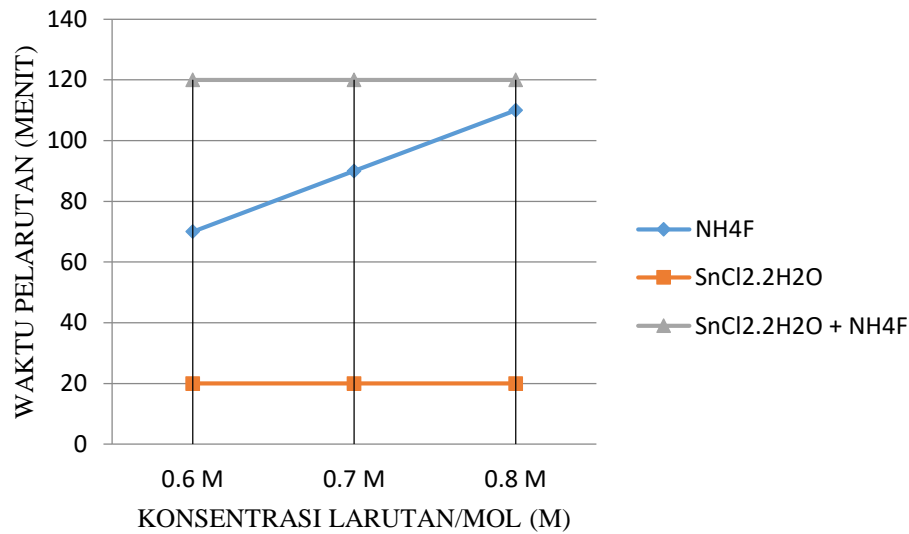
NO	Pelarutan NH_4F dengan etanol 99%	Waktu Pelarutan	Hasil
1	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + etanol 99% (50 ml)	20 menit	Homogen

2	NH_4F + etanol 99% (50 ml)	110 menit	Homogen
3	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + NH_4F	120 menit	Homogen



Gambar 4.4.larutan (0,8 M)

Adapun grafik waktu pelarutan dari setiap langkah yang dilakukan dalam pembuatan larutan prekursor $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ doping NH_4F . Lama waktu dalam mencapai larutan sampai homogen dari setiap konsentrasi larutan yang dibuat. Ditunjukkan pada grafik 4.5.



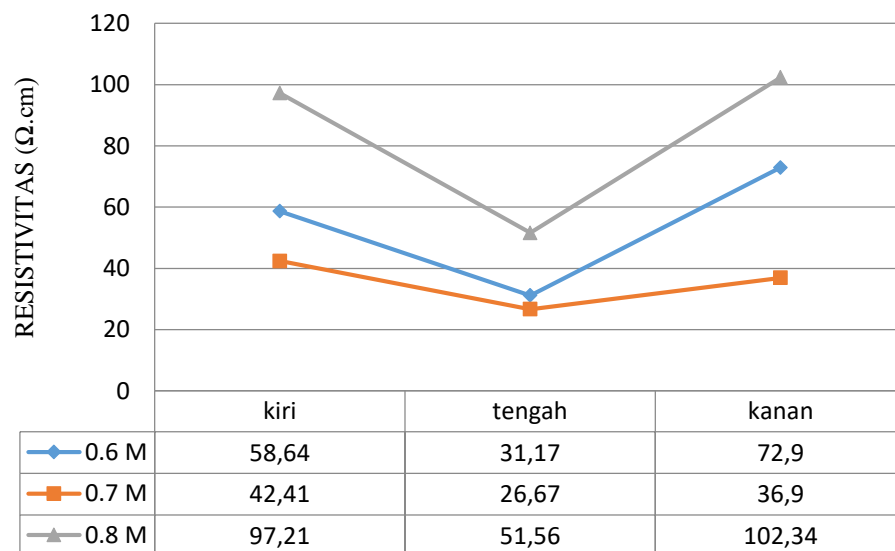
Gambar 4.5 Grafik Lama Waktu Pelarutan.

Pada pembuatan ketiga larutan timah doping fluorine diatas dapat dilihat bahwa waktu pelarutan mempengaruhi perubahan larutan dari keruh menjadi bening. Pelarutan terdapat 3 langkah yaitu langkah pertama merupakan langkah melarutkan *Tin (II) Chloride dehydrate*, Langkah kedua melarutkan *Amonium Flourine*, Dan langkah ketiga melarutkan *Amonium Flourine* dan *Tin (II) Chloride dehydrate* menjadi satu, Dalam pelarutan *Amonium Flourine* dari konsentrasi 0,6 M, 0,7 M, dan 0,8 M terjadi kenaikan waktu pelarutan sampai mencapai larutan menjadi homogen, tetapi tidak diikuti pada langkah pertama dan ketiga yang tetap konstan. Ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai dari *Amonium Flourine* akan membutuhkan waktu pelarutan yang lebih lama guna mencapai kestabilan dari larutan tersebut.

