



ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PISAU PEMANEN BUAH KELAPA SAWIT (DODOS)

Muhamad Aldi¹, Abdul Choliq², Nur Rohmat³

^{1,2,3}Teknik Mesin Universitas Pamulang,

E-mail : ¹aldi180900@gmail.com

Masuk : 16 Agustus 2023

Direvisi : 8 September 2023

Disetujui : 29 September 2023

Abstrak: Indonesia merupakan produsen minyak sawit terbesar di dunia. Hal ini didukung dengan luasnya areal perkebunan kelapa sawit yang ada di Indonesia. Saat ini, sebagian besar proses panen buah kelapa sawit di Indonesia dilakukan secara konvensional menggunakan alat panen yang disebut dodos dan egrek. Walaupun sudah ada alat mekanis untuk memanen kelapa sawit, namun dodos dan egrek tetap dominan digunakan para petani. Hal ini dikarenakan alat yang diproduksi masih dalam tahap pengembangan, harga yang relatif mahal, dan sulit diperoleh di pasaran. Dodos berupa pisau berbentuk pahat yang dihubungkan dengan tabung panjang sebagai pegangan. Dodos digunakan memanen buah sawit untuk tanaman sawit yang masih pendek. Dodos digunakan untuk memotong tandan buah segar (TBS) dengan cara mendorong sisi tajam dodos pada tandan buah. Oleh karena itu penting untuk diketahui beban kerja pisau dodos kelapa sawit serta sifat mekanik yang dimiliki untuk meningkatkan kualitas kerja pisau dodos saat digunakan dan mampu meningkatkan produktivitas panen petani. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan dan perbedaan SEM dari sampel pisau dodos sawit merk X dan Y yang dijual di pasaran dan pisau dodos hasil percobaan berbahan per daun mobil truk. Hasil uji kekerasan mendapatkan nilai rata-rata kekerasan dari beberapa sampel yaitu sampel X 16.6 HRC, sampel Y 20.7HRC dan sampel Z 10.3 HRC. Hasil uji SEM dengan unsur tertinggi pada sampel X adalah Fe dengan prosentase massa rata-rata 93.93 % pada tegangan 6,39, KeV, sampel Y dengan prosentase massa rata-rata 96.67 % pada tegangan 6,39 KeV, sampel Z Fe dengan prosentase massa rata-rata 99.10 % pada tegangan 6,39 KeV. Pisau dodos percobaan Z dengan kadar Fe tertinggi ternyata memiliki nilai kekerasan terendah dibandingkan pisau X dan Y. Dengan demikian disimpulkan bahwa perbedaan komposisi Fe dalam ketiga pisau dodos berpengaruh terhadap kekerasan pisau yang terbentuk. Semakin tinggi prosentase unsur paduan yang dicampurkan bersama Fe dalam ketiga material pisau dodos meningkatkan kekerasan pisau dodos. Hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah proses produksi dan treatment yang diterapkan pada ketiga jenis pisau dodos.

Kata kunci: Kelapa Sawit, Dodos, Uji Kekerasan, Uji SEM

Abstract: Indonesia is the largest palm oil producer in the world. This is supported by the large area of oil palm plantations in Indonesia. Currently, most of the palm fruit harvesting process in Indonesia is carried out conventionally using harvesting tools called dodos and egrek. Even though there are mechanical tools for harvesting oil palm, dodos and egrek are still dominantly used by farmers. This is because the equipment produced is still in the development stage, the price is relatively expensive, and difficult to obtain on the market. Dodos are chisel-shaped knives connected to a long tube as a handle. Dodos are used to harvest palm fruit for oil palm plants that are still short. Dodos are used to cut fresh fruit bunches (FFB) by pushing the sharp edge of the dodos on the fruit bunch. Therefore, it is important to know the workload of oil palm dodos knives and their mechanical properties to improve the working quality of dodos knives when used and be able to increase farmers' harvest productivity. The aim of this research was to determine the differences in hardness values and SEM differences between samples of palm dodos knives from brands X and Y sold on the market and experimental dodos knives made from truck spring leaves. The hardness test results obtained an average hardness value from several samples, namely sample X 16.6 HRC, sample Y 20.7HRC and sample Z 10.3 HRC. SEM test results with the highest element

in sample an average of 99.10% at a voltage of 6.39 KeV. The experimental dodot knife Z with the highest Fe content turned out to have the lowest hardness value compared to knives. The higher the percentage of alloying elements mixed with Fe in the three dodot knife materials increases the hardness of the dodot knife. Another thing that needs to be considered is the production process and treatment applied to the three types of pisau dodot.

