

BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Pada penelitian ini, telah dilakukan sintesis *solar selective absorber* (SSA) berupa lapisan kobal oksida dengan penambahan lapisan *dense silica* pada permukaan substrat aluminium. SSA merupakan lapisan yang bersifat selektif dalam menangkap radiasi matahari yang datang dan mengubahnya menjadi energi panas. Pengujian yang dilakukan pada penelitian tahun kedua ini berupa pengujian terhadap absorptansi, emitansi, struktur kristal, *adhesi*, dan morfologi permukaan sampel berbagai jumlah pencelupan.

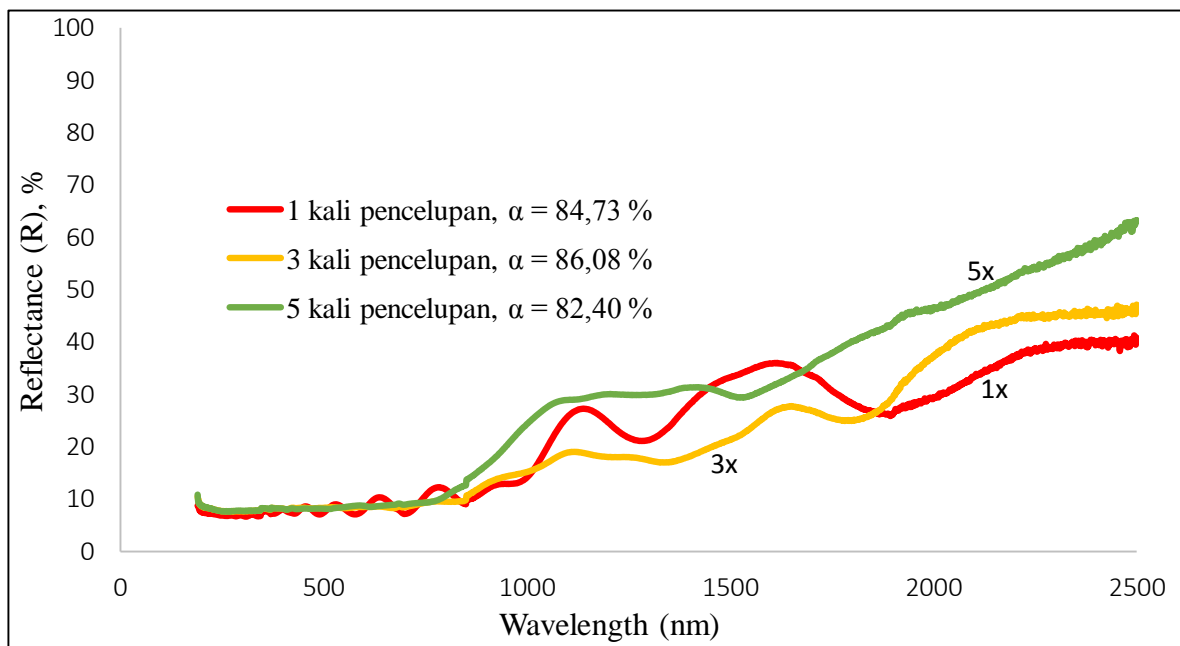
5.1 Analisa Absorptansi (α)

Gambar 4.1 menunjukkan spektra reflektansi lapisan kobal oksida dengan penambahan lapisan *dense silica*. Penambahan lapisan *anti reflection layer* (AR layer) berupa lapisan *dense silica* pada lapisan SSA bertujuan untuk memaksimalkan absorptansi sola pada daerah *wavelength* UV-Visible serta untuk melindungi lapisan SSA dari degradasi akibat faktor eksternal. Penambahan lapisan *dense silica* mengubah spektra reflektansi pada *wavelength* 0,3-15,4 μm . Reflektansi yang rendah menandakan absorptansi yang tinggi dan sebaliknya. Penentuan nilai absorptansi yang terdapat pada gambar tersebut dilakukan menurut ISO 9845-1/1992 pada kondisi *Air Mass* (AM 1,5) [Duffie dan Beckman, 2006].

