



Penggunaan Pewarna Alami pada Proses Anodizing terhadap Kekerasan Komponen Sepeda

Muhammad Abiyyu Raafi¹⁾, Nani Mulyaningsih²⁾, Nila Nurlina³⁾.

^{1,2)} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tidar

³⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Tidar

E-mail:¹⁾abiyyuraafi45@gmail.com, ²⁾nani_mulyaningsih@untidar.ac.id, ³⁾nila.nurlina@untidar.ac.id

Abstract. *The manufacturing industry continues to develop quality to improve productivity and business sustainability. One method commonly used in metal surface treatment is the anodizing process. One of these industries is the electroplating industry which uses chemicals as aluminum dyes that damage the environment. The purpose of this study is to determine the effect of using natural dyes turmeric, dragon fruit, and pandan leaves as coloring materials in the anodizing process of bicycle components on their hardness. The specimen used in this study is 1100 aluminum. The results showed that the highest hardness value using dragon fruit natural dye was 204.775 VHN.*

Keywords: anodizing, natural coloring, hardness

Abstrak. Industri manufaktur terus mengembangkan kualitas untuk meningkatkan produktifitas dan keberlanjutan usaha. Salah satu metode yang umum digunakan dalam perlakuan permukaan logam adalah proses anodizing. Salah satu industri tersebut adalah industri elektroplating yang menggunakan bahan kimia sebagai pewarna aluminium yang banyak merusak lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan pewarna alami kunyit, buah naga, dan daun pandan sebagai bahan pewarna pada proses anodizing komponen sepeda terhadap kekerasannya. Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium 1100. Hasil penelitian didapatkan nilai kekerasan tertinggi dengan menggunakan pewarna alami buah naga yaitu 204,775 VHN.

Kata Kunci: anodizing, pewarna alami, kekerasan

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur terus mengembangkan kualitas mereka untuk meningkatkan produktifitas dan keberlanjutan usaha. Salah satu metode yang umum digunakan dalam perlakuan permukaan logam adalah proses anodizing. [1]. Anodizing sendiri digunakan untuk proses perawatan logam atau paduan, untuk membentuk lapisan oksida stabil. Proses anodizing ini memicu reaksi atau korosi pada logam, khususnya aluminium, dengan memanfaatkan oksigen (O₂) yang diambil dari larutan elektrolit yang mengandung asam sulfat (H₂SO₄) sebagai perantaranya. Sehingga lapisan oksida terbentuk pada permukaan logam [2,3]. Dalam sel elektrolisis, aluminium yang akan dilapisi berfungsi sebagai anoda, berbeda dengan elektroplating yang menggunakan substrat yang akan dilapisi sebagai katoda [4].

Menurut data dari Badan Pusat Statistik [5]. Indonesia selalu mengimpor aluminium dari berbagai negara yang jumlahnya selalu bertambah setiap tahunnya dimulai dari tahun 2017 – hingga tahun 2023. Aluminium adalah logam terpenting dari logam nonferrous, setiap tahunnya penggunaan aluminium sebagai logam adalah yang kedua setelah besi dan baja dari segi seringnya pemilihan logam [6]. Aluminium biasanya dipergunakan karena mempunyai

beberapa sifat yang unggul dibanding logam lain seperti kuat, ringan, gampang ditempa, dan lainlain [7]. Namun, di balik berbagai kelebihanannya, aluminium juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain mudah mengalami perubahan bentuk, tingkat kekerasannya rendah, warnanya cenderung pudar, dan mudah teroksidasi [8]. Oleh karena itu banyak industri berlomba-lomba untuk mengolah dan mengembangkan aluminium menjadi produk siap pakai. Salah satu industri tersebut adalah industri elektroplating yang menggunakan bahan kimia sebagai pewarna aluminium yang banyak merusak lingkungan [9].

Pewarnaan dalam proses anodizing sering dilakukan menggunakan pewarna sintetis yang mengandung senyawa kimia berpotensi merugikan lingkungan dan kesehatan manusia [10]. Sementara Indonesia sendiri memiliki beragam tanaman yang bermanfaat sebagai pewarna alami [11]. Oleh karena itu, penelitian tentang penggunaan pewarna alami dalam proses anodizing menjadi penting sebagai bentuk menjaga keberlanjutan industri manufaktur dan juga kelestarian lingkungan.

Penelitian (Rifki,2019) yang berjudul Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Sebagai Pewarna Alternatif Anodizing Velg Racing Pada penelitian tersebut penggunaan kulit buah naga sebagai pewarna dan variasi pencelupan pewarna anodizing spesimen velg racing merk Sprint dengan variasi waktu pencelupan 10 menit, 15 menit dan 20 menit dan elektrolit H_2SO_4 konsentrasi 10% didapatkan hasil warna yang kurang pekat dan warna yang belum menempel sempurna. Nilai dari kekerasannya juga didapatkan sebelum pewarnaan adalah 87,18 kg/mm, pencelupan 10 menit 87,75 kg/mm, pencelupan 15 menit 88,52 kg/mm dan pencelupan 20 menit 89,06 kg/mm. Artinya semakin lama proses perendaman spesimen pada cairan pewarna semakin meningkat nilai kekerasannya [12].

Penelitian oleh Teguh Budi (2021) yang membahas tentang pengaruh variasi waktu pada proses anodizing terhadap uji kekerasan dan kekasaran pada aluminium. Pada penelitian tersebut disebutkan bahwa anodizing dapat meningkatkan kekerasan material karena semakin tebalnya lapisan oksida pada permukaan material. Untuk uji kekerasan dari material tersebut semakin lama proses anodizing maka material akan semakin kasar. Hasil yang dihasilkan pada variasi waktu 10 menit 55,11 kg/mm, waktu 20 menit 57,61 kg/mm, waktu 30 menit 68, 21 kg/mm. Maka semakin lama proses anodizing semakin tebal juga lapisan oksida yang terbentuk sehingga material tersebut menjadi keras [13].

Menurut penelitian Ahmad Muslim (2019) dengan penelitian yang berjudul Karakterisasi Permukaan Pada Aluminium Anodized-Dyed dengan Pewarna Alami Kunyit. Pada penelitiannya proses anodizing menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) yang sudah dicampur dengan aquades dengan konsentrasi larutan sebesar 400 ml asam sulfat (H_2SO_4) dan

600 ml aquades dan suhunya tercatat 30°C - 40°C dengan Tegangan yang dipakai pada proses ini sebesar 12 Volt dan kuat arusnya sebesar 2 ampere dengan waktu 30 menit. Proses pewarnaan dengan Variasi yang digunakan yaitu 10 gram, 20 gram dan 30 gram per liter aquades selama 30 menit dengan suhu 90-97 °C . Hasil dari penelitian tersebut didapat semakin tinggi konsentrasi larutan pewarna yang digunakan maka akan semakin gelap warna yang dihasilkan. Untuk kekasaran permukaan, semakin tinggi konsentrasi maka akan semakin kasar [14].

Menurut penelitian Ridwan Sardi (2006) yang berjudul Tegangan Maksimum Dudukan Stang Sepeda Analisis Dan Modifikasi Perancangan. Dalam konteks stang sepeda, permukaan yang keras dan kuat secara mekanis sangat penting karena terpapar berbagai kondisi lingkungan dan beban saat penggunaan[15]. Namun selain keras dan kuat, warna dan penampilan permukaan dapat menjadi faktor penentu dalam keputusan pembelian. Oleh karena itu, salah satu metode untuk meningkatkan kekerasan stang tersebut adalah dengan metode anodizing.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diatas hasil kekerasannya masih rendah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penggunaan pewarna alami terhadap kekerasan material stang sepeda pada proses anodizing dengan bahan pewarna buah naga dan tiga bahan pewarna alami lain.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah Gerinda tangan, amplas, gelas ukur, trafo slide regulator, kabel penghubung, thermometer, bak plastik, timbangan digital, stopwatch, dan vickers hardness tester. Bahan yang digunakan antara lain spesimen, asam sulfat, phosporic acid, soda api, natrium karbonat, plat penghantar, pewarna alami (kunyit, buah naga, daun pandan).

Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini anatara lain:

1. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang nilainya telah ditentukan sebelum melakukan penelitian. Pada penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah Alumunium dan pewarna alami kulit buah naga, kunyit, dan daun pandan.

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel variabel lain, sering disebut juga sebagai variabel respon. Pada penelitian kali ini yang dijadikan sebagai variabel terikat yaitu pengujian kekerasan.

3. Variabel kontrol

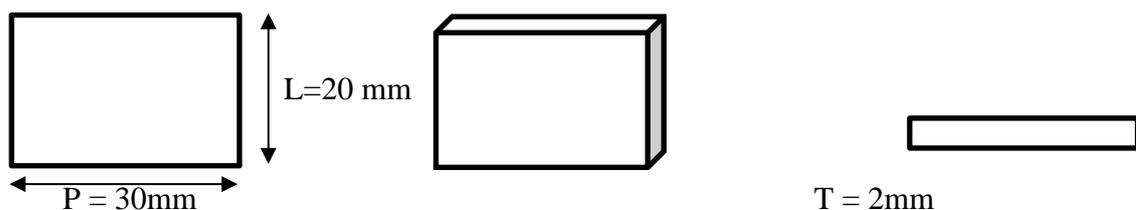
Variabel kontrol adalah variabel yang dibuat tetap atau konstan. Variabel kontrol pada penelitian ini yaitu :

- Konsentrasi larutan asam sulfat (H_2SO_4) dengan takaran 400 ml.
- Konstrasi larutan aquades dengan takaran 600 ml.
- Waktu proses anodizing adalah 30 menit dengan tegangan 12 V dan kuat arus 2 ampere.
- Konsentrasi pewarna 40 gr/l aquades pada jenis variasi pewarna alami
- Waktu proses pewarnaan selama 45 menit dengan suhu $90^\circ C$.

Prosedur Penelitian

1) Persiapan Bahan

Stang sepeda dipotong dengan ukuran panjang 30 mm, lebar 20 mm, dan tebal 2 mm menggunakan gerinda potong sehingga menjadi bentuk potongan plat. Spesimen diperhalus menggunakan amplas seri P240, P600, P800, dan P1500 guna menghaluskan permukaan aluminium.



Gambar 1. Bentuk Spesimen

Keterangan : P = Panjang

L = Lebar

T = Tinggi / Tebal

2) Uji Komposisi

Pengujian komposisi dilakukan untuk menentukan komposisi dan jenis Aluminium yang terkandung dalam spesimen stang sepeda yang akan dilakukan perlakuan anodizing. Pengujian komposisi ini dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur kimia yang terdapat pada spesimen yang akan digunakan sebelum mulai melakukan penelitian. Pada

pengujian ini menggunakan standar uji ASTM E407. Alat yang digunakan untuk pengujian komposisi adalah Optical Emission Spectroscopy (OES).

3) Proses Anodizing

a. Proses Cleaning

Pada proses cleaning spesimen dicuci menggunakan natrium karbonat guna meningkatkan daya bersih pada proses pencucian. Waktu cleaning dilakukan selama 5 menit.

b. Proses Etching

Proses Etching merupakan proses lanjutan guna menghilangkan lapisan oksida yang pada proses sebelumnya tidak bisa larut. Proses etching menggunakan soda api dengan konsentrasi (100 gr/liter) air. Dengan direndam selama 5 menit.

c. Proses Desmut

Proses Desmut adalah proses menghilangkan jelaga atau lapisan tipis abu-abu bahan pembentuk paduan aluminium yang tidak larut dalam laut menjadi hitam, selain untuk mengetsa, juga berfungsi sebagai pemoles permukaan aluminium. Pada proses ini sampel direndam selama ± 2 menit dalam larutan desmut yang terdiri dari 75% asam fosfat (H_3PO_4), 15% asam sulfat (H_2SO_4) dan 10% asam asetat (CH_3CO_2H). Setelah proses Desmut, sampel dicuci dalam bak cuci air. Waktu pelaksanaan adalah 5 menit.

d. Proses *Anodic Oxidation*

Selanjutnya merupakan proses oksidasi anodizing dengan mencelupkan spesimen dalam bak yang berisi aquades dan asam sulfat. Pada proses ini spesimen berfungsi sebagai anoda (+) dan katodanya (-) adalah timah. Jarak antar katoda dan anodanya adalah 16 cm. kemudian kuat arus menggunakan 2 Ampere, serta menggunakan tegangan 12 Volt. Lama proses ini memerlukan waktu selama 30 menit.

e. Proses Dyeing

Proses ini merupakan proses pemberian warna pada spesimen aluminium guna meningkatkan nilai estetika. Pada penelitian ini, menggunakan variasi jenis pewarna alami ekstrak kulit buah naga.

f. Proses Sealing

Sealing merupakan tahap akhir guna menutup kembali pori pori lapisan aluminium oksida yang telah terbentuk sebelumnya, selain itu sealing juga bertujuan guna mengancing warna yang telah diberikan kedalam spesimen.

g. Uji Kekerasan

Langkah – langkah pengujian kekerasan dengan menggunakan *Vickers hardness Tester* :

1. Permukaan material yang akan diuji harus disiapkan dengan benar, biasanya dengan menghaluskan atau menggosoknya untuk menghilangkan cacat dan kotoran yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran.
2. Beban diterapkan secara bertahap pada inti piramida dengan menggunakan mesin *Vickers*. Beban ini dapat disesuaikan tergantung pada jenis material yang diuji.
3. Proses penerapan beban dan penetrasi harus dimonitor secara cermat untuk memastikan bahwa kondisi pengujian sesuai dengan standar yang ditetapkan.
4. Setelah beban dihapus, bekas penetrasi yang dihasilkan oleh inti piramida diukur dengan mikroskop atau perangkat pengukur lainnya. Dari ukuran bekas penetrasi ini, kekerasan material dapat dihitung menggunakan formula yang telah ditentukan.

Pengujian pada penelitian ini menggunakan 3 spesimen pada setiap masing – masing pembandingan, antara lain raw material, anodizing saja, pewarna kunyit, pewarna buah naga, dan pewarna daun pandan. Sehingga total spesimen yang digunakan adalah 15. Setiap spesimen di uji kekerasan sebanyak 5 titik uji yang selanjutnya hasilnya dirata – rata dan dibuat grafik pengujian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin dan Industri universitas Tidar. Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui ketahanan spesimen komponen sepeda motor yang telah dilakukan anodizing dengan diberikan beban diluar. Titik pengujian pada uji kekerasan ini yaitu pada bagian tengah dan ujung diagonal dari titik tengah. Uji kekerasan dalam penelitian ini menggunakan metode indentasi mikro vickers, dimana permukaan material dikenakan beban sebesar 50 gf. Indentor yang digunakan memiliki bentuk piramida intan dengan sudut kemiringan antara muka berlawanan 136° . Dalam mencari kekerasan vickers dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{(d)^2} =$$

Dengan catatan :

VHN = Vickers Hardness Number (kg/mm)

P = Beban yang digunakan (kg)

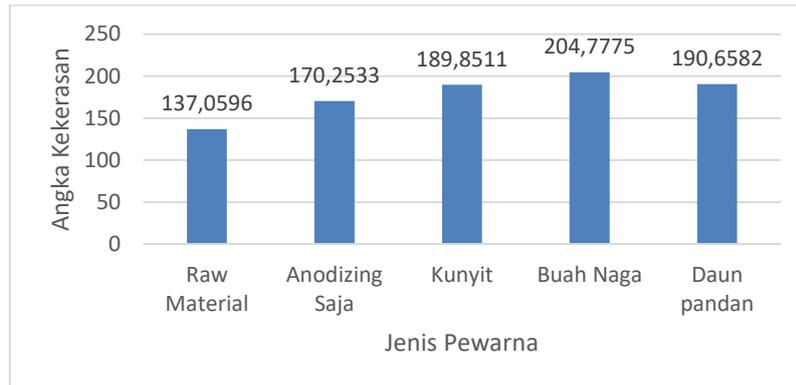
d^2 = Panjang diagonal rata – rata (mm^2)

$\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ = Sudut antar permukaan intan yang berhadapan (136)

Contoh perhitungan pada titik uji satu spesimen raw material dari pengujian kekerasan yang dilakukan sebagai berikut.

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{(d)^2} = \frac{1,854 \times 0,5}{0,000432^2} = 214.369 \text{ kgf} / \text{mm}^2$$

Tabel 1. Grafil hasil kekerasan vickers



Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa hasil kekerasan *vickers* menunjukkan bahwa bahan pewarna kulit buah naga menunjukkan hasil kekerasan tertinggi, sedangkan kunyit menunjukkan nilai kekerasan terendah. Dari hasil pengujian kekerasan spesimen menghasilkan nilai kekerasan rata – rata 189.85 VHN pada kunyit, 204.77 pada kulit buah naga, 190.65 VHN pada daun pandan. Dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan dengan proses *anodizing* dengan suhu 40 ° C selama 30 menit dengan tegangan 12 V dan arus 2 ampere, serta pewarnaan selama 30 menit dengan suhu 90 ° C menghasilkan nilai kekerasan tertinggi pada pewarna alami kulit buah naga. Hal ini menunjukkan bahwa anodizing dan pewarnaan akan menambah nilai kekerasan dari suatu material aluminium. Menurut penelitian Dalis (2018) dari hasil yang beliau teliti, semakin lama proses *anodizing* maka semakin tebal pula lapisan oksida yang terbentuk. Dan itu menyebabkan peningkatan nilai kekerasan dan ketebalan dari lapisan permukaan.

Selain itu, Pigmen betasianin pada buah naga, yang terdapat pada daging buah maupun kulitnya merupakan kelompok pigmen betalain. Betalain adalah pigmen kelompok alkaloid yang larut air, pigmen bernitrogen, dan merupakan pengganti anthocyanin pada sebagian besar family tanaman ordo Caryophyllales, termasuk Amaranthaceae, dan bersifat mutual eksklusif dengan pigmen. Karena pada saat proses anodizing pori – pori dari spesimen akan terbuka, sehingga pewarna dengan kulit buah naga akan mudah terserap ke dalam pori – pori tersebut yang diakibatkan oleh pigmen tersebut yang mudah larut kedalam air [18]. Oleh karena itu hasil pewarnaan dengan menggunakan kulit buah naga dapat mencapai nilai tinggi.

Disisi lain bahan pewarna kunyit dan daun pandan tidak memiliki pigmen betasianin yang dimiliki oleh buah naga tersebut. Kandungan utama yang terdapat dalam kunyit yaitu kurkumin, kurkumin tersebut adalah zat yang biasanya digunakan sebagai pewarna alami akan tetapi zat tersebut tidak mudah larut ke dalam air seperti halnya buah naga. Sedangkan daun pandan memiliki kandungan klorofil yang menghasilkan warna hijau alami, dan warnanya cenderung halus dan tidak mencolok seperti buah naga.

4. SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Hasil pengujian vickers dari pengaruh variasi bahan pewarna alami kunyit, buah naga, dan daun pandan, didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada variasi pewarna alami buah naga dengan menunjukkan nilai kekerasan rata –rata 204,775 VHN.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis merekomendasikan untuk melakukan pengujian terkait parameter lainnya sehingga didapat hasil yang lebih rinci.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siswoyo. 2014. Analisa Ketangguhan, Kekerasan, dan Struktur Mikro Aluminium Terhadap Variasi Waktu Pemanasan. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang
- [2] Shantiarsa, N. 2009, Pengaruh kuat arus listrik dan waktu proses hard anodizing pada alumunium terhadap kekerasan dan ketebalan lapisan. Jurnal Ilmiah, Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana
- [3] Shehata, 2022, Pengaruh Penambahan Variasi Elektrolit Pada Proses Anodisasi , Makalah, Fakultas Teknik Indonesia
- [4] Sakti, M. A. (2020). Pengaruh Variasi Beda Potensial dan Waktu Oksidasi terhadap Struktur, Morfologi dan Ketahanan Oksidasi Temperatur Tinggi dari Paduan Ti-6Al-4V dengan Metode Plasma Electrolytic Oxidation untuk Aplikasi Fan Blade Mesin Pesawat (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [5] Harvinanda, M. D. (2018). *BUSINESS FEASIBILITY STUDY TO BUILD A COMPANY OF SUBCONTRACTOR AND SUPPLIER OF ALUMINUM FRAME* (Doctoral dissertation, President University).
- [6] Lasmana, A. I., Wahono, M. R., & Universias, J. T. M. F. T. (2017). Pengaruh variasi larutan elektrolit terhadap warna dan kekerasan lapisan hasil proses anodizing. Jurnal Teknik Mesin, 25(1), 24-31.
- [7] Istiono., Wahono, M. R., & Universias, J. T. M. F. T. (2019). Pengaruh variasi larutan elektrolit terhadap warna dan kekerasan lapisan hasil proses anodizing. Jurnal Teknik Mesin, 25(1), 24-31.

- [8] Sutjipto, A. G. E., Hisyam, A., Salim, N., Ab Rahim, M. H., Legowo, A., & Ani, M. H. (2019, March). Development of inert ceramic for industrial application based on ternary phase diagram of potassium oxide-aluminum oxide-silicon dioxide. In *2019 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)* (pp. 1-4). IEEE.
- [9] Purwanto, S. (2019). Optimasi Arus Dan Tegangan Pada Alat Anodizing Portable. *SUTET*, 9(2), 56–63.
- [10] Firmansyah, B. (2024). *Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Konsentrasi Elektrolit Terhadap Hasil Pewarnaan Anodizing dengan Pewarna Alami Bubuk Kayu Secang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [11] Arrahman, A. R. (2025). *Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik, Lama Waktu Anodize, Lama Waktu Pewarnaan, dan Perbandingan Larutan Elektrolit Terhadap Kualitas Warna Pada Proses Anodizing menggunakan Pewarna Sintetis* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [12] Rifqi Mas'ady, Nani Mulyaningsih, Xander Salahudin (2019)“Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Naga Sebagai Pewarna Alternatif Anodizing Velg Racing” *JURNAL MER-C NO. 1/VOL. 2/2019*
- [13] Teguh Budi , 2021, Studi Pengaruh Variasi Waktu Pada Proses Anodizing Terhadap Kekerasan, Kekasaran dan struktur mikro Pada Aluminium Seri 1000 EPRINTS.UMS, Agustus 2021
- [14] Ahmad Muslim, Aris Widyo N, (2018,Juni). Karakterisasi Permukaan Pada Aluminium AnodizedDyed dengan Pewarna Alami Kunyit, *JMPM: Jurnal Material dan Proses Manufaktur* Vol. 2, No.1, 17-26
- [15] Siswoyo. 2014. Analisa Ketangguhan, Kekerasan, dan Struktur Mikro Aluminium Terhadap Variasi Waktu Pemanasan. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang
- [16] Ridwan Saidi (2006) Tegangan Maksimum Dudukan Stang Sepeda Analisis Dan Modifikasi Perancangan : Auditorium Universitas Gunadarma, Depok, 23-24 Agustus 2006
- [17] Ikbal D, Jufriadi, Yuniati (2018), Pengaruh Variasi, Waktu dan Pewarnaan Terhadap Kekerasan Permukaan Pada Proses Anodisasi Aluminium 1100. Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
- [18] Usmandoyo, C. S. (2017). *Kualitas dan aktivitas antioksidan minuman serbuk effervescent kulit buah naga merah (Hylocereus polyrhizus) dengan variasi konsentrasi maltodekstrin* (Doctoral dissertation, UAJY).