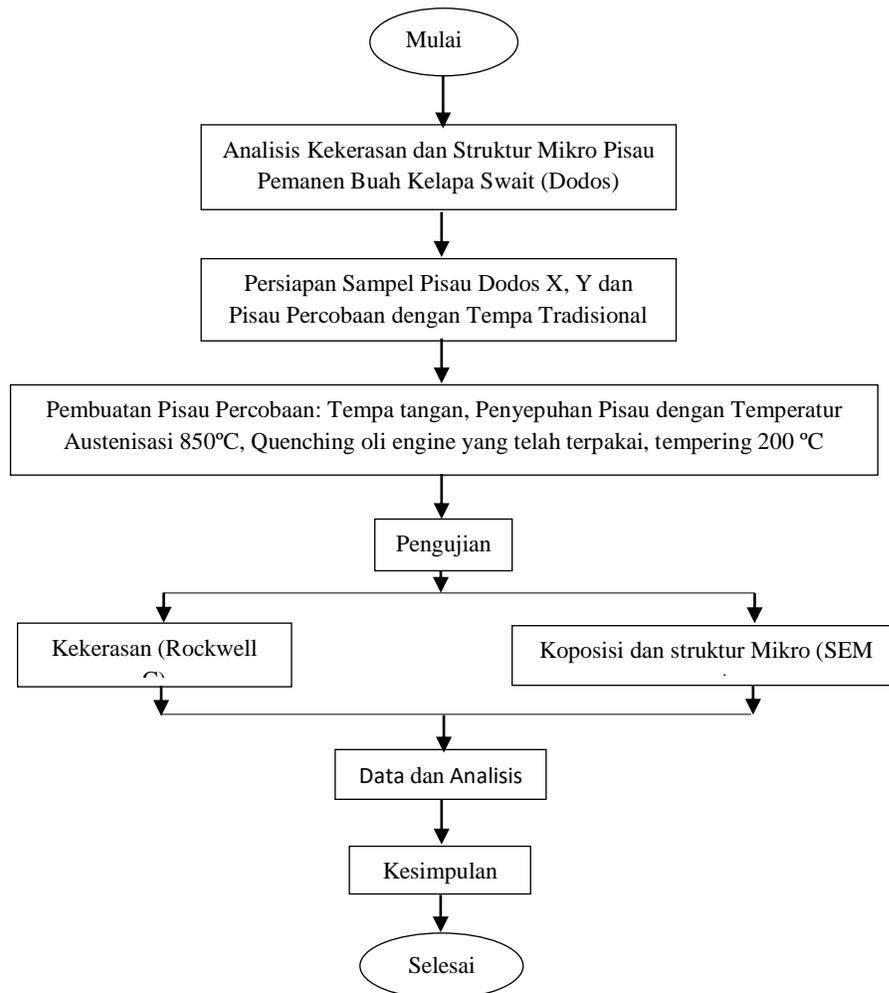
Keywords: Palm Oil, Dodot, Hardness Test, SEM Test

