

Analisis Pewarnaan dari Limbah Sayur dan Buah pada Material Aluminium 6061 Hasil Anodizing

Pungky Eka Setyawan^{1*}, Elta Sonalitha², Dewi Izzatus Tsamroh¹

¹ Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang

² Jurusan Teknik Elektro Universitas Merdeka Malang

Jalan Taman Agung 1 Malang Indonesia

pungky.setya@unmer.ac.id

Abstrak— Anodizing merupakan proses elektrokimia sederhana yang mulai dikembangkan pada abad ke-20 dengan membentuk sebuah lapisan pelindung aluminium oksida pada permukaan aluminium. Proses anodizing pada aluminium dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanis maupun estetis dari permukaan. Proses tersebut menghasilkan lapisan oksida tipis yang berpori bersifat keras dan tahan korosi. Pori tersebut dapat dimanfaatkan untuk memberikan pewarnaan yang beragam bila diisi zat pewarna. Perwarnaan dalam proses anodizing dapat dilakukan dengan pewarna kimia maupun pewarna alami. Proses pewarnaan pada anodizing dapat menggunakan larutan dari bahan anorganik atau larutan kimia maupun organik. Larutan kimia menghasilkan limbah yang dapat membahayakan bagi lingkungan, oleh karena itu diharapkan sebuah terobosan menggunakan larutan pewarna yang tidak menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan yaitu dengan digunakannya zat pewarna yang dihasilkan dari limbah buah dan sayur seperti kulit buah naga, dan kol ungu dengan penambahan bahan – bahan yang ramah lingkungan guna menghasilkan warna yang menarik. Tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan analisa zat pewarna alami yang dihasilkan dari limbah buah dan sayur seperti kulit buah naga, dan kol ungu pada proses pewarnaan aluminium 6061 hasil anodizing melalui struktur mikro, uji intensitas warna dan ketebalan lapisan pewarna alami berbahan limbah sayur dan buah tersebut.

Kata kunci— Aluminium, Anodizing, Limbah Buah, Limbah Sayur, Pewarnaan.

Abstract— Anodizing is a simple electrochemical process that was developed in the 20th century by forming a protective layer of aluminum oxide on the aluminum surface (ESTAL: 2015). The anodizing process on aluminum is carried out to improve the mechanical and aesthetic properties of the surface. This process produces a thin, porous oxide layer that is hard and corrosion resistant. These pores can be used to provide a variety of coloring when filled with dyes. The anodizing process can be done with chemical dyes or natural dyes. The anodizing staining process can use a solution of inorganic materials or chemical or organic solutions. Chemical solutions produce waste that can be harmful to the environment, therefore it is hoped that a breakthrough using a dye solution that does not produce waste that is harmful to the environment is the use of dyes produced from fruit and vegetable waste such as dragon fruit peel, and purple cabbage with the addition of ingredients. - environmentally friendly materials for attractive colors. The purpose of this study is to analyze natural dyes produced from fruit and vegetable waste such as dragon fruit peel and purple cabbage in the anodizing process of aluminum 6061 through microstructure, test the color intensity and thickness of the natural dye layer made from vegetable and fruit waste. .

Keywords— Aluminum, Anodizing, Fruit Waste, Vegetable Waste, Staining.

I. 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 tersebut, menghasilkan lapisan oksida tipis yang berpori-pori bersifat keras dan tahan korosi. Lapisan berpori-pori tersebut dapat dimanfaatkan untuk memberikan pewarnaan yang beragam bila diisi zat pewarna. Perwarnaan dalam proses anodizing dapat dilakukan dengan pewarna kimia. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat fisik meliputi perubahan kecerahan warna dan ketebalan lapisan warna pada aluminium setelah proses pewarnaan pada proses anodizing.