4.3 Analisis Data Uji *Four Point Probe*.

Pada fabrikasi kaca FTO (*Fluorine-Doped Tin Oxide*) yang dihasilkan akan dilakukan pengujian yang bersifat kelistrikan, Dimana dilakukan uji resistivitas yang bertujuan untuk mengetahui nilai dari hambatan listrik kaca FTO. Pengujian ini menggunakan metode *Four Point Probe*. Data pengujian diambil dari proses sintering dengan temperature 400°C. Adapun hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 4.4.

No	Konsentrasi Larutan Prekursor	Resistivias (Ω .Cm)		
		Kiri	Tengah	Kanan
1	0,6 M	58,64 Ω	31,17 Ω	72,9 Ω
2	0,7 M	43,41 Ω	26,67 Ω	36,9 Ω
3	0,8 M	97,21 Ω	51,56 Ω	102,34 Ω



Gambar 4.6 Grafik Nilai Resistivitas Kaca FTO Dari Pengujian FPP.

Menurut hasil pengujian dari gambar 4.6, didapatkan nilai resistivitas dari yang tertinggi hingga ke yang paling rendah. Dapat diketahui bahwa konsentrasi 0,7 M memiliki nilai resistivitas paling rendah yaitu 26,67 Ω .cm, yang berarti ini dibawah 30 Ω .cm. Dari tiga konsentrasi larutan didapatkannya nilai resistivitas, dan yang memiliki nilai resistivitas tertinggi terdapat pada konsentrasi larutan 0,8 M dengan nilai resistivitas 102,34 Ω .cm. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi larutan 0,7 M merupakan konsentrasi larutan paling baik dari ketiga konsentrasi larutan yang dibuat. Dalam penelitian terdapat 3 posisi yaitu kiri, tengah, dan kanan pada posisi tengah memiliki hambatan listrik yang relatif rendah. Dari hasil nilai resistivitas dapat diketahui bahwa posisi tengahlah yang selalu memiliki resistivitas paling rendah pada setiap konsentrasinya, Dari sinilah langkah pengujian selanjutnya yaitu pengujian transmitansi UV-Vis dan absorbansi UV-Vis menggunakan hasil penelitian yang berada pada posisi tengah.

Pada konsentrasi 0,7 M menunjukkan doping fluorine sukses masuk pada kisi-kisi partikel timah itu sendiri dengan menyumbang gugus F, yang menjadikan konduktivitas timah meningkat. Pada waktu pembentukan "*metal oxide*" disubstrat kaca bagian tengah yang mana partikel-partikel $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ doping NH_4F jatuh tepat pada substrat guna lebih mudah terjadinya pengoksidasian secara baik. Inilah yang membedakan pada posisi kiri dan kanan, Dikarenakan droplet dari partikel-partikel $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ doping NH_4F tidak bisa jatuh secara tepat atau menempel pada posisi substrat kaca dan justru droplet dari partikel-partikel menyebar keluar. Pada penelitian ini posisi tengah kaca FTO dengan konsentrasi larutan 0,7 M memiliki nilai resistivitas yang paling rendah dan ini menunjukkan doping NH_4F sukses

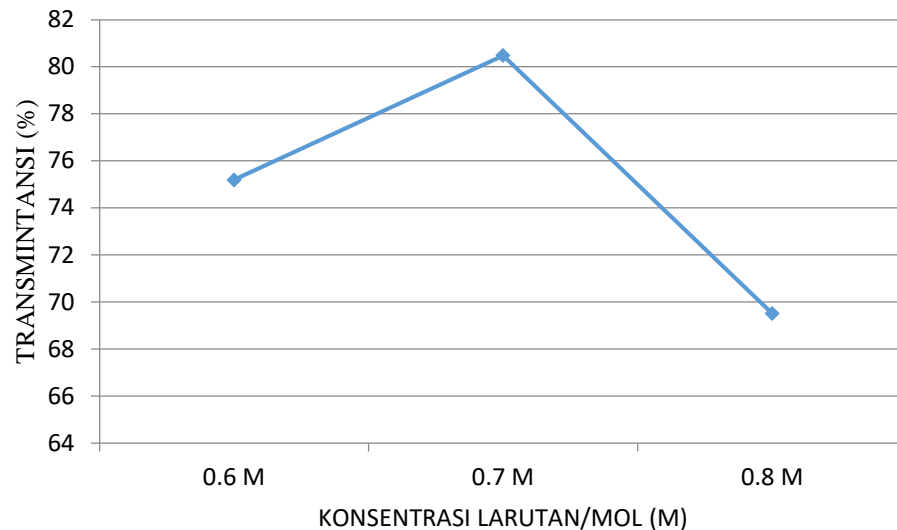
menyumbang gugus F pada $\text{SnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ guna menyempurnakan sifat properties yaitu dengan meningkatkan konduktivitas listriknya.