PENDAHULUAN

Sektor pertanian sebagai bagian dari sistem agribisnis tetap memegang peranan penting dalam pembangunan negara. Salah satu produk perkebunan Indonesia yang berpotensi untuk terus dikembangkan adalah produk kelapa sawit. Kepala sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan salah satu sumber minyak nabati dunia yang paling efisien, dengan potensi besar dalam kedudukannya sebagai salah satu komoditi perkebunan atau pertanian yang berperan strategis dalam pengaruhnya terhadap perekonomian Indonesia maupun di dunia. Pertumbuhan kebun kelapa sawit di Indonesia maupun di dunia berkembang dengan cepat serta mencerminkan adanya revolusi perkebunan sawit. Pertumbuhan kebun kelapa sawit di Indonesia meningkat secara signifikan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Pada tahun 2019, luas areal perkebunan kelapa sawit bertambah, dan produksi Crude Palm Oil (CPO) meningkat dibandingkan tahun 2018 menjadi 14,46 juta hektar dengan produksi sebesar 47,12 juta ton. Kemudian pada tahun 2020, terjadi peningkatan luas perkebunan sebesar 0,90% menjadi 14,59 juta hektar dengan produksi 48,7 juta ton. Pada tahun 2021 luas perkebunan minyak kelapa sawit meningkat menjadi 15,08 juta hektar naik, artinya ada peningkatan 1,5% dibandingkan pada tahun 2020 dengan jumlah produksi 49,7 juta ton yang berarti meningkat 2,9% dari tahun sebelumnya [1,2]. Perkebunan kelapa sawit yang luas menjadi harapan Indonesia sebagai negara eksportir minyak sawit terbesar di dunia dengan total nilai ekspor minyak sawit Indonesia mencapai 17,36 miliar USD pada tahun 2020. Nilai tersebut memberikan kontribusi hingga 53,46%. Total nilai ekspor minyak sawit global mencapai \$32,48 miliar pada tahun 2020. Malaysia menyusul Indonesia sebagai negara eksportir minyak sawit terbesar dengan nilai ekspor sebesar 9,78 miliar USD, menyumbang 30,12% dari total nilai ekspor global [3]. Dengan bertambahnya luas kebun sawit memerlukan peralatan untuk perawatan kebun maupun panen. Salah satunya adalah pisau dodot yang digunakan untuk memotong tandan buah segar sawit pada proses pemanenan pohon yang pendek. Terkait hal itu, pada penelitian ini akan dicoba untuk mengetahui kualitas pisau dodot yang dijual di pasaran dengan pisau percobaan buatan pandai besi dengan metode tempa tradisional. Kualitas pisau diukur melalui uji kekerasan metode Rockwell C (HRC) dan uji SEM EDX [4]. Hasil pengujian diharapkan menjadi literatur dalam pengembangan produk pisau dodot yang memiliki potensi ekonomi cukup baik.

METODOLOGI

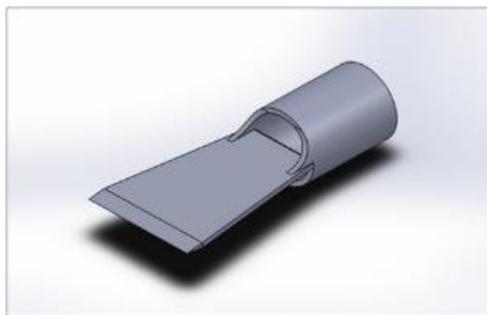
Metode yang dilakukan pada penelitian ini dapat diketahui melalui flow chart di bawah ini (gambar 3.1). Ada tiga jenis pisau dodot yang akan diteliti. Dua pisau adalah pisau buatan pabrik, salah satunya baru (merk X) dan satunya bekas (Merk Z). Pisau ketiga adalah pisau percobaan yang dibuat di tukang pandai tradisional.



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

2.1 Sampel Pisau Merk X

Ilustrasi dari geometri dari pisau dodos merk X yang diproduksi pabrik dan dalam kondisi baru dapat kita lihat pada Gambar 2. di bawah ini. Pisau dodos seperti ini yang paling banyak digunakan pekerja sawit untuk memanen buah kelapa sawit [7]. Pisau ini dijadikan sebagai sampel pertama dalam penelitian. Pisau ini diukur kekerasan dan diamati struktur mikronya pada bagian tajamnya saja

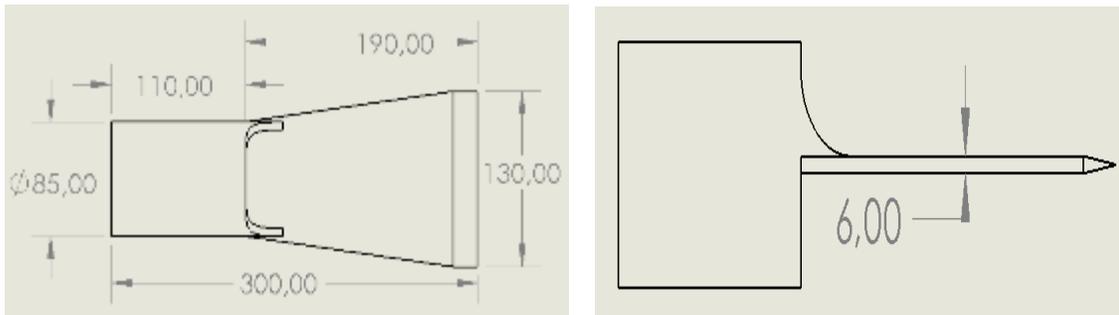


Gambar 2. Gambar 3D dodos merk X

Adapun dimensi dari pisau dodos merk X adalah sebagai berikut:

