TUGAS AKHIR
PENGARUH VARIASI LAMA WAKTU MENGGUNAKAN PEWARNA KUNYIT TERHADAP SIFAT FISIK HASIL ANODIZING ALUMINIUM

M.Alfan Khoirul Huda
Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183
Email: amexprayhoga13@gmail.com

INTISARI

Anodizing adalah perlakuan permukaan guna melindungi permukaan aluminium dari pengaruh destruktif yang membuat aluminium menjadi tahan korosi, membuat tampilan menjadi lebih menarik dan mengingkatkan ketahanan gesek. Namun sebagian besar *anodizing* selalu menggunakan bahan pewarna kimia yang dapat mencemari lingkungan. Tujuan dari penelitian ini untuk menegetahui pengaruh variasi lama waktu *anodizing* terhadap kecerahan warna, ketebalan lapisan oksida, struktur permukaan, kekasaran dan laju keausan pada aluminium dengan menggunakan pewarna kunyit yang diharapkan bisa menggantikan peran bahan kimia sebagai pewarna alternatif

Plat aluminium dipotong dengan ukuran masing-masing 50mm x 30mm x 1,5mm diamplas menggunakan amplas seri P240, P400, P800 dan P1500 secara berurutan. Tahapan proses *anodizing* meliputi *cleaning, etching, desmut, anodizing*, *dyeing, sealing* dan rinsing pada setiap tahapnya. Variasi waktu yang digunakan pada proses *anodizing* yaitu 10, 25, 40 menit, dengan arus 2 Amper dan tegangan 12 volt dengan proses dyeing menggunakan pewarna serbuk kunyit. Pengujian yang dilakukan adalah uji kecerahan warna (RGB), kekasaran, ketebalan lapisan oksida, struktur permukaan, dan laju keausan.

Hasil dari pengujian menunjukkan nilai komposisi warna (RGB) tertinggi didapat dari menit 40 yaitu sebesar R 209.3%, G 61.3%, B 5.3%, nilai kekasaran permukaan paling tinggi didapat pada menit 40 yaitu sebesar Ra 2.00 (µm), nilai rata-rata ketebalan lapisan oksida tertinggi didapat dari menit 40 yaitu sebesar 62,5 µm, nilai rata-rata keausan paling tinggi didapat pada menit ke 10 yaitu sebesar 38,25 . 10^{-10} cm^2/kg. Dari hasil dari foto makro pada menit 10 menunjukkan pori-pori yang terbentuk kecil dan homogen, seiring bertambahnya waktu pori-pori yang terbentuk semakin banyak dan besar.

Kata kunci : *Anodizing*, kunyit, variasi waktu.

ABSTRAK

Anodizing is used to make aluminum to be corrosion-resistant, making the display more attractive and enhancing robustness. But most anodizing always use chemical dyes that can pollute the environment. The purpose of this research is to enforce the various anodizing time for color, coating thickness, structure, roughness and wear rate on aluminum by using turmeric dyes which will be used as alternative materials as alternative dyes

Aluminum plates are cut to the size of 50mm x 30mm x 1.5mm respectively then use sandpaper using P240, P400, P800 and P1500 series sandpaper in sequence. Stages of anodizing process include cleaning, etching, anodizing, dyeing, sealing and rinsing at each stage. The time variation used in the anodizing process is 10, 25, 40 minutes, with 2 Ampere current and 12 volt voltage by dyeing process using turmeric powder dye. Tests conducted are color brightness (RGB), roughness, oxide layer thickness, surface structure, and wear rate.

The results of the test showed the highest value of color composition (RGB) obtained from minute 40 as much as R 209.3%, G 61.3%, B 5.3%, the highest surface roughness value obtained at minute 40 equal to Ra 2.00 (µm), the average value of the highest oxide layer thickness is obtained from 40 min 62,5 µm, the highest average value of the wear in the 10th minute which is 38.25. 10^{-10} cm^2/kg. From the results of the macro

photo at minute 10 shows the pores formed small and homogeneous, as the more pores formed the more and more it is larger.
***Key words**: Anodizing, turmeric, variation of time.*

1. Pendahuluan

Anodizing adalah perlakuan permukaan guna melindungi permukaan aluminium dari pengaruh destruktif yang membuat aluminium menjadi korosi, Selain itu *anodizing* dapat membuat tampilan logam aluminium menjadi lebih menarik, berwarna dan membuat ketahanan gesek meningkat (Santhiarsa, N.N., 2009). Pada dunia industri, bahan aluminium seringkali diberi perlakuan permukaan *anodizing*. Namun berdasarkan tinjaun pustaka selama ini *anodizing* selalu menggunakan bahan pewarna kimia yang dapat mencemari lingkungan.

Menurut penelitian yang pernah dilakukan Pujianta (2008), ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses *anodizing*, salah satunya adalah lama waktu pencelupan. Nilai kekerasan tertinggi didapat pada waktu pencelupan 50 menit yaitu sebesar 52,766 μm.

Kemudian Faris(2016) menunjukkan bahwa ketebalan lapisan oksida dan kecerahan warna pada aluminium 1XXX dipengaruhi oleh lama waktu penahanan pencelupan pada proses *anodizing*, dengan kerapatan arus 3 amper. Pada variasi lama waktu pencelupan anodizing 5 menit menghasilkan warna yang lebih pekat berbeda dibandingkan dengan spesimen diproses *anodizing* dengan waktu 10 menit dan 15 menit, hal ini disebabkan oleh lapisan oksida yang terbentuk pada saat proses *anodizing*.

