

# Heat Treatment Untuk Meningkatkan Nilai Kekerasan Pada Mata Pisau Alat Pengupas Dan Pemisah Kulit Buah Kacang Hijau Dengan Variasi Holding Time

Rae Bale Kale <sup>1\*)</sup>, Rima Nindia Selan <sup>2)</sup>, Jahirwan Ut Jasron <sup>3)</sup>, Defmit B. N Riwu <sup>4)</sup>, Jack C. A. Pah <sup>5)</sup>, Adi Y. Tobe <sup>6)</sup>

1,2,3,4,5,6)Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Alamat : Jl. Adisucipto - Penfui, Kota Kupang, Telp.: (0380) 881757

Email : rima\_selan@staf.undana.ac.id (\*Corresponding author)

---

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan nilai kekerasan pada mata pisau alat pengupas dan pemisah kulit buah kacang hijau dengan metode heat treatment menggunakan variasi holding time dan media pendinginan. Spesimen yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan ketebalan 10 mm, yang diberi perlakuan panas pada suhu 800°C dan dilanjutkan dengan holding time selama 15, 30, dan 45 menit. Media pendinginan yang digunakan adalah air dan oli. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode Rockwell. Hasil penelitian menunjukkan bahwa holding time dan jenis media pendingin berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kekerasan baja. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada holding time 45 menit dengan media pendingin oli, yaitu sebesar 34,98 HRC. Dengan demikian, proses heat treatment efektif dalam meningkatkan sifat mekanik, khususnya kekerasan, pada baja karbon rendah untuk aplikasi alat pertanian.

**Kata Kunci:** heat treatment, mata pisau, variasi, holding time.

## Abstract

This research aims to improve the hardness value of the blades used in peeling and separating green bean skins through heat treatment using variations in holding time and cooling media. The specimens used are low carbon steel with a thickness of 10 mm, subjected to heat treatment at a temperature of 800°C and followed by holding times of 15, 30, and 45 minutes. The cooling media used are water and oil. Hardness testing was conducted using the Rockwell method. The results show that holding time and the type of cooling media significantly affect the increase in steel hardness. The highest hardness value was obtained at a holding time of 45 minutes using oil as the cooling medium, which is 34.98 HRC. Thus, the heat treatment process is effective in enhancing the mechanical properties, particularly hardness, in low carbon steel for agricultural tool applications.

**Keywords:** heat treatment, cutting edge, variation, holding time.

---

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan jaman dan teknologi, penggunaan logam sebagai bahan utama operasional atau sebagai bahan baku produksi industri semakin besar. Baja karbon banyak digunakan terutama untuk membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen-komponen otomotif dan kebutuhan rumah tangga. Akibat dari pemakaian, struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas pada baja (Mersilia dkk, 2017). Proses perlakuan panas meliputi pemanasan baja pada suhu tertentu, dipertahankan pada waktu tertentu dan didinginkan pada media tertentu pula. Perlakuan panas mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan kekerasan, tegangan tarik logam dan sejenisnya. Tujuan tersebut

akan tercapai jika memperhatikan faktor yang mempengaruhinya, seperti suhu pemanasan dan media pendingin yang digunakan (Jordi, Yudo, & Jokosisworo, 2017).

Kerusakan yang sering terjadi dalam pengaplikasian baja adalah keausan. Keausan terjadi akibat pengaruh dari gaya luar berupa gesekan dan merupakan faktor yang paling dominan dalam kerusakan fungsi permesinan. Akibatnya, usia pakai dan performa berbagai komponen mesin berkurang serta secara tidak langsung akan meningkatkan biaya perawatan (Fuadi, 2023). Komponen otomotif seperti roda gigi, piston dan poros bekerja dengan cara bersinggungan dengan komponen lain sehingga permukaannya akan mengalami keausan dan menyebabkan komponen tersebut mudah rusak. Oleh karena itu untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan suatu proses yang berguna untuk mengeraskan permukaan komponen sehingga tahan terhadap gesekan (Albar, 2023).

