

PEMILIHAN MATERIAL PISAU ROTARY DRUM PENCACAH PELEPAH KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN METODE PENGUJIAN LOGAM

DETERMINATION OF ROTARY DRUM KNIFE MATERIAL FOR OIL PALM CHIPPER FROND USING METAL TESTING METHOD

Arjanggi Nasution, Erwinsyah, dan Bagus Giri Yudanto

ABSTRAK

Pengembangan mesin pencacah pelepah kelapa sawit tipe G5-700 yang diproduksi oleh PPKS, masih memiliki kendala dimana material mata pisau cepat mengalami keausan, patah dan rompal ketika mencacah pelepah. Salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah mencari material dan kekerasan (HRC) yang sesuai untuk mencacah pelepah kelapa sawit. Metode penelitian yang dilakukan meliputi analisis komposisi kimia, struktur mikro, kekerasan, kekuatan tarik dan umur pakai dari baja pengganti PRD-5130, PRD-5179 dan PRD-5110 dengan variasi kekerasan 50-52 HRC (keras), 48-50 HRC (sedang) dan 40-45 HRC (lunak) untuk setiap material. Pengujian komposisi kimia material dilakukan menurut SNI 07-0308-1989 dengan menggunakan alat *Spectrometer Manufacture Oxford Instrument Analytical Gm-bH*. Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop *Olympus Type BX41M* dengan kamera digital *Olympus E-330 SLR*. Standar uji kekerasan *Vickers* menggunakan ASTM E384 A1.4. dengan alat FM 800. Pengujian kekuatan tarik dilakukan sesuai dengan standar JIS Z 2201 dengan alat *Servopulser*. Pengujian keausan material dilakukan menurut SNI 03-2417-1991 dengan cara mencacah pelepah selama 60 menit pada setiap material. Hasil pengujian komposisi kimia pada setiap variasi kekerasan menunjukkan bahwa material mata pisau PRD-5130 termasuk golongan baja 1,0605 C75, material mata pisau PRD-5179 termasuk golongan baja 1,5179 X155CrVMo12-1 dan material mata pisau

PRD-5110 termasuk golongan baja 1,8159 51CrV8. Hasil pengamatan struktur mikro pada setiap variasi kekerasan menunjukkan bahwa struktur mikro pada material mata pisau PRD-5130 didominasi oleh struktur *ferit* dan *perlit*, PRD-5179 didominasi oleh struktur *ferit* dan PRD-5110 didominasi oleh *bainit*. Material mata pisau PRD-5179 memiliki kekerasan paling tinggi (50-52 HRC) setelah penggrindingan dibandingkan PRD-5110 dan PRD-5130. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa material PRD-5130, PRD-5179 dan PRD-5110 bersifat getas. Hasil pengujian keausan menunjukkan material PRD-5179 dengan kekerasan 50-52 HRC memiliki nilai keausan yang paling sedikit dibandingkan PRD-5110 dan PRD-5130. Material yang paling cocok digunakan pada *rotary drum*, sesuai dengan percobaan adalah material PRD-5179.

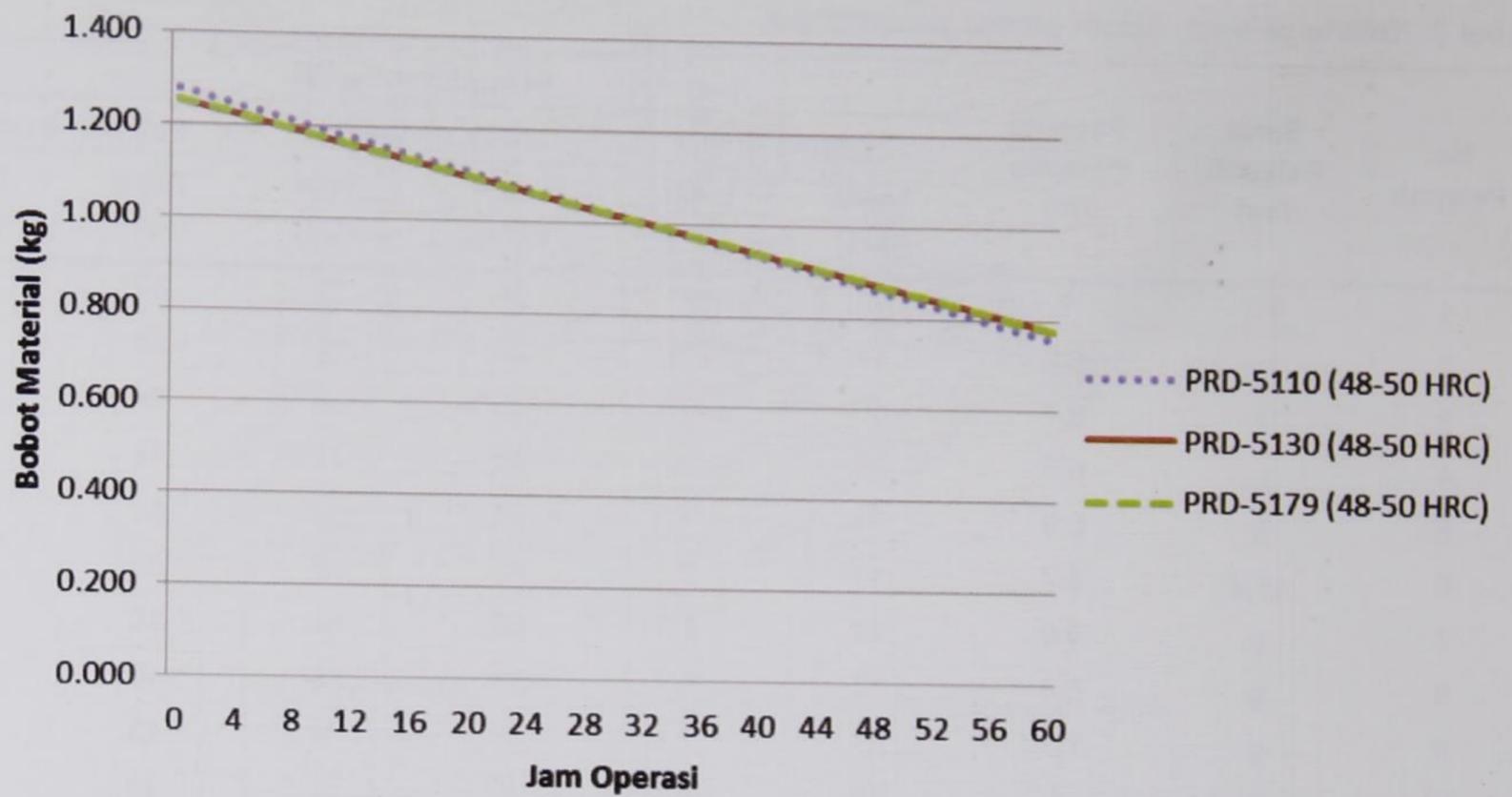
Kata kunci: pengujian logam, pelepah kelapa sawit, material, mata pisau, *rotary drum*