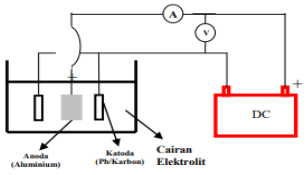
Penelitian *anodizing* Adrainto,A (2016) menunjukkan pengaruh lama waktu pencelupan *anodizing* terhadap hasil pewarnaan, variasi waktu yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, 25 menit, dengan Arus 1A dan tegangan 18V, didapatkan hasil pewarnaan yang paling pekat setelah diproses *anodizing* 25 menit yaitu merah tua rata.

Penelitian menggunakan pewarna kunyit dilakukan Andika, dkk (2010), terdapat pengaruh hasil warna lapisan aluminium yang dihasilkan dari variasi konsentrasi larutan kunyit dengan waktu proses pencelupan 30 menit, namun hasil pewarnaan yang didapatkan tidak merata. Faktor tersebut diduga karena lapisan oksida yang terbentuk tidak merata dan partikel warna yang tidak sepenuhnya larut dalam proses pewarnaan.

2. Dasar teori

2.1. *Anodizing*

Anodizing adalah proses pelapisan secara elektrolisis yang merubah aluminium menjadi aluminium oksida (Al_2O_3) pada permukaan yang akan dilapisi. Dari definisi tersebut dapat diketahui bahwa prinsip dasar proses *anodizing* adalah elekrolisis. Proses elektrolisis merupakan peristiwa berlangsungnya reaksi kimia oleh arus listrik. Komponen yang terpenting dari proses elektrolisis adalah elektroda dan elektrolit. Pada proses elektrolisis, katoda merupakan kutub negatif (sebagai penghantar benda kerja) dan anoda merupakan kutub positif (sebagai benda kerja). Karakteristik dalam lapisan *anodizing* menghasilkan suatu lapisan tipis oksida yang baik terhadap logam dasarnya.



Gambar 1 Rangkaian proses *anodising* (andhika,dkk,2016)

Proses *anodizing* memiliki beberapa fungsi yaitu :

1. Meningkatkan ketahanan korosi

Dari proses *anodizing*, lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan logam tahan terhadap korosi dan mampu menahan serangan atmosfer serta air garam. Lapisan oksida melindungi logam yang ada dibawahnya dengan bertindak sebagai penghalang (*barrier*) dari serangan lingkungan yang korosif.

2. Meningkatkan ketahanan adhesif

Lapisan ini hasil proses anodisasi yang menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dan kromat dapat meningkatkan kekuatan ikatan dan ketangguhan, biasanya digunakan pada industri pesawat terbang.

3. Meningkatkan ketahanan aus

Proses hard *anodizing* dapat menghasilkan lapisan setebal 25-100 mikron. Lapisan tersebut, dengan kekerasan inheren aluminium oksida yang sedemikian cukup tebal dapat digunakan untuk aplikasi dibawah kondisi ketahanan abrasi. Dimana lapisan oksida ini memiliki nilai kekerasanya yang cukup tinggi (sebanding dengan *sapphire*) atau paling keras setelah intan.

4. Isolator listrik

Lapisan oksida memiliki resistivitas yang tinggi khususnya lapisan oksida yang porinya tertutup.

5. Dapat menempel pada plating selanjutnya

Pori dari lapisan anodik oksida mendukung proses *elektroplating*, biasanya asam yang digunakan apa bila ingin melakukan pelapisan lanjutan adalah asam phosfor.

6. Aplikasi dekorasi

Pada permukaan logam, lapisan oksida yang terbentuk mimiliki tampilan yang mengkilau, dimana pada aluminuim tampilan oksida yang alami sangat diinginkan.Selain itu, lapisan oksida yang dihasilkan dapat diberi warna dengan metode yang berbeda. Pewarnaan anorganik akan diserap pada lapisan pori-pori untuk menghasilkan warna tertentu dan pigmen mineral yang mengendapdi dalam pori akan menghasilkan warna yang stabil.