4.4 Analisis Data Uji UV-vis.

Pengujian UV-vis spectrophotometer ini digunakan untuk mengetahui nilai transmitansi serta absorbansi optik kaca FTO (*Fluorine-Doped Tin Oxide*). Pengujian dilakukan diantara panjang gelombang 200-900 nm. Dari hasil uji resistivitas kaca FTO didapatkanlah posisi kaca bagian tengah selalu memiliki nilai resistivitas kaca FTO yang paling rendah pada setiap konsentrasi larutannya, Jadi maka oleh sebab itu pengujian transmitansi dan absorbansi difokuskan pada kaca yang berada diposisi tengah.

4.4.1 Data Uji Transmitansi.

Transmitansi (T) merupakan suatu interaksi yang terjadi ketika suatu sinar/cahaya datang untuk diteruskan kembali. Kaca FTO yang digunakan sebagai elemen *Dye Sensitized Solar Cell* haruslah melalui pengujian agar mengetahui nilainya atau kualitas dari jumlah sinar/cahaya yang dapat diteruskan, supaya *Dye Sensitized Solar Cell* dapat bekerja secara optimal. Adapun data uji transmintansi pada kaca FTO yang dibuat diposisi tengah dalam setiap konsentrasi larutan 0,6 M, 0,7 M, dan 0,8 M dengan temperature sintering 400°C . Gambar 4.7 menunjukkan hasil transmintansi kaca FTO dari berbagai macam variasi.



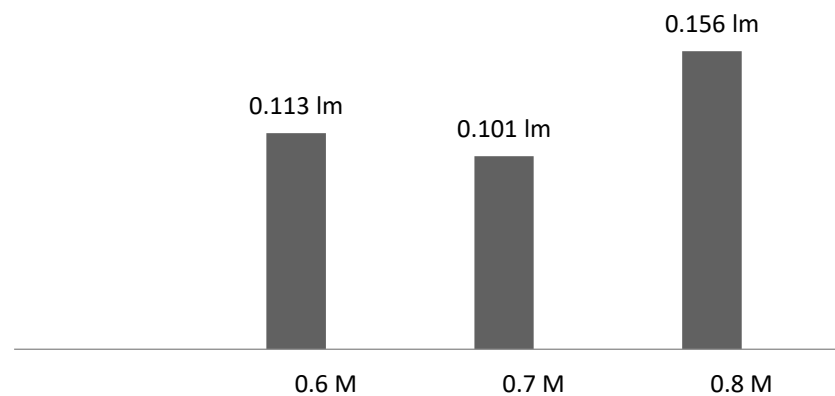
Gambar 4.7 Grafik Nilai Transmintansi Kaca FTO Dari Pengujian UV-Vis.

Dari data diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi larutan 0,6 M dan 0,7 M memiliki nilai transmitansi diatas 70% yaitu 75,191% dan 80,481%, sedangkan untuk konsentrasi larutan 0,8 M memiliki nilai transmitansi 69,511%. Bening atau buramnya suatu kaca FTO dikarenakan tebalnya lapisan FTO disubstrat kaca. Banyaknya partikel-partikel $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ doping NH_4F yang bisa dioksidasi disubstrat kaca sangat mempengaruhi suatu lapisan FTO. Oksigen berpengaruh sangat signifikan dalam pembentukan “*metal oxide*” dalam kaca FTO, inilah yang juga mempengaruhi tingkat transmitansi suatu kaca FTO. Posisi substrat kaca di kiri dan kanan cenderung lebih bening karena lapisan $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ doping NH_4F hanya sedikit yang dideposisikan guna bisa dioksidasikan menjadi “*metal oxide*” di substrat kaca. Pada konsentrasi larutan 0,7 M (tengah) yang mana telah memenuhi standar dari kaca FTO ideal dalam elemen *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)

dengan nilai transmitansi lebih dari 80% dan resistivitasnya kurang dari 30 Ω .cm berdasarkan jurnal yang berjudul “*Fabrication Of High-Performance Fluorine Doped Tin Oxide Film Using Flame-Assisted Spray Deposition*”.