ABSTRACT

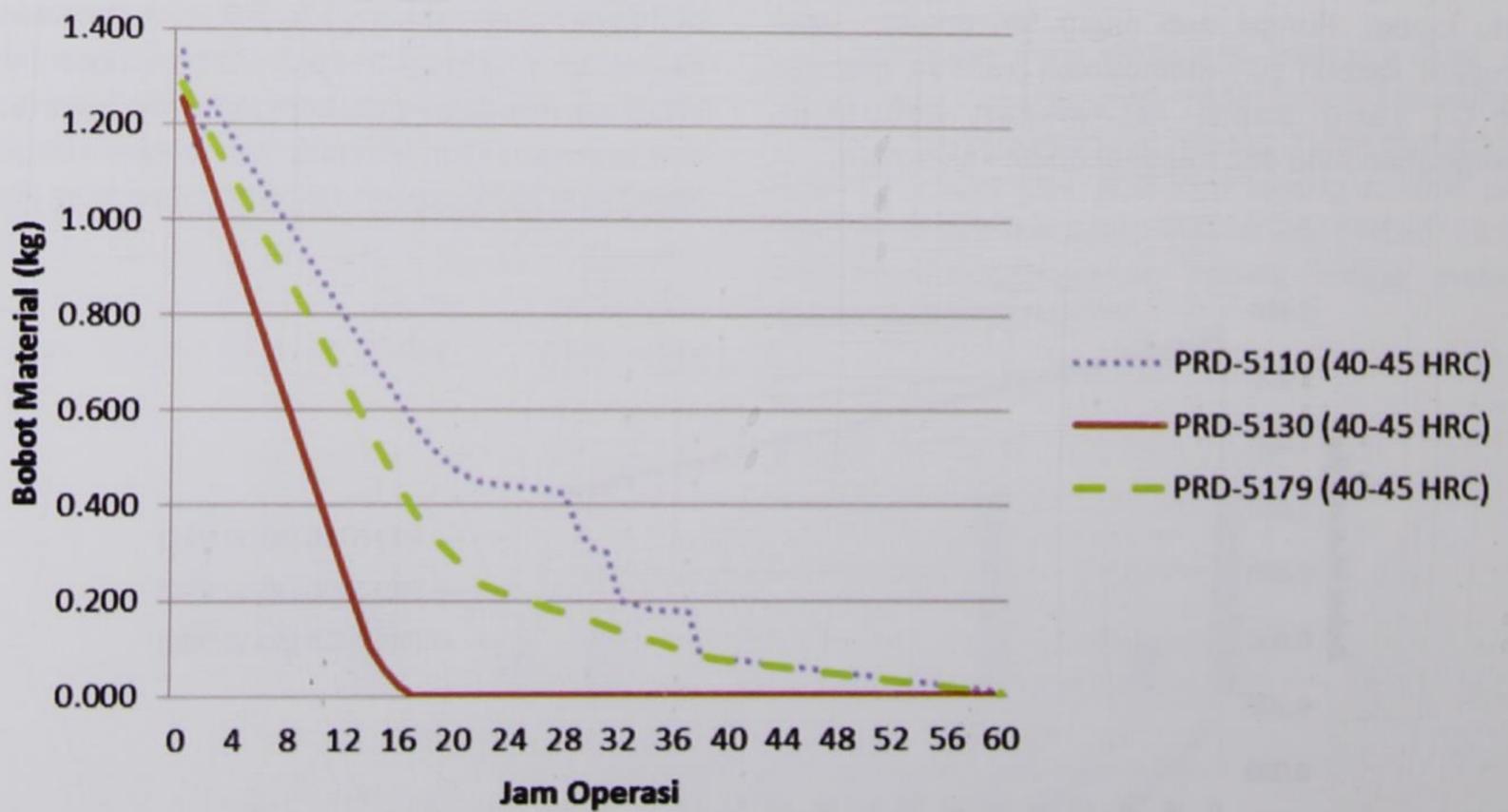
A problem is found on the development of coconut palm oil midrib chopper G5-700 produced by PPKS, where the blade material in the rotary drum is rapidly worn-out, broken and chipped when it used to chop the coconut palm oil midribs. Therefore a suitable blade material for coconut palm oil midribs chopping need to be selected based on its materials and hardness (HRC). This research is done to determine a suitable blade material based on several testing parameters such as, steel type, hardness level, and hardness level treatment. As for the blade materials testing evaluation is done by performing several testing methods such as, chemical composition, micro-structure, hardness, tensile strength, and lifespan analysis of the substitute materials, PRD-5130, PRD-

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Arjanggi Nasution (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: arjanggi.nst@gmail.com



Gambar 9. Karakteristik keausan material pada kekerasan 48-50 HRC



Gambar 10. Karakteristik keausan material pada kekerasan 40-45 HRC

Pengujian nilai regangan pada material PRD-5130, PRD-5179 dan PRD-5110 pada kekerasan 50-52 HRC memiliki nilai 0 persen. Nilai regangan sebesar 0 persen mengindikasikan material memiliki sifat getas akibat dari perlakuan *heat treatment*. Sifat getas material mengakibatkan spesimen uji putus tanpa adanya regangan (Gambar 7).

Uji Keausan

Pemakaian material mata pisau memiliki tujuan untuk mengetahui prediksi umur pakai material terhadap aktivitas kerja yang dilakukan. Kekerasan dan jenis material merupakan parameter yang mempengaruhi keausan. Mata pisau material PRD-5110, PRD-5130 dan PRD-5179 dengan kekerasan (50-52 HRC) pada Gambar 8. menunjukkan bahwa material PRD-5179 memiliki ketahanan yang paling tinggi dibandingkan dengan PRD-5110 dan PRD-5130. Pada kekerasan 48-50 HRC material yang memiliki ketahanan aus paling tinggi PRD-5110 dan material yang memiliki keausan tertinggi pada 40-45 HRC adalah material PRD-5110.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa material terbaik yang dapat digunakan untuk mencacah pelepah kelapa sawit adalah material PRD-5179 dengan nilai kekerasan 50-52 HRC. Material PRD-5179 dengan komposisi kimia baja paduan dengan logam induk *Carbon* (C), *Chrom* (Cr), *Vanadium* (V), dan *Molybdenum* (Mo) memiliki kemampuan tahan aus yang lebih tinggi. Struktur mikro material PRD-5179 sebelum dan sesudah treatment memiliki struktur yang paling kuat yaitu di dominasi oleh struktur *ferit*. Pengujian kekerasan *Vickers* menunjukkan bahwa material PRD-5179 (50-52 HRC) merupakan material yang memiliki tingkat kekerasan paling tinggi setelah mengalami penggrindingan sedalam 2 mm dalam proses pengasahan mata pisau. Berdasarkan uji tarik material PRD-5179 (50-52 HRC) merupakan material yang memiliki tegangan tarik dan tegangan luluh lebih tinggi. Namun, material PRD-5179 memiliki regangan yang paling kecil. Indikator ini menyatakan bahwa material PRD-5179 memiliki sifat yang paling getas. Material PRD-5179 (50-52 HRC) memiliki ketahanan aus yang paling tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan atas pembiayaan penelitian ini melalui Kegiatan Penelitian Rutin.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjiantoro, B. dan T.B. Romiyarso. 2005. Karakterisasi material baja karbon rendah hasil proses boronisasi padat. *Jurnal Metalurgi*. 20 (1): 3-11.
- Aisyah. 2008. Perubahan struktur mikro dan sifat mekanik pada pengelasan drum baja karbon wadah limbah radioaktif. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah VIII: Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN*.
- Anonim. 2011. Alat dan mesin pencacah pelepah kelapa sawit untuk pakan ternak sapi. Leaflet PPKS. Medan, Indonesia.
- Asmara, A. 2005. Analisa pengaruh perlakuan panas sebelum dan sesudah penemperan terhadap nilai kekerasan pada baja perkakas HSS. *Majalah MEKTEK* tahun VII No.3.
- BSN. 1989. Cara uji komposisi kimia baja karbon. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- BSN. 1991. Cara uji keausan agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Darnoko, P. Guritno, Erwinsyah, dan W. Pratiwi. 2001. Pemanfaatan pelepah kelapa sawit untuk pembuatan pulp dan kertas cetak. *Jurnal Penelitian PPKS*. 9 (2-3): 63-76.
- Herman, H., A. Syakura, dan S. Mizhar. 2012. Perbaikan sifat fisis dan mekanis alat panen buah kelapa sawit (egrek dan dodos) produk lokal. *Jurnal Dinamis*. 1 (11): 37-43.
- Herwandi dan A. Hidayat. 2005. Analisa perubahan struktur akibat *heat treatment* pada logam ST, FC dan Ni-Hard 4. *Jurnal Teknik Mesin*. 7 (2): 57-62.