- a. Panjang Keseluruhan : 300 [mm]
- b. Lebar Mata Pisau : 130 [mm]
- c. Panjang Pisau : 190 [mm]
- d. Diameter Gagang : 85 [mm]
- e. Panjang Gagang : 110 [mm]
- f. Ketebalan Pisau : 6 [mm]
- g. Berat : 1092 [gram]

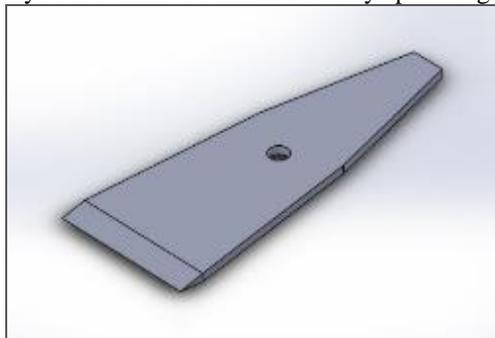
Bila dilihat dalam bentuk gambar teknik dapat kita lihat bentuk pisau dodos X memiliki dimensi seperti pada Gambar 3. berikut ini:



Gambar 3. Gambar 2D pisau dodos merk X

2.2 Sampel Pisau dodos Merk Y

Sampel kedua yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pisau pabrik dengan merk lain yang juga banyak digunakan para pekerja sawit. Pisau ini dijadikan sampel dalam kondisi bekas. Ilustrasi dari geometri dari pisau dodos merk Y yang diproduksi pabrik dan dalam kondisi bekas pakai dapat kita lihat pada Gambar 4. di bawah ini. Sampel juga akan diukur kekerasannya serta diamati struktur mikronya pada bagian tajamnya.

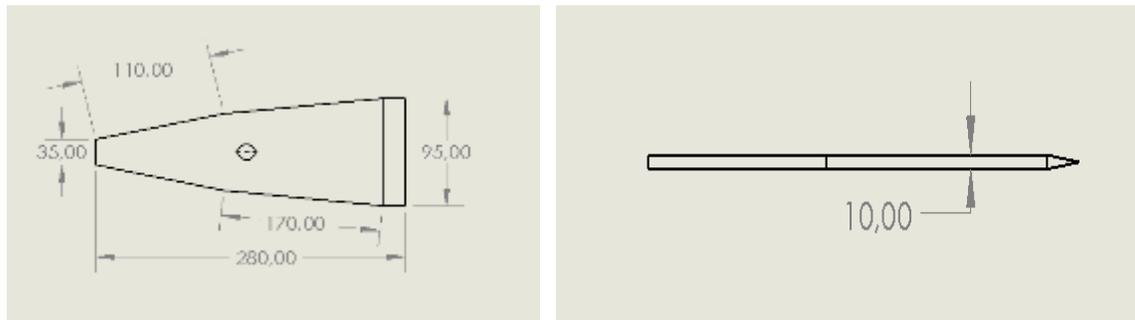


Gambar 4. Gambar 3D pisau dodos merk Y

Adapun dimensi dari pisau dodos merk Y adalah sebagai berikut:

- a. Panjang Keseluruhan : 280 [mm]
- b. Lebar Mata Pisau : 95 [mm]
- c. Panjang Pisau : 170 [mm]
- d. Diameter Gagang : 35 [mm]
- e. Panjang Gagang : 110 [mm]
- f. Ketebalan Pisau : 10 [mm]
- g. Berat : 1376 [gram]

Bila dilihat dalam bentuk gambar teknik dapat kita lihat bentuk pisau dodos Y memiliki dimensi seperti pada Gambar 5. berikut ini:



Gambar 5. Ukuran Dan Ketebalan Dodos Bekas Pakai 2D

2.3 Sampel Pisau Dodos Percobaan

Sampel ketiga yang digunakan adalah pisau dodos yang dibuat secara konvensional dengan geometri dan dimensi menyesuaikan sampel pisau yang kedua.