Pada Gambar 4.1 secara umum dapat dilihat perubahan spektrum reflektansi yang relatif cukup signifikan terjadi pada daerah gelombang *Near Infrared* (NIR) dengan *wavelength* $>0,8 \mu\text{m}$. Sifat reflektansi lapisan SSA pada daerah gelombang NIR dipengaruhi oleh 3 faktor diantaranya:

1. Ketebalan lapisan *anti reflection* (AR layer)
2. Sifat intrinsik lapisan SSA
3. Sifat reflektivitas dari substrat





Gambar 5.1 Nilai Absorptansi dari Spektra Reflektansi Lapisan Kobal Oksida dengan Penambahan *Dense Silica* pada Substrat Aluminium

Pada gambar tersebut dapat juga dilihat bahwa semakin banyak jumlah pencelupan *dense silica* (semakin tebal lapisan *dense silica*), spektra reflektansi yang dihasilkan pada daerah gelombang NIR akan semakin tinggi.

Pemilihan jenis substrat yang digunakan juga memiliki pengaruh yang substansial terhadap sifat reflektansi dari lapisan SSA. Semakin panjang *wavelength* NIR, maka jumlah radiasi matahari yang akan ditransmisikan melewati material akan semakin besar. Hal ini dikarenakan lapisan SSA berperilaku seperti semikonduktor dimana energi yang lebih kecil yang dimiliki oleh radiasi matahari dengan *wavelength* yang lebih besar tidak mampu melewati energi *band gap* pada lapisan SSA yang menyebabkan radiasi matahari semakin mudah untuk melewati lapisan SSA (transparan) tanpa mengalami penyerapan. Radiasi yang ditransmisikan ini kemudian akan dipantulkan kembali oleh permukaan aluminium yang reflektif. Oleh karena itu, reflektansi pada gelombang NIR akan meningkat seiring dengan bertambahnya panjang gelombang radiasi matahari.

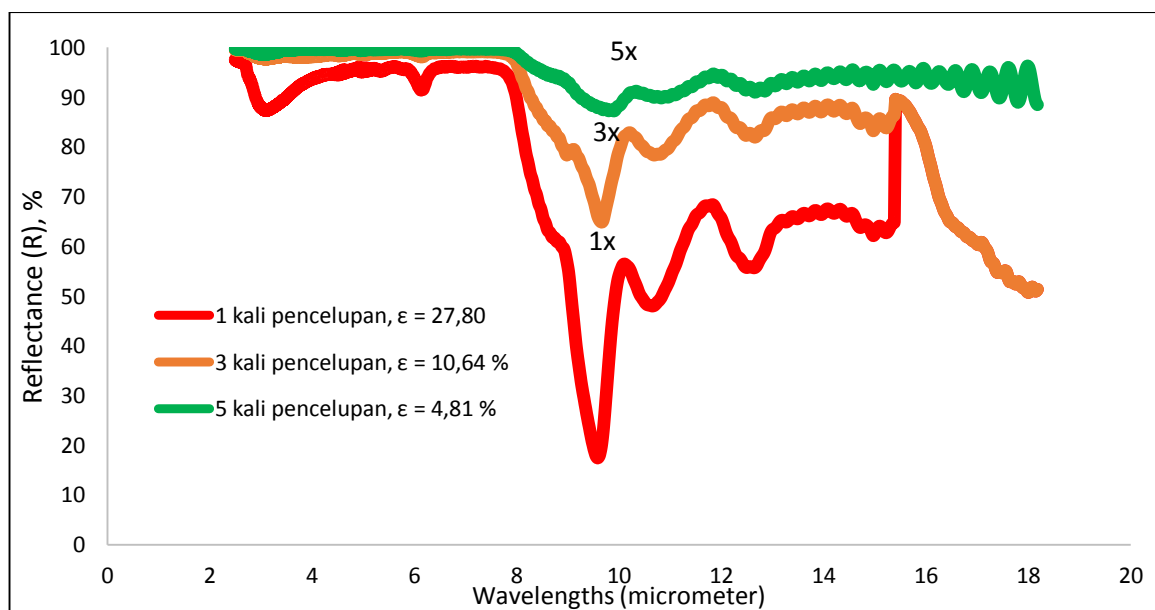
Nilai absorptansi tertinggi ($\alpha=86,08\%$) tercapai ketika lapisan disintesis menggunakan larutan *dense silica* yang dideposisi pada substrat aluminium dengan 3 kali pencelupan. Namun, absorptansi optimal diperoleh bila kurva reflektansi memberikan nilai absorptansi tertinggi namun memotong garis *cut-off* (panjang gelombang $2,5 \mu\text{m}$) pada kisaran reflektansi $\geq 50\%$ [Duffie dan Beckman, 2006]. Ternyata, sampel SSA yang memberikan nilai absorptansi

