

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI LARUTAN PEWARNA KUNYIT TERHADAP SIFAT FISIK PADA HASIL ANODIZING ALUMINIUM

Ahmad Muslim, Ir. Aris Widyo Nugroho, MT., Ph.D., M. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.

Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183

Email: ahmadmuslim18@gmail.com

INTISARI

Pewarnaan pada proses *anodizing* dapat dilakukan dengan pewarna kimia maupun pewarna alami. Indonesia memiliki beragam tanaman yang bermanfaat sebagai pewarna alami, salah satunya adalah kunyit. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit terhadap kecerahan warna, struktur makro, kekasaran permukaan, ketebalan lapisan oksida dan laju keausan pada hasil *anodizing* aluminium.

Plat aluminium dengan tebal 1,5 mm dipotong dengan ukuran 50 x 30 mm. Plat dilakukan proses *anodizing* dengan arus 2 ampere, tegangan 12 volt dan waktu selama 30 menit. Pewarnaan dilakukan menggunakan bubuk kunyit yang tersedia secara komersial. Proses *dyeing* menggunakan variasi konsentrasi larutan 10 gram, 20 gram dan 30 gram per liter. Pada proses *dyeing* ini menggunakan suhu 90-97°C selama 30 menit. Hasil pewarnaan diuji kecerahan warna dengan *image analisis* menggunakan software *Adobe Photoshop Cs6*, uji struktur makro dan ketebalan lapisan oksida menggunakan mikroskop optik dan uji kekasaran permukaan menggunakan *roughness tester* serta uji keausan dengan metode *Ogoshi*.

Dari hasil pengujian menunjukkan pengaruh variasi konsentrasi larutan kunyit terhadap kecerahan warna, struktur makro, kekasaran permukaan dan laju keausan. Kecerahan warna (RGB) tertinggi didapat pada variasi konsentrasi larutan kunyit 10 gram/liter sebesar R 215,67%, G 58,33%, B 0,67%. Struktur makro permukaan menghasilkan pori-pori yang homogen, pewarnaan paling merata didapat pada variasi konsentrasi larutan kunyit 30 gram/liter dan warna yang dihasilkan kuning kejinggan. Hasil kekasaran permukaan tertinggi terdapat pada aluminium yang telah *dianodizing* dengan variasi konsentrasi larutan kunyit 30 gram/liter dengan nilai sebesar 1,344 μm . Nilai keausan paling rendah adalah variasi konsentrasi larutan kunyit 30 gram/liter sebesar $2,07 \times 10^{-10} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Variasi konsentrasi larutan pewarna tidak berpengaruh terhadap ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan.

Kata kunci: konsentrasi, pewarna alami, kunyit, *anodizing*, aluminium.

ABSTRACT

Dyeing on anodizing process can be done with chemical dyes and natural dyes. Indonesia has a variety of useful plants as a natural dye, one of which is turmeric. The purpose of this research is to know the effect of turmeric dye concentration variation on color brightness, macro structure, surface roughness, oxide layer thickness and wear rate on aluminum anodizing result.

Aluminum plate with 1.5 mm thick cut with size 50 x 30 mm. The plates performed anodizing process with 2 amperes current, 12 volt voltage and time for 30 minutes. Dyeing is done using commercially available turmeric powder. The dyeing process uses variations in concentration of 10 gram, 20 gram and 30 gram per liter. In this dyeing process use temperature 90-97 ° C for 30 minutes. The coloring results were tested for color brightness with image analysis using Adobe Photoshop Cs6 software, macro structure test and oxide layer thickness using optical microscope and surface roughness test using roughness tester and wear test with Ogoshi method.

From the test results showed the effect of turmeric concentration variation concentration on color brightness, macro structure, surface roughness and wear rate. The highest color brightness (RGB) was obtained on variation of turmeric concentration 10 gram / liter equal to R 215,67%, G 58,33%, B 0,67%. The surface macro structure produces homogeneous pores, the most evenly colored staining obtained on the variation of turmeric concentration of 30 grams / liter and the yellow color of the aggregate. The highest surface roughness was found on aluminum which has been anodized with variation of turmeric concentration of 30 gram / liter with a value of 1,344 μm . The lowest wear value is the variation of turmeric concentration of 30 gram / liter of $2.07 \times 10^{-10} \text{ mm}^2 / \text{kg}$. The concentration variation of the dye solution did not affect the thickness of the resulting oxide layer.

Keywords: concentration, natural dye, turmeric, *anodizing*, aluminum.

PENDAHULUAN

Anodizing merupakan proses elektrokimia sederhana yang mulai dikembangkan pada abad ke-20 dengan membentuk sebuah lapisan pelindung aluminium oksida pada permukaan aluminium (ESTAL, 2015). Proses *anodizing* pada aluminium menghasilkan lapisan oksida tipis yang berpori. Pori ini dapat dimanfaatkan untuk memberikan pewarnaan yang beragam bila diisi zat warna. Pewarnaan pada proses *anodizing* dapat dilakukan dengan pewarna kimia maupun pewarna alami..