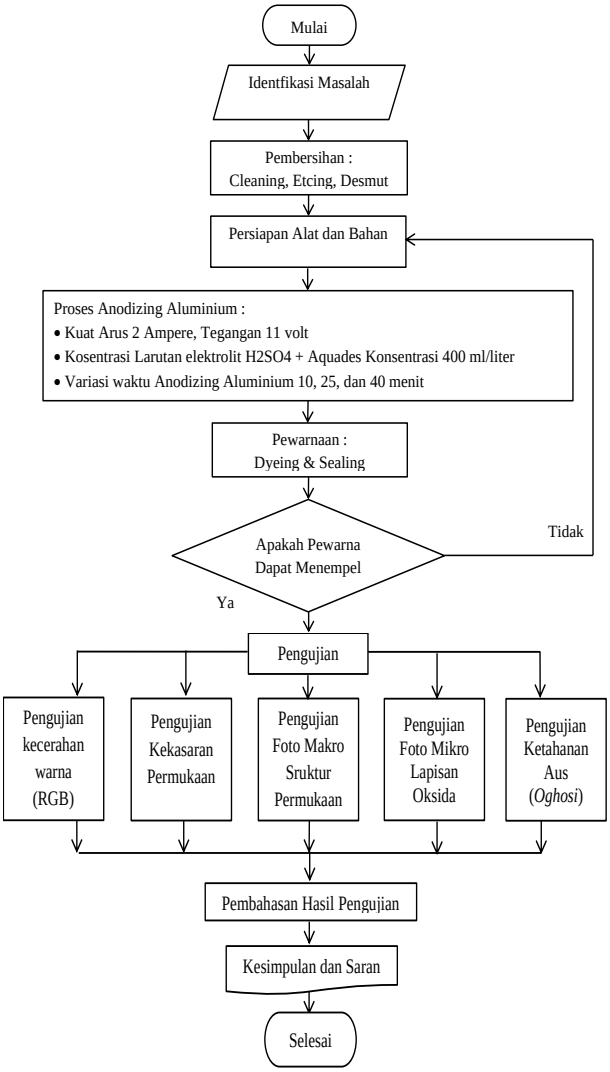
2.2. Kunyit

Kunyit merupakan sebuah tanaman khas Indonesia yang memiliki banyak kegunaan. Mulanya kunyit yang merupakan tanaman rempah-rempah ini banyak berkembang di daratan Asia Tenggara, kemudian dengan cepat kunyit berkembang ke daerah Indonesia, Malaysia, dan negara tetangga lainnya. Jenis tanaman yang tergolong jahe-jahean ini banyak dikonsumsi masyarakat baik untuk bahan pengolah masakan ataupun digunakan sebagai jamu dan juga bahan untuk menjaga kecantikan alami setiap wanita. Kunyit juga dapat dijadikan sebagai pewarna alami misalnya, untuk pewarna makanan dan untuk pewarna tekstil.

Kunyit merupakan pewarna alami yang dapat digunakan karena harganya murah, mudah dicari, tidak karsinogenik, dan biodegradable. Pigmen aktif pada kunyit yang dapat mewarnai jaringan tumbuhan dan memberikan warna kuning adalah kurkuminoid. Kurkuminoid merupakan senyawa dari gugus fenolik yang tersusun atas kurkumin, monodesmetokurkumin, dan bidesmetokurkumin Komponen yang khas dan dapat memberikan warna kuning adalah kurkumin (Sri, 2016).

3. Metode Penelitian

3.1. Diagraam Alir Penelitian



3.2. Tahap-tahap proses *anodizing*

Tahapan – tahapan yang dilakukan pada proses *anodizing* aluminium antara lain: proses pengamplasan bertujuan untuk pembersihan lubang atau kotoran yang terdapat pada permukaan spesimen dengan menggunakan kertas amplas. Proses pengamplasan menggunakan amplas logam seri P240, P600, P800 dan P1500. Proses ini dilakukan secara berurutan, dengan mengamplas spesimen dimulai dari amplas seri terkecil. Setelah proses pengamplasan selesai kemudian spesimen di*rinsing* menggunakan aquades.

Proses *cleaning* adalah proses pencucian spesimen dengan natrium karbonat (Na_2CO_3) yaitu bahan utama dari deterjen yang berutujuan membersihkan spesimen, perbandingan konsetrasi larutan yang digunakan natrium karbonat (Na_2CO_3) dengan air (aquades) adalah (5 gr/liter). Proses ini memakan waktu 5 menit, bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada spesimen akibat dari proses pengamplasan dan *polishing*. Proses ini sangat penting dalam proses *anodizing*, dikarenakan pecucian yang tidak bersih dapat berakibat pada tidak optimumnya proses *anodizing*.

Setelah proses *cleaning* selesai kemudian spesimen di*rinsing* menggunakan aquades dengan cara dicelupkan kedalamnya. Selanjutnya adalah proses *etching* atau yang disebut etsa adalah proses menghilangkan lapisan oksida pada permukaan aluminium yang tidak dapat dihilangkan pada proses sebelumnya. Bahan soda api (NaOH) digunakan dengan konsentrasi 100 gram/liter aquades. Spesimen di*etching* selama lima menit.

Setelah proses *etsa* selesai kemudian spesimen di*rinsing* menggunakan aquades dengan cara dicelupkan kedalamnya. Selanjutnya yaitu roses *desmut* merupakan proses untuk menghilangkan *smut* pada permukaan aluminium. Larutan desmut merupakan campuran dari larutan Asam fosfat (H_3PO_4) 75% ditambah Asam sulfat (H_2SO_4) 15% dan Asam asetat (CH_3COOH) 10%. Spesimen dicelupkan selama lima menit, kemudian setelah proses *desmut* selesai spesimen di*rinsing* menggunakan aquades dengan cara dicelupkan kedalamnya.