Kekerasan merupakan salah satu metode yang lebih cepat dan lebih murah untuk menentukan sifat mekanik suatu material. Nilai kekerasan tidak hanya tergantung pada material yang diuji, namun juga dipengaruhi oleh metode pengujiannya (Bashori, 2020). Jika metode pengujiannya berbeda maka sifat mekanis dari suatu material juga akan berbeda. Hasil dari pengujian kekerasan tidak dapat langsung digunakan dalam desain, namun pengujian kekerasan banyak dilakukan sebab hasilnya dapat digunakan sebagai berikut: 1) pada bahan yang sama dapat diklasifikasikan berdasarkan kekerasannya; 2) sebagai kontrol kualitas dari suatu produk seperti mengetahui homogenitas akibat suatu proses pembentukan dingin, pemaduan, heat treatment, case hardening dan sebagainya (Bashori, 2020).

Kemajuan bidang industri tidak terlepas dari perkembangan industri perkakas atau pandai besi, baik besar maupun kecil, yang meningkatkan persyaratan penggunaan baja keras yang dibutuhkan oleh konsumen. Permintaan masyarakat akan teknologi pengerasan logam ini semakin meningkat, sehingga peneliti mencoba mengaplikasikan pengetahuan tentang pengerasan logam pada pisau dengan bahan baja karbon rendah, yang umum digunakan pandai besi untuk membuat peralatan rumah tangga. Pada industri pembuatan pisau sendiri terdapat beberapa permasalahan, di antaranya banyak konsumen yang mengeluhkan keausan dan kekuatan dari pisau yang diproduksi (Sidiq & Wilis, 2021). Salah satu faktor yang mempengaruhi keausan dan kekuatan pisau adalah media pendinginan pada saat proses heat treatment, sehingga diperlukan penelitian untuk meningkatkan kekuatan fisis dan mekanis pisau perkakas melalui heat treatment dengan metode yang berbeda.

Dalam penelitian ini dilakukan proses hardening dan kemudian tempering, sehingga diharapkan dapat menambah nilai kekerasan mata pisau sekaligus meningkatkan ketahanannya terhadap keausan (Sidiq & Wilis, 2021). Hardening merupakan proses pemanasan baja sampai suhu di atas daerah kritis yang disusul dengan pendinginan cepat. Hasil dari proses hardening akan menimbulkan tegangan dalam (internal stresses) dan kerapuhan (brittleness), sehingga baja tersebut belum cocok untuk segera digunakan dan perlu dilanjutkan dengan proses tempering. Proses tempering akan menurunkan kegetasan, kekuatan tarik dan kekerasan sampai memenuhi syarat penggunaan, sedangkan keuletan dan ketangguhan meningkat (Wahyudi dkk, 2021). Dari latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Heat Treatment pada Mata Pisau Alat Pengupas dan Pemisah Kulit Buah Kacang Hijau untuk Meningkatkan Nilai Kekerasan".

### ***Rumusan Masalah***

Dalam penelitian ini, rumusan masalah yang dirumuskan adalah bagaimana proses heat treatment pada mata pisau alat pengupas dan pemisah kulit buah kacang hijau untuk meningkatkan nilai kekerasan.

### ***Batasan Masalah***

Batasan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) material pengujian kekerasan mata pisau baja karbon rendah pada temperatur 800°C; 2) media pendinginan spesimen berupa media air dan oli; 3) holding time 15 menit, 30 menit, dan 45 menit; 4) ketebalan spesimen 10 mm.

### ***Tujuan Penelitian***

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan nilai kekerasan dan proses pada mata pisau alat pengupas dan pemisah kulit buah kacang hijau untuk meningkatkan nilai kekerasan.

## **2. Metode**

### ***Waktu dan Tempat Penelitian***

Penelitian dan uji kekerasan dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang.

### ***Alat dan Bahan***

#### ***Alat***

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: 1) gerinda; 2) jangka sorong; 3) oven pemanas; 4) alat uji kekerasan; 5) amplas.

Spesifikasi alat uji kekerasan yang digunakan adalah sebagai berikut. Indenter dapat berupa kerucut berlian (untuk skala A, C, dan D) atau bola baja yang dikeraskan (untuk skala B). Terdapat berbagai skala pengujian, seperti A, B, C, D, dan lain-lain, yang masing-masing menggunakan kombinasi indenter dan beban yang berbeda. Beban pengujian bervariasi tergantung skala, misalnya 60 kgf, 100 kgf, atau 150 kgf untuk skala Rockwell C. Alat mengukur kedalaman lekukan untuk menentukan nilai kekerasan. Standar yang umum digunakan untuk pengujian Rockwell adalah ASTM E18.

#### ***Bahan***

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah potongan mata pisau alat pengupas dan pemisah kulit buah kacang hijau dari material baja karbon, dipotong dengan ketebalan 10 mm sebanyak 12 spesimen, seperti pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Spesimen Uji

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### *Hasil Penelitian*

Pada penelitian ini dilakukan uji kekerasan pada spesimen baja karbon rendah dengan ketebalan 10 mm, sebanyak 6 spesimen untuk setiap kondisi pengujian. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai kekerasan dari spesimen uji baja karbon rendah.

#### *Tahapan Pengujian*

Sebelum melakukan uji kekerasan, dilakukan proses deburring untuk menghilangkan bagian yang kasar atau tajam pada permukaan spesimen yang terbentuk akibat proses pemotongan. Proses ini memastikan permukaan spesimen rata dan halus sehingga hasil pengujian lebih akurat dan dapat diandalkan, serta mencegah kerusakan pada peralatan pengujian yang digunakan.



**Gambar 2.** Hasil Deburring Spesimen Uji Baja Karbon Rendah

#### *Pengujian Kekerasan Baja Karbon*

##### *Pengujian Tanpa Perlakuan*

Pengujian tanpa perlakuan panas dilakukan pada 6 spesimen baja karbon rendah yang telah dibersihkan, kemudian diuji menggunakan alat uji kekerasan Rockwell dengan indenter bola baja 1/8 inci dan beban tekan sebesar 150 kg.

##### *Pengujian Menggunakan Perlakuan*

Proses heat treatment bertujuan memperoleh baja karbon rendah yang memiliki kekerasan lebih tinggi dan menghilangkan tegangan sisa, sekaligus meningkatkan performa material. Pengujian dengan perlakuan dilakukan pada 6 spesimen baja karbon rendah yang dipanaskan pada temperatur 800°C, kemudian dilakukan holding time selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit pada rentang temperatur 750–800°C. Spesimen selanjutnya didinginkan menggunakan media air dan oli, lalu dilakukan proses tempering pada temperatur 400°C sebelum diuji kekerasannya dengan metode Rockwell.

#### *Holding Time*

Beberapa faktor yang mempengaruhi perlakuan panas antara lain suhu pemanasan, waktu penahanan pada temperatur pemanasan, dan laju pendinginan. Proses holding time dilakukan pada spesimen dengan variasi waktu 15, 30, dan 45 menit pada kisaran temperatur 750–800°C, dengan tujuan meningkatkan kekerasan bahan. Proses holding time dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



**Gambar 3.** Proses Holding Time

#### *Pendinginan Spesimen*

Setelah proses holding time, spesimen didinginkan menggunakan media air dan oli. Proses ini memberi kesempatan bagi bahan untuk membentuk kristal dan mengikat unsur lain yang terdapat dalam media pendingin. Kemampuan setiap media dalam mendinginkan spesimen berbeda-beda, dipengaruhi oleh temperatur, kekentalan, kadar larutan, dan bahan dasar media pendingin. Semakin cepat logam didinginkan, semakin keras sifat logam tersebut, karena atom karbon tidak sempat berdifusi keluar dan terjebak dalam struktur kristal tetragonal yang memiliki ruang kosong atom lebih kecil, sehingga kekerasannya meningkat.

#### *Data Hasil Pengujian*

##### *Data Hasil Pengujian Kekerasan Tanpa Perlakuan*

Pengujian kekerasan tanpa metode heat treatment dilakukan terhadap 12 spesimen baja karbon rendah yang langsung diuji kekerasannya untuk memperoleh data sifat mekanik material dalam kondisi aslinya. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Data Hasil Pengujian Tanpa Perlakuan Heat Treatment

| No | Kode Spesimen | Nilai Pengujian |      |      |      |      | Rata-rata |
|----|---------------|-----------------|------|------|------|------|-----------|
|    |               | 1               | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 1  | A             | 8,7             | 10,2 | 11,1 | 11,9 | 14,8 | 13,79     |
| 2  | B             | 16,9            | 17   | 14,6 | 13,8 | 18,9 |           |
| 3  | C             | 14,1            | 6,4  | 10,4 | 16,3 | 13,2 | 13,98     |
| 4  | D             | 15,3            | 15,2 | 21,7 | 15,4 | 11,8 |           |
| 5  | E             | 13,9            | 13,9 | 16,7 | 16,6 | 14,4 | 21,82     |
| 6  | F             | 85,1            | 15,2 | 17,4 | 16,9 | 8,1  |           |
| 7  | G             | 15,1            | 13   | 13,4 | 19,8 | 14,1 | 15,16     |
| 8  | H             | 20,2            | 15,1 | 6,8  | 17,1 | 17   |           |
| 9  | I             | 20,2            | 13,8 | 14,8 | 15,4 | 12,5 | 15,18     |
| 10 | J             | 18,7            | 18,3 | 15   | 12,5 | 10,6 |           |
| 11 | K             | 19,4            | 20,9 | 20,4 | 17,5 | 20,4 | 18,27     |
| 12 | L             | 20,7            | 15,2 | 15,8 | 15,9 | 16,5 |           |

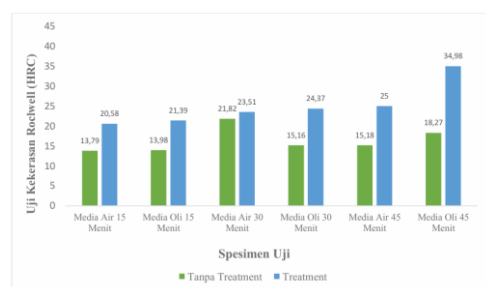
*Data Hasil Pengujian Kekerasan dengan Perlakuan*  
Pengujian kekerasan menggunakan metode heat treatment dilakukan terhadap 12 spesimen baja karbon rendah yang dipanaskan pada temperatur 800°C, dilanjutkan dengan holding time selama 15, 30, dan 45 menit, kemudian didinginkan dengan media air dan oli. Spesimen selanjutnya dibersihkan secara menyeluruh untuk menghilangkan kotoran dan residu sebelum diuji kekerasannya. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Data Hasil Pengujian dengan Perlakuan Heat Treatment

| No | Kode Spesimen | Holding Time       | Nilai Pengujian |      |      |      |      | Rata-rata |
|----|---------------|--------------------|-----------------|------|------|------|------|-----------|
|    |               |                    | 1               | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 1  | A             | 15 Menit media air | 21,5            | 25,4 | 21   | 15,4 | 18,3 | 21,39     |
| 2  | B             |                    | 22,4            | 19,8 | 22,9 | 22,4 | 24,8 |           |
| 3  | C             | 15 Menit media oli | 18              | 23,6 | 14,1 | 23,6 | 18,4 | 20,58     |
| 4  | D             |                    | 23,8            | 20   | 26,4 | 20,9 | 17   | 23,51     |
| 5  | E             | 30 Menit media air | 24,1            | 24,9 | 25,9 | 23,9 | 23,2 |           |
| 6  | F             |                    | 22,7            | 22,2 | 22,9 | 22,2 | 23,1 |           |
| 7  | G             | 30 Menit media oli | 25,6            | 26,5 | 22,6 | 28,8 | 26,5 | 24,37     |
| 8  | H             |                    | 21,9            | 24,7 | 20,5 | 23,6 | 23   |           |
| 9  | I             | 45 Menit media air | 24,6            | 24,8 | 20,6 | 25,4 | 27,5 | 25        |
| 10 | J             |                    | 25,2            | 24,3 | 26,9 | 25,4 | 25,3 |           |
| 11 | K             | 45 Menit media oli | 36,5            | 42,4 | 25,4 | 24,7 | 31,9 | 34,98     |
| 12 | L             |                    | 39,3            | 28,9 | 40,8 | 42,8 | 37,1 |           |