Alumunium memiliki jumlah komposisi unsur yang sangat banyak, lebih dari 300 komposisi unsur paduan pada aluminium. Alumunium 6061 umumnya diaplikasikan untuk automotif dan alat-alat konstruksi karena memiliki machine ability, corrosion, konduktivitas thermal dan elektrik yang cukup baik. Magnesium dan Silikon membentuk senyawa

Mg₂Si (Magnesium Silisida) yang memberikan kekuatan tinggi pada paduan aluminium 6061.

Dalam melakukan proses pewarnaan alami dilakukan pewarnaan pada aluminium dengan proses anodizing menggunakan bahan dari daun teh sebagai pewarna (Aminudin Wahono Suprayitno, 2006). 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 itu, penelitian juga dilakukan dengan melakukan pewarnaan aluminium dengan proses anodizing menggunakan bahan pewarna dari daun pandan wangi (Rudiyanto, Eddy, 2012). 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. Penelitian lain 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 (Ngatin, A dan Mulyono, E.W.S., 2013).

Penelitian sebelumnya yaitu menggunakan kunyit sebagai pewarna alami pada proses anodizing dengan konsentrasi larutan 5 gram, 10 gram, 15 gram dan 20 gram per liter (Anggara, A.D, dkk, 2010). Penelitian tersebut menghasilkan warna yang belum seragam dan berbeda-beda. Menurut beberapa hasil penelitian di atas menunjukkan konsentrasi larutan pewarna yang digunakan pada proses dyeing sangat mempengaruhi hasil dari kecerahan warna. Namun dari penelitian tersebut belum diketahui sifat mekanisnya. Penelitian ini dilakukan Untuk mengetahui pengaruh dyeing dari bahan kunyit terhadap struktur makro permukaan, kekasaran permukaan, ketebalan lapisan oksida, dan laju keausan hasil anodizing.

II. METODE

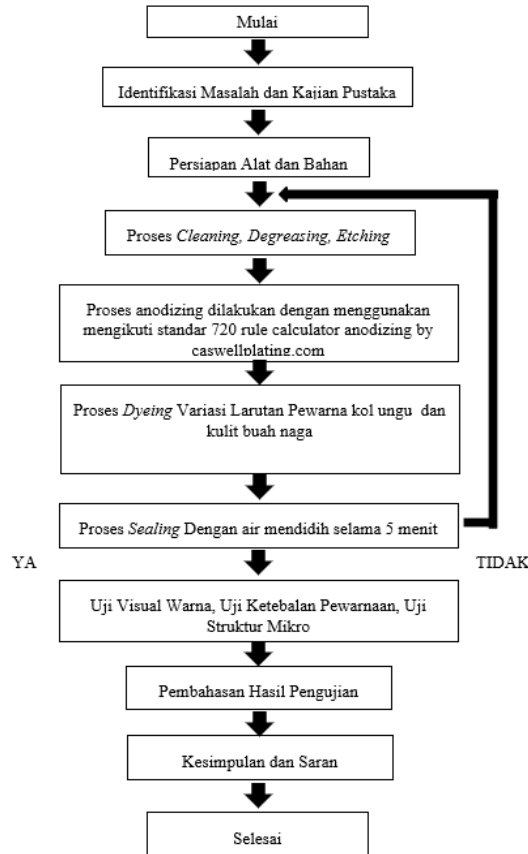
Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental laboratorium. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu persiapan, proses perlakuan (anodizing), proses pewarnaan menggunakan limbah sayur yaitu kol ungu dan limbah buah dari kulit buah naga kemudian dilakukan pengujian terhadap spesimen penelitian. Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu paduan aluminium 6061 dengan dimensi 10 mm x 33 mm x 22 mm. Diagram alir penelitian dapat ditunjukkan seperti Gambar 1.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa variabel bebas seperti variasi jenis pewarna yaitu kol ungu dan kulit buah naga di campur dengan asam nitrat dan aquadest kemudian diproses destilasi dan pewarna makanan dengan komposisi yang berbeda. Untuk arus, voltase dan waktu anodizing mengikuti standar 720 rule calculator anodizing by caswellplating.com. Tabel 1 berikut menunjukkan penomoran spesimen dan jenis perlakuan yang dilakukan.