tertinggi tersebut ternyata belum memenuhi kriteria yang baik. Sampel SSA ini memiliki reflektansi yang rendah pada kisaran 46% pada garis *cut-off*, sehingga bila dilakukan pengujian akan menghasilkan nilai emitansi yang tinggi juga. Oleh karena itu, berdasarkan kriteria SSA yang telah diuraikan, maka ditentukan SSA yang memiliki absorptansi terbaik dan memenuhi kriteria tersebut. SSA terbaik diperoleh pada sampel substrat aluminium dengan 5 kali pencelupan yang menghasilkan absorptansi sebesar 82,40%.

5.2 Analisa Emitansi (ϵ)

Reflektansi yang tinggi menandakan emitansi yang rendah dan sebaliknya. Spektra reflektansi yang dihasilkan dari lapisan SSA yang disintesis dengan penambahan lapisan *dense silica* pada berbagai jumlah pencelupan dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa penambahan lapisan *dense silica* pada memiliki efek substansial pada profil spektra reflektansi pada rentang 3-8 μm , penambahan lapisan *dense silica* akan meningkatkan reflektansi, namun dalam rentang 8-10 μm , lapisan *dense silica* menyerap terlalu banyak cahaya inframerah sehingga meningkatkan emitansi termal.

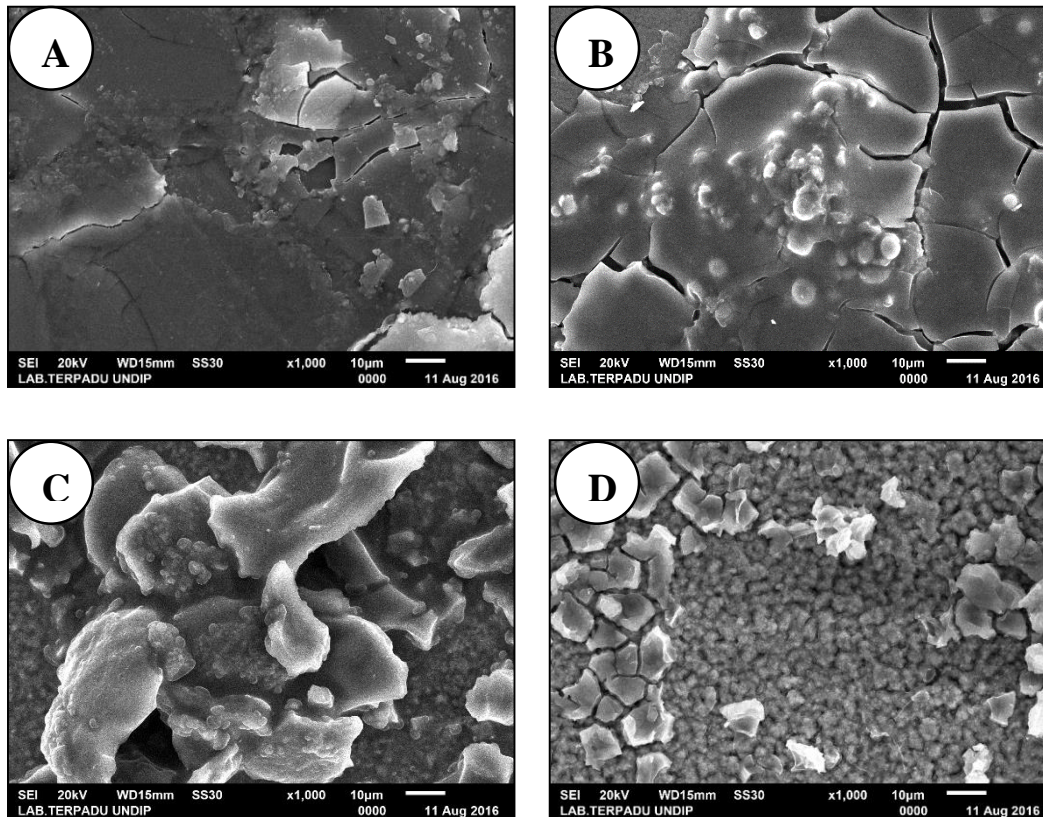
Spektra reflektansi yang dihasilkan pada larutan dense silica dengan jumlah pencelupan 5 kali (lapisan SSA dengan absorptansi terbaik) menghasilkan nilai emitansi 4,81 %. Hasil emitansi dari lapisan SSA ini cukup memuaskan dikarenakan syarat SSA yang baik dan dapat dikomersilkan memiliki absorptansi $\geq 80\%$ dan emitansi $\leq 10\%$ [Bayon dkk., 2010; Bostrom dkk., 2003].