#### Rata-Rata Hasil Uji Kekerasan

Untuk membandingkan spesimen dengan variasi holding time dan temperatur yang berbeda, hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan waktu holding time berpengaruh terhadap nilai kekerasan baja karbon rendah. Pada temperatur 800°C dengan holding time 45 menit, media air menghasilkan rata-rata kekerasan sebesar 27,04 HRC, sedangkan media oli pada holding time yang sama menghasilkan nilai kekerasan tertinggi sebesar 34,98 HRC. Rata-rata hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



**Gambar 4.** Rata-Rata Hasil Pengujian Kekerasan Baja Karbon Rendah

Dari grafik di atas terlihat bahwa holding time dan media pendinginan sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasan material baja karbon rendah. Nilai kekerasan terendah diperoleh pada temperatur 800°C dengan holding time 15 menit menggunakan media air, yaitu sebesar 20,58 HRC, sedangkan nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada holding time 45 menit menggunakan media oli, yaitu sebesar 34,98 HRC. Perbedaan ini terjadi karena pengaruh

gabungan antara lama holding time dan jenis media pendinginan yang digunakan.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa holding time dan media pendingin yang berbeda dapat mempengaruhi kekerasan baja karbon rendah secara signifikan. Kekerasan tertinggi diperoleh pada holding time 45 menit dengan media pendingin oli, yaitu sebesar 34,98 HRC. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan holding time dan media pendingin yang tepat dapat meningkatkan kekerasan baja karbon rendah secara optimal. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa proses pemanasan oven dapat dikontrol dan diprediksi dengan baik, sehingga dapat dijadikan acuan untuk proses pemanasan selanjutnya.

#### Daftar Pustaka

- [1] Adipura, A., & Nafi, M. (2022). Analisa Pengaruh Heat Treatment Tempering dengan Variasi Waktu Tahan dan Media Pendingin terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah. Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Ilmiah Mahasiswa, 1(1), 203–212.
- [2] Albar, Y. (2023). Optimalisasi Perawatan Sistem Pelumasan Guna Menunjang Performa Mesin Induk pada MV. Pelican Gem. Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
- [3] Bashori, H. (2020). Uji Material Aluminium Paduan dengan Metode Kekerasan Rockwell. J. Mech. Manuf. Technol, 1(1).
- [4] Fuadi, Z., & Rahmadiawan, D. (2023). Tribologi Pelumasan: Pelumas Terbaru. Syiah Kuala University Press.
- [5] Handoyo, Y. (2015). Pengaruh Quenching dan Tempering pada Baja JIS Grade S45C terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Crankshaft. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 3(2), 102–115.
- [6] Jordi, M., Yudo, H., & Jokosisworo, S. (2017). Analisa Pengaruh Proses Quenching dengan Media Berbeda terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 dengan Pengelasan SMAW. Jurnal Teknik Perkapalan, 5(1).
- [7] Khakim, A. L. (2020). Pengaruh Variasi Media Pendingin pada Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah untuk As Roda Sepeda Motor. Universitas Pancasila Tegal.
- [8] Mersilia, A., Karo, P. K., & Supriyatna, Y. I. (2017). Pengaruh Heat Treatment dengan Variasi Media Quenching Air Garam dan Oli terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, 4(2).
- [9] Panjaitan, A. (2015). Pengaruh Bahan Baku Arang Aktif pada Proses Carburizing terhadap Sifat Mekanis Baja Bohler EMS-45 untuk Center Dead Mesin Bubut Konvensional. Mekanik, 1(2), 329143.

- [10] Rifnaldy, R., & Mulianti, M. (2019). Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan Tempering terhadap Kekerasan (Hardness) Baja AISI 1045. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 950–959.
- [11] Sidiq, M. F., & Wilis, G. R. (2021). Analisa Penguatan Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Organik dengan Proses Heat Treatment Bertingkat. *Jurnal Crankshaft*, 4(1), 93–102.
- [12] Wahyudi, T. C., Nugroho, E., Budiyanto, E., & Maktum, M. F. (2021). Kaji Eksperimen Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan dan Media Pendingin pada Proses Quenching terhadap Perubahan Kekerasan Sprocket Gear Sepeda Motor. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 6(1), 17–23.