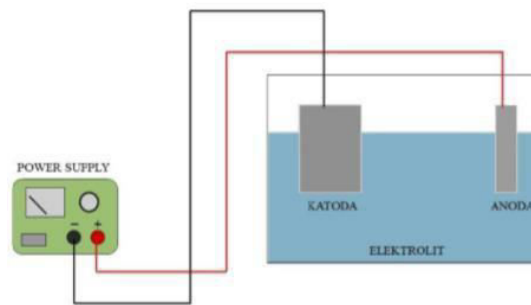
TABEL I
PENOMORAN SPESIMEN DAN JENIS PERLAKUAN

Nomor Spesimen	Kode Spesimen	Perlakuan
1	1u	15 ml pewarna makanan ungu, 100 ml destilat kol ungu, 885 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna)
2	2u	30 ml pewarna makanan ungu, 100 ml destilat kol ungu, 870 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna)
3	4u	45 ml pewarna makanan ungu, 100 ml destilat kol ungu, 855 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna)
4	1	15 ml pewarna makanan merah, 100 ml destilat buah naga, 885 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna)
5	2	30 ml pewarna makanan merah, 100 ml destilat buah naga, 870 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna)
6	4	45 ml pewarna makanan merah, 100 ml destilat buah naga, 855 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna)

Anodizing merupakan proses pembentukan lapisan oksida (Al_2O_3). Benda kerja dipasang pada anoda (+) dan lembaran timah hitam (Pb) dipasang pada katoda (-). Larutan yang digunakan pada proses ini ialah asam sulfat (H_2SO_4). Rangkaian proses anodizing ditunjukkan pada Gambar 2. Proses anodizing dilakukan dengan menggunakan mengikuti standar 720 rule calculator anodizing by caswellplating.com menggunakan arus DC, sedangkan proses pewarnaan dilakukan dengan menggunakan kol ungu dan kulit buah naga.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Rangkaian proses anodic oxidation
(Sumber: Ahmad Yulizal Untung, 2016)

a. Tahapan Proses Anodizing dengan Pewarna Kol Ungu dan Kulit Buah Naga

Tahapan Proses Anodizing specimen aluminium 6061 dengan pewarna kol ungu dan kulit buah naga antara lain:

1. Degreasing

Degreasing merupakan proses pembersihan benda kerja dari kotoran-kotoran dan minyak yang menempel pada aluminium sebelum dilakukan proses etching. Larutan yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4). Selanjutnya adalah rinsing cleaning yaitu proses

pembilasan benda kerja dari bahan kimia yang menempel pada permukaan aluminium setelah proses cleaning dengan menggunakan aquades.

2. Etching

Etching merupakan proses menghilangkan lapisan oksida pada permukaan aluminium secara kimiawi yang tidak dapat dihilangkan dari proses cleaning dan bertujuan untuk memperoleh permukaan benda kerja yang lebih rata dan halus. Proses ini menggunakan bahan soda api (NaOH). Selanjutnya adalah rinsing etching yaitu proses pembilasan benda kerja setelah proses etching dengan menggunakan aquades dari bahan kimia yang menempel pada permukaan aluminium.

3. Dyeing/Coloring

Dyeing adalah proses pewarnaan pada pori-pori lapisan oksida yang terbentuk setelah proses anodizing, sehingga akan menghasilkan warna yang menarik pada permukaan aluminium. Perwarna yang digunakan ialah kol ungu dan kulit buah naga yang dicampur dengan asam nitrat aquades dan pewarna makanan.

4. Sealing

Sealing adalah proses penting untuk menghasilkan lapisan yang baik. Proses ini berfungsi menutup pori-pori lapisan oksida yang dihasilkan dari proses anodizing yang masih terbuka. Sealing juga mencegah pewarna keluar dari pori-pori lapisan oksida sehingga warna sulit untuk memudar. Setelah proses sealing maka struktur lapisan akan menjadi halus dan rata. Proses ini menggunakan larutan asam asetat atau asam cuka (CH₃COOH).