Selanjutnya proses *anodizing*, proses yang merupakan proses inti dari proses *anodizing*. Proses ini adalah proses pelapisan aluminium secara elektrokimia menjadi alumunium oksida dengan proses elektrolisis. Larutan yang digunakan pada proses *anodidic oxidation* adalah asam sulfat (H_2SO_4) yang dilarutkan dalam air (aquades) dengan konsentrasi 400 ml/liter dan suhu yang tercatat adalah 35.6 ^oC. Pada proses ini, benda kerja dipasang pada anoda (+) dan sebagai katoda (-) dengan menggunakan potongan plat aluminium yang lebih besar dari benda kerja. Sebelum spesimen dicelupkan pada larutan, atur terlebih dahulu tegangan dan arus yang diinginkan. Tegangan yang digunakan pada penelitian ini adalah 12 volt dan arus 2 Ampere, setelah tegangan dan arus diatur kemudian celupkan spesimen kedalam larutan. Variasi waktu pencelupan adalah 10, 25, dan 40 menit. Setelah proses *anodic oxidation* selesai kemudian di*rinsing* dalam teko plastik yang berisi air (aquades), dan kemudian dilanjutkan proses keproses *dyeing.* Seletah lapisan oksida baru terbentuk melalui proses anodisasi, selanjutnya proses pewarna. Pada proses ini menggunakan kunyit bubuk sebagai bahan dasarnya. Waktu proses *dyeing* selama 30 menit. Suhu yang tercatat 90°C - 97°C. Dengan suhu panas maka pewarna dari kunyit diharapkan dapat terserap dengan baik oleh aluminium tersebut. Terakhir adalah proses *sealing* berfungsi menutup pori-pori lapisan oksida yang dihasilkan dari proses *anodic oxidation* yang masih terbuka dan untuk mencegah pewarna keluar dari pori-pori lapisan oksida atau pudar, pada proses *sealing* larutan yang digunakan adalah asam asetat (CH_3COOH) dengan konsentrasi 5 gr/liter.. Lama waktu pencelupan selama lima menit. Suhu yang tercatat 55°C - 65°C. Setelah proses sealing selesai spesimen di*rinsing* dua kali menggunakan aquades dengan cara dicelupkan kedalamnya dan juga disemprot, hal ini bertujuan untuk menghilangkan sisa – sisa residu yang menempel pada proses *dyeing*.

3.3. Pelaksanaan Pengujian

Uji kecerahan warna (RGB) untuk mengetahui persentase komposisi warna yang dihasilkan dari proses *anodizing* tidak dapat diukur menggunakan mata telanjang. Pengujian kecerahan warna ini bertujuan untuk mengetahui kecerahan warna pada permukaan aluminium setelah diproses *anodizing* menggunakan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Aluminium difoto menggunakan kamera kemudian dimasukkan kedalam *Adobe Photoshop.* Kombinasi warna yang dihasilkan adalah *red* (R), *green* (G), *blue* (B). Angka yang dihasilkan disebut *color values*.

Uji kekasaran, pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan menggunakan alat *Roughtness Tester*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran dari masing – masing variasi spesimen yang telah di*anodizing*. Beberapa standar pengukuran yang umum digunakan dalam pengukuran kekasaran permukaan adalah Ra, Rb, atau Rmax. Satuan kekasaran berupa µm dapat diukur menggunakan alat *surface roughness tester*.

Pengujian struktur makro adalah proses pengujian bahan yang tidak dapat menggunakan mata terbuka dengan tujuan dapat memeriksa celah dan lubang dalam permukaan bahan. Pengujian ini dilaksanakan di lab D-3 Teknik UGM. Alat yang digunakan a dalah Alat uji foto makro dengan merk OLYMPUS, perbesaran seimbang SZ404STR-SZ6045TR-SZ1145TR.

Uji ketebalan lapisan oksida bertujuan untuk mengetahui seberapa tebal lapisan oksida setelah proses *anodizing* dengan identifikasi foto mikro. Alat uji foto mikro berfungsi untuk mengtahui lapisan oksida yang terbentuk pada aluminium. Pengujian ini dilakukan di laboratorium D-3 bahan teknik UGM dengan merk OLYMPUS model PME3-111B/-312B. Dalam proses pengamatan ketebalan lapisan diperlukan bebrapa proses diantaranya pembuatan *holder*, pemotongan, pengamplasan, pemolesan dan pengetsaan. Setelah proses *etsa* selesai maka spesimen siap untuk dilakukan pengujian ketebalan lapisan.

Uji keausan dapat dilakukan dengan berbagai teknik dan metode. Salah satunya adalah metode *Ogoshi*, dimana spesimen memperoleh beban gesek dari disc yang berputar. Beban gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang – ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material tersebut. Besarnya jejak permukaan yang tergesek tersebut dijadikan dasar penentuan tingkat keausan. Pengujian ini dilakukan di Lab S-1 Teknik Mesin UGM, menggunakan alat uji keausan (Riken-*Oghosi universal wear* type OAT-U).

4. Analisa dan Pembahasan

Beriku hasil beberapa pengujian yang telah dilakukan yaitu :

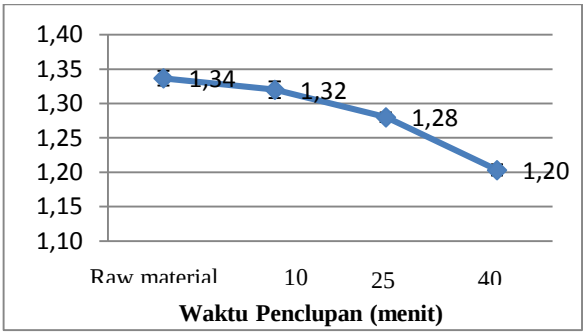
4.1. Hasil Uji Komposisi (*spectrometer*)

Tabel 4.1 Hasil pengujian komposisi material (*spectrometer*)

Unsur	Komposisi (%)
Si	0,13
Fe	0,4945
Cu	0,097
Mn	0,1104
Mg	0,1022
Zn	0,2135
Ti	0,0212
Cr	0,0044
Ni	0,0000
Pb	0,0244
Sn	0,0043
Al	98,79

Dari data tabel hasil pengujian *spectrometer* aluminium yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium seri 7XXX dikarenakan kandungan (Zn) dan (Mg) yang besar, pada aluminium seri 7XXX (Zn) dan (Mg) merupakan paduan utama.

