PEWARNAAN PRODUK TUTUP MASTER REM MENGGUNAKAN METODE ANODIZING DENGAN PEWARNA ALAMI KULIT MANGGIS

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Vicky Teno Ardianto
No. Mahasiswa : 20525105
NIRM : 2008250177

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PEWARNAAN PRODUK TUTUP MASTER REM MENGGUNAKAN METODE ANODIZING DENGAN PEWARNA ALAMI KULIT MANGGIS

TUGAS AKHIR

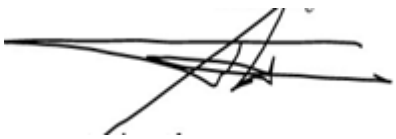
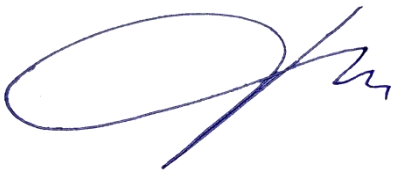
Disusun Oleh :

Nama : Vicky Teno Ardianto

No. Mahasiswa : 20525105

NIRM : 2008250177

Yogyakarta, 28 Mei 2025

Pembimbing I,	Pembimbing II,
	
Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T.,M.Sc.IPP	Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PEWARNAAN PRODUK TUTUP MASTER REM MENGGUNAKAN METODE ANODIZING DENGAN PEWARNA ALAMI KULIT MANGGIS

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : **Vicky Teno Ardianto**

No. Mahasiswa : **20525105**

NIRM : **2008250177**

Tim Penguji

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP
Ketua
Tanggal : 23 Juli 2025

Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM
Anggota I
Tanggal : 23 Juli 2025

Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP
Anggota II
Tanggal : 23 Juli 2025

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puja dan puji syukur marilah kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang atas rahmat-Nya yang melimpah sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, tentu tak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Pihak – pihak yang terkait di antaranya sebagai berikut :

1. Bapak Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP Selaku Dosen Pembimbing dalam pelaksanaan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP Selaku Dosen Pembimbing dalam pelaksanaan Tugas Akhir.
3. Kedua Orang tua yang senantiasa memberikan doa dan dukungan.
4. Seluruh rekan dan dosen program studi Teknik Mesin Universitas Indonesia.

Semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi kita semua.

HALAMAN MOTTO

“Don’t worry, your life won’t go to waste”
(Reyna)

“Seribu orang tua bisa bermimpi, satu orang pemuda bisa mengubah dunia”
(Soekarno)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(Q.S Al Insyirah : 5-6)

“Tidak apa-apa untuk merayakan kesuksesan, tapi lebih penting untuk memperhatikan pelajaran tentang kegagalan.”
(Bill Gates)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Puja dan puji syukur marilah kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang atas rahmat-Nya yang melimpah sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "**PEWARNAAN PRODUK TUTUP MASTER REM MENGGUNAKAN METODE ANODIZING DENGAN PEWARNA ALAMI KULIT MANGGIS**" yang dibuat untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

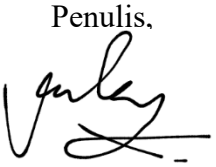
Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, tentu tak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Pihak – pihak yang terkait di antaranya sebagai berikut :

1. Bapak Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP, selaku dosen pembimbing dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP, selaku dosen pembimbing dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Kedua Orang Tua yang senantiasa memberikan doa dan dukungan moral.
5. Semua mahasiswa dan pengajar Teknik Mesin yang selalu memberikan ilmu dan semangat.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 28 Mei 2025

Penulis,



Vicky Teno Ardianto

ABSTRAK

Anodisasi adalah proses elektrokimia yang digunakan untuk membentuk lapisan oksida pelindung pada permukaan logam, terutama aluminium. Proses ini meningkatkan ketahanan terhadap korosi, memberikan estetika tertentu, dan meningkatkan daya rekat untuk cat atau perekat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi waktu pewarnaan dan waktu anodisasi yang optimal untuk penerapan pada produk tutup master rem. Parameter proses percobaan ini divariasikan pada waktu anodisasi dan waktu perendaman warna. Untuk lama waktu anodisasi yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Lama waktu proses pewarnaan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Untuk perbandingan larutan elektrolit yaitu 1:2. Untuk suhu larutan pada proses perendaman warna menggunakan suhu sebesar 90°C. Hasil dari penelitian ini didapatkan kombinasi waktu pewarnaan dan waktu anodisasi yang optimal didapatkan sebesar 30 menit anodisasi dan 30 menit pewarnaan. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu semakin lama proses anodisasi maka semakin tebal lapisan oksida yang dihasilkan dan semakin lama waktu perendaman warna yang dilakukan maka semakin merata hasil warna yang disebarkan ke produk. Setelah mendapatkan kombinasi yang optimal lalu diterapkan pada produk tutup master rem.

Kata Kunci : Anodisasi, Pewarna Alami, Tutup Master Rem

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji iii
Halaman Persembahan iv
Halaman Motto v
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih vi
Abstrak vii
Daftar Isi viii
Daftar Tabel x
Daftar Gambar xi
Bab 1 Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan 3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
Bab 2 Tinjauan Pustaka 5
2.1 Kajian Pustaka 5
2.2 Dasar Teori 6
2.2.1 Anodizing 6
2.2.2 Aluminium 7
2.2.3 Bubuk Pewarna Alami Kulit Manggis 8
2.2.4 Elektrolit 9
2.2.5 Lapisan Oksida 10
2.2.6 RGB (Red, Green, Blue) 12
2.2.7 Pengujian Makro 13
Bab 3 Metode Penelitian 14
3.1 Alur Penelitian 14
3.2 Peralatan dan Bahan 15

3.3 Perancangan 20
3.4 Persiapan 21
3.5 Proses Percobaan 22
3.5.1 Persiapan 23
3.5.2 Cleaning 24
3.5.3 Etching 24
3.5.4 Anodizing 25
3.5.5 Dyeing / Pewarnaan 26
3.5.6 Sealing / Penyegelan 27
3.5.7 Pengambilan Gambar 28
3.5.8 Pengecekan Warna RGB 29
3.5.9 Pengamatan Struktur Makro 29
Bab 4 Hasil dan Pembahasan 31
4.1 Hasil Pewarnaan pada Spesimen 31
4.2 Hasil Pengujian Warna RGB 32
4.3 Hasil Pengamatan Struktur Makro 34
4.4 Pengaplikasian pada Produk Tutup Master Rem 39
4.5 Analisis Kegagalan 40
Bab 5 Penutup 42
5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya 42
Daftar Pustaka 43

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat 15
Tabel 3-2 Bahan 18
Tabel 3-3 Variasi Waktu Anodizing 20
Tabel 4. 1 Standar Deviasi Variasi Waktu Anodisasi 32
Tabel 4. 2 Standar Deviasi Variasi Waktu Pewarnaan 33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Anodisasi 6
Gambar 2. 2 Aluminium 7
Gambar 2. 3 Bubuk Pewarna Alami Kulit Manggis 8
Gambar 2. 4 Elektrolit 9
Gambar 2. 5 Lapisan Oksida 10
Gambar 2.6 Proses Sealing 11
Gambar 2.7 RGB 12
Gambar 2. 8 Pengujian Makro 13
Gambar 3.1 Spesimen Uji 23
Gambar 3.2 Proses Pembersihan 24
Gambar 3.3 Proses *Etching* 24
Gambar 3.4 Proses Anodisasi 25
Gambar 3.5 Proses Pewarnaan 26
Gambar 3.6 Proses Sealing 27
Gambar 3.7 Foto Mini Studi Box 28
Gambar 3.8 Pengecekan RGB pada Inkscape 29
Gambar 3.9 Proses Pengamatan Struktur Makro 30
Gambar 4.1 Hasil Percobaan Variasi Waktu Anodisasi 31
Gambar 4.2 Hasil Percobaan Variasi Waktu Pewarnaan 31
Gambar 4. 3 Grafik Penyebaran Warna Variasi Waktu Anodisasi 32
Gambar 4.4 Grafik Penyebaran Warna Variasi Waktu Pewarnaan 33
Gambar 4.5 Struktur Makro Variasi 10 menit Anodize (10A) 35
Gambar 4.6 Struktur Makro Variasi 20 Menit Anodize (20A) 35
Gambar 4.7 Struktur Makro Variasi 30 Menit Anodize (30A) 36
Gambar 4.8 Struktur Makro Variasi 10 Menit Pewarnaan (10W) 36
Gambar 4.9 Struktur Makro Variasi 20 Menit Pewarnaan (20W) 37
Gambar 4.10 Struktur Makro Variasi 30 Menit Pewarnaan (30W) 37
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Pengukuran Struktur Makro 38
Gambar 4.12 Produk 1 dan 2 Tampak Depan 39
Gambar 4.13 Produk 1 dan 2 Tampak Belakang 39

Gambar 4.14 Produk 1 dan 2 Tampak Samping..... 40
Gambar 4.15 Produk 1 dan 2 Tampak Depan 40
Gambar 4. 16 Spesimen Gagal 41

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri otomotif terus berkembang dengan berbagai inovasi dalam material dan teknologi manufaktur untuk meningkatkan performa serta estetika komponen kendaraan. Salah satu komponen penting dalam sistem pengereman adalah tutup master rem, yang umumnya terbuat dari aluminium karena sifatnya yang ringan, tahan korosi, serta memiliki kekuatan mekanik yang baik. Namun, aluminium masih memerlukan perlakuan permukaan tambahan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan memperbaiki tampilan estetika. Salah satu metode perlakuan yang umum digunakan adalah anodisasi.

Anodisasi merupakan proses elektrokimia yang membentuk lapisan oksida pada permukaan aluminium melalui proses oksidasi-anodik dalam larutan elektrolit. Lapisan oksida yang terbentuk dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi, memperbaiki daya lekat cat atau pewarna, serta memberikan tampilan estetika yang lebih menarik (Simarmata, 2020). Selain itu, proses anodisasi memungkinkan aluminium untuk diwarnai dengan berbagai pigmen, baik sintetis maupun alami. Pewarna sintetis umumnya digunakan karena kecerahan dan daya tahannya yang tinggi, namun memiliki potensi dampak negatif terhadap lingkungan akibat limbah kimia yang dihasilkan selama proses pewarnaan. Oleh karena itu, penggunaan pewarna alami mulai dikembangkan sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Enrico, 2019).

Salah satu sumber pewarna alami yang potensial adalah kulit manggis (Garcinia mangostana L.), yang mengandung pigmen antosianin dalam jumlah tinggi. Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang dapat menghasilkan warna merah, ungu, hingga biru tergantung pada tingkat keasaman (pH) larutan tempat ia berada (Kwartiningsih, 2009). Senyawa adalah kelompok senyawa metabolit sekunder yang banyak ditemukan pada tumbuhan, terutama dalam buah-buahan, sayuran, daun, batang, dan kulit kayu.Senyawa ini memiliki karakteristik stabil pada kondisi tertentu, namun juga rentan terhadap perubahan lingkungan seperti

suhu, pH, dan paparan cahaya. Penggunaan ekstrak kulit manggis sebagai pewarna alami telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, seperti tekstil dan kosmetik, tetapi masih jarang diterapkan dalam proses anodisasi logam, khususnya aluminium. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pewarna alami dari kulit manggis dalam proses anodisasi aluminium.

Selain aspek pewarnaan, penelitian ini juga menyoroti pentingnya ketahanan korosi dan daya lekat lapisan pewarna terhadap aluminium anodized. Faktor-faktor seperti tegangan listrik, waktu anodisasi, dan kondisi larutan pewarna sangat mempengaruhi hasil akhir pewarnaan dan ketahanan lapisan oksida yang terbentuk (Santhiarsa, 2009). Dengan memahami hubungan antara parameter anodisasi dan sifat lapisan yang dihasilkan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan baru dalam pengembangan teknologi pewarnaan anodisasi berbasis pewarna alami.

Lebih lanjut, pemanfaatan kulit manggis sebagai sumber pewarna alami tidak hanya mendukung konsep industri ramah lingkungan, tetapi juga berkontribusi dalam pemanfaatan limbah pertanian. Selama ini, kulit manggis sering kali hanya menjadi limbah setelah buahnya dikonsumsi, padahal mengandung berbagai senyawa bioaktif yang bernilai tinggi (Sarungu, 2012). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis anodisasi, tetapi juga memiliki nilai tambah dalam aspek ekonomi dan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pewarna alami dari kulit manggis dalam proses anodisasi tutup master rem berbahan aluminium. Pengaruh variasi parameter anodisasi terhadap intensitas warna, ketahanan korosi, dan daya lekat pewarna pada permukaan aluminium dianalisis untuk mengetahui potensi aplikasi pewarna alami dalam industri otomotif. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi anodisasi yang lebih ramah lingkungan, sekaligus mendorong pemanfaatan bahan alami dalam industri manufaktur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di jelaskan, maka beberapa masalah dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh lama anodisasi dan perendaman warna terhadap kualitas warna yang dihasilkan?
2. Berapa lama waktu anodisasi dan perendaman warna yang dibutukan untuk menghasilkan hasil anodisasi yang baik menggunakan pewarna alami kulit manggis supaya memiliki warna merata?
3. Apakah pewarna alami dari kulit manggis dapat menghasilkan warna yang stabil dan merata pada permukaan aluminium hasil anodisasi?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah di hasilkan, maka di peroleh batasan masalah agar penelitian yang di lakukan tidak keluar dari lingkup pembahasan. Batasan masalah yang di peroleh sebagai berikut :

1. Material yang di gunakan adalah aluminium 5052.
2. Jenis larutan elektrolit yang digunakan pada penelitian ini ialah asam sulfat (H2SO4).
3. Pewarna alami yang digunakan adalah bubuk kulit manggis.
4. Tegangan yang digunakan power supply 12V dan kuat arus 10A.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh lama anodisasi terhadap kualitas warna yang di hasilkan pada produk Tutup Master Rem
2. Mengetahui pengaruh lama perendaman warna terhadap kualitas warna yang di hasilkan pada produk Tutup Master Rem
3. Mengetahui kombinasi lama anodisasi dan perendaman warna yang bagus untuk produk Tutup Master Rem

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya khususnya pewarna alami kulit manggis dapat menjadi alternatif untuk pewarnaan anodisasi pada aluminium untuk mengurangi pengurangan bahan kimia.
2. Penelitian ini dapat dijadikan terobosan baru dalam industri anodisasi supaya menggunakan bahan alami yang ramah lingkungan.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada bagian ini dituliskan urut-urutan dan sistematika penulisan yang dilakukan. Berikan ringkasan mengenai isi masing-masing bab.

BAB 1: Pendahuluan

Bab ini membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, batasan permasalahan yang dibahas, manfaat dari dari tugas akhir ini serta sistematika penulisan.

BAB 2: Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang dasar teori yang berkaitan dengan proses anodize yaitu pengertian tentang anodize dan penjelasan tentang aluminium.

BAB 3: Metode Penelitian

Bab ini menerangkan tentang metode penelitian yang berisikan diagram alur penelitian, persiapan alat dan bahan, tahapan melakukan proses anodisasi, pengukuran warna dan pengamatan struktur makro.

BAB 4: Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil dari penelitian tentang bagaimana kualitas, penyebaran dan pemerataan dari warna hasil proses anodisasi dan struktur makro permukaan aluminium.

BAB 5: Penutup

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari hasil dari proses anodisasi.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Proses Anodisasi sering menggunakan Aluminium dikarenakan Aluminium merupakan salah satu logam yang paling banyak dipergunakan dalam bidang keteknikan karena memiliki sifat yang ringan, tahan terhadap korosi, dan kuat. Aluminium sering dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan berbagai perlengkapan rumah tangga, industri otomotif, hingga pembuatan pesawat terbang. Hal ini dikarenakan Aluminium memiliki beberapa sifat yang unggul seperti kuat, dan ringan. (Junipitoyo, 2020)

Perkembangan dalam dunia industri manufaktur memiliki dampak yang positif dalam kemajuan produk atau teknologi yang digunakan dan selalu di tuntut untuk memperbaiki kualitasnya. Proses pelapisan logam dapat menjadi salah satu opsi untuk memperbaiki kualitas produk menjadi lebih baik. Proses pelapisan logam ini sering di sebut dengan proses anodisasi. (Santoso, 2013)

Pada penelitian yang di lakukan oleh Pamungkas (2017) bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi lama waktu anodisasi pada velg racing. Proses lama waktunya anodisasi mempengaruhi kekerasan pada material yang di anodize dan ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan. Lama waktu anodisasi yang di lakukan yaitu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Semakin lama anodisasi yang dilakukan maka kekerasan semakin meningkat. Dan ketebalan lapisan oksida semakin meningkat seiring semakin lama waktu anodisasi.

Berdasarkan penelitian yang di lakukan oleh Pamungkas (2017) maka penulis melakukan uji anodize ini dengan variasi lama waktu anodisasi 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Dan untuk material yang di anodize adalah Aluminium 5052.

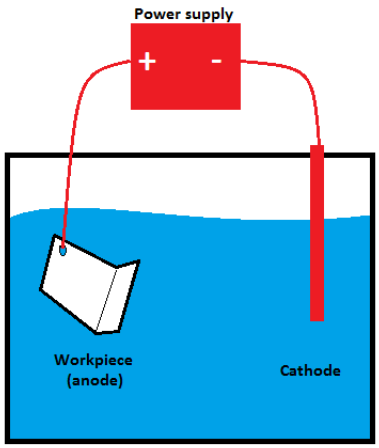
2.2 Dasar Teori

2.2.1 Anodisasi

Anodisasi merupakan suatu usaha yang dapat dilakukan untuk memperbaiki ketahanan korosi pada logam aluminium dengan cara menumbuhkan lapisan oksida sebagai lapisan pada permukaan logam. Proses ini merupakan proses elektrokimia menggunakan arus listrik melalui media elektrolit. Anodisasi Aluminium merupakan suatu proses elektrokimia pada logam Aluminium dengan tujuan memperoleh lapisan tipis Aluminium Oksida yang sifatnya lebih baik dari pada logam Aluminium itu sendiri. (Budimulyani, 2010).

Proses anodisasi merupakan proses pelarutan logam untuk menghasilkan lapisan oksida. Proses ini dilakukan dengan menggunakan berbagai cairan kimia dan larutan elektrolit untuk melakukan proses anodisasi. Proses ini akan membuat produk aluminium menjadi tahan korosi (Runge, 2014).

Proses anodisasi ini bertujuan untuk meningkatkan lapisan oksida dengan berbagai paduan larutan kimia. Lapisan oksida yang terbentuk dapat menyerap bahan pelapis warna. Hal ini menjadikan proses anodisasi dapat menjadikan produk menjadi tahan korosi dan aus. (Runge, 2014)



Gambar 2. 1 Proses Anodisasi

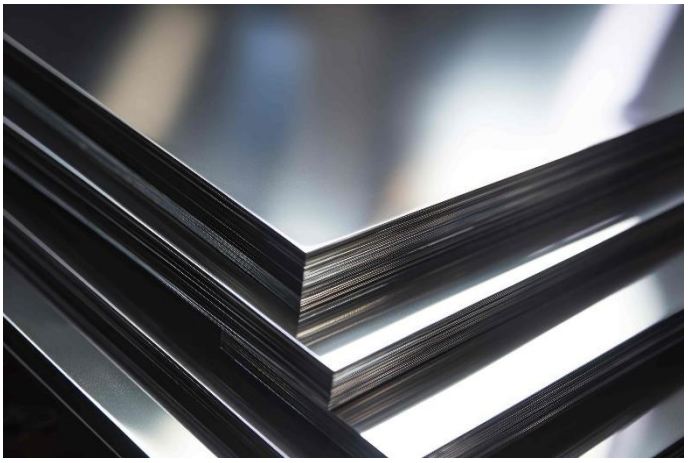
Sumber : https://leadrp-net.translate.goog/blog/anodized-aluminum-parts-basics-process-benefits-design-tips-and-applications/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=imgs

2.2.2 Aluminium 5052

Aluminium adalah logam ringan dengan sifat konduktivitas tinggi, tahan korosi, dan mudah dibentuk. Dalam industri otomotif, aluminium digunakan untuk berbagai komponen karena bobotnya yang ringan dan kekuatan spesifik yang tinggi. Keunggulan lainnya adalah kemampuannya untuk mengalami proses anodisasi, yang memperbaiki estetika dan ketahanan permukaannya.

Aluminium 5052 merupakan paduan aluminium seri 5xxx dengan magnesium sebagai paduan utama dan tambahan sedikit kromium dengan kandungan ± 97% aluminium, magnesium 2,2 – 2,8 %, dan kromium ± 0,35%. Digit pertama (5) menunjukan seri aluminium dengan paduan utama magnesium, digit kedua (0) menunjukan variasi standar tanpa modifikasi ekstra, 2 digit terakhir (52) menunjukkan kode varian khusus dengan komposisi magnesium dan kromium. (Bhowmik, 2016)

Aluminium merupakan unsur penting dalam industri dan sumber daya mineral yang dapat didaur ulang. Aluminium merupakan logam mineral yang dapat di dapatkan dengan mudah karena ketersediannya yang sangat melimpah. Selain ketersediaanya yang melimpah, keunggulan logam aluminium adalah dapat di recycle kembali. Dengan demikian, produk aluminium dapat menjadi produk yang lebih ramah lingkungan karena dapat di gunakan kembali. (Mardiah, 2017)



Gambar 2. 2 Aluminium

Sumber : https://kontainerindonesia.co.id/blog/aluminium-alloy/

2.2.3 Bubuk Pewarna Alami Kulit Manggis

Pewarna alami adalah zat warna yang berasal dari bahan – bahan alami seperti tumbuhan, hewan, dan mineral. Pewarna ini digunakan untuk memberi warna pada berbagai produk seperti makanan, tekstil, dan bahan industri tanpa menggunakan bahan kimia / sintetis. Pewarna alami berasal dari alam sehingga lebih ramah lingkungan dan lebih aman.

Salah satu pewarna alami yang dapat digunakan adalah pewarna alami kulit manggis. Kulit manggis kaya akan pigmen alami seperti antosianin. Antosianin adalah senyawa yang larut dalam air dan dapat menghasilkan warna tergantung pH larutan. Bubuk kulit manggis diperoleh melalui proses pengeringan dan penumbukan kulit buah, yang kemudian dapat dilarutkan dalam pelarut untuk digunakan sebagai bahan pewarna alami.

Penelitian mengenai pemanfaatan kulit manggis sebagai pewarna alami telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian mengenai pemanfaatan kulit manggis sebagai pewarna alami menunjukkan potensi yang menjanjikan. Ekstrak kulit manggis mengandung antosianin yang dapat digunakan sebagai pewarna. (Haryanto et al., 2020).



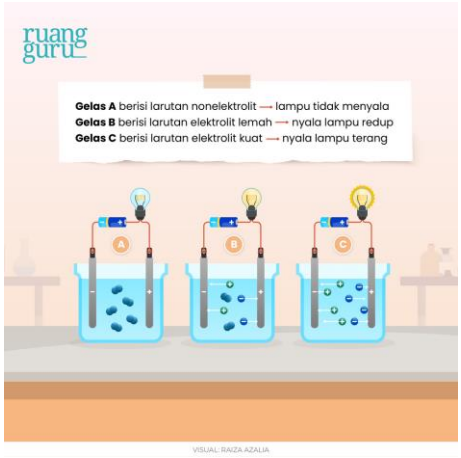
Gambar 2. 3 Bubuk Pewarna Alami Kulit Manggis

Sumber : https://shopee.co.id/KULIT-MANGGIS-BUBUK-PEWARNA-ALAM-ECOPRINT-DAN-OBAT-HERBAL-TANIN-FOODGRADE-i.478050708.14621396357

2.2.4 Elektrolit

Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Ketika dialirkan arus listrik ke dalamnya, larutan ini akan memberikan gejala berupa menyalanya lampu pada alat uji atau timbulnya gelembung gas dalam larutan. Dalam proses anodisasi larutan elektrolit akan mengeluarkan gelembung gas karena aliran listrik dari power supply. (Ramadhan, 2023).

Elektrolit dapat dibedakan kekuatannya menjadi 2 yaitu elektrolit kuat atau elektrolit lemah. Kuat lemahnya elektrolit dapat ditentukan dengan melakukan pengujian. Elektrolit yang kuat akan membuat gelembung pada masing – masing elektroda. Larutan dengan gelembung yang banyak biasanya merupakan larutan elektrolit. (Ramadhan, 2023)

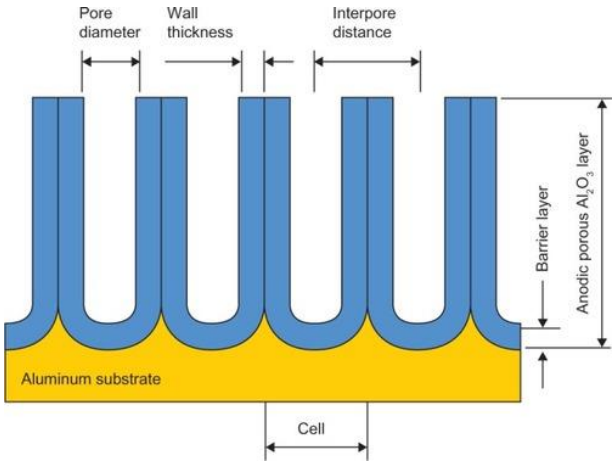


Gambar 2. 4 Elektrolit

Sumber : https://www.ruangguru.com/blog/memahami-larutan-elektrolit-dan-non-elektrolit

2.2.5 Lapisan Oksida

Lapisan oksida terbentuk selama proses anodisasi dan berfungsi sebagai pelindung permukaan logam dari oksidasi lebih lanjut. Lapisan ini juga memiliki pori-pori mikro yang dapat menyerap pewarna. Semakin tebal dan terstruktur lapisan oksida, semakin baik kemampuannya dalam menahan zat warna dan meningkatkan daya tahan korosi. Untuk aluminium, proses anodisasi dapat menumbuhkan lapisan oksida pasif, dengan waktu proses yang lebih lama menghasilkan lapisan yang lebih keras. Lapisan oksida yang terbentuk terdiri dari lapisan penghalang dan lapisan berpori, dengan lapisan berpori meningkatkan ketebalan keseluruhan dan lapisan penghalang meningkatkan kekerasan aluminium. (Ibrahim et al., 2023)



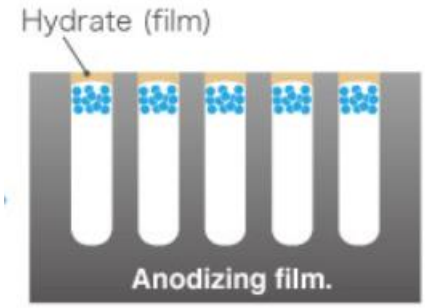
Gambar 2. 5 Lapisan Oksida

Sumber :

https://translate.google.com/translate?u=https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/NSA.S13913&hl=id&sl=en&tl=id&client=imgs

2.2.6 Sealing

Proses Sealing ini merupakan proses penguncian warna yang penting, karena jika warna tidak di kunci maka warna mudah pudar dan hilang. Proses sealing ini dilakukan dengan merendam spesimen yang sudah diberi warna setelah anodisasi kedalam air panas. Proses ini terjadi karena air panas akan menutup pori – pori pada aluminium setelah proses anodisasi. Air panas akan bereaksi dengan permukaan aluminium dan menutup pori – pori yang terbentuk setelah proses anodisasi, sehingga warna terkunci di dalam aluminium. (Wisnujati, 2023)

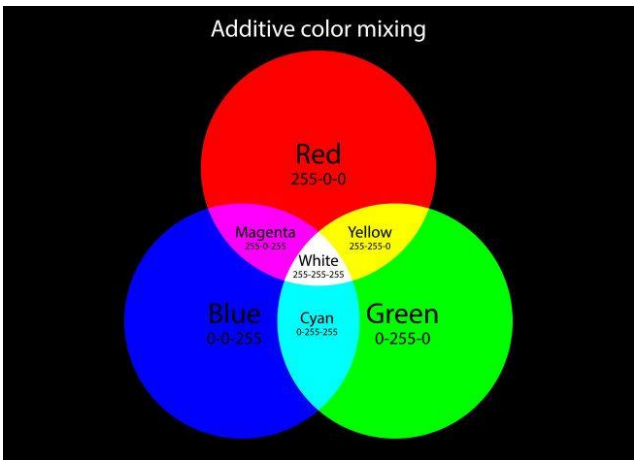


Gambar 2.6 Proses Sealing

Sumber : https://trimmers--pro-com.translate.goog/how-anodic-coating-on-aluminum-protect-against-corrosion?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=imgs

2.2.7 RGB (Red, Green, Blue)

RGB adalah sistem pewarnaan digital yang digunakan untuk merepresentasikan warna dalam sistem elektronik dan visual. Dalam konteks penelitian ini, sistem RGB digunakan untuk menganalisis dan mengukur warna hasil pewarnaan anodisasi secara kuantitatif. Setiap warna dalam sistem RGB direpresentasikan oleh kombinasi tiga warna primer (merah, hijau, biru) dengan skala 0–255. Hasil pengukuran RGB membantu mengevaluasi intensitas dan konsistensi warna pada permukaan produk setelah anodisasi. Penelitian tentang pengolahan citra digital menggunakan model warna RGB telah dilakukan untuk berbagai aplikasi. Normalisasi RGB dapat digunakan untuk mendeteksi objek berwarna tertentu, meskipun memiliki keterbatasan dalam membedakan warna hitam dan putih. (Kusumanto, 2011). Pengecekan warna pada percobaan ini menggunakan saya menggunakan RGB karena pengambilan data warna dilakukan secara digital menggunakan kamera. RGB merupakan sistem warna yang digunakan dalam tampilan layar dan sensor kamera digital, yang bekerja berdasarkan cahaya yang ditangkap, sehingga lebih sesuai dibanding CMYK yang digunakan untuk cetakan.

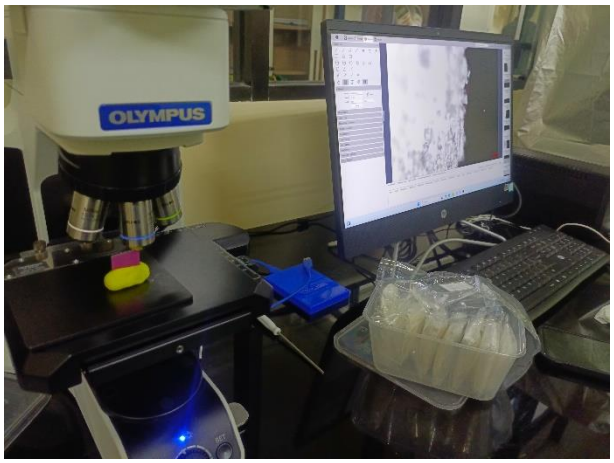


Gambar 2.7 RGB

Sumber : https://www.howtogeek.com/730577/what-does-rgb-mean-and-why-is-it-all-over-tech/

2.2.8 Pengujian Makro

Pengujian struktur makro ini di lakukan untuk mengamati ketebalan warna yang dihasilkan pada proses anodisasi yang telah di lakukan. Pengamatan struktur makro ini di lakukan dengan menggunakan mikroskop digital kamera dengan menggunakan perbesaran 50x.