5. Rinsing Sealing

Proses rinsing sealing adalah proses pembersihan benda kerja aluminium setelah proses sealing dengan menggunakan aquades dari bahan kimia yang menempel pada permukaan aluminium, sehingga tidak ada sisa bahan kimia yang menempel pada permukaan aluminium.

b. Pengujian Spesimen

Pengujian material hasil anodizing pewarnaan dengan kol ungu dan kulit buah naga meliputi 3 macam pengujian yaitu sebagai berikut:

1. Uji Visual Warna

Uji visual warna melalui analisis gambar yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai data masukan dan data luaran yang berbentuk gambar. Gambar digital dapat diperoleh secara otomatis dari sistem penangkap gambar digital yang melakukan penjelajahan gambar dan membentuk suatu matriks, dimana elemen-elemen matrik tersebut menyatakan nilai intensitas cahaya pada suatu himpunan diskrit dari titik-titik gambar. Perhitungan parameter indeks warna R, G, dan B diperoleh dari tiap-tiap pixel pada gambar. Pembangkitan karakteristik dari gambar dapat juga didasarkan atas nilai indeks warna RGB (Red, Green, Blue) menggunakan *Software colour analysis*.

2. Uji Ketebalan Pewarnaan

Pengujian selanjutnya adalah pengambilan data ketebalan lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan aluminium 6061 dengan menggunakan *Thickness Gun*.

3. Uji Struktur Mikro




Pengamatan Struktur Mikro dilakukan pada permukaan specimen hasil pewarnaan dengan kol ungu dan kulit buah naga hasil anodizing menggunakan mikroskop optic merk Nikon dengan perbesaran 200x dan di analisis 3D menggunakan software Image-J.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Visual Warna

Spesimen yang telah dianodizing dengan variasi konsentrasi larutan pewarna kol ungu dan kulit buah naga dilakukan menggunakan pengujian kecerahan warna (RGB) menggunakan *Software colour analysis* dimana akan didapatkan data hasil visual. Berikut hasil pengujian kecerahan warna dengan brightness auto level.

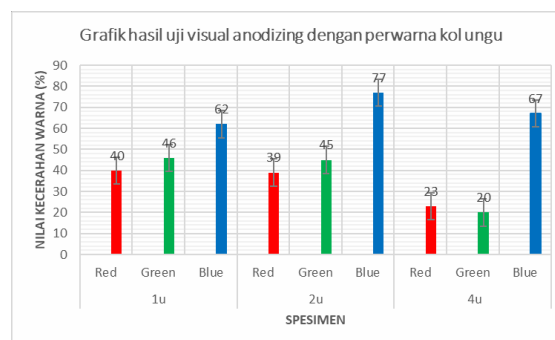
TABEL II
HASIL UJI VISUAL ANODIZING DENGAN PEWARNA KOL UNGU

No	Spesimen	Red	Green	Blue	Percent	Colour grup
1	 Spesimen 1u	40	46	62	45,27903	Cyan-Blue
2	 Spesimen 2u	39	45	77	86,39999	Cyan-Blue
3	 Spesimen 4u	23	20	67	58,83595	Cyan-Blue

TABEL III
HASIL UJI VISUAL ANODIZING DENGAN PEWARNA KULIT BUAH NAGA

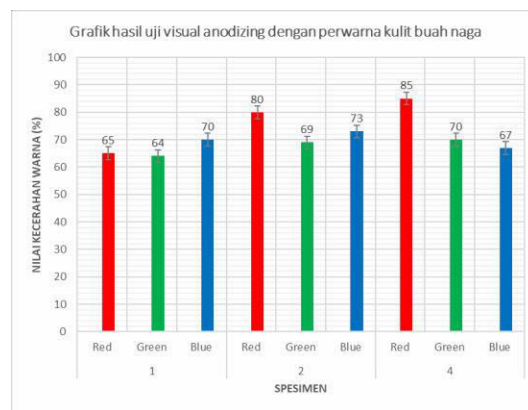
No	Spesimen	Red	Green	Blue	Percent	Colour grup
1	 Spesimen 1	65	64	70	33,22661	Cyan-Blue
2	 Spesimen 2	80	69	73	50,70666	Magenta-Pink
4	 Spesimen 4	85	70	67	55,627281	Magenta-Pink