- Bahan pisau: Per daun mobil truk [7],
- Pemanasan: Arang kayu,
- Temperatur austenisasi: 850 °C,
- Media quenching: Oli engine mobil yang telah terpakai,
- Temperatur tempering: 200 °C.

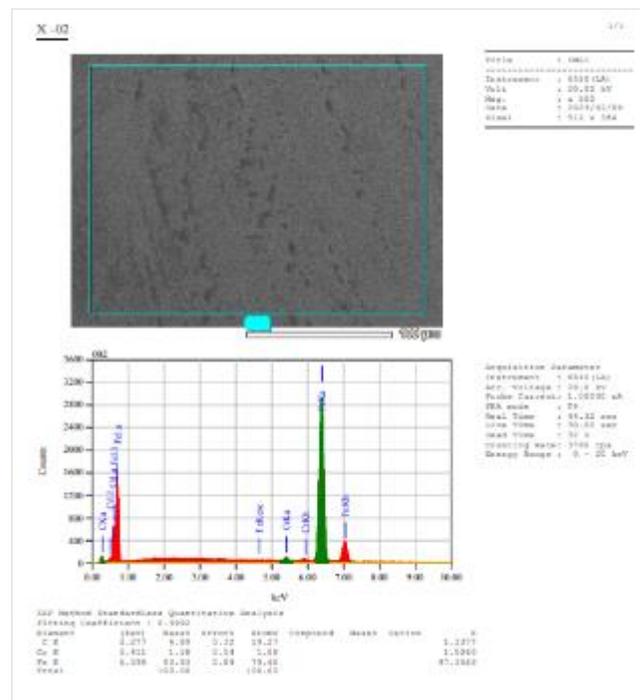
Selanjutnya sampel diuji kekerasannya dengan metode Rockwell C dan diuji struktur serta komposisinya dengan SEM dan EDX untuk diambil rata-rata serta perbandingan [3].

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji SEM

3.1.1 Pisau Dodos Merk X

Data SEM dari pisau X (Gambar 6 dibawah) menunjukkan struktur ferrite pisau yang dominan, tidak tampak adanya struktur martensit pada struktur yang terbentuk. Struktur ferrite termasuk struktur yang lunak [8], diperjelas dengan hasil uji kekerasan pisau yang berkisar antara 13HRC-22HRC saja. Kekerasan yang rendah dibentuk melalui proses penyepuhan pisau (*heat treatment*). Alasan pertama kekerasan pisau dibentuk rendah adalah mengingat tandan sawit yang dipotong bukanlah tandan yang keras. Kedua, kekerasan pisau yang rendah tersebut dianggap cukup karena pisau memiliki dimensi besar dan massa yang berat, ditambah masaa handel besi dan hentakan tangan pekerja saat memanen buah sawit, sehingga mencukupi untuk memotong tandan sawit. Alasan ketiga, jika pisau didesain memiliki kekerasan tinggi justru beresiko pisau menjadi rapuh dan mudah rompal saat dihentikan.