4.2. Hasil UJi Ketebalan Spesimen

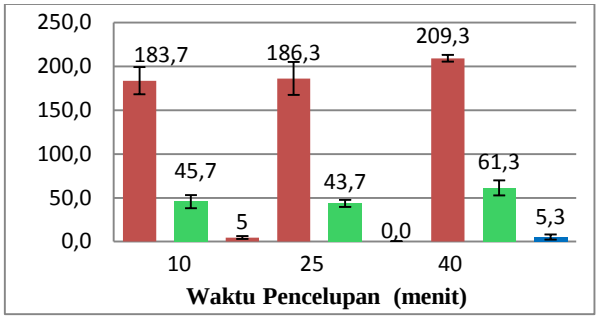


Gambar 4.1 Grafik hubungan antara variasi waktu pada proses *anodizing* terhadap ketebalan spesimen

Pada gambar 4.9 dapat dilihat grafik hasil pengujian ketebalan spesimen, pengujian ini dilakukan untuk membandingkan ketebalan antara spesimen raw material dengan spesimen yang telah di*anodizing* dengan variasi waktu 10, 25 dan 40 menit yang kemudian diproses *dyeing* dengan larutan serbuk kunyit. Hasil rata-rata ketebalan raw material sebesar 1.337 mm kemudian ketebalan rata-rata spesimen dengan variasi waktu 10 menit yaitu sebesar 1.32 mm, ketebalan rata-rata spesimen varisi 25 menit sebesar 1.28 mm dan ketabalan rata-rata spesimen dengan variasi waktu 40 menit sebesar 1.20 mm. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa lama waktu penahanan pencelupan *anodizing* berpengaruh terhadap ketebalan spesimen. Semakin lama waktu penahanan

pencelupan maka ketebalan aluminium akan berkurang akibat peleburan massa yang terjadi saat proses *anodizing*.

4.3. Hasil Pengujian Visual

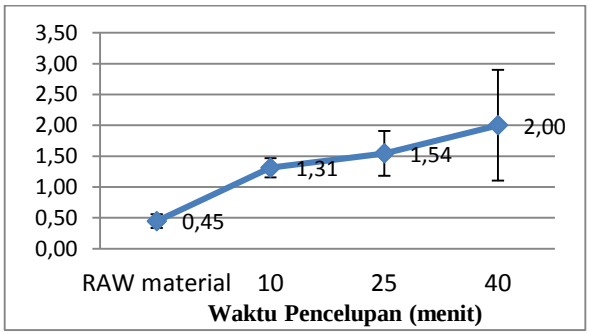


Gambar 4.2 Grafik hubungan antara waktu pencelupan *anodizing* terhadapat kecerahan warna (RGB)

Pada gambar 4.2 dapat dilihat grafik hasil uji kecerahan warna (RGB), pada waktu pencelupan 10 menit didapat hasil R 183.7%, G 45.7%, B 5% pada, waktu pencelupan 25 menit didapat hasil R 186.3%, G 43.67%, B 0%, dan pada waktu pencelupan 40 menit didapat hasil R 209.3%, G 61.3%, B 5.3%. Gambar 4.2 juga menunjukkan warna *red* lebih mendominasi pada grafik, hal ini diduga akibat pewarna yang digunakan adalah pewarna serbuk kunyit yang hasil warnanya kuning cenderung merah.

Hasil nilai komposisi warna (RGB) tertinggi diperoleh dari waktu pecnelupan 40 menit yaitu sebesar R 209.3%, G 61.3%, B 5.3%. Hal ini diduga karena pori-pori pada lapisan oksida banyak dan besar sehingga larutan warna yang masuk kedalam lapisan oksida juga semakin banyak, menyebabkan nilai komposisi warna paling tinggi pada waktu pencelupan 40 menit dibandingkan dengan nilai komposisi warna pada waktu pencelupan 10 dan 25 Menit. Semakin tinggi nilai komposisi warna (RGB) maka semakin pekat warna pada spesimen. Sejalan dengan pernyataan Andrianto (2010), menyatakan bahwa semakin lama waku proses *anodizing* maka warna yang dihasilkan semakin pekat. Dari analisa diatas, maka dapat disimpulkan bahwa lama waktu pencelupan *anodizing* berpengaruh terhadap ukuran dan bentuk pori-pori lapisan oksida yang dapat mempengaruhi nilai kecerahan warna (RGB).