Hasil kecerahan warna (RGB) pada proses anodizing menggunakan pewarna kol ungu yaitu



Gambar 3. Grafik hasil kecerahan warna (RGB) pada proses anodizing menggunakan pewarna kol ungu

Gambar 3 menunjukkan hasil kecerahan warna (RGB) pada proses anodizing menggunakan pewarna kol ungu specimen 1u R 40%, G 46%, B 62%, untuk specimen 2u R 39%, G 45%, B 77%, dan untuk specimen 4u R 23%, G 20%, B 67% Grafik tersebut menjelaskan komposisi warna yang dominan adalah warna Blue disebabkan oleh pori-pori lapisan oksida yang terisi dengan larutan pewarna dengan bahan dasar kol ungu yang digunakan pada penelitian ini. Kemudian, untuk kecerahan tertinggi pada spesimen 2u dengan 86,39999% (table 2) didominasi dengan warna cyan – blue dengan R 39%, G 45%, B 77%, dan memang warna yang dihasilkan lebih bagus dan merata dibandingkan dengan specimen 1u dan specimen 4u. Jadi dengan komposisi 30 ml pewarna makanan ungu, 100 ml destilat kol ungu, dan 870 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) menghasilkan warna yang paling bagus. Hal itu diduga terdapat residu dari komposisi larutan kol ungu tersebut yang terdifusi pada permukaan aluminium. Hal ini terbukti secara empirik, warna yang dihasilkan lebih terang pada aluminium disebabkan adanya perbedaan komposisi dari campuran larutan.









Gambar 4. Grafik hasil kecerahan warna (RGB) pada proses anozing menggunakan pewarna kulit buah naga

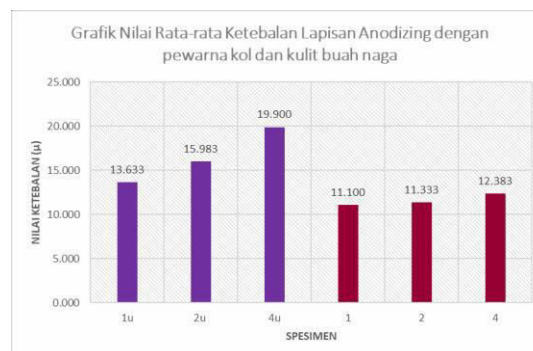
Gambar 4 menunjukkan hasil kecerahan warna (RGB) pada proses anodizing menggunakan pewarna kol ungu specimen 1 R 65%, G 64%, B 70%, untuk specimen 2 R 80%, G 69%, B 73%, dan untuk specimen 4 R 85%, G 70%, B 67% Grafik tersebut menjelaskan komposisi warna yang dominan adalah warna Red disebabkan oleh pori-pori lapisan oksida yang terisi dengan larutan pewarna dari bahan dasar kulit buah naga yang digunakan pada penelitian ini. Kemudian, untuk kecerahan tertinggi pada spesimen 4 dengan 55,627821% (table 3.1) didominasi dengan warna magenta-pink dengan R R 85%, G 70%, B 67%, dan memang warna yang dihasilkan lebih bagus dan merata dibandingkan dengan specimen 1 dan specimen 2. Jadi dengan komposisi 45 ml pewarna makanan merah, 100 ml destilat kulit buah naga, 855 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) menghasilkan warna yang paling bagus. Hal itu diduga terdapat residu dari komposisi larutan kulit buah naga yang terdifusi pada permukaan aluminium. Hal ini terbukti secara empirik, Warna yang dihasilkan lebih terang pada aluminium disebabkan adanya perbedaan komposisi dari campuran larutan.

b. Ketebalan Pewarnaan

Data hasil ketebalan lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan aluminium 6061 yang telah dianodizing dengan variasi larutan pewarna kol ungu dan kulit buah naga menggunakan Thickness Gun dapat dilihat pada tabel 4.