- Jodi, H. 2010. Karakterisasi Korosi Baja SS-430 pada Lingkungan NaCl. Jurnal WIDYARISSET. 13(3):149-155.
- Margono. 2008. Pengaruh perbedaan waktu penahanan suhu stabil (*holding time*) terhadap kekerasan logam. Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah. 6 (2): 156-160.
- Nugroho, S. dan G.D. Haryadi. 2005. Pengaruh media *sepuh air* tersirkulasi (*circulated water*) terhadap struktur mikro dan kekerasan pada baja AISI 1045. Jurnal ROTASI. 7 (1): 19-23.
- Purnomo dan J. Alfijar. 2006. Pengembangan material tromol rem bus/truk produk ukm lokal. Jurnal Traksi. 4 (2):1-11.
- Purwanto, H. 2011. Analisa *sepuh* pada baja karbon rendah dengan media solar. Jurnal Momentum. 7(1): 36-40.
- Sadino, M. Farid, dan S. Arifin. 2014. Analisa ketahanan aus, kekerasan, dan struktur mikro pada cylinder liner FC 25 dengan penambahan 0,25% tembaga (Cu). Thesis. Teknik Material dan Metalurgi ITS.
- Setiawan, H. 2013. Pengujian kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro produk cor propeler kuning. Jurnal SIMETRIS. 3 (1): 71-79.
- Suhariyanto. 2003. Perbaikan sifat mekanik paduan aluminium (A356.0) dengan menambahkan TiC. Jurnal Teknik Mesin. 3 (1): 20-24.
- Yani, R.D., T. Pratomo, dan H. Cahyono. 2008. Pengaruh perlakuan panas terhadap struktur mikro logam ST 60. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika. 11 (1): 96-109.

5179 and PRD-5110 with the hardness level variations of 50-52 HRC (hard), 48-50 HRC (medium), and 40-45 HRC (soft) according to SNI, ASTM, and JIS testing standards. Based on the chemical composition test results for each hardness level variations show that PRD-5130 belongs to class of 1,0605 C75 steel, PRD-5179 belongs to class of 1,5179 X155CrVMo12-1 steel, and PRD-5110 belongs to class of 1,8159 51CrV8 steel. While the micro-structure observation results show that PRD-5130 dominated by ferrite and pearlite structure, PRD-5179 dominated by ferrite structure, and PRD-5110 dominated by bainit structure. PRD-5179 has the highest hardness level (50-52 HRC) after the grinding test compare to PRD-5110 and PRD-5130. Tensile strength test results show that PRD-5130, PRD-5179, and PRD-5110 are brittle. PRD-5179 with 50-52 HRC hardness level has the lowest worn-out level compare to PRD-5110 and PRD-5130. Based on the materials testing results that the most suitable blade material for the rotary drum is PRD-5179.

Keywords: metal testing, palm oil front, material, blade, rotary drum

PENDAHULUAN

Logam mempunyai sifat mekanis kuat, liat, keras, mampu menghantar listrik dan panas serta mempunyai titik cair tinggi. Bahan logam terbagi menjadi dua yaitu bahan logam *ferrous* (logam yang mengandung unsur Fe) dan bahan logam *non ferrous* (logam bukan besi atau logam yang tidak mengandung unsur Fe) (Purwanto, 2011). Jenis logam *ferro* antara lain besi tuang, baja karbon dan baja paduan, sedangkan logam *non ferro* antara lain adalah logam mulia (Suhariyanto, 2003).

Dalam memenuhi kebutuhan pemakai akan material logam yang semakin luas dan khusus, maka perlu untuk menghasilkan logam-logam atau paduan logam yang sesuai dengan kebutuhan dan memenuhi persyaratan yang ada. Persyaratan yang dimaksud dalam suatu proses tersebut dikaitkan dengan kebutuhan penggunaan, yaitu ditinjau dari segi kekuatan dan keamanannya (Asmara, 2005).

Peninjauan segi kekuatan dan keamanan adalah pengujian material logam. Sifat fisik mencakup kondisi fisik, komposisi kimia, dan struktur mikro (Margono, 2008). Sedangkan sifat mekanik mencakup kekuatan

tarik, modulus elastisitas, kemampuan muai, kekuatan tekan, kekuatan torsi, kekerasan, keuletan, kegetasan dan kehandalan (Yani dkk., 2008).

Pencacahan pelepah kelapa sawit menjadi ukuran kecil bertujuan untuk dapat memanfaatkan pelepah kelapa sawit secara menyeluruh dan meminimalisasi efek perlukaan pada bagian mulut dan lambung sapi ketika mencerna pakan pelepah kelapa sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) telah merancang bangun alat dan mesin (alsin) pencacah pelepah kelapa sawit G5-700 yang dapat menghaluskan ukuran pelepah menjadi 5-10 mm sehingga sangat aman bagi ternak sapi ketika mengkonsumsi pelepah sawit (Anonim, 2011).

Material logam mata pisau *rotary drum* merupakan salah satu bagian dari beberapa komponen yang terdapat pada mesin pencacah pelepah G5-700. Fungsi dari logam mata pisau *rotary drum* adalah untuk mengiris pelepah kelapa sawit menjadi potongan yang lebih kecil. Mata pisau *rotary drum* ini berbentuk plat baja dengan ketebalan 12 mm yang berjumlah 18 buah dalam satu *rotary drum*.

Material logam mata pisau *rotary drum* yang akan diuji adalah PRD-5130, PRD-5179 dan PRD-5110 dengan variasi kekerasan 50-52 HRC (keras), 48-50 HRC (sedang) dan 40-45 HRC (lunak) untuk melihat sifat-sifat logam melalui proses pengujian. Pengujian yang dilakukan diantaranya uji komposisi kimia, uji struktur mikro, uji kekerasan, uji tarik dan uji keausan. Kelima pengujian tersebut merupakan pengujian umum yang dilakukan untuk menguji logam. Pengujian material logam sebagai pembanding sifat baja dan besi tuang sesudah *heat treatment* (Herwandi dan Hidayat, 2005). Hasil pengujian logam akan membantu dalam pendugaan kerusakan-kerusakan yang terjadi pada mata pisau *rotary drum* dalam mencacah pelepah kelapa sawit.