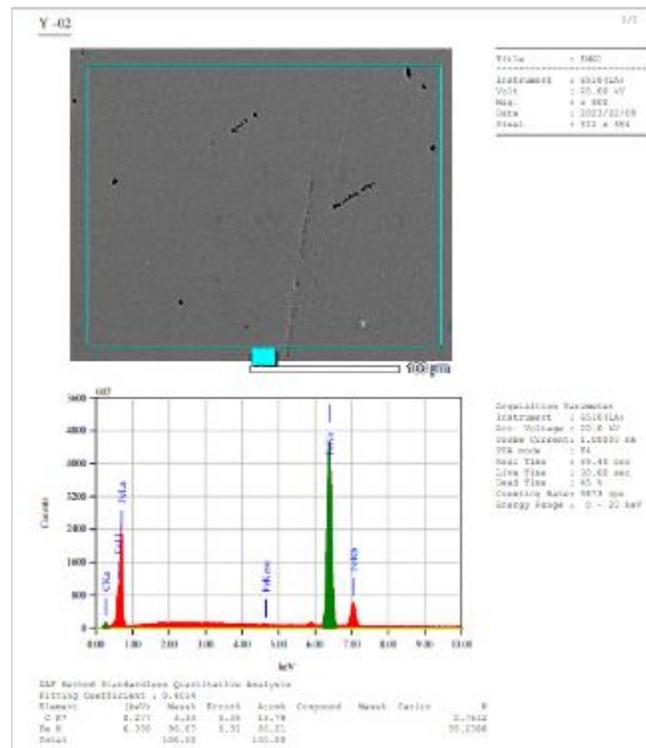


Gambar 6. Hasil Dari Proses Pengujian SEM

Data pengujian EDX (gambar 6 diatas) pada satu titik pisau X diperoleh hasil Fe dengan prosentase massa rata-rata 93,93 % pada tegangan 6.39 KeV, Cr dengan massa rata-rata 1.18 % pada tengangan 5.41 KeV dan C sebesar rata-rata 4.89 % pada tegangan 0,27 KeV. Prosentase Fe 93,93% memungkinkan jumlah paduan mencapai 6,07%. Unsur paduan ini yang memperbaiki karakter pisau, antara lain kadar C memberikan dampak kekerasan pada pisau, Cr 1,18% juga meningkatkan kekuatan tarik serta ketahanan karat [9].

3.1.2 Pisau Dodods Bekas Pakai Merk Y

Data SEM dari pisau Y (Gambar 7 dibawah) juga menunjukkan struktur yang serupa dengan struktur pisau X yaitu ferrite yang dominan, tidak tampak adanya struktur martensit pada struktur yang terbentuk. Struktur ferrite pisau Y diperjelas dengan hasil uji kekerasan pisau yang berkisar antara 19HRC-22HRC saja. Kondisi ini tentu telah didesain oleh pabrik pembuatnya dengan alasan kondisi kerja pisau dodods saat dipakai kerja, yakni hanya memerlukan kekerasan yang cukup untuk memotong tandas sawit segar yang sifatnya lunak dan tidak memerlukan kekerasan yang tinggi, cukup dengan metode pengasahan yang baik untuk membentuk sisi tajamnya saja. Pisau sawit akan mengalami beban impact saat dihunjamkan. Oleh karena itulah pisau didesain kekerasannya rendah sehingga keliatannya (*ductility*) meningkat sehingga tidak mudah rompal saat dihunjamkan meskipun berulang-ulang. rendah adalah mengingat tandan sawit yang dipotong bukanlah tandan yang keras. Kedua, kekerasan pisau yang rendah tersebut dianggap cukup karena pisau memiliki dimensi besar dan massa yang berat, ditambah masaa handel besi dan hentakan tangan pekerja saat memanen buah sawit, sehingga mencukupi untuk memotong tandan sawit. Alasan ketiga, jika pisau didesain memiliki kekerasan tinggi justru beresiko pisau menjadi rapuh dan mudah rompal saat dihentakan.

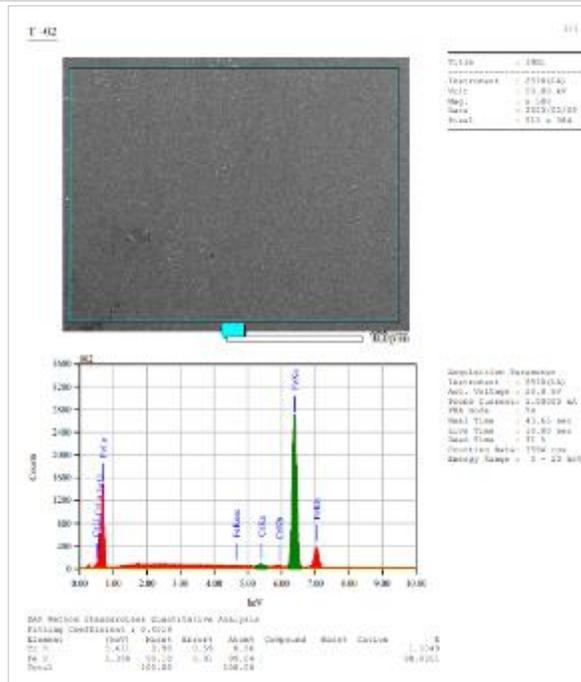


Gambar 7. Hasil Dari Proses Pengujian SEM

Data pengujian EDX (Gambar 7 diatas) pada satu titik pisau Y diperoleh hasil Fe dengan prosentase massa rata-rata 96,67 % pada tegangan 6,39 KeV, C sebesar rata-rata 3,33 % pada tegangan 0,27 KeV. Prosentase Fe 93,93% lebih rendah daripada kadar C pisau X yang mencapai 4,86%. Unsur paduan pisau Y lebih rendah karena kadar Fe pisau Y lebih tinggi yaitu 96,76%. Hal ini sebenarnya kurang baik dalam pembentukan karakter pisau, karena dengan dominannya Fe akan menurunkan kekuatan tarik serta ketahanan korosi dari material pisau Y [9].