Indonesia memiliki beragam tanaman yang bermanfaat sebagai pewarna alternatif. Tanaman yang sering digunakan untuk pewarna alternatif adalah daun suji, buah bit, bunga telang, bunga sepatu, rimpang kunyit dan masih banyak lagi.

Dalam melakukan proses pewarnaan alami, Aminuddin, dkk (2006) melakukan pewarnaan pada aluminium dengan proses *anodizing* menggunakan bahan dari daun teh sebagai pewarna. Warna yang dihasilkan juga sangat tergantung dari waktu pencelupan dan kepekatan larutan teh yang digunakan. Teh hitam yang digunakan menghasilkan warna kuning keemasan hingga kuning kecoklatan. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka menghasilkan warna yang semakin gelap. Sementara Rudiyanto (2012) melakukan pewarnaan aluminium dengan proses *anodizing* menggunakan bahan pewarna dari daun pandan wangi. Warna yang dihasilkan dari daun pandan wangi adalah warna hijau. Hasil *anodizing* tergantung dari waktu pencelupan dan konsentrasi larutan daun pandan wangi yang digunakan. Hasil yang didapat adalah semakin tinggi konsentrasi larutan konsentrasi yang digunakan maka semakin terang warna yang dihasilkan. Sedangkan Ngatin dan Mulyono (2013) menggunakan ekstraksi dari kulit manggis sebagai pewarna alami dalam proses *anodizing*. Warna yang dihasilkan dari ekstraksi kulit manggis tersebut mulai dari warna kuning muda sampai kuning kecoklatan. Konsentrasi warna yang semakin tinggi menghasilkan warna yang semakin gelap.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Anggara, dkk (2010) yang menggunakan kunyit sebagai pewarna alami pada proses *anodizing* dengan konsentrasi larutan 5 gram, 10 gram, 15 gram dan 20 gram per liter. Penelitian tersebut menghasilkan

warna yang belum seragam dan berbeda-beda. Dari beberapa hasil penelitian di atas menunjukkan konsentrasi larutan pewarna yang digunakan pada proses *dyeing* sangat mempengaruhi hasil dari kecerahan warna. Namun dari beberapa penelitian tersebut belum melakukan pengujian terhadap struktur makro permukaan, kekasaran permukaan, ketebalan lapisan oksida, dan laju keausan hasil *anodizing*. Karena dari *customer* tidak hanya mementingkan kualitas warnanya saja, tetapi juga kehalusan permukaannya, warnanya merata atau tidak dan ketahanan ausnya. Oleh sebab itu untuk mengetahuinya maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap *anodizing* aluminium menggunakan pewarna kunyit.

DASAR TEORI

Pengertian *Anodizing*

Anodizing adalah suatu proses *surface treatment* untuk melapisi permukaan logam agar terlindung dari pengaruh subsversif lingkungan yang dapat menyebabkan korosi, disamping itu metode *anodizing* juga menghasilkan tampilan logam yang lebih menarik, serta tahan terhadap gesekan permukaan. Proses *anodizing* ini dapat meningkatkan keandalan dari permukaan logam dan dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Aluminium merupakan logam yang paling sering di *anodizing*. Selain aluminium, magnesium dan titanium juga dapat untuk bahan *anodizing*.

Aluminium

Aluminium memiliki berat jenis hanya 2,7 g/cm³, kira-kira sepertiga baja (7,83 g/cm³). Berat jenis yang ringan seperti itu, ditambah dengan kekuatan tinggi beberapa paduan aluminium (melebihi baja struktural), memungkinkan perancangan dan konstruksi struktur yang kuat dan ringan yang sangat menguntungkan untuk segala hal yang bergerak, baik itu kendaraan dan pesawat terbang serta semua jenis kendaraan darat dan air.

Kombinasi unik dari sifat yang disediakan oleh aluminium dan paduannya membuat aluminium menjadi bahan logam yang paling serbaguna, ekonomis, dan menarik untuk digunakan

Kunyit (*Curcuma domestica* Val.)