Permasalahan dalam penentuan bahan pisau *rotary drum* adalah penggunaan material baja untuk mencacah pelepah cepat mengalami keausan dan mata pisau menggeripis. Keausan dan menggeripisnya mata pisau, diduga kuat disebabkan oleh kandungan silika (Si) sebesar 0,83 persen pada pelepah kelapa sawit (Darnoko *et al.*, 2001). Dampak negatifnya silika (Si) diduga memiliki sifat abrasif tinggi terhadap material logam sehingga membutuhkan *heat treatment* dan jenis logam khusus agar memiliki umur pakai yang lama.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk memilih logam dari material baja PRD-5130, PRD-5179 dan PRD-5110 dengan variasi kekerasan 50-52 HRC (keras), 48-50 HRC (sedang) dan 40-45 HRC (lunak) untuk mengganti material mata pisau *rotary drum*.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian pengujian komposisi kimia, struktur mikro dan kekerasan dilaksanakan di Laboratorium/ *Workshop* Teknik Mesin Universitas Negeri Medan. Penelitian pengujian uji tarik dilaksanakan di Laboratorium *Material Test* Pendidikan Teknologi Kimia Industri Medan. Pengujian keausan dilakukan di Kebun Percobaan Bukit Sentang.

Bahan

Bahan material yang digunakan pada penelitian: (1) material baja PRD-5130 kekerasan 50-52 HRC (keras) sebanyak 6 buah; (2) material baja PRD-5130 kekerasan 48-50 HRC (sedang) sebanyak 6 buah; (3) material baja PRD-5130 kekerasan 40-45 HRC (lunak) sebanyak 6 buah; (4) material baja PRD-5179 kekerasan 50-52 HRC (keras) sebanyak 6 buah; (5) material baja PRD-5179 kekerasan 48-50 HRC (sedang) sebanyak 6 buah; (6) material baja PRD-5179 kekerasan 40-45 HRC (lunak) sebanyak 6 buah; (7) material baja PRD-5110 kekerasan 50-52 HRC (keras) sebanyak 6 buah; (2) material baja PRD-5110 kekerasan 48-50 HRC (sedang) sebanyak 6 buah; (3) material baja PRD-5110 kekerasan 40-45 HRC (lunak) sebanyak 6 buah.

Dalam penelitian ini spesiemen uji kekerasan dibentuk dengan ukuran yang berbeda. Bentuk spesiemen yang digunakan adalah mata pisau untuk mencacah pelepah kelapa sawit (Gambar 1).

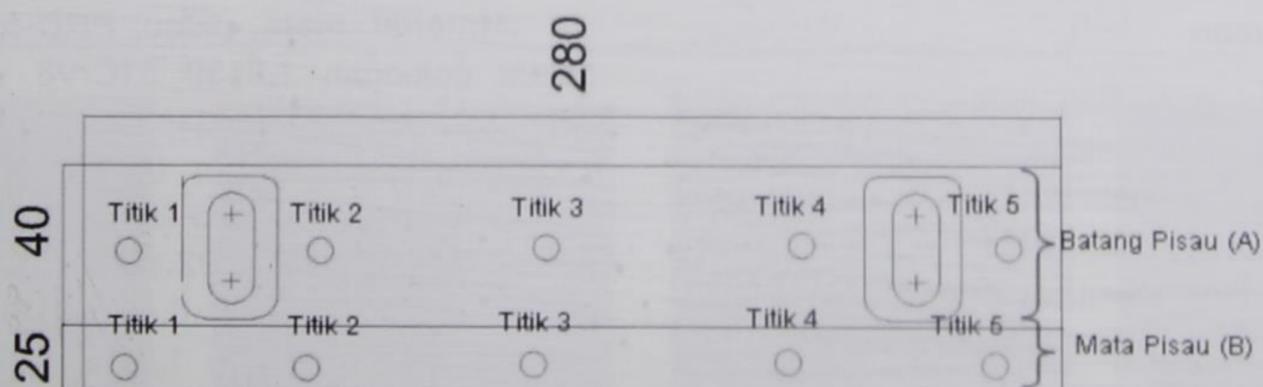
Metode

Uji Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan menurut SNI 07-0308-1989 (BSN, 1989) dengan menggunakan alat *Spectrometer Manufacture Oxford Instrument Analytical Gm-bH*. Sampel bahan yang akan diuji dilelehkan terlebih dahulu untuk melihat perbedaan panjang gelombang foton yang terkandung di dalam spesiemen selama masa transisi dari keadaan tereksitasi ke keadaan energi yang lebih rendah. Dengan mengamati panjang gelombang tersebut, maka komposisi unsur dari spesiemen dapat ditentukan.

Pengamatan Struktur Mikro

Pengujian dilakukan dengan cara memotong sampel dengan ukuran yang sama, kemudian dibingkai dengan resin dan dilakukan pemolesan. Penggerindaan dilakukan dengan kertas amplas dengan kekasaran bertingkat menggunakan kertas ampelas 600, 800, 1000 dan 1500 *mesh* sampai permukaan benda uji mencapai tingkat kekasaran yang relatif sama (Jodi, 2010), sedangkan pemolesan dilakukan dengan pasta alumina. Sampel yang telah mengkilap *dietsa* dengan larutan *etsa* asam nital 2% (Sadino *et al.*, 2014), untuk selanjutnya diamati struktur mikronya dengan mikroskop optik dengan perbesaran 200 kali (Aisyah, 2008). Mikroskop optik



Gambar 1. Bentuk spesiemen pada uji kekerasan *Vickers* dalam satuan mm terdapat dua tempat pengukuran yaitu lima titik pada batang pisau (A) dan lima titik pada mata pisau (B)

yang digunakan Olympus Type BX41M dengan kamera digital Olympus E-330 SLR.

Uji Kekerasan (*Hardness*)

Menurut Asmara (2005), nilai kekerasan *Vickers* (HVN) didefinisikan sama dengan beban dibagi luas penampang jejak piramida dalam N/mm² dan besarnya kurang lebih 3 kali besar tegangan luluh untuk logam-logam yang tidak mengalami pengerasan pengerjaan yang cukup berarti. Standar yang dipakai untuk uji kekerasan *Vickers* menggunakan ASTM E384 A1.4. *Vicker hardness tester* yang digunakan model FM 800. Nilai kekerasan *Vickers* ditentukan dari persamaan berikut:

$$HVN = \frac{2 \cdot P \sin(\theta/2)}{d^2} = \frac{1,854 \cdot P}{d^2} (N/mm^2) \quad (1)$$

dimana P adalah beban (N), d adalah panjang diagonal rata-rata (mm) dan θ adalah sudut indentor piramida intan (136°)

Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan tarik, tegangan luluh dan regangan pada bahan material. Pengujian dilakukan sesuai dengan standar JIS Z 2201. Pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan alat *Servopulser* dengan cara menjepit sampel dengan kuat dan beban diberikan secara kontinyu sampai sampel tersebut putus (Setiawan, 2013). Sifat-sifat mekanis yang diharapkan adalah kekuatan (tegangan) tarik, kekuatan luluh dan regangan. Proses pengujian tarik pada percobaan ini dilakukan pada suhu kamar (Purnomo dan Alfajar, 2006).

Pengujian Keausan

Tujuan dari pengujian keausan adalah untuk mengetahui perbedaan ketahanan aus dari benda uji awal dan setelah mengalami laku panas vanadisasi (Adjiantoro dan Romiyarso, 2005). Pengujian keausan material dilakukan menurut SNI 03-2417-1991 (BSN,1991) dengan indikator berat material untuk melihat waktu keausan mata pisau. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai keausan adalah:

$$\text{Keausan} = \frac{a - b}{b} \times 100 \% \quad (2)$$

dimana a adalah berat material mata pisau semula (gram) dan b adalah berat material mata pisau setelah penggunaan (gram).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia

Hasil pengujian komposisi kimia material PRD-5110, PRD-5130 dan PRD-5179 menggunakan *spectrometer* analisis ditunjukkan pada (Tabel 1). Kandungan komposisi kimia yang ditampilkan merupakan hasil pembacaan seluruh komposisi yang terdapat pada logam.