Gambar 5.2 Spektra Reflektansi Lapisan Tembaga Kobal Oksida dengan Penambahan *Dense Silica* pada Berbagai Jumlah Pencelupan

5.3 Analisa Morfologi

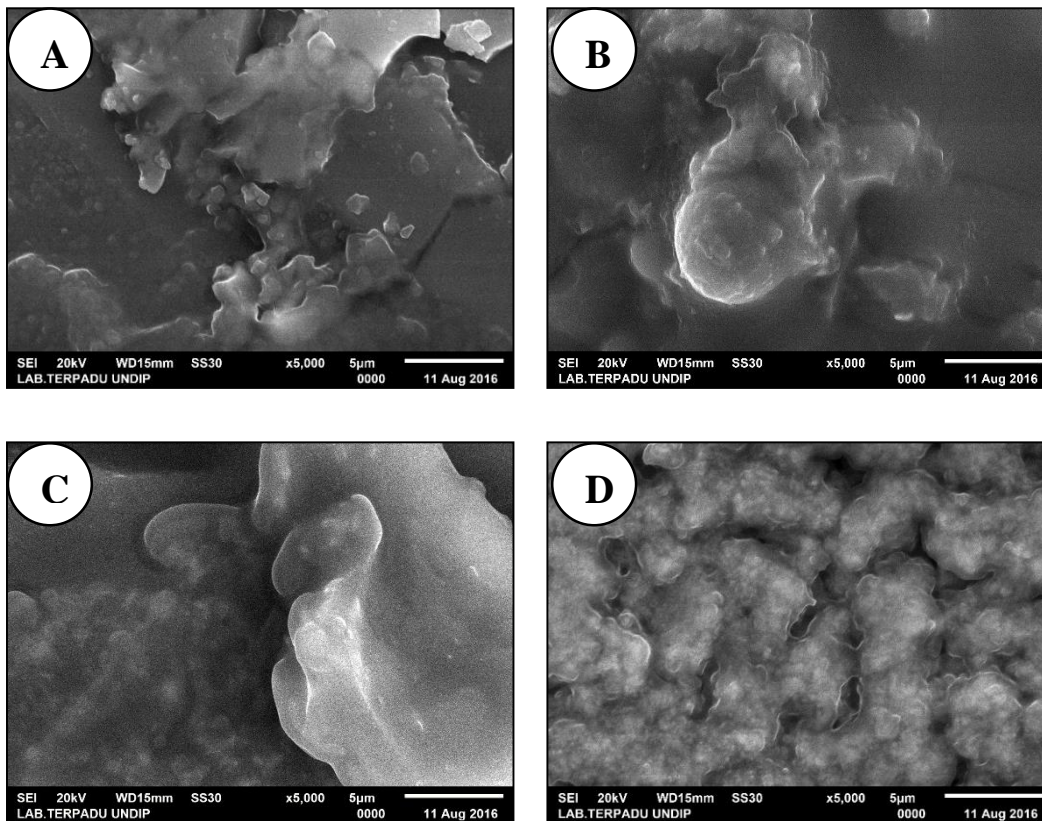
5.3.1 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 1.000x