Kunyit atau kunir (*Curcuma domestica* Val.), adalah salah satu tanaman rempah dari wilayah Asia. Manfaat dari tanaman

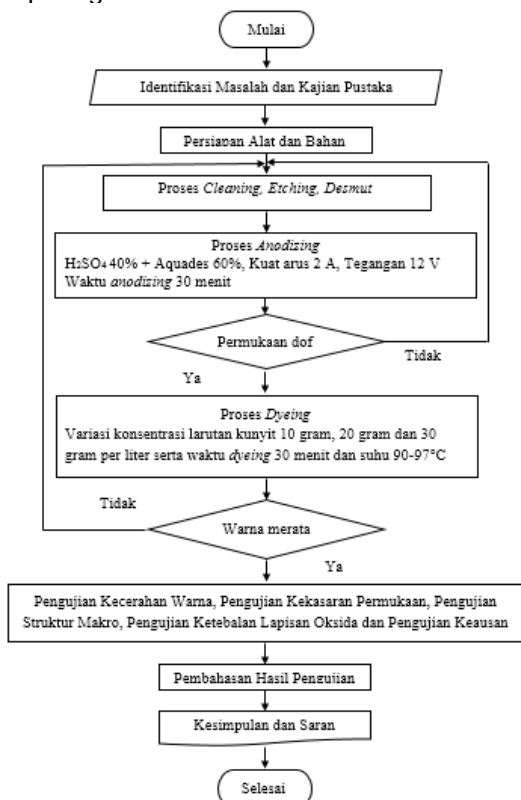
kunyit baik sebagai pelengkap bumbu masakan, jamu/obat-obatan atau untuk menjaga kesehatan dan kecantikan. Tetapi dapat juga dimanfaatkan sebagai zat pewarna, seperti zat pewarna dalam makanan maupun dalam pewarna kerajinan kain tenun.

Penggunaan zat pewarna alami seperti kurkumin dari kunyit, merupakan alternatif yang dapat digunakan, karena selain harganya murah, jumlahnya juga melimpah, dan aman bagi lingkungan. Pemanfaatan zat pewarna alami dapat mengurangi resiko terhadap kerusakan lingkungan.

Zat warna kurkumin (diferuloylmethane) merupakan komponen aktif dari kunyit yang berperan untuk warna kuning, dan terdiri dari kurkumin I, kurkumin II (demetoksikurkumin) dan kurkumin III (bis-demetoksikurkumin). Senyawa tersebut berada dalam bentuk kesetimbangan antara bentuk keto dan enol.

METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian dapat ditunjukkan seperti gambar 1 berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Tahapan Proses Anodizing Aluminium

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, dengan mengamplas spesimen dimulai dari amplas seri terkecil. Setelah proses pengamplasan selesai kemudian spesimen dibilas menggunakan aquades.

Selanjutnya proses *cleaning* merupakan pembersihan kotoran yang terdapat pada permukaan benda kerja yang diratakan atau dibersihkan dengan kertas amplas dengan menggunakan detergen murni. Detergen murni natrium karbonat (Na₂CO₃) dengan konsentrasi larutan yang digunakan 10 gram/liter aquades. Proses ini berlangsung selama lima menit. Setelah proses *cleaning* selesai kemudian spesimen dibilas 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 *etching* selama lima menit. Setelah proses etsa selesai kemudian spesimen dibilas menggunakan aquades dengan cara dicelupkan kedalamnya.

Selanjutnya yaitu proses *desmut* merupakan proses untuk menghilangkan *smut* pada permukaan aluminium. Larutan desmut merupakan campuran dari larutan Asam fosfat (H₃PO₄) 75% ditambah Asam sulfat (H₂SO₄) 15% dan Asam asetat (CH₃COOH) 10%. Spesimen dicelupkan selama lima menit, kemudian setelah proses *desmut* selesai spesimen dibilas menggunakan aquades dengan cara dicelupkan kedalamnya.

Selanjutnya proses *anodizing*, spesimen dicelupkan kedalam box plastik berisi larutan asam sulfat (H₂SO₄) yang sudah dicampur dengan aquades dengan konsentrasi larutan sebesar 400 ml asam sulfat (H₂SO₄) dan 600 ml aquades dan suhunya tercatat 30°C - 40°C. Pada proses anodisasi spesimen bertindak sebagai anoda (+) dan aluminium penghantar sebagai katoda (-). Tegangan yang dipakai pada proses ini sebesar 12 Volt dan kuat arusnya sebesar 2 ampere. Waktu proses *anodizing* selama 30 menit. Setelah proses *anodic*

oxidation selesai selanjutnya dibilas menggunakan aquades sebelum dilanjutkan ke proses *dyeing*.

Proses *dyeing*. Setelah lapisan oksida baru terbentuk melalui proses anodisasi, selanjutnya proses pewarna. Pada proses ini menggunakan kunyit bubuk sebagai bahan dasarnya. Variasi yang digunakan yaitu 10 gram, 20 gram dan 30 gram per liter aquades. Proses ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh variasi konsentrasi terhadap sifat fisik aluminium *anodizing*. 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 (CH₃COOH) dengan konsentrasi 5 gr/liter.. Lama waktu pencelupan selama lima menit. Suhu yang tercatat 55°C - 65°C. Setelah proses *sealing* selesai spesimen dibilas dua kali menggunakan aquades dengan cara dicelupkan kedalamnya dan juga disemprot, hal ini bertujuan untuk menghilangkan sisa – sisa residu yang menempel pada proses *dyeing*.