Berdasarkan hasil pengujian komposisi kimia pada Tabel 1. diketahui bahwa material mata pisau PRD-5130 termasuk dalam golongan 1,0605 C75 yaitu baja dengan karbon sedang. Penggolongan material mata pisau PRD-5130 ke dalam golongan baja karbon sedang dikarenakan material didominasi oleh karbon (C) sebesar 0,77 persen. Baja 1,0605 C75 merupakan kelompok baja yang sangat baik dalam pembuatan alat-alat pertanian dan tergolong dalam baja *hyper-eutectoid* pada diagram fase Fe-C.

Material mata pisau PRD-5179 termasuk dalam golongan 1,5179 X155CrVMo12-1 yaitu baja paduan dengan logam induk *Carbon* (C), *Chrom* (Cr), *Vanadium* (V), dan *Molybdenum* (Mo). Penggolongan tersebut dikarenakan C sebesar 1,59 persen, Cr sebesar 11,93 persen, V sebesar 0,96 persen dan Mo sebesar 0,87 persen. Penggunaan material baja 1,5179 X155CrVMo12-1 dalam industri pertanian sangat baik digunakan sebagai bahan mata pisau pembuatan kertas dan pencacah kayu. Pada diagram fase Fe-C tergolong dalam baja *hyper-eutectoid*.

Material mata pisau PRD-5110 termasuk dalam golongan 1,8159 51CrV8 yang termasuk dalam baja paduan dengan logam induk karbon (C), mangan (Mn), khrom (Cr) dan wolfram (W). Penggolongan ini karena komposisi C sebesar 0,86 persen, Mn sebesar 0,92 persen, Cr sebesar 0,58 persen dan W sebesar 0,45 persen. Penggunaan material baja golongan 1,8159 51CrV8 umumnya untuk mata pisau pembuat kertas dan pencacah plastik. Pada diagram fase Fe-C tergolong dalam baja *hyper-eutectoid*.

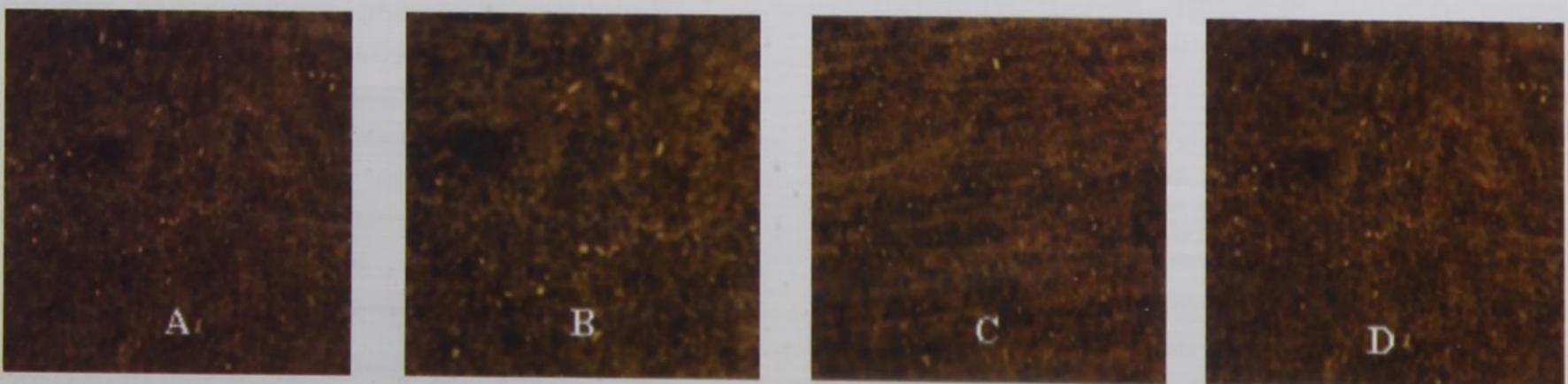
Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengamati struktur mikro logam induk dan benda kerja setelah mengalami variasi pengerasan 50-52 HRC, 48-50 HRC dan 40-45 HRC. Hasil pengamatan struktur mikro untuk material PRD-5110 dengan pembesaran 200 kali (Gambar 2), struktur mikro logam

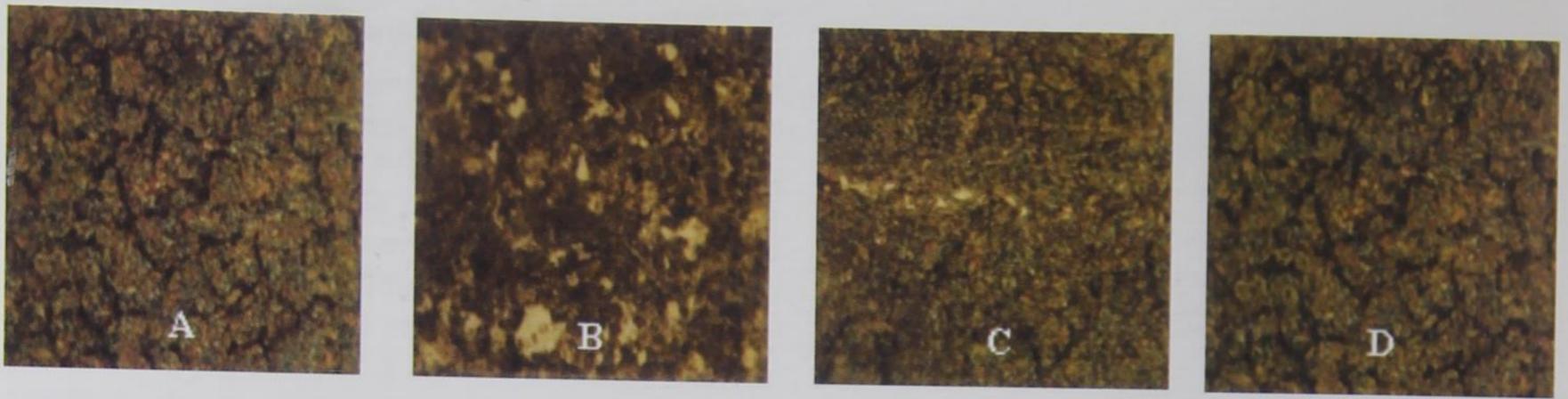
induk dan variasi kekerasan tidak menunjukkan banyak perubahan serta hasil yang didapat material didominasi oleh struktur *bainit* bawah (*lower bainite*). Struktur mikro ini terbentuk dikarenakan pendinginan (*cooling rates*) dilakukan dengan kecepatan sedang sehingga terjadi transformasi struktur *ferit* dan *perlit* menjadi struktur bainit (Herman *et al.*, 2012)

Tabel 1. Hasil uji komposisi kimia (*Spectro Analysis*)