Gambar 5.3. Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 1.000x pada larutan (a) *Dense Silica* ; (b) Porous Silica Tanpa penambahan NH_4OH ; (c) porous silica dengan penambahan 0,0025 gr NH_4OH dan (d) 0,07 gr NH_4OH

Morfologi permukaan tembaga oksida yang terdeposisi pada substrat aluminium dengan penambahan *dense silica* dan *porous silica* dapat dilihat menggunakan analisa SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Secara umum, pada keempat gambar diatas dapat dilihat bahwa permukaan *coating* relatif homogen pada perbesaran 1.000x. Namun, pada gambar (d) pada larutan dengan penambahan 0,07 gr NH_4OH yang menunjukkan persebaran partikel yang merata dan lebih teratur persebarannya pada substrat aluminium dibandingkan dengan yang lainnya. Secara umum disimpulkan porous silica dengan penambahan NH_4OH lebih banyak menyebabkan distribusi ukuran partikel lebih kecil dan lebih merata

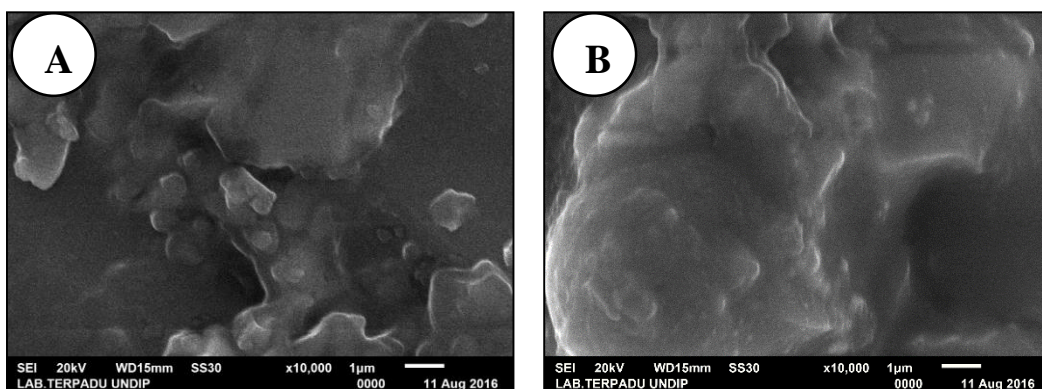
5.3.2 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 5.000x

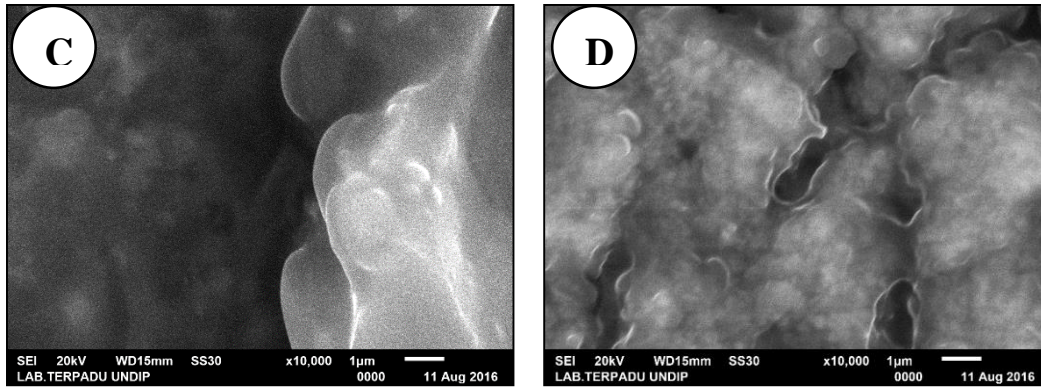


Gambar 5.4. Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 5.000x pada larutan (a) *Dense Silica* ; (b) Tanpa penambahan NH_4OH ; (c) 0,0025 gr NH_4OH dan (d) 0,07 gr NH_4OH

Gambar diatas menunjukkan hasil uji SEM dengan perbesaran 5.000x menunjukkan persebaran partikel yang lebih merata yaitu pada larutan dengan penambahan 0,07 gr NH_4OH dibandingkan dengan variasi larutan lainnya.