Pengujian Komposisi Material

Uji komposisi material bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam aluminium yang digunakan dalam penelitian ini. Pengujian komposisi logam dilakukan dengan mesin *Spectrometer Thermo ARL 3560 OES* yang ada di CV Karya Hidup Sentosa Yogyakarta.

Pengukuran Ketebalan Spesimen

Pengukuran ketebalan spesimen bertujuan untuk mengetahui ketebalan spesimen dari hasil *anodizing* menggunakan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Proses pengujian ketebalan spesimen dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan menggunakan alat mikrometer sekrup.

Pengujian Kecerahan Warna

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 Cs6*. Lalu membandingkan dengan permukaan aluminium satu dengan yang lainnya.

Pengujian Kekasaran Permukaan

Pengujian kekasaran permukaan dilakukan untuk mengetahui kekasaran dari permukaan hasil *anodizing* menggunakan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Proses pengujian kekasaran permukaan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan menggunakan alat MR 110.

Pengujian Struktur Makro

Pengujian struktur makro ini bertujuan untuk melihat struktur makro pada permukaan aluminium setelah diproses *anodizing* menggunakan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Permukaan aluminium diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 50X, lalu membandingkan dengan permukaan aluminium satu dengan yang lainnya. Proses pengujian struktur mikro dilaksanakan di Laboratorium Testing Material D-3 Teknik Mesin SV UGM dengan menggunakan alat mikroskop optik merk Olympus.

Pengujian Ketebalan Lapisan Oksida

Pengujian struktur mikro ini bertujuan untuk mengetahui struktur mikro ketebalan lapisan oksida aluminium setelah di proses *anodizing* menggunakan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Sebelum dilakukannya pengujian struktur mikro benda kerja *dimounting* terlebih dahulu. Proses pengujian struktur mikro dilaksanakan di Laboratorium Testing Material D-3 Teknik Mesin SV UGM dengan menggunakan alat mikroskop optik merk Olympus model PME3-111B/-312B.

Pengujian Keausan

Pengujian keausan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keausan pada hasil *anodizing* menggunakan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Proses pengujian keausan dilaksanakan di Laboratorium Material S-1 Teknik Mesin FT UGM. Pengujian keausan dilakukan dengan metode *Ogoshi*, menggunakan alat *Riken-Ogoshi's Universal Wear*, dimana benda uji

memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar sesuai dengan parameter seperti kecepatan, jarak luncur dan pembebanan. Besarnya jejak permukaan benda uji yang tergesek yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan material.

HASIL DAN PEMBAHASAN

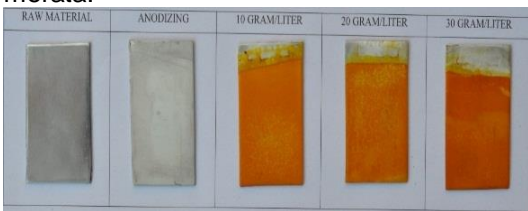
Hasil Anodizing

Terdapat kegagalan atau tidak menempelnya pewarna pada permukaan aluminium. Hasil tersebut dipengaruhi beberapa hal seperti penggunaan perasan kunyit asli dan proses *dyeing* tidak dipanaskan.



Gambar 2 Kegagalan dari proses *dyeing* pada proses *anodizing*

Dari kegagalan tersebut metode pewarnaan diganti menggunakan kunyit bubuk dan juga dipanaskan hingga suhu 100°C serta diberi aerator agar warnanya merata.



Gambar 3 Hasil *anodizing* menggunakan variasi konsentrasi pewarna kunyit

Hasil Pengujian Spectrometer

Tabel dibawah menunjukkan hasil pengujian komposisi kimia spesimen yang digunakan pada penelitian ini.

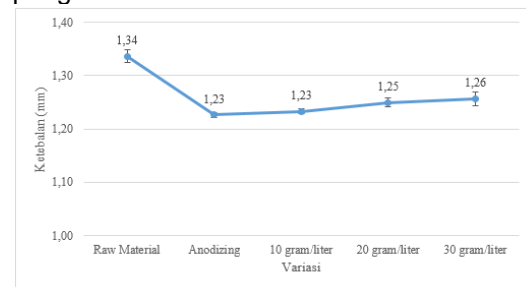
Tabel 2 Komposisi kimia aluminium

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

Berdasarkan hasil pengujian *spectrometer* tersebut maka dapat disimpulkan bahwa aluminium yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium seri 7xxx. Hal tersebut dikarenakan unsur pembentuk lain dengan persentase terbesar dalam spesimen adalah Zinc.