4.4.2 Data Uji Absorbansi.

Absorbansi merupakan besarnya sinar/cahaya yang diserap suatu lapisan dari total sinar/cahaya yang datang melewati. Absorbansi pada kaca FTO diketahui untuk memperhitungkan banyaknya jumlah sinar/cahaya yang tidak dapat ditransmintasikan, termasuk yang direfleksikan serta didispersikan. Adapun data absorbansi yang diambil merupakan hasil fabrikasi kaca FTO yang berada pada posisi tengah, dikarena pada posisi tengahlah yang memiliki resistivitas paling rendah dan ini merupakan syarat kaca FTO yang bisa digunakan sebagai elemen DSSC. Gambar 4.8 menunjukkan hasil absorbansi kaca FTO dari berbagai macam variasi konsentrasi larutan 0,6 M, 0,7 M, dan 0,8 M.



Gambar 4.8 Grafik Nilai Absorbansi Kaca FTO Dari Pengujian UV-Vis.

Dari grafik diketahui bahwa nilai absorbansi dari konsentrasi larutan 0,7 M adalah yang paling rendah dengan nilai 0,101 lm. Ini sesuai dengan transmintasi yang mana semakin rendah nilai dari absorbansi akan berbanding terbalik dengan nilai transmintasi. Dari hasil konsentrasi larutan 0,6 M dan 0,8 M menunjukkan nilai yang sesuai dengan transmintansinya. Ini dikarena semakin banyak jumlah sinar yang ditransmitasikan akan mengakibatkan jumlah sinar yang diserap semakin sedikit. Konsentrasi 0,7 M lebih sedikit sinar yang diserap dikarena pada transmintansi sudah menunjukkan nilai yang tertinggi dan ini menunjukkan bahwa lapisan FTO tidak terlalu tebal ketimbang pada kaca FTO pada konsentrasi 0,6 M dan 0,8 M, Jadi sudah otomatis lapisan FTO yang tidak terlalu hanya mampu sedikit menyerap sinar yang transmitasikan.

4.5 Pembahasan Oksigen Dalam Al-Qur'an.

Dalam penelitian ini sangatlah penting diperlukannya oksigen dalam pembentukan "*metal oxide*". Allah SWT sudah jelas-jelas mencantumkan terbentuknya oksigen dalam Kitab suci QS yasin ayat 80:

«الَّذِي جَعَلَ لَكُمْ مِنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنْتُمْ مِنْهُ تُوقِدُونَ» yaitu, Tuhan yang menjadikan untukmu api dari pohon yang hijau, Maka, tiba-tiba kamu nyalakan (api) dari padanya". Ayat ini juga menceritakan tentang warna pohon, yaitu akhdar(hijau) atau dalam istilah modern zaman sekarang bisa disebut dengan

klorofil (zat hijau daun/tumbuhan). Dari surat diatas berkaitan dengan QS al-waaqiah 71-72:

(71) أَفَرَأَيْتُمُ النَّارَ الَّتِي تُورُونَ (71) Yang artinya”Tidakkah kamu perhatikan api yang kamu nyalakan”.

(72) أَأَنْتُمْ أَنْشَأْتُمْ شَجَرَتَهَا أَمْ نَحْنُ الْمُنْشِئُونَ (72) Yang artinya “kamukah yang menjadikan pohon itu atau kamu yang menjadikannya?”.Ini menandakan betapa pentingnya tumbuhan-tumbuhan sebagai aktor utama dalam pembentukan oksigen.Dialam semesta ini segala sesuatunya membutuhkan oksigen sebagai pengoksidasi setiap wujud yang ada. Oksigen menjadi hal yang tidak bisa dilepaskan dari kehidupan yang ada dialam ini, makhluk hidup (manusia/hewan) yang ada dialam ini tidak akan bisa melangsungkan kehidupannya jika tidak ada oksigen, Karena didalam tubuh makhluk hidup terdapat sel-sel yang harus tetap dihidupkan guna melangsungkan kehidupan. Pada penelitian fabrikasi kaca FTO(*Fluorine-Doped Tin Oxide*) peran oksigen sangatlah vital, Tanpa oksigen larutan timah doping fluorine tidak akan bisa menjadi FTO(*Fluorine-Doped Tin Oxide*), Karena peran oksigen sebagai oksidator dalam pembentukan “*metal oxide*” . Dapat diambil kesimpulan bahwa waktu yang tepat untuk fabrikasi kaca FTO (*Fluorine-Doped Tin Oxide*) adalah pada waktu siang hari, karena pada waktu itulah oksigen banyak diproduksi tumbuhan melalui proses fotosintesis.