5.3.3 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 10.000x

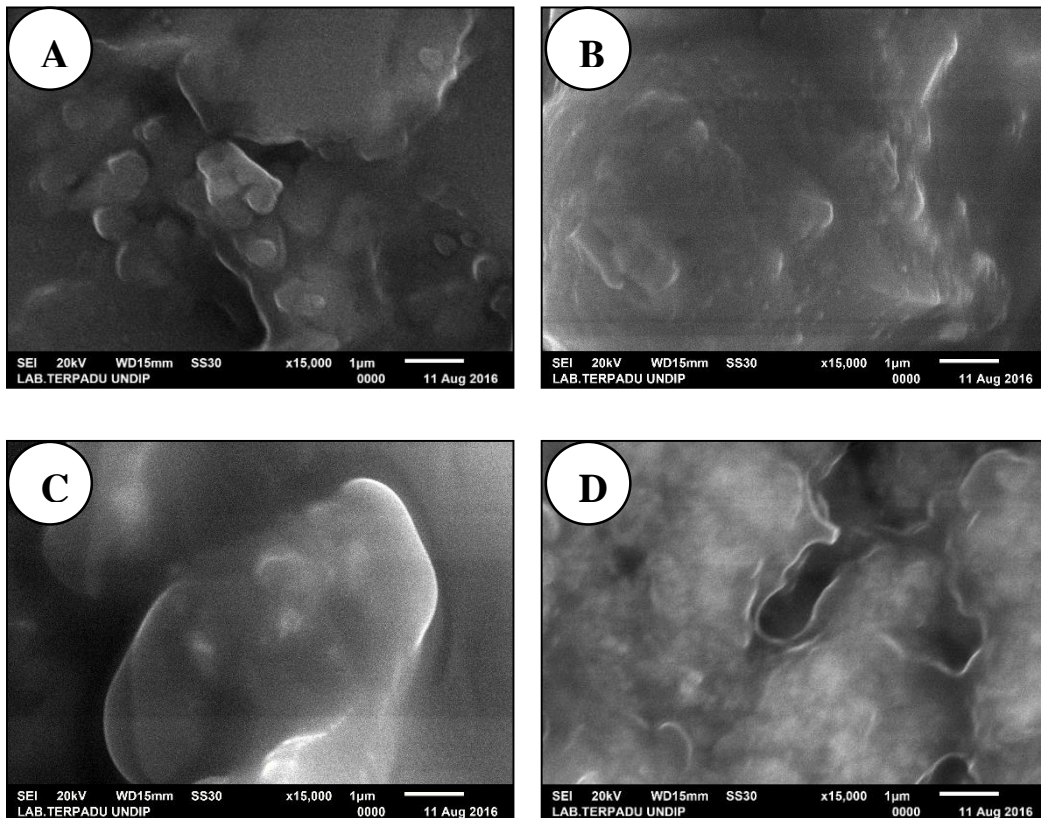




Gambar 5.5. Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 10.000x pada larutan (a) *Dense Silica* ; (b) Tanpa penambahan NH_4OH ; (c) 0,0025 gr NH_4OH dan (d) 0,07 gr NH_4OH

Gambar diatas menunjukkan hasil uji SEM dengan perbesaran 10.000x menunjukkan persebaran partikel yang lebih merata yaitu pada larutan dengan penambahan 0,07 gr NH_4OH dibandingkan dengan variasi larutan lainnya.

5.3.4 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 15.000x

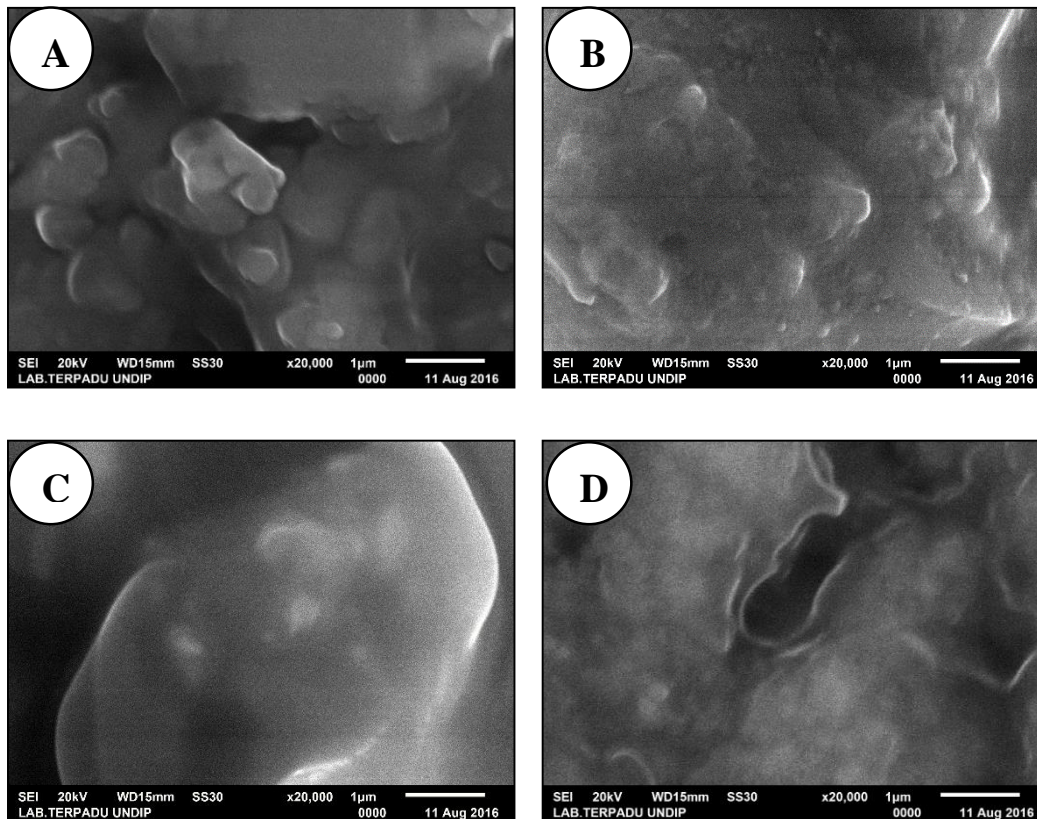


Gambar 5.6. Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 15.000x pada larutan (a) *Dense Silica* ; (b) Tanpa penambahan NH_4OH ; (c) 0,0025 gr NH_4OH dan (d) 0,07 gr NH_4OH



Pada gambar diatas terdapat perbedaan persebaran partikel disetiap gambarnya. Gambar (a) menghasilkan gumpalan yang lebih banyak dibandingkan gambar (b) , (c) dan (d). Gambar (b) nyaris tidak ada gumpalan. Gambar (c) adanya bongkahan besar yang terlihat sedangkan gambar (d) persebaran partikel lebih merata dan tidak ada gumpalan.

5.3.5 Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 20.000x



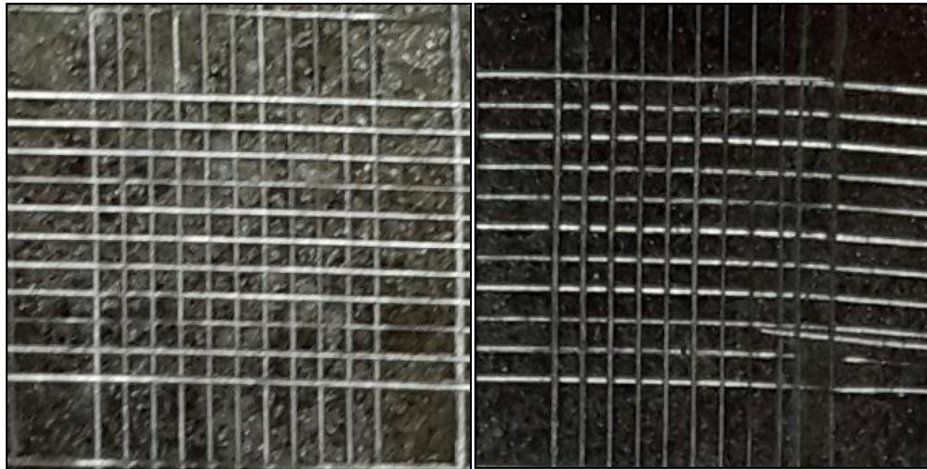
Gambar 5.7. Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 20.000x pada larutan (a) *Dense Silica* ; (b) Tanpa penambahan NH_4OH ; (c) 0,0025 gr NH_4OH dan (d) 0,07 gr NH_4OH