4.4. Hasil Pengujian Kekasaran



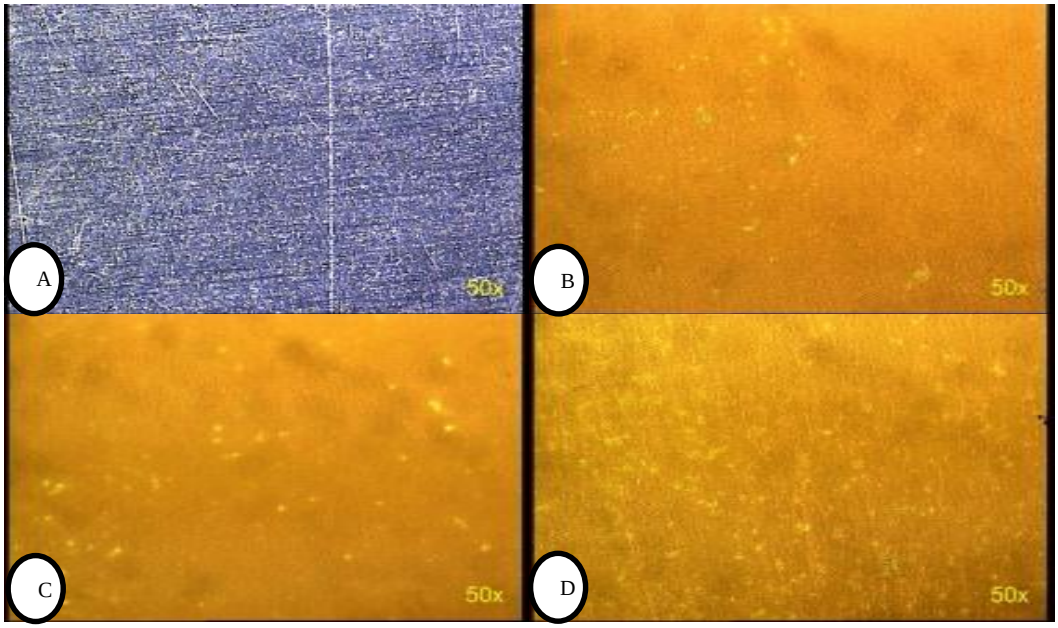
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara waktu pencelupan *anodizing* terhadap kekasaran permukaan spesimen

Pada gambar 4.3 dapat dilihat grafik hasil uji kekasaran raw material yang telah diamplas dan spesimen yang telah melalui proses *anodizing* dengan variasi lama waktu dan menggunakan serbuk kunyit sebagai pewarna. Nilai kekasaran Ra dengan waktu *anodizing* 40 menit lebih tinggi dari spesimen yang lain yaitu Ra 2.00 (µm), kemudian

pada variasi waktu 25 menit didapat nilai Ra 1.54 dan pada variasi waktu 10 menit didapat nilai kekasaran Ra 1.31 (µm) sedangkan nilai kekasaran Ra paling rendah didapat dari spesimen raw material yaitu 0.45 (µm).

Secara keseluruhan nilai kekasaran tertinggi didapat pada variasi lama waktu 40 menit sedangkan kekasaran paling rendah didapat dari pesimen raw material yang sudah diamplas. Hal itu diduga karena semakin lama waktu pencelupan *anodizing* maka pori-pori yang terbentuk semakin bertambah banyak dan ukuran pori-pori semakin besar, menyebabkan permukaan spesimen menjadi kasar. Dari hasil diatas dapat disimpulkan lama waktu pencelupan *anodizing* mempengaruhi bentuk dan ukuran pori-pori lapisan oksida yang menyebabkan meningkatnya kekasaran seiring bertambahnya waktu pencelupan *anodizing*.