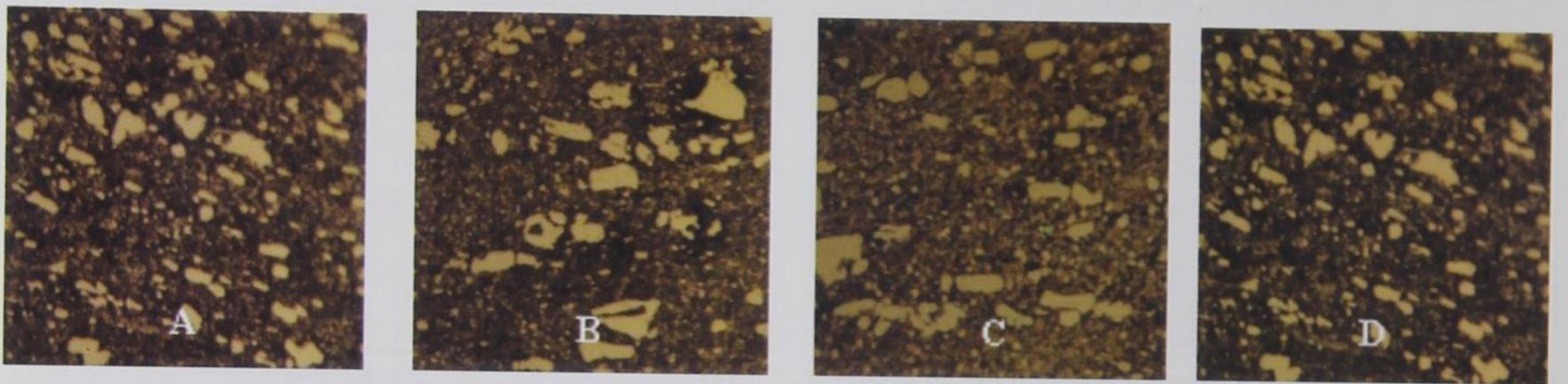
Kandungan Komposisi Kimia (%)	Jenis Material		
	PRD-5130	PRD-5179	PRD-5110
Fe	98,0667	83,0667	96,5000
C	0,7770	1,5933	0,8690
Si	0,2997	0,8387	0,2390
Mn	0,6300	0,3140	0,9250
P	0,0246	0,0142	0,0196
S	0,0150	0,0050	0,0145
Cr	0,0159	11,9333	0,5890
Mo	0,0050	0,8773	0,0403
Ni	0,0349	0,1547	0,1260
Al	0,0249	0,0103	0,0052
Co	0,0033	0,0243	0,0104
Cu	0,0273	0,0501	0,1680
Nb	0,0050	0,0050	0,0050
Ti	0,0050	0,0050	0,0050
V	0,0050	0,9663	0,0000
W	0,0150	0,0355	0,4550
Pb	0,0100	0,0163	0,0108



Gambar 2. Struktur mikro PRD-5110 (A) logam induk (B) kekerasan 50-52 HRC (C) kekerasan 48-50 HRC dan (D) kekerasan 40-45 HRC



Gambar 3. Struktur mikro PRD-5130 (A) logam induk (B) kekerasan 50-52 HRC (C) kekerasan 48-50 HRC dan (D) kekerasan 40-45 HRC



Gambar 4. Struktur mikro PRD-5179 (A) logam induk (B) kekerasan 50-52 HRC (C) kekerasan 48-50 HRC dan (D) kekerasan 40-45 HRC.

Hasil ini menunjukkan material PRD-5110 setelah di *treatment* dengan variasi pengerasan 50-52 HRC, 48-50 HRC, dan 40-45 HRC mengalami perubahan yang sedikit dari sebelum di *treatment*. Indikasi ini menunjukkan penyepuhan dengan media oli berlangsung dengan kecepatan sedang. Sifat logam PRD-5110 berdasarkan pengujian ini menunjukkan tidak memiliki pengaruh/kelemahan terhadap suhu.

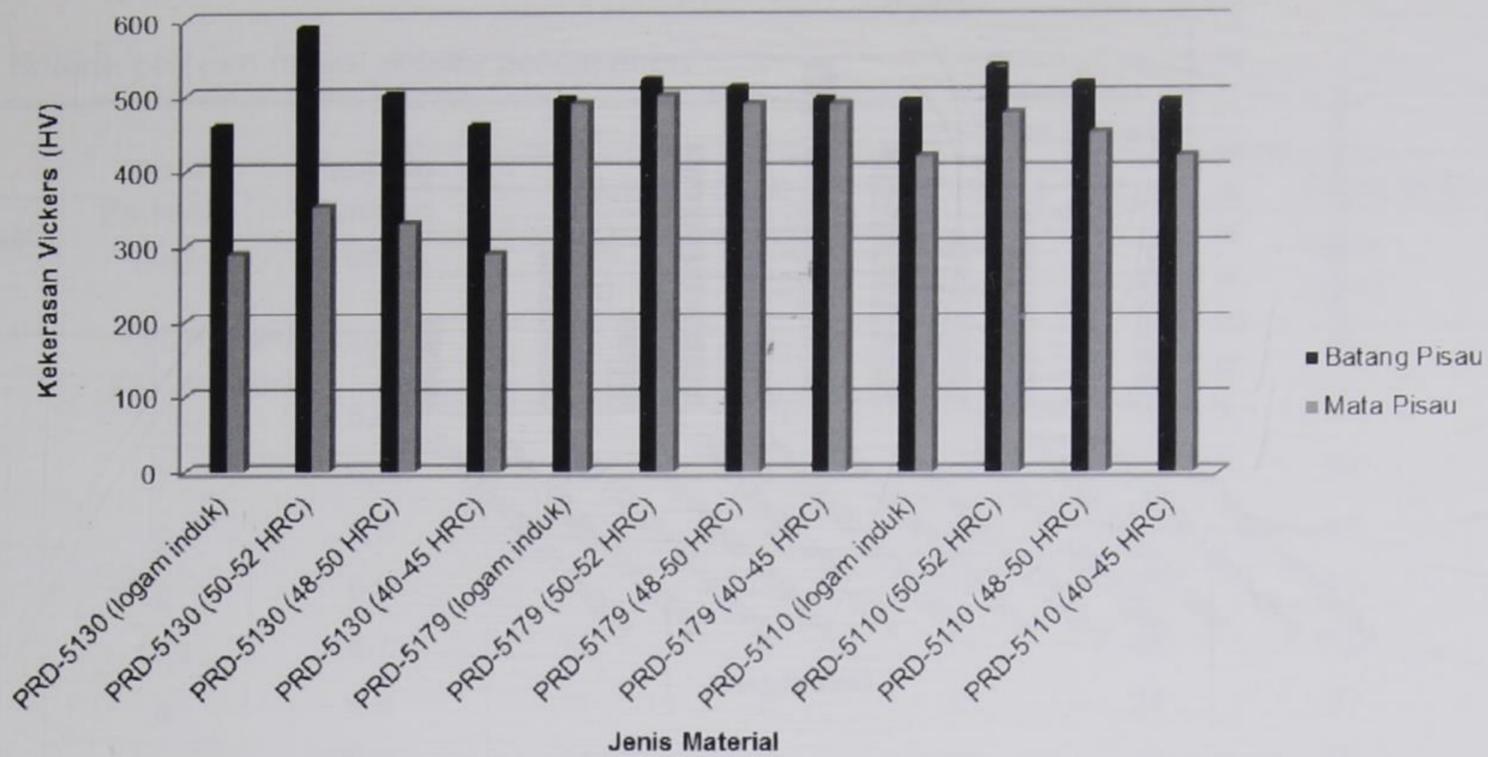
Struktur mikro material PRD-5130 logam induk terdiri dari dua fasa yaitu *perlite* dan *proeutectoid α (ferit proeutektoid)*. *Perlite* yang berwarna gelap dan *proeutectoid α* berwarna terang (Nugroho dan Haryadi, 2005). Pada material PRD-5130 perubahan suhu memiliki pengaruh dengan pembentukan struktur mikro pada setiap variasi kekerasan material yaitu 50-52 HRC, 48-50 HRC dan 40-45 HRC. Struktur mikro pada kekerasan 50-52 HRC terdiri dari *ferit* dan *perlite* kasar (*coarse pearlite*) (Herman *et al.*, 2012). Struktur mikro pada kekerasan 48-50 HRC terdiri dari *ferit* dan *perlite* halus. Struktur mikro pada kekerasan 48-50 HRC *perlite* dan *proeutectoid α (ferit proeutektoid)*.