TABEL IV
DATA KETEBALAN HASIL ANODIZING DENGAN PEWARNA KOL UNGU DAN KULIT BUAH NAGA

Ketebalan Pewarnaan									
No.	Spesimen	Spesimen Image	Hasil Ketebalan (μ)						Rata-rata Ketebalan (μ)
			Permukaan atas			Permukaan bawah			
1	1u		12.3	11.1	13.6	14.9	7.4	22.5	13.633
2	2u		22.5	6.1	7.4	27.5	8.6	23.8	15.983
3	4u		12.3	39.8	20	16.2	12.3	18.8	19.900
4	1		12.3	6.1	11.1	14.9	13.6	8.6	11.100
5	2		13.6	12.3	14.9	16.2	6.1	4.9	11.333
6	4		8.6	16.2	9.9	6.1	9.8	23.7	12.383



Gambar 5. Grafik nilai ketebalan lapisan anodizing dengan pewarna kol dan kulit buah naga













Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa ketebalan lapisan tertinggi hasil anodizing menggunakan larutan pewarna kol ungu yaitu pada specimen 4u dengan 45 ml pewarna makanan warna ungu, 100 ml destilat kol ungu, 855 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) dengan nilai ketebalannya 19,900 μm akan tetapi warna yang dihasilkan kurang merata. Sedangkan ketebalan lapisan tertinggi hasil anodizing menggunakan larutan pewarna kulit buah naga yaitu pada specimen 4 dengan komposisi 45 ml pewarna makanan warna merah, 100 ml destilat kulit buah naga, 855 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) dengan nilai ketebalan 12,383 μm . Variasi konsentrasi larutan pewarna tidak berpengaruh terhadap ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan. Lapisan oksida dan ukuran pori dipengaruhi oleh temperatur, kuat arus listrik, voltase, konsentrasi larutan dan waktu pencelupan pada larutan elektrolit ketika proses anodizing. Sehingga factor yang sangat

berpengaruh terhadap kualitas difusi larutan pewarna adalah ukuran pori dan ketebalan lapisan oksida yang tepat sehingga pewarna bisa melekat sempurna pada permukaan specimen tersebut.

c. Struktur Mikro

Dilakukan pada permukaan specimen hasil pewarnaan dengan kol ungu dan kulit buah naga hasil anodizing menggunakan mikroskop optic merk Nikon dengan perbesaran 200x dan di analisis 3D menggunakan software Image-J. Data hasil pengamatan struktur mikro pada permukaan aluminium 6061 yang telah dianodizing dengan variasi larutan pewarna kol ungu dan kulit buah naga menggunakan mikroskop optic merk Nikon dengan perbesaran 200x dapat dilihat pada tabel 5.