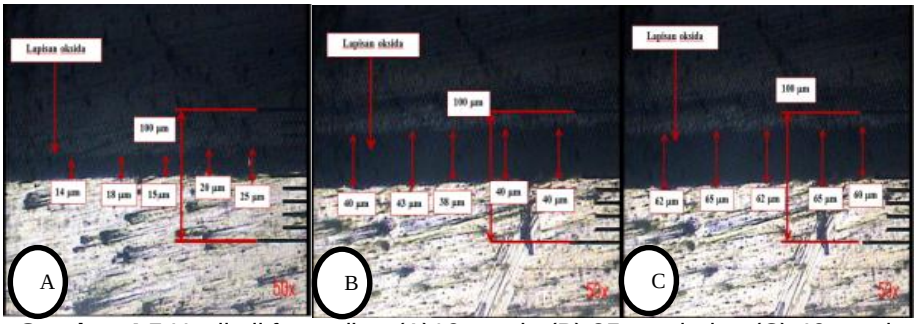
4.5. Hasil Pengujian Foto Makro



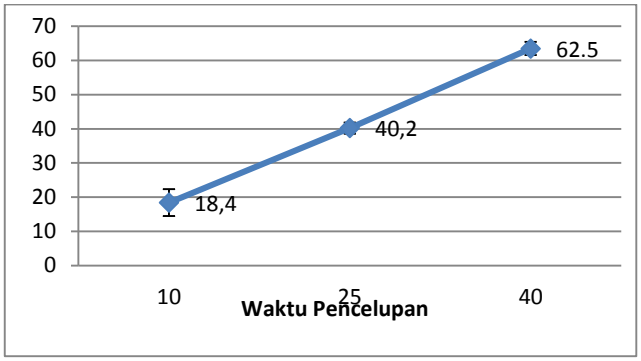
Gambar 4.4 Hasil uji foto makro

Hasil yang diperoleh pada pengujian struktur makro menunjukkan spesimen tanpa perlakuan bahwa struktur permukaan raw material belum terbentuk lapisan oksida, hanya terlihat goresan akibat amplas (4.4 A). Bisa dilihat juga bahwa permukaan aluminium yang belum mengalami perlakuan dan proses *anodizing*, kemuadian waktu *anodizing* 10 menit 4 (4.4 B), bahwa pori-pori pada permukaan spesimen tertutup larutan warna serbuk kunyit yang terserap dan permukaan terlihat halus, kemudian spesimen dengan waktu *anodizing* 25 menit (4.4 B) menunjukkan bahwa pori-pori pada permukaan tertutup oleh larutan pewarna serbuk kunyit akan tetapi permukaan terlihat lebih kasar dari variasi lama waktu sebelumnya dan spesimen dengan waktu *anodizing* 40 menit (4.4 C) menunjukkan pori-pori pada permukaan tertutup oleh larutan pewarna serbuk kunyit akan tetapi permukaan terlihat kasar dan tidak beraturan. Dari hasil diatas dapat diambil kesimpulan bahwa lama waktu pencelupan *anodizing* mempengaruhi nilai kekasaran pada aluminium dan waktu *anodizing* yang terlalu lama mengakibatkan pori-pori yang dihasilkan terliha sangat kasar.

4.6. Hasil Pengujian Foto Mikro



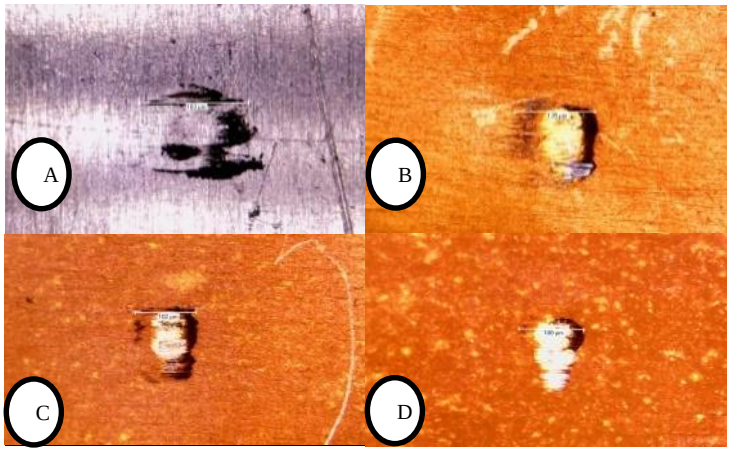
Gambar 4.5 Hasil uji foto mikro (A)10 menit, (B) 25 menit dan (C) 40 menit



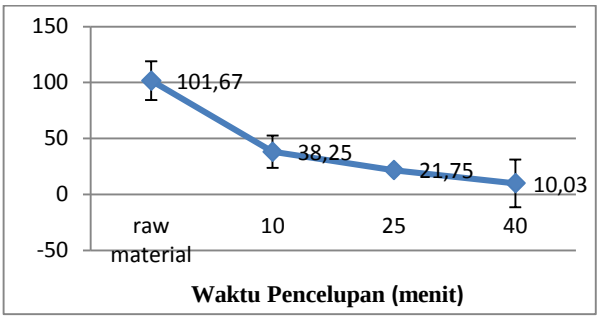
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara waktu penclupan *anodizing* terhadap ketebalan lapisan oksida.

Pada gambar 4.6 dapat dilihat grafik hubungan antara ketebalan lapisan oksida dengan variasi lama waktu pecelupan selama 10 menit menghasilkan ketebalan lapisan rata-rata 18,4μm, kemudian ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan dengan variasi lama waktu pencelupan 25 menit rata-rata 40,2 μm dan ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan dengan variasi lama waktu pencelupan 40 menit rata-rata 62,5 μm. Dari hasil uji ketebalan lapisan dapat disimpulkan bahwa lama waktu pencelupan proses *anodizing* berpengaruh pada lapisan oksdia yang tebentuk. Ketebalan lapisan oksida semakin meningkat seiring bertambahnya lama waktu pncelupan. Hal itu disebabkan karena perpindahan ion-ion larutan elektrolit semakin bertambah, dimana ion ion tersebut merapat dan membentuk suatu lapisan oksdia aluminium. Sjalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Pujianta dan ary (2008), menunjukkan hasil bahwa semakin lama waktu pecelupan *anodizing* maka ketebalan lapisan oksida akan semakin meningkat.

4.7. Hasil Pengujian Ketahanan Aus (Oghosi)



Gambar 4.7 Hasil uji Keausan (A) Raw material, (B) *Anodizing* 10 menit , (C) 25 menit dan (D) 40 menit



Gambar 4.8 Grafik hubungan antara variasi lama waktu proses *anodizing* terhadap nilai keausan

Pada grafik gambar 4.8 dapat dilihat nilai hasil uji keausan pada raw material sebesar 101,67 . 10^{-10} cm2/kg, nilai keausan spesimen *anodizing* dengan lama pencelupan 10 menit sebesar 38,25 . 10^{-10} cm2/kg, nilai keausan spesimen *anodizing* dengan lama waktu 25 menit sebesar 21.75 . 10^{-10} cm2/kg dan nilai keausan spesimen *anodizing* dengan lama waktu 40 menit 10,03 . 10^{-10} cm2/kg. Secara keseluruhan spesimen raw material mempunyai nilai keausan yang sangat besar dibandingkan dengan spesimen yang melalui proses *anodizing*. Dari hasil uji ketahan aus diatas menunjukkan bahwa lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* berpengaruh pada nilai keausan pada spesimen aluminium dan nilai keausan semakin menurun seiring bertambahnya waktu proses *anodizing*. Hal ini diduga karena pori-pori yang terbentuk semakin banyak dan besar menyebabkan nilai keausan menurun, semakin rendah nilai keausan maka ketahanan aus aluminium semakin tinggi.

Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Nilai kecerahan warna (RGB) tertinggi diperoleh dari waktu pencelupan 40 menit yaitu sebesar R 209.3%, G 61.3%, B 5.3%, semakin tinggi nilai kecerahan (RGB) maka semakin pekat warna pada spesimen. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi lama waktu *anodizing* berpengaruh terhadap warna yang dihasilkan pada spesimen.
2. Pengujian kekasaran permukaan menunjukkan nilai kekerasan dihasilkan pada spesimen raw dengan variasi lama waktu pencelupan 40 menit yaitu sebesar Ra 2.00 (µm), sementara spesimen raw material memiliki nilai kekasaran terendah yaitu Ra 0.45 (µm). Dari hasil diatas dapat diambil kesimpulan bahwa variasi lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* berpengaruh pada nilai kekasaran spesimen.
3. Hasil yang diperoleh pada pengujian struktur makro menunjukkan spesimen dengan waktu *anodizing* 10 menit, pori-pori permukaan terlihat halus, spesimen dengan waktu *anodizing* 25 menit pori-pori permukaanmya terlihat sedikit lebih kasar dan spesimen dengan waktu *anodizing* 40 menit pori-pori permukaannya terlihat kasar dan tidak beraturan. Dari hasil diatas dapat diambil kesimpulan bahwa varisi lama waktu proses *anodizing* berpengaruh pada struktur makro permukaan aluminium.
4. Pengujian foto struktur mikro menunjukkan nilai rata-rata ketebalan oksida paling besar adalah pada spesimen dengan waktu *anodizing* 40 menit yaitu rata-rata 62,5 µm, kemudian nilai rata-rata paling kecil adalah spesimen dengan waktu *anodizing* 10 menit yaitu 18,4. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa variasi lama waktu proses *anodizing* berpengaruh pada ketebalan lapisan oksida yang terbentuk.
5. Pengujian Ketahan aus menunjukkan nilai keausan paling tinggi didapatkan dari spesimen raw material yaitu sebesar 101,67 . 10^{-12} mm^2/kg, kemudian nilai keausan yang didapat pada spesimen *anodizing* dengan lama pencelupan 10, 25 dan 40 menit yaitu 10.03 . 10^{-12} mm^2/kg. Nilai kaeusan menurun secara berurutan. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* berpengaruh pada nilai keausan spesimen aluminium.

5.2Saran

1. Perlu dilakukan uji ketahan luntur warna dengan proses dan variable yang sama.
2. Perlu dilakukan uji kekerasan untuk mengetahui kekerasan lapisan oksida.
3. Perlu penelitian menggunakan pewarna alami selain kunyit.
4. Perlu penelitian perbandingan kualitas antara hasil pewarna bahan kimia dengan hasil pewarana alami.

DAFTAR PUSTAKA

Andika. (2010), Penggunaan Kunyit Sebagai Alternatif Pewarnaan Pada *Anodizing* Aluminium Yang Ramah Lingkungan. Program Kreativitas Mahasiswa, Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Malang.

Andrianto. (2010), Pengaruh Kuat Arus Dan Waktu Terhadap Hasil Pewarnaan Dan Massa Aluminium Pada Proses *Anodizing* Dengan Elektrolit H2so4 15%. Jurnal teknik kimia, Jurusan Teknik Kimia Universitas Wahid Hasyim Semarang.

Eddy. (2012), Kajian Pewarna Daun Pandan Wangi Pada Proses Pencelupan *Anodizing*. Komponen Otomotif. Jurnal Teknik Mesin, Universitas Negeri Malang.

Eka. (2011), Optimasi Proses Pelapisan Anodisasi Keras Pada Paduan Aluminium. Jurnal Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) – BPPT Kawasan Puspitek Serpong Tangerang.

Faris. (2016), Pengaruh Variasi Lama Waktu Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Dalam Proses *Anodizing* Aluminium Seri 1XXX. skripsi, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammdiyah Yogyakarta.

Hutasoit, F.M., (2008), Pengaruh Pembebanan Konsentrasi Asam Oksalat Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Pada Aluminium Foil Hasil Proses Anodisasi, Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Priyanto. (2012), Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Terhadap Kekerasan Permukaan Aluminium Seri 5XXX Pada Proses *Anodizing*, Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Pujianta. (2008), Pengaruh Variasi Waktu Penahanan Pencelupan terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Aluminium pada Proses *Anodizing*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Santhiarsa, N.N., (2009), Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Waktu Proses Hard *Anodizing* pada Aluminium terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan. Jurnal Ilmiah, Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.

Santhiarsa, N.N., (2010), Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Waktu Proses *Anodizing* Dekoratif Pada Aluminium Terhadap Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan. Jurnal Ilmiah, Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.

Sipayung, T., (2011), Pengaruh Penambahan Konsentrasi Elektrolit pada Proses Anodisasi.Skripsi.Tidak diterbitkan, Fakultas teknik Universitas Islam Indonesia.

Sri. (2016), *Pengaruh Penggunaan Kunyit (Curcuma Domestica Val) Sebagai Feed Additive Terhadap Performa Produksi Itik Lokal Periode Petelur.* Diploma thesis, Bagian Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Andalas.

Taufik. (2011), *Anodizing* pada Logam Aluminium dan Paduanya, Makalah. Program Studi Magister Rekayasa Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung.