

PENGARUH VARIASI KUAT ARUS SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA AISI 1045

SMAW Current Variations Effect on Mechanical Properties of AISI 1045 Steel

Destri Muliastri^{1*}, Lenny Iryani¹, Dibyo Setiawan¹, Kukuh Ramadhan¹, Toni Okviyanto²

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Jl. Gegerkalong Hilir, Bandung Barat, 40559, Indonesia.

² Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang, 30139, Indonesia.

* Email Korespondensi : destri.muliastri@polban.ac.id

Artikel Info - : Diterima : 05-06-2024; Direvisi : 28-06-2024; Disetujui : 05-07-2024

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengaruh variasi parameter dari proses pengelasan terhadap uji kekuatan tarik dan kekerasan *Vickers*. Secara umum telah banyak diketahui bahwa dalam proses fabrikasi, pengelasan merupakan suatu proses yang sangat penting yang digunakan untuk menyatukan dua atau lebih material. Proses pengelasan dilakukan dengan variasi kuat arus pengelasan yaitu 75, 85, dan 95 A. Metode eksperimental yang digunakan pada penelitian ini dengan material baja AISI 1045 dengan ketebalan 6,0 mm. Hasil pengujian kekuatan tarik memiliki nilai tertinggi pada kuat arus 75 A yaitu sebesar 756,642 MPa. Hasil pengujian kekuatan tarik terendah diperoleh dengan kekuatan tarik 687,608 MPa pada kuat arus 95A. spesimen dengan variasi kuat arus 95 A memiliki nilai paling tinggi pada uji kekerasan *Vickers*, dengan nilai kekerasan 281,25 HV. Dari penelitian yang dilakukan diketahui bahwa semakin naik arus pengelasan ada penurunan nilai kuat tarik. Nilai kekerasan pada wilayah *heat affected zone* (HAZ) dari semua spesimen uji memiliki nilai tertinggi, sedangkan nilai kekerasan *weld metal* (WM) dan *base metal* (BM) memiliki nilai kekerasan yang hampir sama.

Kata Kunci: Pengelasan, Kuat Arus, Kekuatan Tarik, Kekerasan *Vickers*

ABSTRACT

This study discusses the effect of variations in the parameters of the welding process on the tensile strength and Vickers hardness tests. In general, it is widely known that in the fabrication process, welding is a very important process that is used to join two or more materials. The welding process is carried out with variations in the strength of the welding current, namely 75, 85, and 95 A. The experimental method used in this research is AISI 1045 steel material with a thickness of 6.0 mm. The results of the tensile strength test have the highest value at a current strength of 75 A which is equal to 756.642 MPa. The lowest tensile strength test results were obtained with a tensile strength of 687.608 MPa at a current strength of 95 A. specimens with variations in current strength of 95 A have the highest value in the Vickers hardness test, with a hardness value of 281.25 HV. From the research conducted it is known that as the welding current increases there is a decrease in the value of the tensile strength. The hardness value in the heat affected zone (HAZ) area of all test specimens has the highest value, while the hardness value of weld metal (WM) and base metal (BM) has almost the same hardness value.

Keywords: Welding, Current Strength, Tensile Strength, Vickers Hardness

1. Pendahuluan

Baja AISI 1045 merupakan material yang telah diaplikasikan Industri, karena sifat materialnya [1]. Material ini mudah dibentuk baik dengan tempa, *cold drawing* dan *machining*, serta memiliki ketahanan aus yang baik [2]. Material tersebut mudah dibentuk dengan diberikan perlakuan panas

(*quenching*). Umumnya aplikasi material baja AISI 1045 dimanfaatkan pembentukannya sebagai produk manufaktur berupa baut, poros engkol, roda gigi, dan *guide rods* [3].

Deutche Industri Normen (DIN) memberikan definisi bahwa sambungan las adalah ikatan metalurgi dari penyambungan logam/paduan logam pada kondisi cair bersamaan [4]. Definisi dimaksud diuraikan kembali bahwa sambungan las adalah sambungan yang terdiri lebih dari satu logam dengan memanfaatkan perlakuan termal [5]. Parameter sambungan las memiliki pengaruh terhadap karakteristik dari sifat fisik dan seperti respons terhadap nilai pembeban geser, nilai keras dan kekuatan saat deformasi mikro struktur. Hal yang menjadi pengaruh terhadap hasil sambungan las mengacu kepada hasil dari riset yang telah ada, antara lain seperti kuat arus, waktu proses sambungan las, jenis material dan ketebalan material [6].

Umumnya proses sambungan las telah diterapkan dalam proses fabrikasi, proses sambungan las merupakan proses penting yang diaplikasikan dalam rangka menyatukan dua atau lebih material [7]. Proses sambungan las yang biasa diaplikasikan untuk material AISI 1045, salah satunya adalah metode sambungan las *shielded metal arc welding* (SMAW). Metode sambungan las tersebut cenderung menggunakan alat sederhana, murah dan *portable* [8]. Hal lain dalam pemilihan proses sambungan las SMAW, karena metode sambungan las ini dapat diaplikasikan dengan tujuan peningkatan ketahanan aus menggunakan permukaan keras atau permukaan aus [6]. Proses sambungan las memiliki beberapa parameter yang mempengaruhi hasil sambungan las antara lain seperti arus pengelasan, tegangan las, polaritas, dan kecepatan las [9].

Wardani, dkk. telah melaksanakan riset mengamati dampak perlakuan dari pemberian beberapa arus proses penyambungan las terhadap kemampuan metalurgi dan dampak laju korosi dari baja AISI 1045. Perlakuan pemberian dimaksud diterapkan pada 100, 110, dan 120 A. Hasil sambungan las selanjutnya diterapkan pengujian kuat tarik di daerah sambungan las dan pencelupan sekitar daerah sambungan las dengan larutan NaCl persentase konsentrasi sebesar 0,4 %. Riset ini telah dilaksanakan dan diketahui hasilnya bahwa semakin meningkat arus sambungan las, maka semakin meningkat juga nilai kekuatan luluh, tarik, patah material dan nilai elongasi. Dampak kuat tarik dan laju dari pada korosi dapat meningkat, sesuai peningkatan kuat arus yang diterapkan [1].

Setiawan dkk. melakukan pengamatan karakteristik sifat mekanik pada hasil las SMAW yang diterapkan kepada baja ST 37. Penerapan kuat arus antara lain 90, 100 dan 110 A pada posisi sudut dari pada kampuh 60° dan 70°. Hasil yang diperoleh dengan meningkat nilai perlakuan kuat arus dan penerapan sudut 60°, maka meningkatkan nilai kuat tarik, berbeda pada penerapan sudut 70° nilai kuat tarik dari penerapan kuat arus 90 A semula sebesar 399,94 N/mm², 100 A menjadi sebesar 385,35 N/mm², kemudian untuk penerapan kuat arus 110 A nilai kuat tarik terjadi peningkatan sebesar 482,54 N/mm². Selanjutnya hasil uji keras yang didapat dari uji sampel secara keseluruhan, khususnya didaerah *weld metal* (WM), hasil uji keras mendominasi sebesar 234 HV, untuk daerah *heat affected zone* (HAZ) memperoleh hasil menengah dan hasil uji keras bernilai rendah terjadi didaerah *base metal* (BM) [5].

Sukarman dkk. mengamati dampak parameter sambungan las SMAW terhadap hasil uji kuat tarik. Material yang diterapkan pada baja karbon rendah S30-C dan SPHC tebal 3,0 mm. Kuat arus sebesar 135A, pemberian tegangan 8 V dan diameter kawat las Ø 3,2 mm, menghasilkan kuat tarik tertinggi 481,74 N/mm². Selanjutnya pada *filler* Ø 3,2 mm dan pemberian tegangan sebesar 9 V menghasilkan nilai kuat tarik terendah sebesar 232,21 N/mm² [9].

Sayed, dkk. melakukan penelitian dengan menyambung baja paduan C45 (AISI 1045). Tujuan utamanya adalah untuk menghasilkan kemampuan las paduan C45 dari hasil sambungan las *gas metal arc welding* (GMAW) dan SMAW. Adapun tiga jenis elektroda yang diaplikasikan antara lain E7018, E9018 dan ER70S-6 yang digunakan dalam riset ini. Setelah dilakukan proses sambungan las dilakukan pengujian material meliputi uji tarik, mikro struktur *properties* dan DPT untuk berbagai jenis sambungan las dan berbagai jenis elektroda pada spesimen pelat baja paduan C45 tebal 16 mm (AISI 1045) dan sesuai untuk semua Industri [10].

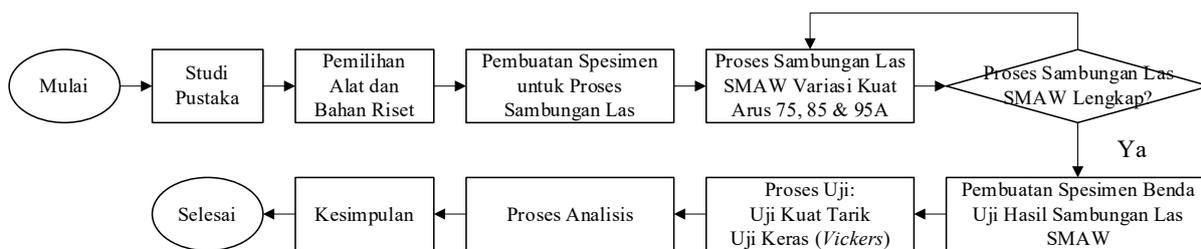
Berdasarkan riset standar dan riset yang di sampaikan dalam rangka eksperimen, dari riset sebelumnya, selanjutnya dilakukan riset dengan bertujuan mengkaji dampak variabel kuat arus penerapan SMAW dengan variasi nilai sifat mekanis sambungan las dari baja AISI 1045 dilakukan uji kuat tarik dan uji keras. Adapun variasi parameter kuat arus proses sambungan las yang diaplikasikan pada riset antara lain kuat arus 75, 85, dan 95 A, tegangan 25 V. Material yang diterapkan adalah baja AISI 1045 tebal 6 mm.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang di terapkan, menggunakan pendekatan metode eksperimen dimana penerapan kuat arus menjadi variabel penting untuk mengetahui nilai respons terhadap sifat mekanik dari proses sambungan las. Selanjutnya bersama ini disampaikan diagram alir kegiatan riset yang dilakukan antara lain sebagai berikut.

2.1 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan kegiatan riset meliputi tahapan yang tertuang pada Gambar 1, dimana merupakan diagram alir kegiatan riset yang dimaksud.



Gambar 1. Diagram Alir

Selanjutnya terkait penerapan eksperimen bersama ini disampaikan matriks parameter eksperimen proses sambungan las SMAW tertuang pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Pengelasan

No Sampel	Arus (A)	Tegangan (V)	Polaritas
1	75	25	DCEN, DCEP
2	85	25	DCEN, DCEP
3	95	25	DCEN, DCEP

2.2 Material

Penerapan material proses SMAW menggunakan baja jenis AISI 1045 dengan tebal baja 6,0 mm. Kawat las yang digunakan sebagai *filler* yaitu menggunakan AWS SFA 5.1 E7018.

2.3 Spesimen Benda Uji untuk Hasil SMAW

Spesimen benda uji dalam SMAW seperti yang terlihat pada Gambar 2 menggunakan baja AISI 1045 berbentuk pelat. Pelat disediakan dua buah untuk pengelasan satu spesimen. Tebal material yang digunakan sebesar 6,0 mm dengan dimensi panjang dan lebar adalah 250 × 75 mm. Pemotongan lembaran untuk memenuhi dimensi digunakan dengan menggunakan mesin potong *brender*. Selanjutnya dilakukan proses penghalusan dan pembentukan kumpuh *butt weld* dengan menggunakan mesin gerinda.