Hasil SEM pada perbesaran 20.000x memperlihatkan gambaran yang tidak jauh beda dengan hasil SEM dengan perbesaran 15.000x. Gambar (a) menghasilkan gumpalan yang lebih banyak dibandingkan gambar (b) , (c) dan (d). Gambar (b) nyaris tidak ada gumpalan. Gambar (c) adanya bongkahan besar yang terlihat sedangkan gambar (d) persebaran partikel lebih merata dan tidak ada gumpalan.

5.3.1 Analisa Adhesi

Pengujian adhesi dilakukan untuk mengetahui sifat daya rekat *coating* terhadap substrat aluminium. Pengujian dilakukan pada *coating* dengan absorptansi terbaik yaitu pada

konsentrasi tembaga oksida 0.1M dengan 10 kali siklus (celup/Tarik & pengeringan) dan dengan penambahan *dense silica* dengan 5 kali siklus pencelupan (celup/Tarik & pengeringan)



Gambar 5.8. Sampel *Coating* Setelah di Uji dengan ASTM D-3359


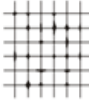
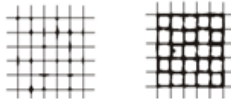
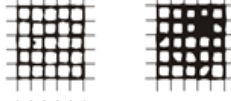

Hasil analisa daya rekat (*adhesi*) *coating* substrat terlihat pada gambar 1. Dari gambar dapat diperoleh dan di bandingkan dengan Tabel 1. (standar ASTM D-3359) maka adhesi *coating* substrat dapat dikategorikan sangat bagus sekali (5B). Dari pengamatan tidak adanya lapisan koating yang terkelupas dari substrat. Dari pengujian daya rekat (*adhesi*) setelah melihat dengan menggunakan kaca pembesar dan pencahayaan yang baik, memperlihatkan sampel mempunyai kekuatan adhesi yang sangat bagus sekali.

Metode yang digunakan adalah semi-kualitatif ASTM D 3359 *Cross Hatch Cutter*, alat yang digunakan seperti pada gambar 2. sebagai berikut :



Gambar 5.9. *Elcometer 107 cross hatch cutter.*

Tabel 5.1. Klasifikasi Pengujian Daya Rekat (*Adhesi*)

Klasifikasi	Keterangan	Tingkat Daya Rekat	Permukaan
5B	Ujung potongan benar-benar halus, tidak ada <i>coating</i> yang terlepas	Sangat Bagus Sekali	
4B	Serpihan kecil dari lapisan <i>coating</i> terlepas pada bagian yang diberi potongan, kurang dari 5% pada daerah yang dibuat	Bagus Sekali	
3B	Serpihan kecil dari lapisan <i>coating</i> terlepas sepanjang ujung dari pada bagian potongan, daerah yang dibuat 5-15% kotak	Bagus	
2B	Lapisan memiliki serpihan sepanjang ujung pada bagian kotak, daerah yang dibuat 15-35% kotak	Cukup	
1B	Lapisan memiliki serpihan sepanjang ujung dan potongan didalam lebar relatif dan seluruh kotak telah terlepas, daerah yang	Buruk	
0B	Penyerpihan dan pelepasan <i>coating</i> lebih jelek dari 1B, diatas 65%	Buruk Sekali	