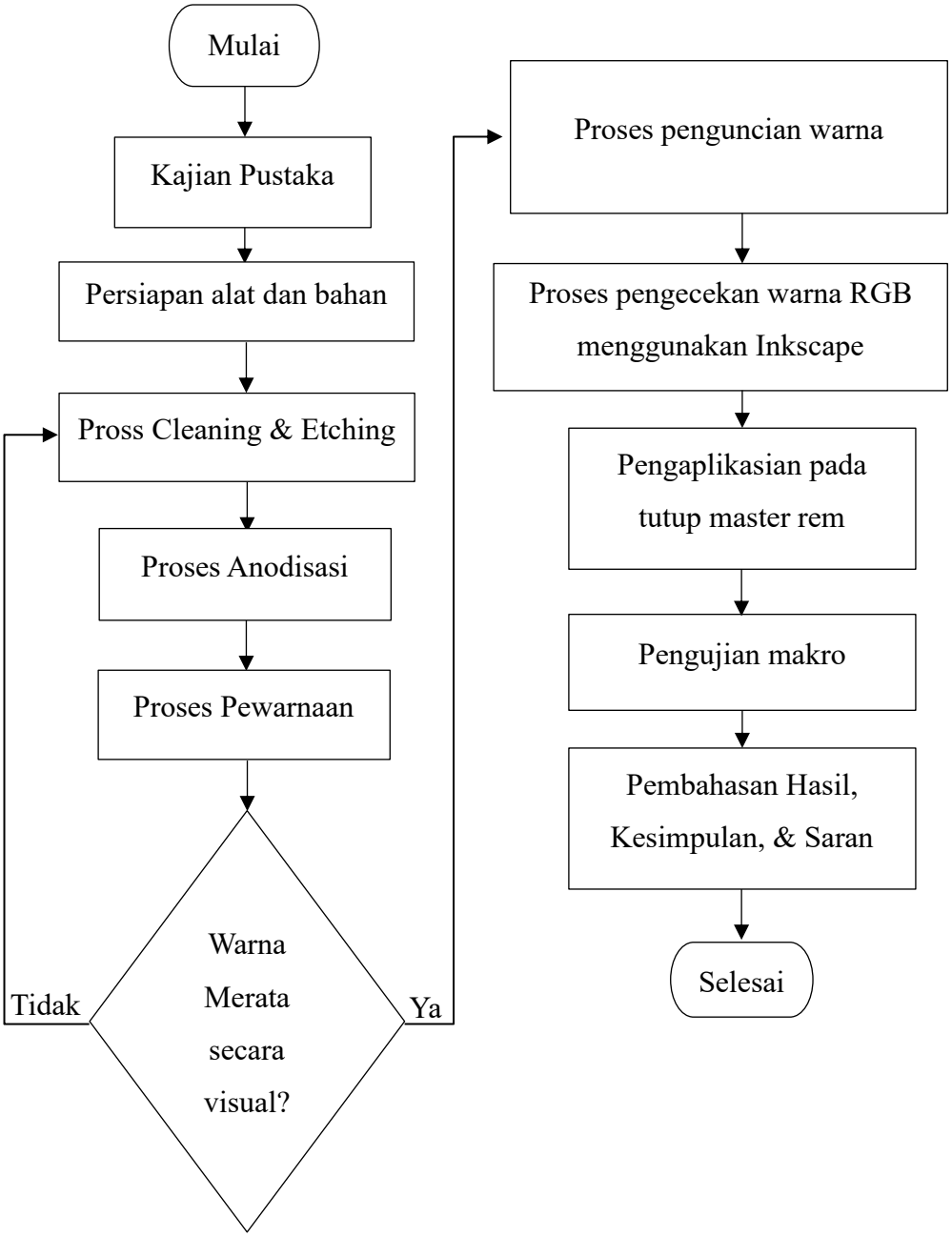


Gambar 2. 8 Pengujian Makro

Sumber : Lab. Mekatronika UII

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

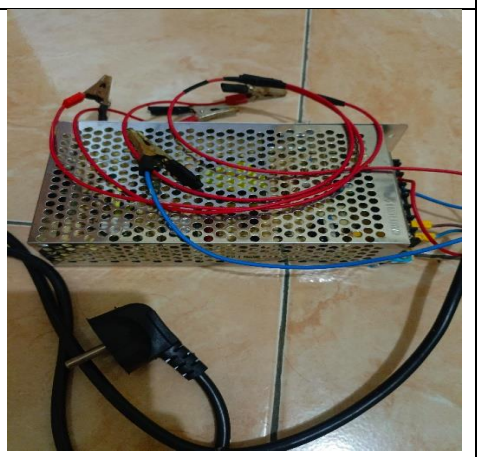


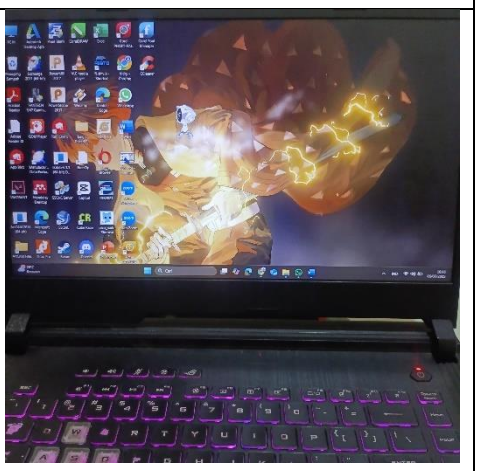
3.2 Peralatan dan Bahan

Terdapat beberapa peralatan dan bahan yang digunakan untuk mendukung proses penelitian yang dilakukan. Berikut alat dan bahan yang terdapat pada Tabel 3-1 dan Tabel 3-2.

Tabel 3-1 Alat

No	Nama Alat	Fungsi	Gambar
1	Wadah Plastik	Wadah larutan proses anodisasi	
2	Timbangan Digital	Menimbang massa bahan yang digunakan	
3	Kompor	Memanaskan air untuk larutan pewarna	

4	Panci	Sebagai wadah untuk air panas pewarna dan sealing	
5	Power Supply	Menyediakan arus untuk proses anodisasi	
6	Gunting	Untuk memotong plat aluminium	

7	Saringan	Untuk menyaring bubuk pewarna	
8	Laptop	Untuk melakukan uji RGB menggunakan Inkscape	
9	Handphone	Untuk memotret hasil anodisasi	

Tabel 3-2 Bahan

No	Nama Bahan	Fungsi	Gambar
1	Thinner	Untuk membersihkan plat aluminium	
2	Soda Api	Untuk proses Etching	
3	Aluminium 5052	Material yang digunakan	

4	Bubuk Kulit Manggis	Sebagai bahan pewarna alami	
5	Air Aki Zuur	Sebagai larutan elektrolit	
6	Air Biasa	Sebagai campuran larutan elektrolit dan soda api	

3.3 Perancangan

Desain perancangan penelitian anodisasi ini di susun untuk menjadi pedoman dalam melakukan proses anodisasi menggunakan bahan pewarna alami bubuk kulit manggis. Berikut desain perancangan yang di susun pada Tabel 3-3, dan Tabel 3-4.

Tabel 3-3 Variasi Waktu Anodisasi

be	Kode Spesimen	Kuat Arus (Ampere)	Waktu Pewarnaan (Menit)	Konsentrasi Elektrolit	Suhu larutan pewarna (°C)	Massa Bubuk Manggis (Gram)
1	10T10A90C	10	30	1:2	90	15
2	20T10A90C	10	30	1:2	90	15
3	30T10A90C	10	30	1:2	90	15

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah lama waktu anodisasi yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Variasi ini bertujuan untuk dapat mengetahui kombinasi lama waktu anodisasi yang terbaik untuk menghasilkan warna yang merata pada pengaplikasian produk. Kode spesimen yang digunakan pada percobaan ini yaitu 30T10A90C, 30T merupakan lama waktu anodisasi, 10A merupakan kuat arus yang digunakan, dan 90C merupakan suhu larutan pewarna yang digunakan yaitu 90℃.

No	Kode Spesimen	Kuat Arus (Ampere)	Waktu Anodizing (Menit)	Waktu Pewarnaan (Menit)	Konsentrasi Elektrolit	Massa Bubuk Manggis (Gram)
1	XT10W90C	10	Terbaik	10	1:2	15
2	XT20W90C	10	Terbaik	20	1:2	15
3	XT30W90C	10	Terbaik	30	1:2	15

Variabel bebas dalam penelitian ini yang digunakan adalah lama waktu perendaman warna yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Variasi ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi lama waktu perendaman warna yang terbaik untuk menghasilkan penyebaran warna yang merata

Keterangan :

X = Durasi Anodisasi Terbaik (Menit)

A = Arus Listrik (Ampere)

T = Durasi Anodisasi (Menit)

C = Suhu Larutan Pewarna (℃)

W = Durasi Perendaman Warna (Menit)

3.4 Kriteria Produk

Kriteria produk yang harus terpenuhi pada spesimen yang di uji adalah sebagai berikut :

1. Warna hasil anodisasi harus menempel dengan sempurna tidak boleh mudah pudar atau hilang ketika diusap atau direndam kedalam air.
2. Hasil pewarnaan harus menunjukkan warna yang identik sama secara visual untuk parameter yang sama.
3. Pewarnaan tersebar secara merata pada aluminium yang di anodisasi, tidak boleh ada belang atau tidak merata pada setiap sisi yang dianosisasi.

3.5 Persiapan

Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen yang dilakukan secara terstruktur dan sistematis supaya dapat mengetahui hasil yang optimal pada berbagai parameter dengan menggunakan bahan pewarna alami bubuk kulit manggis. Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan proses anodisasi yang dilakukan :

1. **Pembersihan / Cleaning :**

   Pada tahap pembersihan dilakukan dengan membersihkan spesimen menggunakan thinner. Setelah itu dilakukan proses rinsing cleaner dengan cara membilas spesimen dengan air untuk menghilangkan cairan kimia yang menempel pada spesimen.

2. **Etching**

   Pada tahap ini benda kerja di celupkan ke larutan cairan soda api selama kurang lebih 2 menit. Setelah itu di bilas dengan air ataupun di celupkan ke

dalam air biasa untuk menghilangkan sisa larutan soda api yang menempel pada spesimen.

3. **Proses Anodisasi**

Pada proses anodisasi spesimen di capitkan pada kutub positif pada power supply sebagai anoda dan pada kutub negatif bisa di capitkan dengan menggunakan aluminium ataupun timbal. Konsentrasi larutan pada proses ini yaitu menggunakan campuran air aki zuur dan air biasa dengan konsentrasi 1:2.

4. **Proses Pewarnaan / Dyeing**

Pada tahap ini melarutkan bahan pewarna alami bubuk kulit manggis dengan air panas supaya warna terlarut dengan konsentrasi bubuk kulit manggis 15gram dan air 110gram. Setelah itu celupkan produk yang di anodisasi selama 10 menit, 20 menit , dan 30 menit sesuai parameter yang dilakukan

5. **Proses Sealing / penyegelan**

Pada tahap ini merupakan tahapan terakhir yaitu merendam produk yang sudah di beri warna pada air panas selama 20 menit supaya warna mengunci pada produk yang di anodisasi.

3.6 Proses Percobaan

Pada proses percobaan terdapat beberapa langkah-langkah yang sistematis dalam percobaan. Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan.

3.6.1 Persiapan

Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk menunjang proses penelitian yang akan dilakukan. Persiapan yang dilakukan untuk proses penelitian dijelaskan sebagai berikut :

1. Memotong spesimen Aluminium 5052 dengan ukuran massa yang sudah di sesuaikan dengan massa produk cnc yaitu dengan ukuran 40mm x 20,5mm x 1,15mm
2. Merakit rangkaian power supply untuk proses anodisasi
3. Menyiapkan wadah plastik sebagai wadah larutan yang akan digunakan untuk proses anodisasi



Gambar 3.1 Spesimen Uji

3.6.2 Cleaning

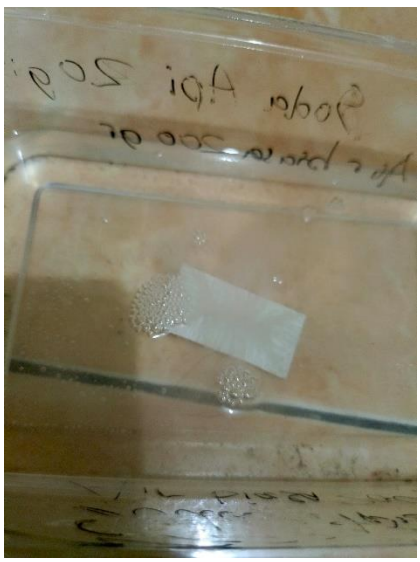
Proses Cleaning pada awal menggunakan Thinner untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan aluminium, kemudian di bilas dengan menggunakan air



Gambar 3.2 Proses Pembersihan

3.6.3 *Etching*

Proses *Etching* dilakukan dengan cara melarutkan soda api dengan konsentrasi 1:10 lalu merendamkan aluminium ke dalam larutan soda api selama kurang lebih 2 menit.