Hasil Pengukuran Ketebalan Spesimen

Spesimen yang digunakan terlebih dulu diukur ketebalannya, hal tersebut bertujuan untuk mengetahui laju pengurangan yang diakibatkan oleh proses *anodizing*. Spesimen diukur menggunakan alat mikrometer sekrup dengan tiga titik pengukuran.



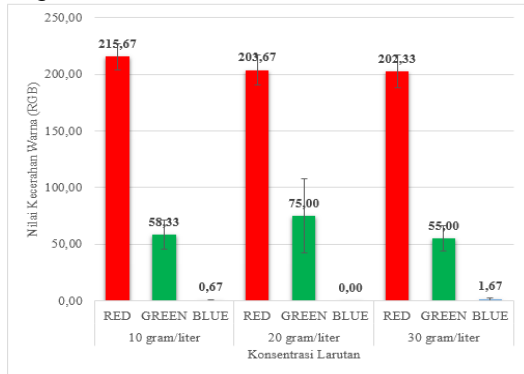
Gambar 4 Grafik hubungan antara variasi konsentrasi larutan kunyit terhadap ketebalan spesimen

Gambar diatas menunjukkan hasil pengukuran ketebalan spesimen mulai dari raw material yang sudah diampas, *anodizing* tanpa pewarna hingga spesimen yang telah *dianodizing* dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Hasil pengukuran raw material setelah dirata-rata adalah 1,337 mm, untuk *anodizing* tanpa pewarna adalah 1,227 mm, untuk variasi konsentrasi larutan kunyit 10 gram/liter ialah 1,233 mm, untuk variasi konsentrasi larutan kunyit 20 gram/liter 1,250 mm dan variasi konsentrasi larutan kunyit 30 gram/liter sebesar 1,257 mm.

Spesimen *anodizing* tanpa pewarnaan lebih tipis daripada raw material disebabkan adanya pengikisan pada saat proses *anodizing*. Semakin pekat konsentrasi larutan kunyit yang digunakan maka akan semakin tebal spesimen. Hasil pengukuran ketebalan spesimen tersebut yang telah *dianodizing* dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit diduga disebabkan adanya residu yang ikut menempel pada permukaan spesimen.

Hasil Pengujian Kecerahan Warna

Spesimen yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit dilakukan pengujian kecerahan warna (RGB) menggunakan *Adobe Photoshop Cs6* dimana akan didapatkan data antara hasil visual pada variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 10 gram, 20 gram dan 30 menit per liter. Pengujian dilakukan pada tiga titik yang berbeda. Berikut hasil pengujian kecerahan warna dengan *brightness auto level*.



Gambar 5 Grafik hubungan antara variasi konsentrasi larutan kunyit terhadap kecerahan warna (RGB)

Gambar diatas menunjukkan hasil kecerahan warna (RGB) pada proses *anodizing* menggunakan pewarna kunyit, 10 gram/liter R 215,67%, G 58,33%, B 0,67%, untuk variasi larutan kunyit 20 gram/liter R 203,67%, G 75%, B 0% dan untuk variasi larutan kunyit sebanyak 30 gram/liter R 202,33%, G 55% dan B 1,67%. Grafik tersebut menjelaskan komposisi warna yang dominan adalah warna red, hal tersebut disebabkan oleh pori - pori lapisan oksida yang terisi dengan larutan pewarna kunyit yang digunakan pada penelitian ini.

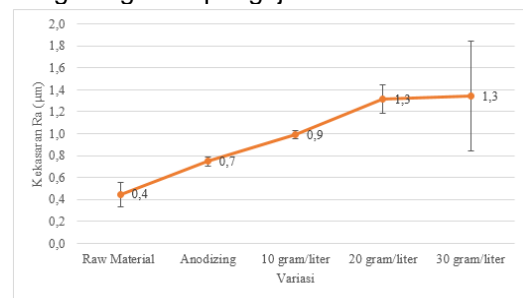
Kemudian, untuk kecerahan tertinggi pada variasi 10 gram/liter sebesar R 215,67%, G 58,33%, B 0,67% yang berarti lebih terang daripada variasi 20 gram/liter dan 30 gram/liter. Jadi semakin pekat larutan pewarna yang digunakan maka akan semakin gelap warna yang dihasilkan. Hal itu diduga terdapat residu dari bahan pewarna yang ikut menempel pada permukaan aluminium.