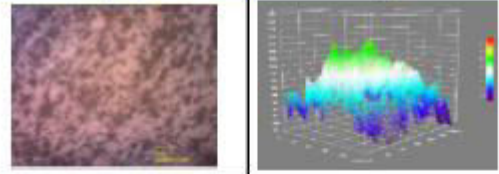
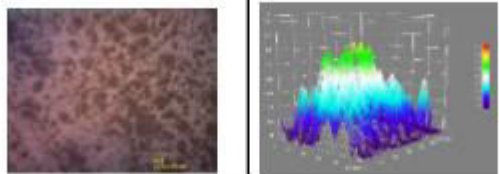
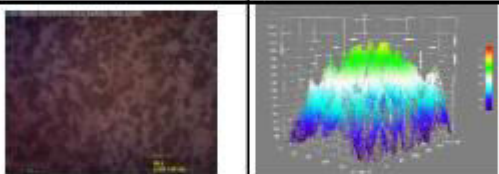
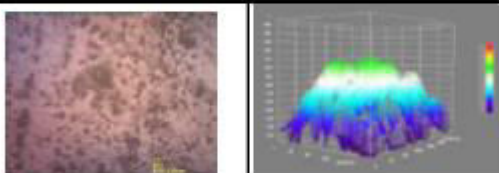
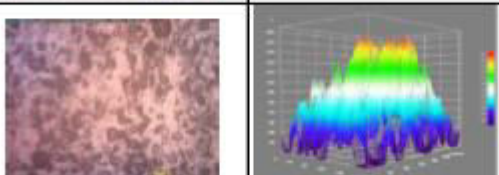
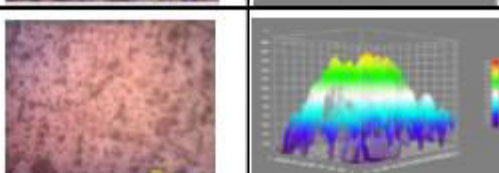
TABEL V
DATA STRUKTUR MIKRO HASIL ANODIZING DENGAN PEWARNA KOL UNGU DAN KULIT BUAH NAGA

Ketebalan Pewarnaan					
No.	Spesimen	Hasil Uji Struktur Mikro	%partikel		
			% Al	% pori	
1	1u			71.582	28.418
2	2u			49.355	50.645
3	4u			50.800	49.200
4	1			67.218	32.782
5	2			63.154	36.846
6	4			57.842	42.158

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa ada korelasi antara % pori terhadap kecerahan warna. Semakin seragam pori dan % semakin besar maka daya serap specimen terhadap pewarna semakin tinggi dan warna semakin terang. Pada specimen 2u anodizing menggunakan pewarna kol ungu dengan komposisi 30 ml pewarna makanan warna ungu, 100 ml destilat kol ungu, 870 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) mempunyai % pori yang besar yaitu 50,645% dan ukuran pori yang seragam hal ini berpengaruh

terhadap daya serap specimen terhadap pewarna. Daya serap yang maksimal akan menghasilkan warna cyan - blue yang merata pada permukaan specimen. Begitu juga pada specimen 4 anodizing menggunakan pewarna kulit buah naga dengan komposisi 45 ml pewarna makanan warna merah, 100 ml destilat kulit buah naga, 855 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) juga mempunyai % pori yang besar yaitu 42,158% dan ukuran pori yang seragam hal ini berpengaruh terhadap daya serap specimen terhadap pewarna. Daya serap yang maksimal akan menghasilkan warna magenta - pink yang merata pada permukaan specimen.

TABEL VI
FOTO MIKRO PERBESARAN 200X ANODIZING MENGGUNAKAN PEWARNA KOL UNGU DAN KULIT BUAH NAGA DAN ANALISI 3D MENGGUNAKAN IMAGE-J

Ketebalan Pewarnaan				
No.	Uji Struktur Mikro Mikroskop Optik	Interactive 3D Surface Plot Image-J	%partikel	
			% Al	% pori
1	1u		71.582	28.418
2	2u		49.355	50.645
3	4u		50.800	49.200
4	1		67.218	32.782
5	2		63.154	36.846
6	4		57.842	42.158

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang berjudul Analisis Pewarnaan dari Limbah Sayur dan Buah pada Material Aluminium 6061 Hasil Anodizing maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

Kecerahan warna (RGB) tertinggi anodizing menggunakan pewarna kol ungu yaitu pada spesimen 2u dengan tingkat kecerahan 86,39999% didominasi warna cyan-blue dengan R 39%, G 45%, B 77%, yang berarti lebih terang daripada spesimen 1u dan 4u.

Kecerahan warna (RGB) tertinggi anodizing menggunakan pewarna kulit buah naga yaitu pada spesimen 4 dengan tingkat kecerahan 55,627821% didominasi warna magenta-pink dengan R 85%, G 70%, B 67%, yang berarti lebih terang daripada spesimen 1 dan 2.