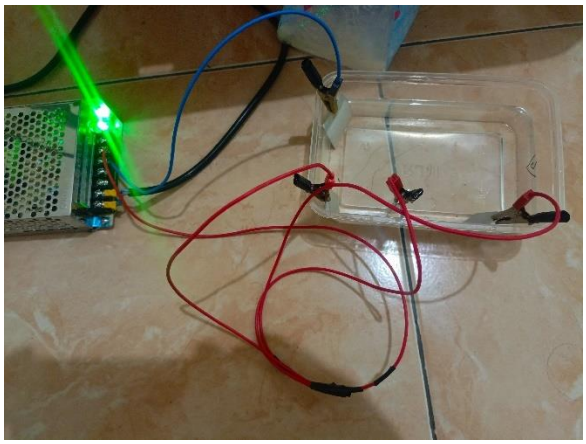


Gambar 3.3 Proses *Etching*

3.6.4 Anodisasi

Proses anodisasi dilakukan dengan berbagai tahapan yang sistematis sebagai berikut :

1. Mencampurkan larutan asam sulfat dan air dengan konsentrasi 150gram : 300gram ke dalam wadah plastik
2. Menghubungkan power supply ke stop kontak
3. Menjepitkan spesimen yang akan di anodize ke kutub positif pada power supply sebagai anoda, dan mencapitkan aluminium atau timbal ke kutub negatif sebagai katoda
4. Mencelupkan spesimen dan aluminium atau timbal ke larutan asam sulfat selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit
5. Mengangkat spesimen jika sudah selesai dan membilasnya dengan air. Lalu matikan power supply



Gambar 3.4 Proses Anodisasi

3.6.5 Dyeing / Pewarnaan

Tahapan pewarnaan dilakukan setelah spesimen selesai di anodize dengan tahapan yang sistematis sebagai berikut :

1. Menyiapkan wadah plastik untuk tempat bubuk kulit manggis
2. Menimbang bubuk kulit manggis dengan timbangan digital sebanyak 15gram dan campurkan dengan air sebanyak 110gram
3. Panaskan air dan bubuk kulit manggis di kompor sampai warna dari bubuk kulit manggis keluar
4. Saring air dan sisa ampas dari bubuk kulit manggis dengan saringan
5. Celupkan spesimen kedalam larutan pewarna alami bubuk kulit manggis selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.



Gambar 3.5 Proses Pewarnaan

3.6.6 Sealing / Penyegelan

Proses ini di lakukan setelah proses pewarnaan pada spesimen selesai di lakukan. Tahapan yang dilakukan untuk proses sealing sebagai berikut :

1. Menyiapkan air pada panci lalu panaskan air sampai suhu kurang lebih 90℃ / mendidih.
2. Mencelupkan spesimen yang sudah selesai dilakukan proses pewarnaan ke dalam air yang sudah di panaskan selama kurang lebih 20 menit.
3. Jika sudah selesai angkat spesimen dan warna sudah menempel / mengunci pada spesimen.

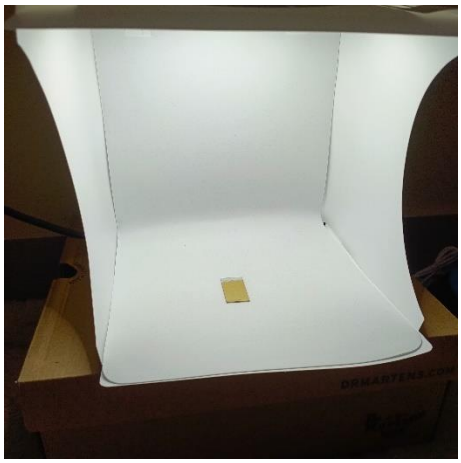


Gambar 3.6 Proses Sealing

3.6.7 Pengambilan Gambar

Proses pengambilan gambar dilakukan setelah semua spesimen selesai di beri warna dan di kunci warnanya. Metode pengambilan gambar ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam pengambilan gambar. Proses ini dilakukan sebagai berikut :

1. Menyiapkan semua spesimen yang akan diambil gambarnya / di foto.
2. Menyiapkan stand Handphone untuk meletakan Handphone
3. Menyiapkan mini studio photobox untuk meletakan spesimen yang akan di foto
4. Memfoto / mengambil gambar spesimen
5. Lakukan berulang untuk semua spesimen satu per satu.

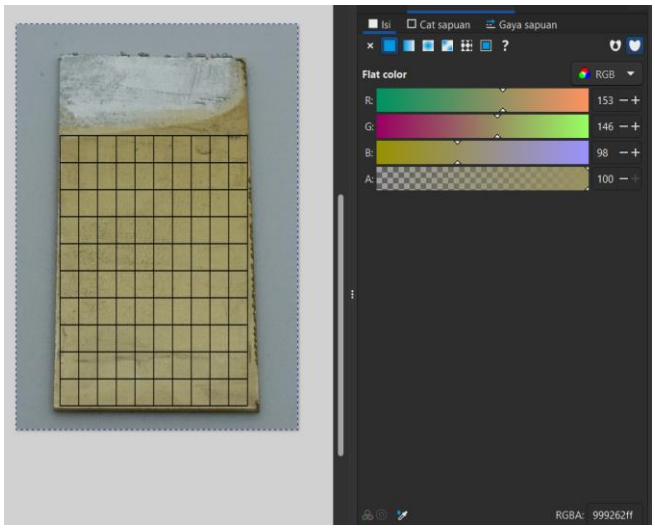


Gambar 3.7 Foto Mini Studi Box

3.6.8 Pengecekan Warna RGB

Pengecekan warna dilakukan dengan menggunakan software Inkscape. Pengecekan warna dilakukan dengan berbagai tahapan sebagai berikut :

1. Mengunduh software Inkscape untuk melakukan uji warna RGB.
2. Mengimpor gambar spesimen yang sudah di foto menggunakan mini studio photobox.
3. Membuat grid 10x10 pada warna yang ada pada spesimen.
4. Melakukan pengecekan RGB pada setiap titik dalam grid yang di buat dengan menggunakan tool color eyedropper.
5. Catat hasil RGB yang dihasilkan dari tool color eyedropper ke dalam excel.
6. Lakukan pada semua spesimen yang di uji.



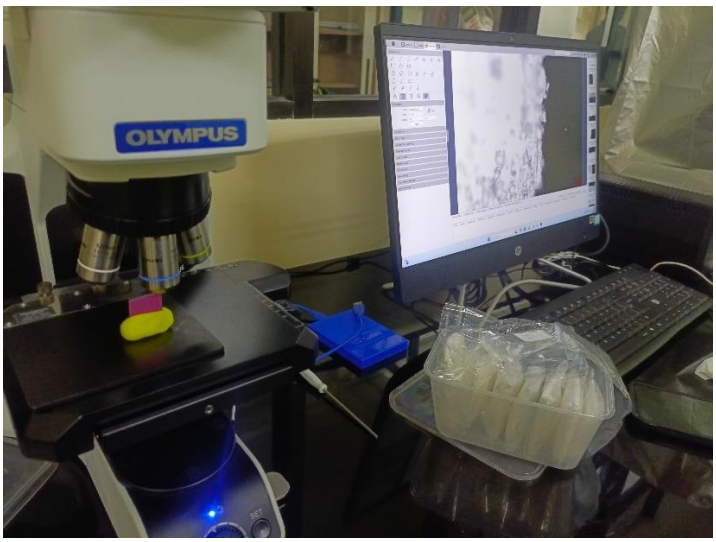
Gambar 3.8 Pengecekan RGB pada Inkscape

3.6.9 Pengamatan Struktur Makro

Proses pengamatan struktur makro dilakukan setelah spesimen selesai di anodize. Proses ini dilakukan untuk mengamati seberapa tebal hasil pewarnaan anodize pada spesimen dengan berbagai variasi waktu anodize dan waktu pewarnaan. Pengamatan struktur makro di lakukan dengan cara membelah spesimen menjadi dua untuk melihat ketebalan warnanya. Proses pengamatan

struktur makro dilakukan dengan menggunakan mikroskop digital kamera dengan berbagai tahapan sistematis sebagai berikut :

1. Menyalakan alat mikroskop digital camera dan menyiapkan spesimen yang akan di uji
2. Mengatur perbesaran lensa pada alat mikroskop digital kamera dengan perbesaran 50x
3. Meletakan spesimen yang akan di uji pada bagian bawah lensa
4. Mengatur fokus untuk melihat struktur makro dari spesimen
5. Menggeser lensa ke pinggir spesimen supaya terlihat tebal bagian spesimen yang di anodize
6. Mengukur ketebalan bagian tepi permukaan dari hasil anodize dengan measure dan scale bar
7. Mengambil gambar setelah di ukur dan terdapat nilai ketebalannya

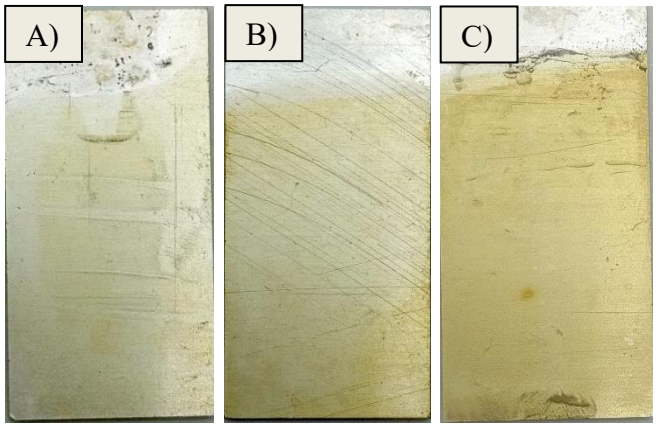


Gambar 3.9 Proses Pengamatan Struktur Makro

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pewarnaan pada Spesimen

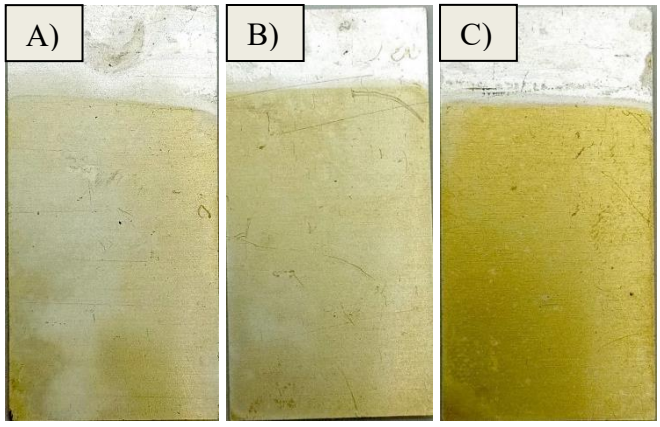
Hasil Pewarnaan pada Spesimen dengan variasi waktu lama anodisasi 10 menit, 20 menit, dan 30 menit di tunjukkan pada gambar 4.1 A, B, dan C sebagai berikut :



Gambar 4.1 Hasil Percobaan Variasi Waktu Anodisasi

A) 10 Menit B) 20 Menit C) 30 Menit

Hasil dari Pewarnaan pada Spesimen dengan variasi waktu lama pewarnaan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit di tunjukkan pada gambar A, B, dan C sebagai berikut :

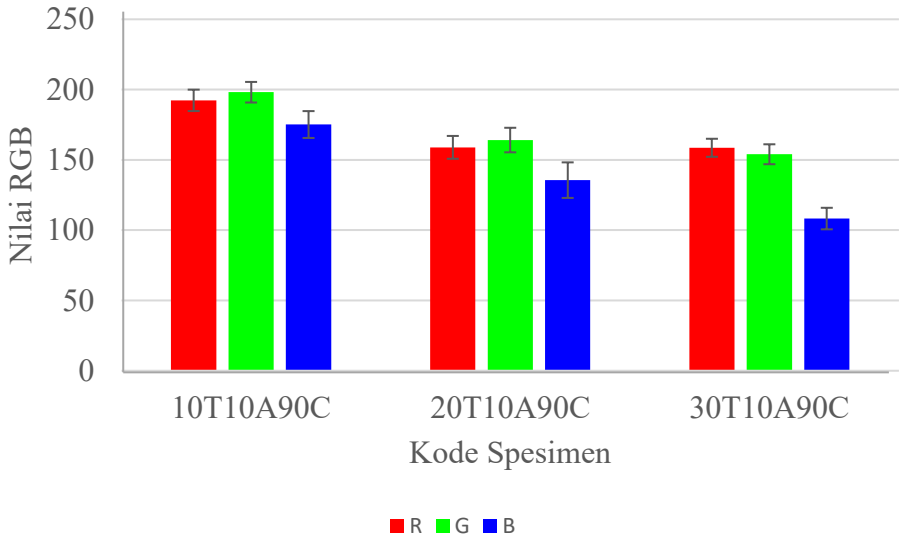


Gambar 4.2 Hasil Percobaan Variasi Waktu Pewarnaan

A) 10 Menit B) 20 Menit C) 30 Menit

4.2 Hasil Pengujian Warna RGB

Setelah melakukan proses anodisasi dengan memvariasikan lama waktu anodisasi dan lama waktu perendaman warna, spesimen dilakukan pengujian intensitas atau kecerahan warna (RGB) menggunakan software Inkscape, yang dimana akan didapatkan hasil dari intensitas atau kecerahan warna dari setiap variasi lama anodisasi dan lama perendaman warna. Pengujian dilakukan pada seratus titik yang berbeda.



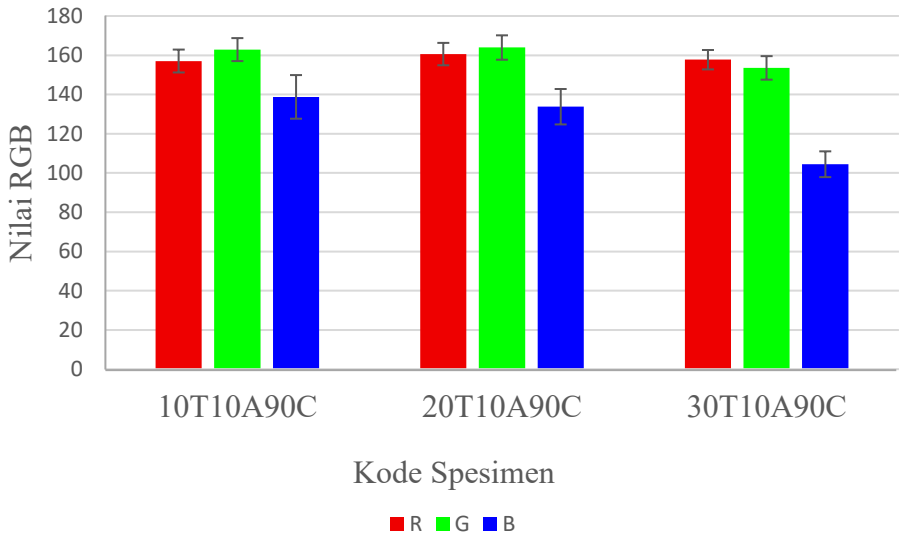
Gambar 4. 3 Grafik Penyebaran Warna Variasi Waktu Anodisasi

No	Kode Spesimen	Standar Deviasi		
		R	G	B
1	10T10A90C	7,6177 23959	7,3300 99615	9,5487 61698
2	20T10A90C	8,1170 24354	8,7272 84429	12,647 85946
3	30T10A90C	6,4107 23203	7,0831 30225	7,6468 27904

Tabel 4. 1 Standar Deviasi Variasi Waktu Anodisasi

Hasil yang didapat dari pengecekan warna RGB menggunakan software Inkscape di dapatkan, pada 10T10A90C atau 10 menit anodize, 10 Ampere kuat arus, pewarnaan 30 menit dengan suhu air 90°C hasil warna yang di dapatkan adalah R 192,35, G 198,13, dan B 175,14. Untuk 20T10A90C atau 20 menit

anodize, 10 Ampere kuat arus, pewarnaan 30 menit dengan suhu air 90°C nilai yang di dapatkan R 158,91, G 164,11, dan B 135,57. Untuk 30T10A90C atau 30 menit anodize, 10 Ampere kuat arus, pewarnaan 30 menit dengan suhu air 90°C nilai yang di dapatkan R 158,60, G 154,00, dan B 108,26. Berdasarkan grafik di atas nilai grafik di atas dapat menjadi acuan untuk menentukan lama variasi waktu anodize yang dapat digunakan untuk proses anodisasi produk dengan melihat nilai grafik error barnya yang paling pendek . untuk menentukan nilai error bar kita menghitung standar deviasinya terlebih dahulu menggunakan excel. Semakin kecil error barnya maka penyebaran warna semakin baik. Sehingga nilai yang digunakan yaitu 30 menit anodisasi.



Gambar 4.4 Grafik Penyebaran Warna Variasi Waktu Pewarnaan

No	Kode Spesimen	Standar Deviasi		
		R	G	B
1	10T10A90C	5,8311 96441	5,8531 78492	11,120 59503
2	20T10A90C	5,7076 58159	6,2142 42385	9,0275 67652
3	30T10A90C	4,9435 53065	5,9989 5342	6,5759 73991

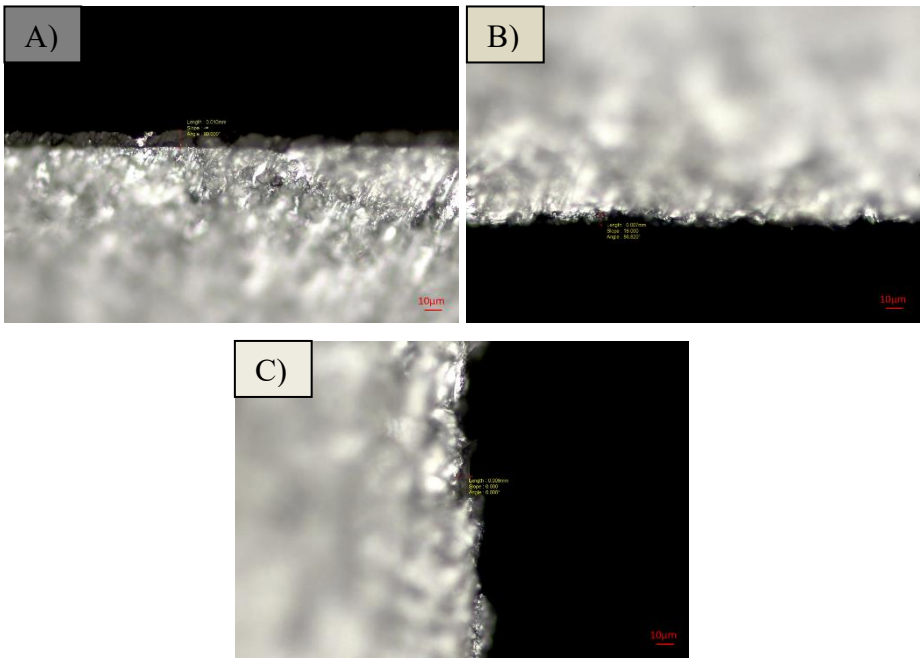
Tabel 4. 2 Standar Deviasi Variasi Waktu Pewarnaan

Hasil yang didapat dari pengecekan warna RGB menggunakan software Inkscape di dapatkan, Untuk 10T10A90C atau 10 menit pewarnaan, 10 Ampere kuat arus, 30 menit Anodize dengan suhu air 90°C di dapatkan nilai R 157,05, G 162,87, dan B 138,76. Untuk 20T10A90C atau 20 menit pewarnaan, 10 Ampere kuat arus, 30 menit Anodize dengan suhu air 90°C di dapatkan nilai R 160,59, G 163,93, dan B 133,77. Untuk 30T10A90C atau 30 menit pewarnaan, 10 Ampere kuat arus, 30 menit Anodize dengan suhu air 90°C di dapatkan nilai R 157,73, G 153,54, dan B 104,45. Nilai dari grafik di atas dapat menjadi salah satu acuan untuk menentukan kombinasi waktu anodisasi dan waktu pewarnaan yang bagus dengan cara melihat titik error bar yang paling pendek, untuk menentukan nilai error bar kita menghitung standar deviasinya terlebih dahulu menggunakan excel. Semakin kecil error bar / standar deviasinya maka, penyebaran warna semakin merata dengan baik.

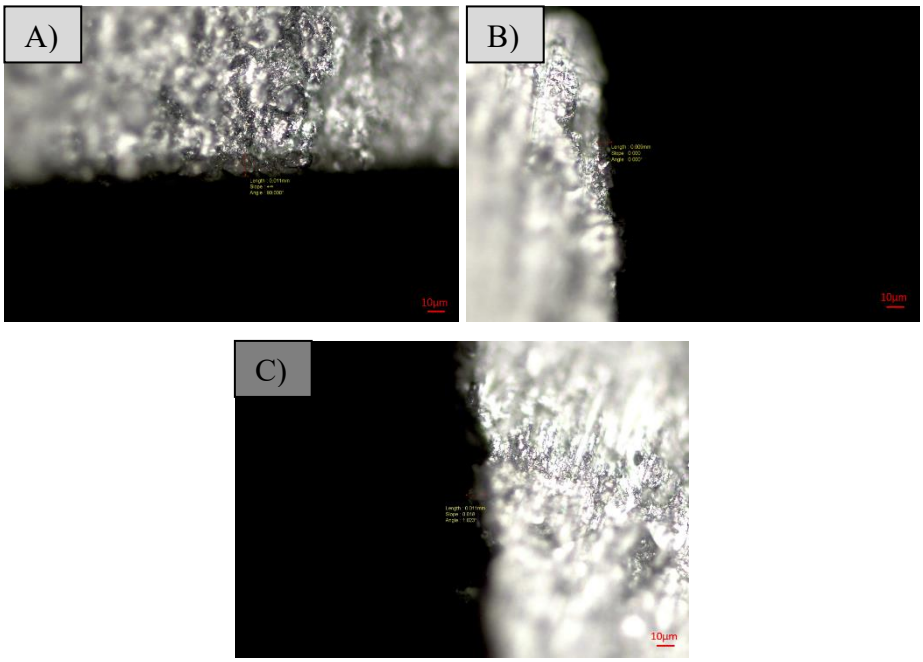
Maka dari itu panjang error bar / nilai standar deviasi dapat dijadikan salah satu acuan untuk menentukan kombinasi waktu anodize dan waktu pewarnaan. Kombinasi waktu anodize dan waktu pewarnaan yang optimum yaitu 30 menit anodize dan 30 menit pewarnaan. Untuk kombinasi optimum ini didapatkan karena pengujian yang saya lakukan maksimal berada di waktu 30 menit, untuk hasil optimum proses anodizing atau pewarnaan bisa lebih dari 30 menit dikarenakan belum ada penelitian lebih lanjut untuk titik jenuh proses anodizing atau proses pewarnaan yang dilakukan.

4.3 Hasil Pengamatan Struktur Makro

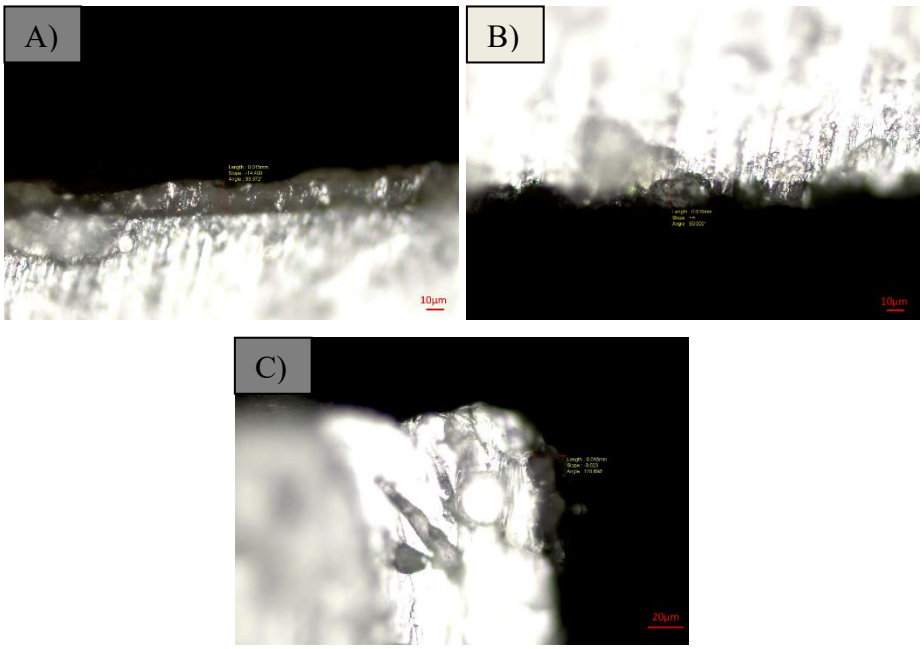
Proses pengamatan struktur makro dilakukan setelah spesimen selesai di uji warna RGB. Setelah itu spesimen di belah menjadi dua dan di amati ketebalan hasil anodizenya menggunakan mikroskop digital kamera. Hasil dari pengujian struktur makro di tunjukkan sebagai berikut :



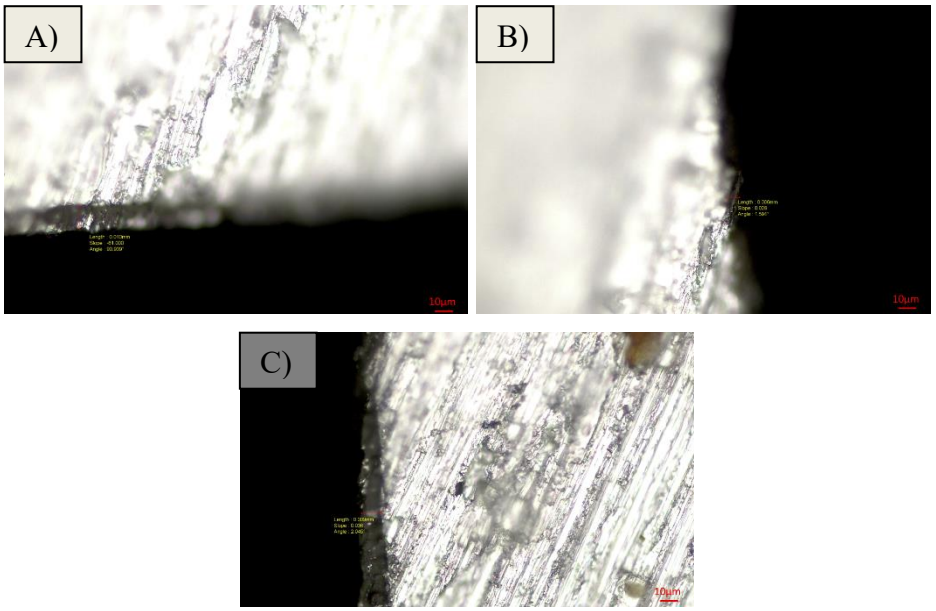
Gambar 4.5 Struktur Makro Variasi 10 menit Anodize (10A)



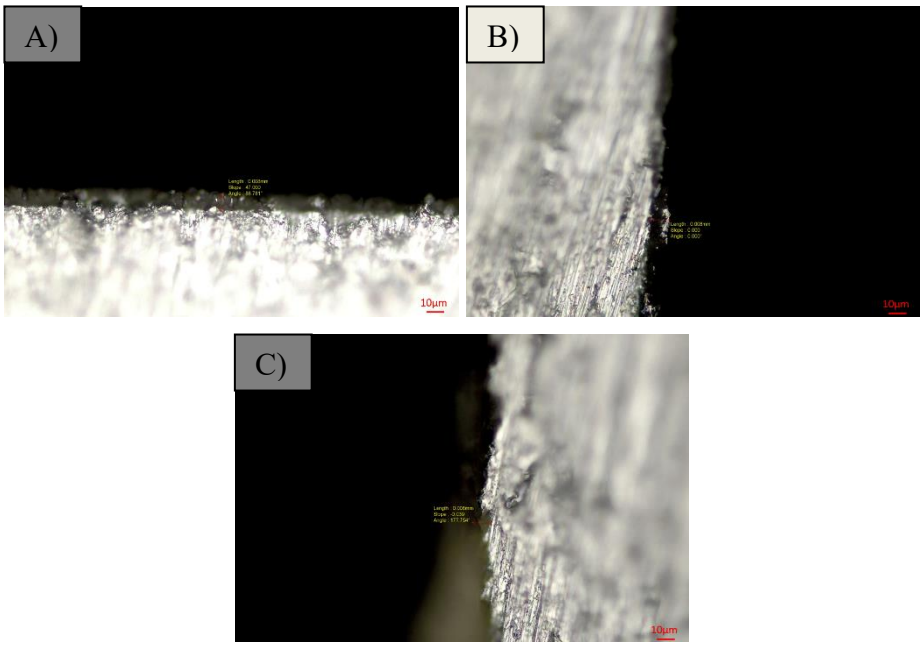
Gambar 4.6 Struktur Makro Variasi 20 Menit Anodize (20A)



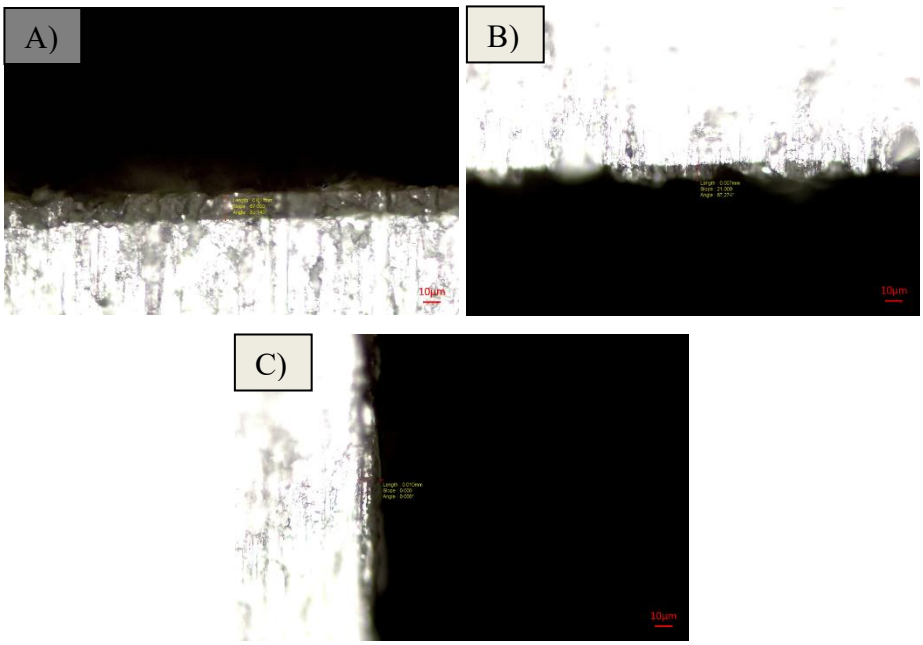
Gambar 4.7 Struktur Makro Variasi 30 Menit Anodize (30A)



Gambar 4.8 Struktur Makro Variasi 10 Menit Pewarnaan (10W)

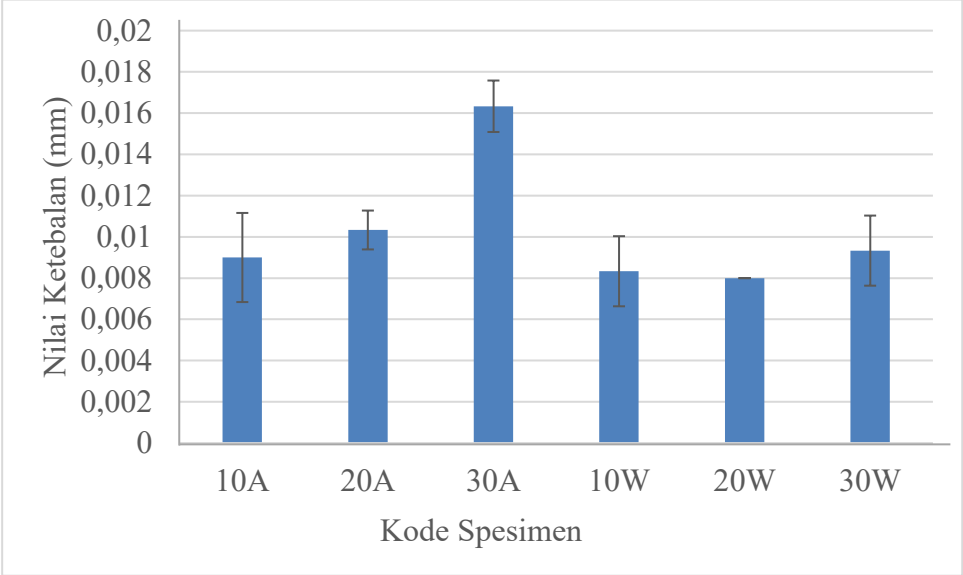


Gambar 4.9 Struktur Makro Variasi 20 Menit Pewarnaan (20W)



Gambar 4.10 Struktur Makro Variasi 30 Menit Pewarnaan (30W)

Hasil nilai dari pengamatan struktur makro dari setiap spesimen yang di amati berdasarkan setiap variasi waktu anodize dan variasi waktu pewarnaan dapat di lihat pada grafik berikut :



Gambar 4. 11 Grafik Hasil Pengukuran Struktur Makro

Berdasarkan Grafik diatas, spesimen dengan variasi 10A atau 10 menit anodisasi didapatkan rata – rata ketebalan warna hasil anodisasi nya yaitu 0,009. Spesimen dengan variasi 20A atau 20 menit anodisasi yaitu 0,010. Spesimen dengan variasi 30A atau 30 menit anodisasi yaitu 0,016. Spesimen dengan variasi 10W atau 10 menit pewarnaan yaitu 0,008. Spesimen dengan variasi 20W atau 20 menit Pewarnaan yaitu 0,008. Spesimen dengan variasi 30W atau 30 menit pewarnaan yaitu 0,009. Berdasarkan nilai yang terlihat pada grafik di atas, menunjukkan bahwa semakin lama waktu anodisasi dan pewarnaannya, maka semakin tebal lapisan pewarnaan hasil anodisasi yang di dapatkan.

4.4 Pengaplikasian pada Produk Tutup Master Rem

Hasil yang di dapatkan dari pengujian warna RGB menggunakan software Inkscape menghasilkan kombinasi waktu anodize dan waktu pewarnaan yang optimum, kombinasi waktu anodize dan waktu pewarnaan yang optimum yaitu 30 menit anodize dan 30 menit pewarnaan. Untuk hasil warna pada produk terdapat sedikit perbedaan dikarenakan beberapa faktor seperti kualitas bubuk kulit manggis yang di beli berbeda – beda dikarenakan kehabisan stock pada toko yang digunakan sebelumnya. Upaya untuk mengatasi perbedaan warna dari kualitas bubuk yang di hasilkan bisa dengan cara membeli bubuknya dengan jumlah yang banyak sehingga tidak berbeda kualitasnya. Selanjutnya di aplikasikan ke produk tutup master rem.



Gambar 4.12 Produk 1 dan 2 Tampak Depan



Gambar 4.13 Produk 1 dan 2 Tampak Belakang



Gambar 4.14 Produk 1 dan 2 Tampak Samping



Gambar 4.15 Produk 1 dan 2 Tampak Depan

4.5 Analisis Kegagalan

Terdapat perbedaan warna yang sangat signifikan di beberapa area spesimen yang disebabkan oleh lama waktu anodisasi dan lama waktu perendaman dan juga di sebabkan dari pewarna kulit manggis. Pewarna yang digunakan pada percobaan ini ialah pewarna alami yang berasal dari kulit manggis yang telah diolah menjadi bubuk, sehingga pada saat proses pengekstrakan warna terdapat residu atau ampas-ampas sisa dari bubuk kulit manggis yang tidak larut sehingga menyebabkan warna pada permukaan tidak konsisten dan semakin lama pewarna tersebut digunakan dan semakin lama waktu ekstrak pewarna, warna bubuk kulit manggis berubah menjadi lebih pekat, jadi penggunaan warna alami kulit manggis tidak selalu memiliki waktu pewarnaan yang konsisten, tergantung lama waktu ekstrak pewarnaan yang digunakan, sehingga idealnya pewarna diekstrak dalam

waktu 30 menit dengan air mendidih dan hanya dapat digunakan sekali proses pewarnaan agar mendapatkan hasil warna aluminium yang maksimal. Dan untuk lama anodisasi dan lama perendaman warna yang baik yaitu 30 menit supaya lapisan oksidasi yang ada pada spesimen lebih tebal dan perendaman yang lebih lama supaya lebih menyerap warnanya.



Gambar 4. 16 Spesimen Gagal

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah di lakukan, maka dapat di simpulkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi lama anodisasi 30 menit menunjukkan hasil yang lebih merata penyebaran warnanya dari pada lama anodisasi 20 menit, dan 10 menit, karena lapisan oksida yang terbentuk lebih tebal dan merata
2. Variasi lama pewarnaan 30 menit menunjukkan hasil yang lebih merata penyebaran warnanya dari pada lama pewarnaan 20 menit, dan 10 menit, karena warna lebih menyerap ke dalam spesimen dengan sempurna
3. Pewarnaan pada produk Tutup Master Rem berhasil merata penyebaran warnanya dengan variasi waktu anodisasi 30 menit, dan waktu pewarnaan 30 menit.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan penelitian yang sudah di lakukan, beberapa saran untuk penelitian yang akan di lakukan selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Ketika melakukan proses anodisasi sebaiknya dilakukan dengan sempurna, jangan sampai ada kesalahan seperti power supply tercabut atau mati di tengah percobaan
2. Menyeduh bubuk pewarna alami dengan air panas terlebih dahulu sampai warna ter ekstrak dengan sempurna, sehingga warna yang dihasilkan bagus.
3. Menyaring ampas sisa ekstrak bubuk pewarna alami supaya tidak mengganggu proses penyerapan warna pada produk.

DAFTAR PUSTAKA

Budimulyani, E. (2010). Pengaruh Temperatur Dan Waktu Proses Anodisasi Puley Aluminium Dalam Larutan H2so4 Encer Dan Campuran Larutan (H2so4+H2c2o4) Encer. *Jurnal Poli-Teknologi*.

Enrico. (2019). DAMPAK LIMBAH CAIR INDUSTRI TEKSTIL TERHADAP LINGKUNGAN DAN APLIKASI TEHNIK ECO PRINTING SEBAGAI USAHA MENGURANGI LIMBAH. *The Fashion Journal*, 1-9.

Haryanto et al. (2020). KANDUNGAN ANTOSIANIN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BUBUK INSTAN KULIT MANGGIS (Garnicia mangostana. L.) DENGAN METODE FOAM MAT DRYING. *Jurnal AgroSainTa*.

Ibrahim et al. (2023). Karakterisasi Aluminium Pada Proses Hard Anodizing Dalam Variasi Asam Fosfat Dan Asam Sulfat 15%. *Prosiding The 14th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*.

Junipitoyo, B. (2020). Pengaruh Heat Treatment Dan Quenching Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Aluminum Alloy 2024-t3. *Jurnal Penelitian*, 1-10.

Kusumanto, R. (2011). PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK MENDETEKSI OBYEK MENGGUNAKAN PENGOLAHAN WARNA MODEL NORMALISASI RGB . *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan*.

Kwartiningsih, E. (2009). ZAT PEWARNA ALAMI DARI KULIT BUAH MANGGIS. *EKUILIBRIUM*, 41 - 47.

Mardiah. (2017). Studi Laju Korosi Logam Aluminium dengan Penambahan Inhibitor dari Ekstrak Daun Karamunting (Rhodomyrtus tomentosa) dalam Larutan NaCl. *Jurnal Chemurgy*.

Ramadhan, R. A. (2023). *PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK BERMUATAN NATURE OF SCIENCE (NOS) PADA MATERI LARUTAN ELEKTROLIT*. JAKARTA: UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA.

Riyadi et al. (2020). PENAMBAHAN EKSTRAK KULIT MANGGIS(Garcinia mangostana. L)DENGAN KOMPOSISIBERBEDA SEBAGAI PEWARNA ALAMI DALAM PENGOLAHAN TERASI BUBUK. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 28-36.

Runge, J. (2014). Anodizing for Design and Function. *Journal of Materials Science & Nanotechnology*.

Santhiarsa, N. (2009). Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Waktu Proses Hard Anodizing pada Aluminium terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra*, 164-169.

Santoso, L. (2013). *Pengaruh Variasi Tegangan Dan Kuat Arus Listrik Terhadap Kekasaran Dan Kekerasan Aluminium 6061 Hasil Hard Anodizing.* Malang: Universitas Brawijaya.

Sarungu, Y. T. (2012). Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Manggis Sebagai Pewarna Logam Aluminium. *Industrial Research Workshop and National Seminar*.

Simarmata, T. P. (2020). *PENGARUH WAKTU HOLDING ANODISASI TERHADAP DIAMETER PORI DAN TEBAL LAPISAN ALUMINIUM OKSIDA ANODIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE TWO STEP ANODIZATION.* SURABAYA: ITS.

LEMBAR PENGAMATAN

Tabel 1 Data Percobaan Variasi Waktu Anodisasi

No	Kode Spesimen	Nilai RGB rata – rata			Standar Deviasi		
		R	G	B	R	G	B
1	10T10A90C	192,35 33333	198,13 23129	175,14 46259	7,6177 23959	7,3300 99615	9,5487 61698
2	20T10A90C	158,91	164,11 33333	135,57 66667	8,1170 24354	8,7272 84429	12,647 85946
3	30T10A90C	158,60 66667	154,00 33333	108,26	6,4107 23203	7,0831 30225	7,6468 27904

Tabel 2 Data Percobaan Variasi Waktu Pewarnaan

No	Kode Spesimen	Nilai RGB rata – rata			Standar Deviasi		
		R	G	B	R	G	B
1	10T10A90C	157,05 66667	162,87 66667	138,76 66667	5,8311 96441	5,8531 78492	11,120 59503
2	20T10A90C	160,59	163,93 66667	133,77 33333	5,7076 58159	6,2142 42385	9,0275 67652
3	30T10A90C	157,73	153,54 66667	104,45	4,9435 53065	5,9989 5342	6,5759 73991

Tabel 3 Data Hasil Pengukuran Ketebalan

No	Kode Spesimen	Rata – rata ketebalan (mm)	Standar Deviasi
1	10A	0,0090	0,0021
2	20A	0,0103	0,0009
3	30A	0,0163	0,0012
4	10W	0,0083	0,0016
5	20W	0,0080	0
6	30W	0,0093	0,0016