Struktur mikro material PRD-5179 logam induk dan variasi kekerasan material 50-52 HRC, 48-50 HRC, dan 40-45 HRC memiliki struktur yang sama yaitu didominasi oleh struktur *ferit*. Indikasi ini menunjukkan proses penyepuhan dengan media oli, udara, dan air garam dengan suhu 500-550°C berlangsung dengan sangat cepat dan berdampak material tahan terhadap perubahan suhu. Semakin tinggi kandungan *ferit* pada logam maka mengindikasikan bahwa logam tersebut bertambah keras (Yani *et al.*, 2008).

Kekerasan (*Hardness*)

Pengujian kekerasan menggunakan metode *Vickers* menggunakan beban sebesar 30 kgf selama 30 detik. Pengujian kekerasan dilakukan sebanyak 10 titik yaitu 5 titik pada bagian batang pisau dan 5 titik pada bagian mata pisau yang sudah di *grinding* menggunakan mesin *grinding* otomatis. Spesimen yang digunakan untuk percobaan (Gambar 1) merupakan mata pisau *rotary drum*.

Hasil pengujian kekerasan material PRD-5130, PRD-5179 dan PRD-5110 pada bagian batang pisau



Gambar 5. Histogram pengaruh jenis material mesin perajang terhadap tingkat kekerasan pada bagian batang pisau dan mata pisau yang mengalami *penggrindingan*.

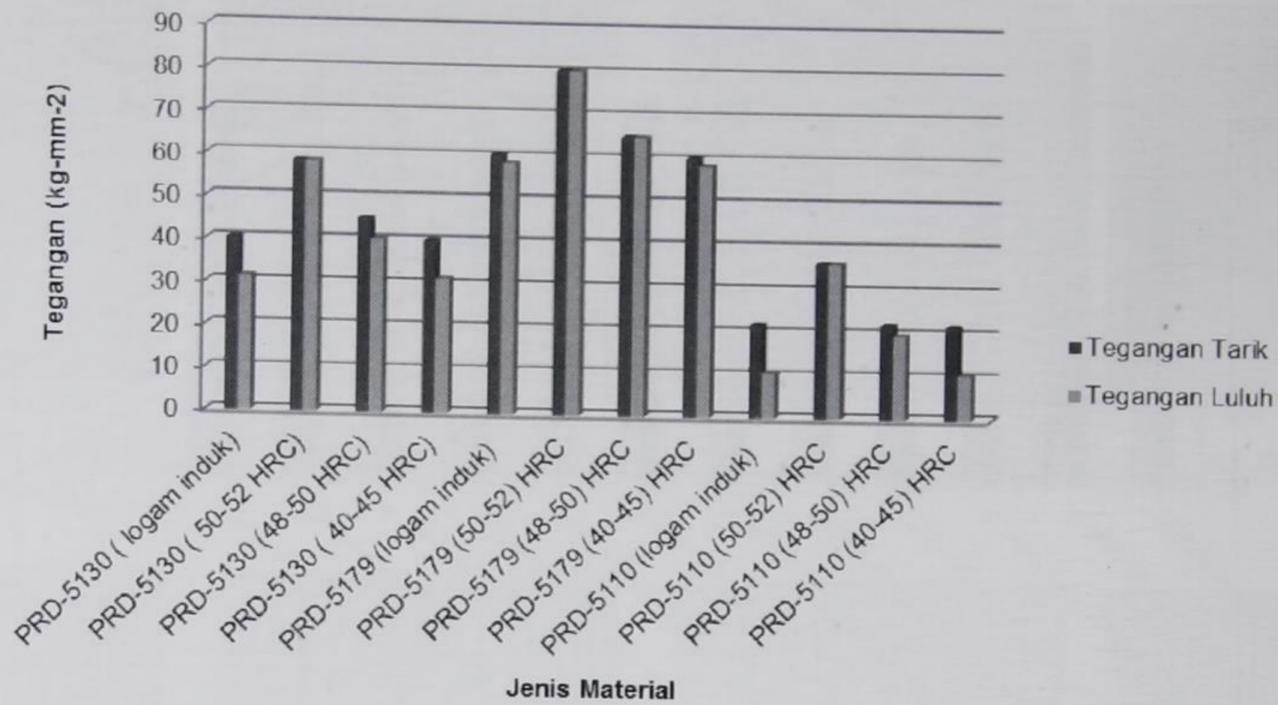
dan mata pisau dapat dilihat pada Gambar 5. Semua spesimen pada setiap jenis material sebelum dilakukan perbandingan pengujian kekerasan pada batang pisau dan mata pisau dilakukan *penggrindingan* sedalam 2 mm untuk mempertajam mata pisau dengan menggunakan mesin *grinding* otomatis.

Kekerasan spesimen material mata pisau PRD-5130 pada logam induk mengalami penurunan 36,9 persen terhadap *penggrindingan*. Pada kekerasan (50-52 HRC) mengalami penurunan 40,1 persen

terhadap *penggrindingan* mata pisau, penurunan terjadi 34,2 persen pada spesimen material mata pisau PRD-5130 pada kekerasan (48-50 HRC) dan penurunan terjadi 36,9 persen pada spesimen material mata pisau PRD-5130 pada kekerasan (40-45 HRC). Spesimen PRD-5179 pada logam induk mengalami penurunan 1,3 persen terhadap *penggrindingan*. Pada kekerasan (50-52 HRC) mengalami penurunan 4 persen terhadap *penggrindingan* mata pisau, penurunan terjadi 4,3 persen pada spesimen material mata pisau PRD-5179 pada kekerasan (48-50 HRC)

Tabel 2. Hasil uji tarik mesin tensile kapasitas 20 Tonforce

Material	Tegangan Tarik	Tegangan Luluh
PRD-5130 (50-52 HRC)	58,44	58,44
PRD-5130 (48-50 HRC)	45,16	40,43
PRD-5130 (40-45 HRC)	40,23	31,51
PRD-5179 (50-52 HRC)	80,43	80,43
PRD-5179 (48-50 HRC)	65,17	65,17
PRD-5179 (40-45 HRC)	60,51	58,73
PRD-5110 (50-52 HRC)	36,39	36,39
PRD-5110 (48-50 HRC)	22,06	19,74
PRD-5110 (40-45 HRC)	21,87	10,73



Gambar 6. Hasil pengujian kekuatan tarik dan kekuatan luluh

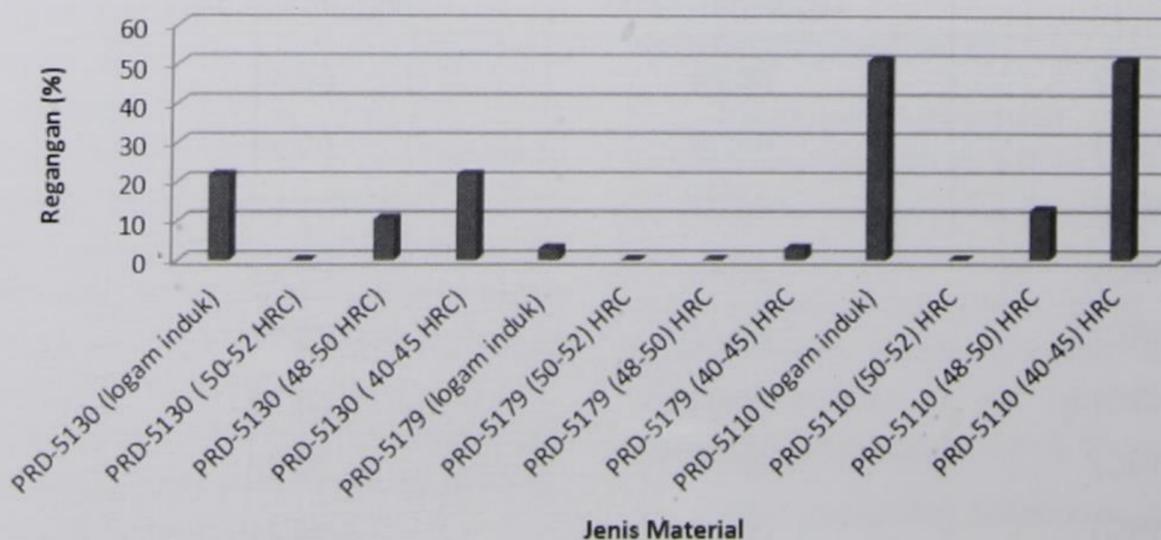
dan penurunan terjadi 1,3 persen pada spesimen material mata pisau PRD-5179 pada kekerasan (40-45 HRC). Spesimen PRD-5110 pada logam induk mengalami penurunan 14,8 persen terhadap penggrindingan. Pada kekerasan (50-52 HRC) mengalami penurunan 11,5 persen terhadap penggrindingan mata pisau, penurunan terjadi 12,6 persen pada spesimen material mata pisau PRD-5110 pada kekerasan (48-50 HRC) dan penurunan terjadi 14,8 persen pada spesimen material mata pisau PRD-5110 pada kekerasan (40-45 HRC)

Penurunan yang besar kekerasan material PRD-5130 dibandingkan material PRD-5179 dan PRD-5110 setelah penggrindingan dapat disimpulkan dikarenakan logam tersebut lemah terhadap suhu

tinggi atau proses *treatment* logam pada pabrik yang hanya keras pada permukaan. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pengaruh penggrindingan mempengaruhi nilai kekerasan logam yang akan digunakan untuk mencacah pelepah kelapa sawit.

Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan menggunakan plat baja dengan menggunakan mesin *tensile* kapasitas 20 *Tonforce* pada temperatur kamar. Tidak terdapatnya perbedaan tegangan tarik dan tegangan luluh pada mata material mata pisau PRD-5130, PRD-5179 dan PRD-5110 menunjukkan bahwa ketiga material bersifat getas (Gambar 6).



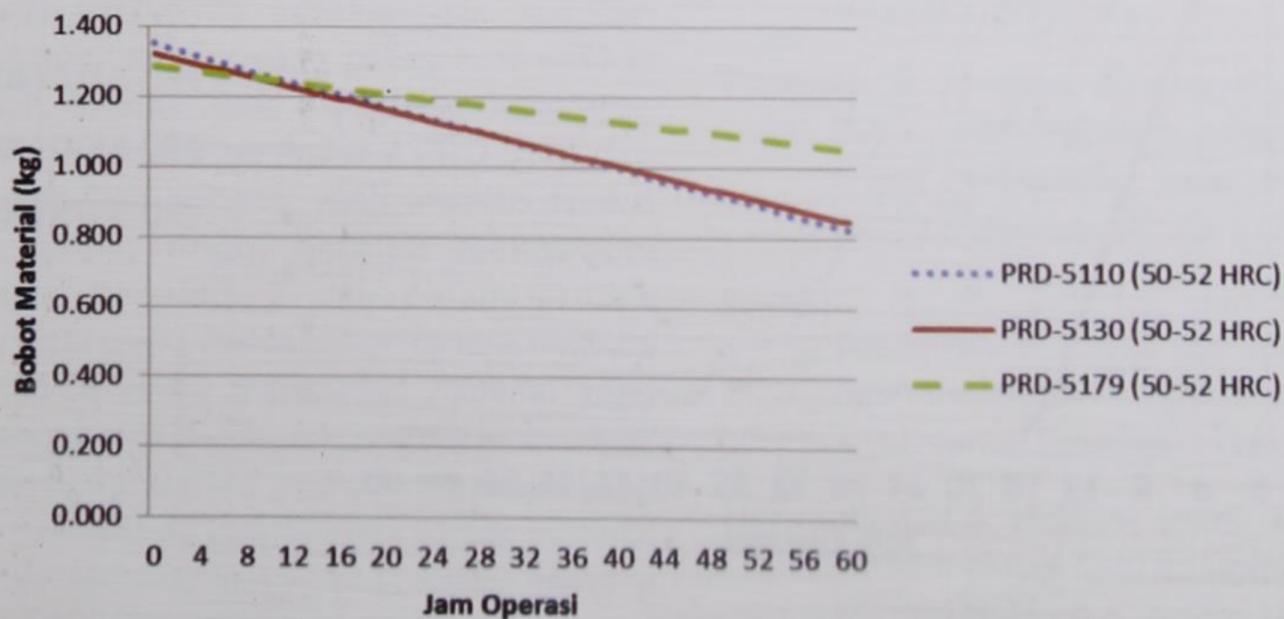
Gambar 7. Hasil pengujian regangan

Tabel 3. Kriteria pelepah dalam proses pencacahan

No. Pelepah	Berat Pelepah (kg)	Panjang Pelepah (m)	Diameter Pelepah					
			Pelepah Pucuk		Pelepah Tengah		Pelepah Bonggol	
			Tebal (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Lebar (mm)
1	8,2	7	10	6	35	38	47	113
2	7,1	6,8	11	7,5	33	35	38	90
3	7	6,7	10	6	35	38	38	95
4	9	6,5	10	6	35	31	48	116
5	8	6,9	11	7	37	43	41	110
6	11,4	6,7	11	6	41	48	55	118
7	8	6,9	11	6	32	34	40	112
8	9	6,8	11	6	36	38	45	113
9	9	7,1	11	7	38	34	43	113
10	8	7	10	6	35	32	48	105
Rata-Rata	8,5	6,8	10,6	6,4	35,7	37,1	44,3	108,5

Tingginya tegangan tarik dan tegangan luluh pada material PRD-5110 diduga dipengaruhi oleh besarnya kandungan mangan (Mn) sebesar 0,925 persen yang mampu meningkatkan kekuatan tarik suatu logam. Fungsi dari unsur Mn adalah dapat mengikat karbon (C) membentuk karbida mangan (Mn_3C) yang dapat menaikkan kekuatan, ketangguhan baja dan meningkatkan kekerasan.

Unsur lain yang mampu untuk meningkatkan kekuatan baja adalah silika (Si). Material PRD-5179 merupakan logam dengan kandungan silika sebesar 0,8387 persen. Kandungan unsur silika pada logam berfungsi untuk pembentukan *ferit* yang sangat kuat dan juga untuk menguatkan baja. Perbandingan pengaruh tingginya nilai tegangan tarik terhadap tegangan tarik dan tegangan luluh terhadap kandungan mangan (Mn) lebih besar 59,86 persen dari kandungan silika (Si).



Gambar 8. Karakteristik keausan material pada kekerasan 50-52 HRC