Ketebalan lapisan tertinggi hasil anodizing menggunakan larutan pewarna kol ungu yaitu pada spesimen 4u dengan 45 ml pewarna makanan warna ungu, 100 ml destilat kol ungu, 855 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) dengan nilai ketebalannya 19,900 μm .

Ketebalan lapisan tertinggi hasil anodizing menggunakan larutan pewarna kulit buah naga yaitu pada spesimen 4 dengan komposisi 45 ml pewarna makanan warna merah, 100 ml destilat kulit buah naga, 855 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) dengan nilai ketebalan 12,383 μm .

Pada spesimen 2u anodizing menggunakan pewarna kol ungu dengan komposisi 30 ml pewarna makanan warna ungu, 100 ml destilat kol ungu, 870 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) mempunyai % pori yang terbesar yaitu 50,645%.

Pada spesimen 4 anodizing menggunakan pewarna kulit buah naga dengan komposisi 45 ml pewarna makanan warna merah, 100 ml destilat kulit buah naga, 855 ml aquadest (1000 ml larutan pewarna) mempunyai % pori yang terbesar yaitu 42,158%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada LPPM Universitas Merdeka Malang, Yayasan Perguruan Tinggi Merdeka Malang, dan Universitas Merdeka Malang yang telah memberikan hibah internal 2020.

REFERENSI

- [1] Ahmad Muslim, 2018, Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Pewarna Kunyit Terhadap Kecerahan Warna, Kekasaran Permukaan, Struktur Makro, Ketebalan Lapisan Oksida Dan Keausan Pada Hasil Anodizing Aluminium, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [2] Adrian Haris Kristianto, 2017, Pengaruh Variasi Konsentrasi 10-15% Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4) Pada Proses Anodizing Aluminium, Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- [3] Ahmad Haryono, 2013, Pengaruh Variasi Suhu Dan Waktu Proses Anodizing Pada Bahan Aluminium, Teknik Mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta.
- [4] Anggara, A.D, dkk. "Penggunaan Kunyit sebagai Alternatif Pewarnaan pada Anodising Aluminium yang Ramah Lingkungan" PKM. Malang: Universitas Negeri Malang. 2010.
- [5] Aminuddin Wahono Suprayitno. "Penggunaan Teh Untuk Dyeing pada Proses Dekoratif pada Aluminium dengan Proses Anodizing, sebagai Bahan Alternatif yang Ramah Lingkungan". Malang: Lembaga Penelitian UM. 2006
- [6] Estal. Aluminum Anodizing European Association for Surface Treatment of Aluminum. 2015: 1-3.
- [7] Hutasoit, F.M., 2008, Pengaruh Penambahan Konsentrasi Asam Oksalat Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida pada Aluminium Foil Hasil Proses Anodisasi. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia Wikipedia 2020
- [8] Ngatin, A dan Mulyono, E.W.S. "Ekstraksi Zat Warna dari Kulit Manggis dan Pemanfaatannya untuk Pewarna Logam Aluminium Hasil Anodisasi" dalam IRWNS. Bandung: Politeknik Negeri Bandung. 2013: 268-272.
- [9] Rudiyanto, Eddy, 2012. "Kajian Pewarna Daun Pandan Wangi pada Proses Pencelupan Komponen Otomotif". Jurnal Teknik Mesin. Malang: Universitas Negeri Malang. 2012; 20(1): 35-41.
- [10] Sidharta, B.W., 2013, Pengaruh Konsentrasi Elektrolit dan Waktu Anodasi Terhadap Ketahanan Aus, Kekerasan serta Ketebalan Lapisan Oksida Paduan Aluminium pada Material Piston, Tesis, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [11] Taufiq, T., 2011, Anodizing Pada Logam Aluminium dan Paduannya. Makalah, Program Studi Magister Rekayasa Fakultas Teknik Pertambangan Dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung, Bandung.