3.1.3 Pisau Dodods Percobaan Berbahan Per Daun Mobil Truk

Data SEM dari pisau percobaan (Gambar 8 dibawah) yang dibuat dengan tempa tangan dan penyepuhan dengan austenisasi 850°C, quenching oli engine mobil yang sudah terpakai menunjukkan struktur yang serupa dengan struktur pisau X dan Y yaitu ferrite yang dominan dengan ukuran yang lebih halus. Struktur ferrite pisau percobaan diperjelas dengan hasil uji kekerasan pisau yang berkisar antara 8HRC-10HRC saja. Nilai kekerasan ini cukup rendah dibandingkan pisau X dan Y. Hal ini terjadi karena proses treatment dilakukan dengan pengukuran temperatur yang kurang akurat sehingga terjadi temperatur austenisasi yang lebih rendah. Kedua pada saat quenching terjadi jeda waktu yang lebih sehingga terjadi penurunan temperatur quenching dari pisau [10]. Ketiga oli yang digunakan untuk media quenching adalah oli bekas sehingga memungkinkan terjadi perlambatan pada proses pendinginan. Alasan selanjutnya adalah dilakukan temper pada temperatur 200°C yang tentu turut menurunkan kekerasan pisau. Beberapa hal tersebut sangat mungkin terjadi mengingat pekerjaan pada tukang pandai tradisional lebih dominan dilakukan secara manual dan tidak didukung peralatan yang memadai dan terstandarisasi sehingga sangat wajar terjadi beberapa kesalahan dari rencana awal.



Gambar 8. Hasil Dari Proses Pengujian SEM

Data pengujian EDX (Gambar 8 diatas) pada satu titik pisau percobaan diperoleh hasil Fe dengan prosentase massa rata-rata 99,10 % pada tegangan 6,39 KeV, Cr sebesar rata-rata 0,90 % pada tegangan 0,27 KeV. Prosentase massa Fe 99,10% cukup dominan, artinya paduannya semakin rendah. Hal ini sebenarnya kurang baik dalam pembentukan karakter pisau, karena dengan dominannya Fe akan menurunkan kekuatan tarik serta ketahanan korosi dari material pisau dodods. Namun pengukuran ini tidak dapat dijadikan panduan utama mengingat pengujian SEM EDX dilakukan pada sampel hanya pada satu titik saja. Secara umum baja untuk per mobil dibuat dari baja karbon menengah, itu artinya masih perlu pengujian secara spesifik tentang komposisi kimia pegas daun melalui spektrometri [11].

3.2. Hasil Uji Kekerasan

Hasil uji kekerasan pada tiga sampel pisau dodods (X,Y, dan pisau percobaan) yang dilakukan pada sisi tajam pisau menunjukkan nilai kekerasan yang berbeda namun tidak terpaut jauh. Tabel 3.1 di bawah ini menunjukkan perbedaan nilai kekerasan dari ketiga sampel pisau dodods yang diuji.

Tabel 3.1 Hasil Uji Kekerasan

No	Sampel	Kekerasan Dalam HRC					
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	≤
1	Pisau Dodods Merk X	18	13	14	22	16	16.6
2	Pisau Dodods Merk Y	22	20	19	21.5	21	20.7
3	Pisau Dodods Z (Pisau Hasil Percobaan)	10	8	11	11	11	10.3