Gambar 2. Hasil Potongan Pelat AISI 1045 Dimensi 250 × 75 × 6 mm

2.3.1. Proses SMAW

Prosedur sambungan las SMAW dengan kampuh *butt weld* antara lain:

- Baja berjenis AISI 1045 diratakan dengan gerinda.
- Kuat arus sambungan las SMAW yaitu 75, 85, dan 95 A.
- Filler* yang digunakan AWS SFA 5.1 : E 7018, Ø 2,6 mm.
- Proses *tack weld* untuk menahan spesimen agar tidak berubah posisi saat dilakukan pengelasan.
- Proses pengelasan ini dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Bandung oleh operator *welder* bersertifikat.
- Pengelasan dilakukan sebanyak dua kali proses yaitu proses *rooting* dengan polaritas DCEN, dan proses *capping* dengan polaritas DCEP.

2.3.2. Hasil SMAW

Hasil SMAW yang diterapkan pada spesimen yang ada, dibersihkan dengan menggunakan sikat kawat. Kemudian spesimen yang telah dibersihkan tersebut diberi tanda sesuai dengan arus las masing-masing spesimen. Spesimen yang diberi tanda akan lebih memudahkan dalam membedakan spesimen pada tahap pengujian. Hasil pengelasan yang telah dibersihkan dan diberi tanda. Gambar 3 menunjukkan hasil SMAW untuk arus 95 A.



Gambar 3. Hasil SMAW

2.4 Pengujian Kekuatan Tarik

Uji tarik dilakukan bertujuan untuk mengetahui ketahanan material terhadap respons gaya statis secara perlahan terhadap material. Deformasi bentuk yang merupakan dampak pemberian beban tarik secara statis yang merupakan dasar uji kuat dan investigasi material. Cara memperoleh nilai sifat mekanik logam yaitu dengan dilakukannya uji tarik. Sifat mekanik dapat diketahui yaitu kekuatan dan elastisitas. Fungsi uji tarik yaitu untuk landasan dasar menetapkan kekuatan rancangan juga sebagai

permanen hanya pada suatu daerah tertentu. Ukuran nilai keras material terdiri dari tiga jenis, antara lain:

- a. Uji keras dengan cara digores.
- b. Uji keras dengan cara di lekuk.
- c. Uji keras dengan cara dipantul.

Uji keras dengan goresan bertujuan mengetahui sifat mekanik dari material, uji keras dengan lekukan bertujuan mengetahui tahanan material dengan menggunakan tekanan dari komponen pembentuk (indentor), dengan besar pembebanan mengacu batasan standar peraturan yang berlaku, besaran nilai indentasi dan uji keras pantulan bertujuan mendapatkan energi dari indentor dengan dijatuhkannya pada spesimen benda uji.

Uji keras dilakukan di laboratorium material Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung. Uji keras dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui nilai keras setiap spesimen hasil SMAW dilihat dari logam lasan, *fusion line*, daerah HAZ atau daerah terdampak termal, dan *base metal*. Pengujian mengacu standar ASTM E384 [13] menggunakan *digital Micro-hardness tester* dengan satuan *Hardness Vickers* (HV) seperti yang terlihat pada Gambar 6.

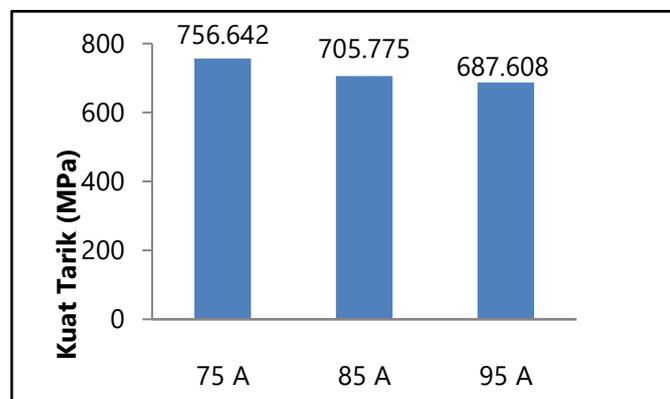


Gambar 6. Mesin Uji Keras HM-122

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Kuat Tarik

Sampel-sampel pengelasan yang telah dilakukan pengujian kuat tarik, hasil pengujian kuat dari masing-masing sampel variasi kuat arus tersaji pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Uji Kuat Tarik