Hal ini terbukti secara empirik, hasil penelitian yang dilakukan Dwi, dkk (2010) dan Ngatin (2013) bahwa semakin pekat konsentrasi larutan pewarna alami yang digunakan, maka hasil warnanya semakin gelap. Warna yang dihasilkan lebih gelap atau terang pada aluminium dimungkinkan

oleh panas saat proses *sealing*, yang menurut Canning (1978) menghasilkan lapisan tipis yang kedap dari lingkungan luar dan mencegah zat pewarna keluar dari lapisan *anodizing* sehingga tidak mudah larut dan tahan lama. Selain itu menurut Anggara, dkk (2010) bahwa faktor yang mempengaruhi kecerahan warna adalah waktu tunggu dari proses *anodizing* ke proses *dyeing* yang tidak langsung. Dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa, semakin pekat konsentrasi larutan kunyit yang digunakan maka akan menghasilkan warna yang semakin gelap dan proses *sealing* yang menghasilkan lapisan kedap serta waktu tunggu dari proses *anodizing* ke proses *dyeing* yang tidak langsung juga mempengaruhi kecerahan warna (RGB).

Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Proses *anodizing* yang dilakukan pada aluminium memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaannya. Hasil yang didapat juga berbeda sesuai dengan variasi konsentrasi yang diberikan. Pengujian kekasaran permukaan aluminium menggunakan alat *Roughness Tester* dengan tiga titik pengujian.



Gambar 6 Grafik hubungan antara variasi konsentrasi larutan kunyit terhadap kekasaran permukaan

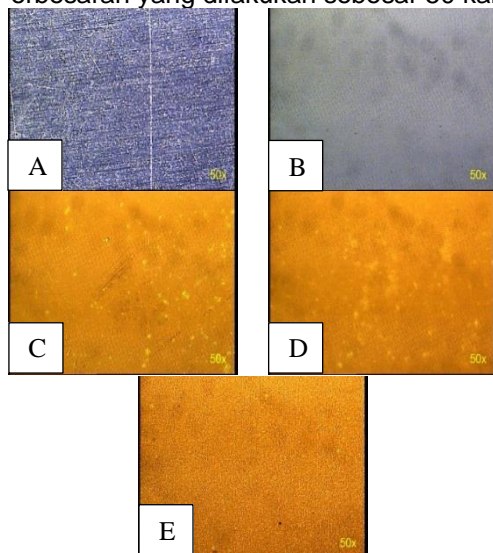
Gambar diatas menunjukkan hasil kekasaran pada permukaan aluminium didapatkan dari raw material yang sudah diamplas, *anodizing* tanpa pewarna hingga spesimen yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Pada raw material yang sudah diamplas didapatkan nilai kekasaran 0,447 µm, untuk aluminium yang sudah dianodizing tanpa pewarna didapatkan nilai kekasaran 0,747 µm, untuk aluminium yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 10 gram/liter sebesar 0,991 µm, untuk aluminium yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 20 gram/liter sebesar 1,312 µm dan untuk

aluminium yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 30 gram/liter sebesar 1,344 μm .

Hasil kekasaran tertinggi terdapat pada aluminium yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 30 gram/liter yang berarti lebih kasar daripada variasi 10 gram/liter dan 20 gram/liter serta hasil kekasaran yang paling halus terdapat pada raw material yang sudah diampelas. Hal tersebut diakibatkan karena pada raw material sudah dihaluskan permukaannya. Semakin pekat konsentrasi larutan kunyit yang digunakan maka akan semakin kasar permukaan aluminium, hal tersebut diduga adanya residu yang menempel pada saat proses pewarnaan dan tidak dapat terserap dengan baik oleh aluminium tersebut.

Hasil Pengujian Struktur Makro

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui struktur permukaan makro aluminium sebelum dan sesudah diproses *anodizing* menggunakan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Foto struktur makro permukaan aluminium didapatkan dari raw material, *anodizing* tanpa pewarna hingga spesimen yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Perbesaran yang dilakukan sebesar 50 kali.



Gambar 7 Foto makro (A) raw material aluminium, (B) aluminium *anodizing* tanpa pewarnaan, (C) aluminium *anodizing* variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 10 gram/liter, (D) aluminium *anodizing* variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 20 gram/liter dan (E) aluminium *anodizing* variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 30 gram/liter

Gambar 7 A menunjukkan pengamatan struktur makro permukaan raw material aluminium sebelum diproses *anodizing*. Dari hasil pengamatan masih menampilkan bekas goresan pada permukaan aluminium.

Gambar 7 B menunjukkan hasil pengamatan struktur makro permukaan aluminium yang telah dianodizing dengan lama waktu 30 menit dan kuat arus listrik yang digunakan 2 ampere. Dari hasil menunjukkan bahwa pori-pori lapisan oksida baru telah terbentuk, telah menghasilkan pori-pori yang homogen.

Gambar 7 C menunjukkan hasil pengamatan struktur makro permukaan aluminium yang telah dianodizing dengan lama waktu 30 menit dan kuat arus listrik yang digunakan 2 ampere serta variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 10 gram/liter selama 30 menit. Dari hasil menunjukkan bahwa telah meresap ke dalam pori-pori lapisan oksida dan warna yang dihasilkan kuning terang.