Dari hasil pengujian menggunakan Rockwell didapatkan nilai kekerasan rata-rata dari 3 sampel yang berbeda yaitu sampel type X didapat nilai kekerasan rata-rata sebesar 16.6 HRC, pisau Y di dapat nilai kekerasan rata-rata sebesar 20.7 HRC dan pisau Z diperoleh nilai kekerasan rata-rata sebesar 10.3 HRC. Perbedaan kekerasan ketiga pisau terbentuk karena komposisi kimia yang berbeda, proses pembuatan yang berbeda. Diketahui bahwa kekerasan pisau percobaan tidak memiliki perbedaan struktur kekerasan yang jauh. Hal ini dapat disimpulkan bahwa metode pembuatan pisau tradisional memiliki karakter yang mencukupi untuk kerja pemanenan sawit. Kedua metode pembuatan secara tradisional juga dapat dikembangkan dan diproduksi secara massal untuk dapat dijual ke pasaran, setidaknya untuk pasar domestik hingga nasional.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian Kekerasan, *Heat Treatment*, SEM dan EDX terhadap tiga buah sampel pisau dodods sawit (X, Y, dan pisau percobaan Z berbahan per mobil truk), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji SEM, Pisau dodods X (buatan pabrik dan dalam kondisi baru) memiliki kadar massa Fe rata-rata 93.93 % pada tegangan 6,39 KeV dan unsur terbanyak kedua C sebesar rata-rata 4.89 % pada tegangan 0,27 KeV dengan struktur utama ferit. Pisau dodods Y (buatan pabrik dalam kondisi bekas) memiliki prosentase massa Fe rata-rata 96.67 % pada tegangan 6,39 KeV dan unsur terbanyak kedua Fe sebesar rata-rata 3.33 % pada tegangan 0,27 KeV, struktur ferrit. Pisau dodods Z (pisau hasil percobaan dengan metode konvensional) memiliki prosentase massa Fe rata-rata 99.10 % pada tegangan 6,39 KeV dan unsur terbanyak kedua Fe sebesar rata-rata 0.90 % pada tegangan 5.41 KeV.
2. Nilai kekerasan pisau X (buatan pabrik dan dalam kondisi baru) yang diuji pada 5 titik memiliki nilai kekerasan rata-rata 16.6 HRC. Sedangkan pisau Y (buatan pabrik dalam kondisi bekas) dari 5 titik pengujian diperoleh nilai kekerasan rata-rata sebesar 20.7 HRC. Pisau Z (pisau hasil percobaan dengan metode konvensional) dari 5 titik pengujian diperoleh nilai kekerasan rata-rata sebesar 10.3 HRC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Indonesia. 2021. Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2020.
- [2] Saragih, V., Melaca, K. M., Darmawan, R., & Hendriane, N. (2018). Pra Desain Pabrik CPO (Crude Palm Oil) dan PKO [2] (Palm Kernel Oil) dari Buah Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 181–183. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28817>
- [3] Kementerian Pertanian. 2022. Negara dengan Nilai Ekspor Kelapa Sawit Terbesar di Dunia (2020). (<https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3728>, diakses pada 22 juni 2022)
- [4] Badan Tenaga Nuklir Nasional. 2021. Scanning Electron Microscope (SEM). (<https://www.batan.go.id/index.php/id/hasil-litbang/827-sains-aplikasi-teknologi-nuklir/sains-teknologi-bahan-maju/layanan-pstbm/e-maju/pnbp/4588-scanning-electron-microscope-sem>, diakses pada 20 juli 2022).
- [5] Paspi, T. R. (2018). m nitor. *Analisis Isu Strategis Sawit Vol., IV* (21).
- [6] Kementerian Perindustrian RI. (2021). *Tantangan dan Prospek Hilirisasi Sawit Nasional Analisis Pembangunan Industri*. 57.
- [7] Jaman, W. S. (2017). Potensi Baja Karbon Rendah Sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Dodods (Alat Panen Buah Kelapa Sawit). *Metal Indonesia*, 39(1), 27. <https://doi.org/10.32423/jmi.2017.v39.27-32>
- [8] Sailon, Samsul Rizal. Analisis Perubahan Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas

Produk Pandai Besi Dengan Menggunakan Media Pendingin Batang Pisang. Jurnal Austenit
Volume 6, Nomor 2, Oktober 2014. Politeknik Negeri Sriwijaya

[9] Dody Prayitno. Teknologi Rekayasa Material. Universitas Trisakti, Jakarta, 2010

[10] Bondan T. Sofyan. Pengantar Material Teknik. Salemba Teknika, Jakarta, 2011

[11] Anrinal. Metalurgi Fisik. ANDI Jogjakarta, 2013