Dari Gambar 7 dapat diketahui dari hasil uji kuat tarik tertinggi dengan variasi kuat arus 75 A dengan angka sebesar 756,642 MPa. Kemudian hasil uji kuat tarik terendah pada kuat arus 95 A dengan nilai sebesar 687,608 MPa, Hasil yang dilakukan dinilai mengalami penurunan kuat tarik sesuai meningkatnya kuat arus. Kuat tarik menurun seiring dengan penambahan arus SMAW, hasil kuat tarik secara berturut-turut dari yang tertinggi 75 A sebesar 756,642 MPa kemudian diikuti kuat arus 85 A sebesar 705,775 MPa dan yang terkecil hasil uji kuat tarik 95 A sebesar 687,608 MPa.

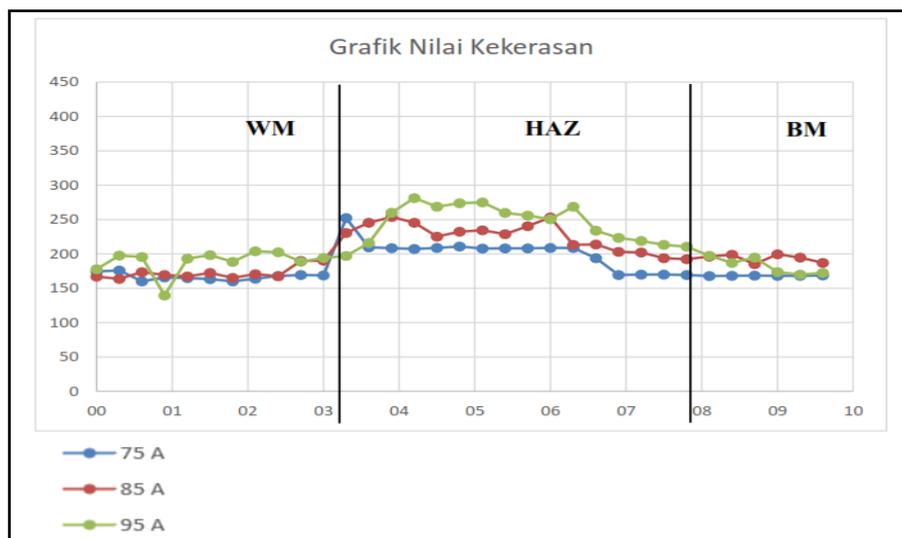


Gambar 8. Patahan Spesimen Uji Kuat Tarik

Gambar 8 menunjukkan spesimen benda uji hasil SMAW yang sudah diuji, patahan pada terjadi pada wilayah HAZ, dapat diartikan bahwa pada daerah HAZ bersifat lunak dan memiliki nilai kuat tarik rendah dari pada wilayah WM dan wilayah BM.

3.2 Hasil Uji Kekerasan

Pada pengujian kekerasan dipergunakan parameter jarak titik 250 μm dengan beban 0,2 kgf. Adapun pada hasil uji keras mikro *Vickers* di masing-masing variasi kuat arus spesimen benda uji hasil SMAW 75, 85, dan 95 A tersaji pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Nilai Kekerasan

Kekerasan pada penerapan kuat arus 75 A pada WM mengalami kenaikan ketika mendekati daerah HAZ, yaitu dari 160,07 HV menjadi 168,68 HV. Kemudian kekerasan cenderung stabil pada bagian HAZ dengan kekerasan tertinggi sebesar 252,12 HV. Nilai kekerasan kuat arus 85 A pada WM mengalami kenaikan ketika mendekati daerah HAZ, yaitu dari 170,35 HV menjadi 190,27 HV. Kekerasan pada bagian HAZ, dengan kekerasan tertinggi sebesar 253,71 HV. Nilai kekerasan arus 95 A baja AISI 1045 pada WM mengalami kenaikan ketika mendekati daerah HAZ, yaitu dari 188,26 HV menjadi 194,03 HV. Kemudian kekerasan cenderung fluktuatif pada bagian HAZ, dengan kekerasan tertinggi sebesar 281,25 HV. Dari seluruh spesimen daerah HAZ memiliki nilai kekerasan tertinggi dan kekerasan pada wilayah WM dan wilayah BM memiliki nilai hasil uji keras yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa daerah HAZ merupakan wilayah paling keras pada hasil pengelasan untuk masing-masing spesimen.