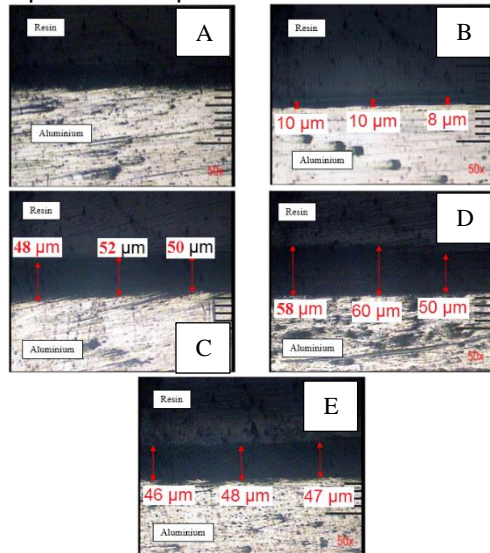
Gambar 7 D menunjukkan hasil pengamatan struktur makro permukaan aluminium yang telah dianodizing dengan lama waktu 30 menit dan kuat arus listrik yang digunakan 2 ampere serta variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 20 gram/liter selama 30 menit. Dari hasil menunjukkan bahwa telah meresap ke dalam pori-pori lapisan oksida dan warna yang dihasilkan sebagian kuning terang dan sebagian lagi kuning tua.

Gambar 7 E menunjukkan hasil pengamatan struktur makro permukaan aluminium yang telah dianodizing dengan lama waktu 30 menit dan kuat arus listrik yang digunakan 2 ampere serta variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 30 gram/liter selama 30 menit. Dari hasil menunjukkan bahwa telah meresap ke dalam pori-pori lapisan oksida dan warna yang dihasilkan kuning kejinggan serta warna lebih merata.

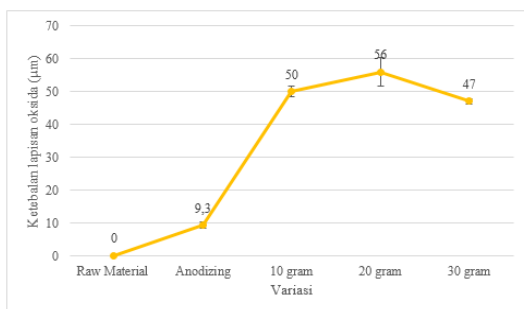
Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan Oksida

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui tebal lapisan oksida yang terbentuk sebelum dan sesudah diproses *anodizing* menggunakan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit. Foto mikro ketebalan lapisan oksida aluminium didapatkan dari raw material, *anodizing* tanpa pewarna hingga spesimen yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi

larutan pewarna kunyit. Agar memudahkan pada saat proses pengamatan foto mikro ketebalan lapisan oksida aluminium, spesimen dilakukan proses *mounting*. Perbesaran sebesar 50 kali, dengan setiap strip adalah 10 μm .



Gambar 8 Foto ketebalan lapisan oksida (A) raw material aluminium, (B) aluminium *anodizing* tanpa pewarnaan, (C) aluminium *anodizing* variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 10 gram/liter, (D) aluminium *anodizing* variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 20 gram/liter dan (E) aluminium *anodizing* variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 30 gram/liter



Gambar 9 Grafik hubungan antara variasi konsentrasi larutan terhadap ketebalan lapisan oksida

Dari grafik diatas menunjukkan hubungan antara variasi konsentrasi larutan terhadap ketebalan lapisan oksida pada permukaan aluminium yang telah *dianodizing*, pada raw material tidak terlihat adanya lapisan oksida karena raw material yang diuji adalah material yang telah diampas jadi lapisan oksidanya sudah hilang, untuk anodizing tanpa pewarnaan sebesar 9,3 μm , untuk aluminium yang telah

dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 10 gram/liter sebesar 50 μm , untuk aluminium yang telah *dianodizing* dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 20 gram/liter sebesar 56 μm dan untuk aluminium yang telah *dianodizing* dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 30 gram/liter sebesar 47 μm .

Variasi konsentrasi larutan pewarna tidak berpengaruh terhadap ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan. Lapisan oksida dihasilkan oleh dipengaruhi oleh temperatur, kuat arus listrik, voltase, konsentrasi larutan dan waktu pencelupan pada larutan elektrolit.

Hasil Pengujian Keausan Ogoshi

Setelah dilakukan pengujian keausan pada spesimen raw material, *anodizing* tanpa pewarna hingga spesimen yang telah *dianodizing* dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit dengan menggunakan mesin uji *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine type OAT-U* dengan lebar piringan 3 mm, jari-jari pengaus 14 mm, beban tekan pengaus 2,12 kg, jarak tempuh pengausan 66,6 m dan waktu selama 60 detik.



Gambar 10 Grafik hubungan antara variasi konsentrasi larutan kunyit terhadap keausan permukaan

Untuk raw material sebesar 10,17 x 10⁻¹⁰ mm²/kg, untuk aluminium *anodizing* tanpa pewarnaan memiliki nilai 5,32 x 10⁻¹⁰ mm²/kg, selanjutnya variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 10 gram/liter sebesar 4, 4,88 x 10⁻¹⁰ mm²/kg, begitu juga untuk variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 20 gram/liter sebesar 2,26 x 10⁻¹⁰ mm²/kg dan untuk variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit sebanyak 30 gram/liter sebesar 2,07 x 10⁻¹⁰ mm²/kg.

Dari gambar 4.13 diatas, spesimen yang mengalami keausan paling tinggi yaitu raw material aluminium dengan nilai 10,17 x 10⁻¹⁰ mm²/kg, sedangkan keausan paling

rendah adalah variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 30 gram/liter sebesar $2,07 \times 10^{-10} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Hal itu disebabkan adanya residu yang menempel, jadi yang tergesek adalah residu yang menempel pada permukaan spesimen. Jadi, semakin tinggi konsentrasi larutan kunyit yang digunakan maka akan semakin meningkat nilai ketahanan ausnya.

Kesimpulan

Dari penelitian, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan pada pengaruh konsentrasi larutan kunyit pada proses *anodizing*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kecerahan warna (RGB) tertinggi didapat pada variasi 10 gram/liter sebesar R 215,67%, G 58,33%, B 0,67% yang berarti lebih terang daripada variasi 20 gram/liter dan 30 gram/liter. Jadi semakin tinggi konsentrasi larutan pewarna yang digunakan maka akan semakin gelap warna yang dihasilkan.
2. Hasil kekasaran tertinggi terdapat pada aluminium yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 30 gram/liter yang berarti lebih kasar daripada variasi 10 gram/liter dan 20 gram/liter serta hasil kekasaran yang paling halus terdapat pada raw material yang sudah diampelas. Jadi semakin tinggi konsentrasi larutan pewarna yang digunakan maka akan semakin kasar permukaan yang dihasilkan.
3. Struktur makro permukaan telah menghasilkan pori-pori yang homogen, pada pewarnaan paling merata didapat pada variasi larutan kunyit 30 gram/liter dan warna yang dihasilkan kuning kejinggan.
4. Variasi konsentrasi larutan pewarna tidak berpengaruh terhadap ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan. Lapisan oksida dihasilkan oleh dipengaruhi oleh temperatur, kuat arus listrik, voltase, konsentrasi larutan dan waktu pencelupan pada larutan elektrolit.
5. Spesimen yang mengalami keausan paling tinggi yaitu raw material aluminium dengan nilai $10,17 \times 10^{-10} \text{ mm}^2/\text{kg}$, sedangkan keausan paling rendah adalah variasi konsentrasi larutan pewarna kunyit 30 gram/liter sebesar $2,07 \times 10^{-10} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin

tinggi konsentrasi larutan kunyit yang digunakan maka akan semakin meningkat nilai ketahanan ausnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminnudin; Wahono; Suprayitno. 2006. "Penggunaan Teh Untuk *Dyeing* pada Proses Dekoratif pada Aluminium dengan Proses Anodizing, sebagai Bahan Alternatif yang Ramah Lingkungan". Malang: Lembaga Penelitian UM.
- Anggara, A.D, dkk. 2010. "Penggunaan Kunyit sebagai Alternatif Pewarnaan pada Anodising Aluminium yang Ramah Lingkungan" PKM. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Canning, W., 1978. "*The Canning Handbook on Electroplating*". Birmingham: W. Canning Limited.
- ESTAL. 2015. *Aluminium Anodising. European association for Surface Treatment of Aluminium*. Hal 1-3.
- Hermawan, Alif. 2017. Skripsi "*Pengaruh Intensitas Arus terhadap Kekerasan, Ketebalan Lapisan Oksida, dan Laju Korosi pada Proses Anodizing dengan Struktur Kulit Jeruk Aluminium Seri 1XXX*". Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Ngatin, A dan Mulyono, E.W.S. 2013. "Ekstraksi Zat Warna dari Kulit Manggis dan Pemanfaatannya untuk Pewarna Logam Aluminium Hasil Anodisasi" dalam IRWNS (hlm. 268-272). Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Rudiyanto, Eddy, 2012. "*Kajian Pewarna Daun Pandan Wangi pada Proses Pencelupan Komponen Otomotif*" dalam Jurnal Teknik Mesin, Tahun 20, No. 1 (hlm. 35-41). Malang. Universitas Negeri Malang.
- SEAFast Center. 2012. "*Kuning Kunyit*". Pewarna Alami untuk Pangan. Hal 51-57.