4. Kesimpulan

Hasil uji kuat tarik yang terjadi mengalami penurunan nilai kuat tarik selaras dengan meningkatnya kuat arus. Sedangkan untuk hasil uji keras menunjukkan bahwa pada wilayah HAZ memiliki nilai kekerasan tertinggi, sedangkan nilai hasil uji kekerasan pada wilayah WM dan BM memiliki nilai kekerasan yang hampir sama pada semua hasil uji.

5. Daftar Pustaka

- [1] I. P. Wardani, V. A. Setyowati, S. Suheni, and I. P. Samudra, "The Effect of Welding Current on AISI 1045 Strength and Corrosion Rate," *J. Appl. Sci. Manag. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 40–45, 2020, doi: 10.31284/j.jasmet.2020.v1i2.1159.
- [2] G. D. Haryadi, A. F. Utomo, and I. M. W. Ekaputra, "Pengaruh Variasi Temperatur Quenching dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 2, p. 255, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i2.2633.
- [3] Tarkono, G. P. Siahaan, and Zulhanif, "Studi Penggunaan Jenis Elektroda Las yang Berbeda Terhadap Sifat Mekanik Pengelasan SMAW Baja AISI 1045," *J. Mech.*, vol. 3, no. 2, pp. 51–62, 2012.
- [4] R. Pagare, D. Awati, S. Mane, V. Teli, and A. Bhandare, "Investigating the Effects of Welding Parameters on Mild Steel by SMAW Technique," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 998, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/998/1/012052.
- [5] T. O. D. Setiawan, Sutrimo, G. Nugraha, H. M. Ardi, "Analisis Sifat Mekanik Baja Karbon ST 37 Terhadap Variasi Kuat Arus dan Sudut Kampuh SMAW," *J. Politek. Caltex Riau*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [6] I. P. Agustina, I. N. Budiarsa, and I. G. N. N. Santhiarsa, "Optimasi Pengaruh Parameter Terhadap Sifat Mekanis pada Sambungan Similar Baja Tahan Karat AISI 304," *J. METTEK*, vol. 8, no. 1, p. 59, 2022, doi: 10.24843/mettek.2022.v08.i01.p08.
- [7] T. Okviyanto, D. Setiawan, G. Nugraha, Sutrimo, D. Muliastri "Analisis Struktur Mikro Terhadap Hasil Ekperimental Sambungan Las SMAW Pada Baja Karbon ST 37," *Mach. J. Teknol. Terap.*, vol. 4, no. 2, pp. 82–90, 2023.
- [8] Tarkono and A. Sugiyanto, "Studi Kekuatan Sambungan Las Baja AISI 1045 dengan Berbagai Metode Posisi Pengelasan," *J. Mech.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–53, 2010.
- [9] Sukarman *et al.*, "Optimization of Tensile-shear Strength in The Dissimilar Joint of Zn-coated Steel and low Carbon Steel," *Automot. Exp.*, vol. 3, no. 3, pp. 115–125, 2020, doi: 10.31603/ae.v3i3.4053.
- [10] A. R. Sayed *et al.*, "Mechanical and microstructural Testing of C-45 Material Welded by Using SMAW and GMAW Process," *Mater. Today Proc.*, vol. 38, pp. 223–228, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.07.036.
- [11] AWS, "ASME Section IX Boiler & Pressure Vessel Code, Welding and Brazing Qualifications," *New York*, 2004.

- [12] ASTM E8, "ASTM E8/E8M Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials 1," *Annu. B. ASTM Stand.* 4, no. C, pp. 1–27, 2010, doi: 10.1520/E0008.
- [13] ISO/ASTM International, "Designation: E384-17 Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials," *Biol. Xenarthra*, pp. 281–293, 2017, doi: 10.1520/E0384-17.