

KAJIAN PENGARUH VARIASI *TEMPERATURE* PEMANASAN, *HOLDING TIME* DAN *AGREGAD MEDIA* KARBON TEMPURUNG KELAPA PADA PROSES *PACK CARBURIZING* MATA CANGKUL

Ahlul Azli¹, Azwar^{2*}, Marzuki²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata

*Penulis Korespondensi: azwartm@pnl.ac.id

Abstrak

Carburizing adalah proses pengerasan lapisan permukaan baja dengan cara mendifusikan karbon pada penelitian ini Mata cangkul merek Corocodille kualitas rendah dan kualitas premium dengan temperatur pemanasan 850 dan 950°C, holding time 60 menit, 90 menit dan 120 menit, media pendinging : air mineral dan ukuran agregad karbon tempurung kelapa 100 mesh dan 150 mesh pada pengujian kekerasan mikro vickers. Dari hasil uji kekerasan, nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada temperatur 850°C dengan holding time 90 menit pada ukuran karbon 100 mesh, hal ini dipengaruhi oleh difusi karbon kedalam material pada temperatur 850°C dengan holding time 90 menit tersebut. Dari hasil uji kekerasan, nilai kekerasan pada mata cangkul kualitas rendah dengan menggunakan karbon 100 mesh paling baik pada holding time 90 menit dengan temperatur 850°C sedangkan pada karbon 150 mesh paling baik pada holding time 60 menit. Dari hasil uji kekerasan, semakin besar ukuran karbon maka semakin rendah nilai kekerasan. Dari hasil uji kekerasan, waktu holding time tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan, dimana semakin tinggi waktu holding time maka semakin rendah nilai kekerasan yang diperoleh.

Keywords: Carburizing, mikro vickers dan holding time

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Peningkatan dalam industri pertanian dan konstruksi telah mendorong permintaan akan alat-alat pertanian yang kuat dan tahan lama, seperti mata cangkul. Mata cangkul merupakan komponen kritis dalam implementasi pertanian tradisional maupun modern. Kekuatan dan daya tahan mata cangkul sangat penting untuk memastikan efisiensi dan produktivitas dalam proses pertanian [1].

Dalam konteks ini, teknik pack carburizing telah dikenal sebagai salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan sifat-sifat mekanis baja, termasuk kekerasan dan ketahanan aus. Proses ini melibatkan difusi karbon ke permukaan baja pada suhu tinggi, yang kemudian membentuk lapisan karburasi yang kuat dan tahan aus. Meskipun pack carburizing telah menjadi teknik umum dalam meningkatkan sifat-sifat mekanis baja, optimasi parameter-proses tertentu masih merupakan subjek penelitian yang berkelanjutan.

Salah satu faktor kunci dalam proses pack carburizing adalah variasi suhu pemanasan, waktu penahanan, dan jenis media karbon yang digunakan

sebagai sumber karbon [2]. Suhu pemanasan adalah faktor kunci dalam proses pack carburizing. Variasi suhu dapat memiliki dampak signifikan pada tingkat difusi karbon ke dalam permukaan baja. Dengan mengkaji berbagai suhu pemanasan, penelitian dapat mengidentifikasi suhu optimal yang menghasilkan lapisan karburasi dengan kekerasan dan ketahanan aus yang maksimal pada mata cangkul.

Waktu penahanan merujuk pada durasi di mana baja dipanaskan pada suhu tertentu sebelum proses pendinginan dimulai. Waktu penahanan yang tepat sangat penting untuk memastikan penetrasi karbon yang merata ke dalam struktur baja. Variasi holding time akan memungkinkan penelitian untuk menentukan durasi yang optimal untuk mencapai hasil yang diinginkan. Media karbon yang digunakan dalam proses pack carburizing memainkan peran penting dalam menentukan kualitas lapisan karburasi [3], [4].

Tempurung kelapa adalah salah satu jenis media karbon yang umum digunakan karena ketersediaannya yang melimpah dan biaya yang relatif rendah [5]. Namun, efek dari penggunaan

tempurung kelapa sebagai media karbon terhadap karakteristik lapisan karburasi perlu dipelajari lebih lanjut. Selain itu, proses pack carburizing pada mata cangkul Crocodile bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan alat tersebut. Mata cangkul adalah komponen kritis dalam kegiatan pertanian dan konstruksi, dan permintaan akan alat-alat yang kuat dan tahan lama terus meningkat seiring dengan perkembangan industri pertanian dan konstruksi.

Dengan melakukan pack carburizing pada mata cangkul Crocodile, diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanisnya, termasuk kekerasan dan ketahanan aus. Hal ini akan mengoptimalkan efisiensi dan produktivitas dalam proses pertanian, serta memperpanjang umur pakai mata cangkul, yang pada akhirnya akan menghemat biaya dan meningkatkan kinerja alat di lapangan.

Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh variasi temperatur pemanasan, waktu penahanan, dan agregat media karbon tempurung kelapa terhadap pembentukan lapisan karburasi yang optimal pada mata cangkul, dengan harapan dapat memberikan wawasan yang berharga bagi industri pertanian dan konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh temperatur pemanasan 850°C terhadap variasi waktu penahanan (60 menit, 90 menit, dan 120 menit), dan ukuran agregat media karbon tempurung kelapa (mesh 100 dan mesh 150) pada mata cangkul merek corcodile dengan kualitas premium terhadap hasil uji kekerasan?
2. Bagaimana pengaruh temperatur pemanasan 950°C terhadap variasi waktu penahanan (60 menit, 90 menit, dan 120 menit), dan ukuran agregat media karbon tempurung kelapa (mesh 100 dan mesh 150) pada mata cangkul merek corcodile dengan kualitas rendah terhadap hasil pengujian kekerasan?

1.3 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penulisan skripsi ini antara lain :

1. Meningkatkan kekerasan kulit mata cangkul kualitas rendah melalui proses *pack carburizing*.

2. Mempelajari pengaruh *temperature* pemanasan dan *holding time* terhadap peningkatan kekerasan kulit mata cangkul.
3. Mempelajari pengaruh ukuran *agregad* karbon tempurung kelapa terhadap peningkatan kekerasan kulit mata cangkul.
4. Mengevaluasi kedalaman difusi karbon permukaan mata cangkul melalui proses metallograpy dan foto makro.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, penulis perlu membuat batasan-batasan masalah untuk menghindari pembahasan yang tidak perlu. Adapun pokok masalah pembahas yang akan dibahas dalam “kajian pengaruh variasi *temperature* pemanasan, *holding time* dan *agregard* media karbon tempurung kelapa pada proses *pack carburizing* mata cangkul” yaitu:

1. Penelitian dilakukan secara eksperimental.
2. Mata cangkul merek Corcodile kualitas rendah dan kualitas premium.
3. Temperatur pemanasan : 850 dan 950.
4. Holding time : 60 menit, 90 menit dan 120 menit.
5. Media pendinging : air mineral.
6. Ukuran agregat karbon tempurung kelapa : 100 mesh dan 150 mesh.
7. Pengujian kekerasan mikro *vickers*.

2 Metoda Penelitian

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan lebih kurang selama 16 minggu. Adapun tempat dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan *carburizing* dilakukan di Laboratorium Uji Material Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
2. Pengujian kekerasan di Laboratorium Uji Material dan Karakteristik Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

2.2. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Alat yang digunakan

No	Nama alat	Jumlah	Keterangan
1	Gerinda tangan	1	Set
2	Alat ukur (jangka sorong)	1	Buah
3	Perlengkapan keselamatan kerja	1	Set
4	Gergaji besi	1	Buah

	<i>hacksaw</i>		
5	Dapur pemanas	1	Buah
6	Kertas gosok	1	Buah
7	Mesin uji kekerasan	1	Set
8	Baskom	3	Buah
9	Kotak carburizing	2	Buah
10	Blender	1	Set
11	Ayakan 100 mesh dan 150 mesh	1	Buah

2.3 Bahan dan Spesimen

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mata cangkul cap crocodile yang kualitas premium dan rendah, sebagaimana dapat lihat pada Gambar 1



(a) (b)

Gambar 1 Mata cangkul cap crocodile (a) kualitas premium (b) rendah

Untuk dapat dilakukan proses *pack carburizing* pada mata cangkul cap crocodile yang kualitas premium dan rendah terlebih dahulu mata cangkul tersebut di potong dengan ukuran 2cm x 2cm sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Ukuran mata cangkul yang akan dipotong

2.4 Proses Pack Carburizing

Adapun proses *pack carburizing* yang dilakukan adalah sebagai berikut:

2.4.1 Media Karbon

Media karbon yang digunakan pada proses *pack carburizing* untuk mata cangkul cap crocodile

yang kualitas premium dan rendah yaitu arang tempurung kelapa yang telah ditumbuk hingga menjadi halus dengan ukuran 100 mesh dan 150 mesh, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Arang tempurung kelapa (a) 100 mesh dan (b) 150 mesh

2.4.2 Langkah-Langkah Pack Carburizing

Adapun tahapan proses *pack carburizing* pada mata cangkul cap crocodile yang kualitas premium dan rendah adalah sebagai berikut:

1. Spesimen yang telah dipotong sebanyak 1 buah baik mata cangkul cap crocodile yang kualitas premium dan rendah serta menyediakan media arang tempurung kelapa untuk di isi ke dalam kotak *carburizing*. Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4 Persiapan spesimen *pack carburizing*

2. Memasukkan arang tempurung kelapa ke dalam kotak *carburizing* sampai berada di tengah-tengah kotak kemudian dimasukkan masing-masing 1 spesimen untuk mata cangkul cap crocodile yang kualitas premium dan rendah serta ditutup lagi dengan arang tersebut. Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Pengisian arang kedalam *pack carburizing*

3. Kemudian kotak tersebut dimasukkan ke dalam dapur pemanasan dengan temperatur 850°C, *holding time* 1 jam (60 menit) dengan ukuran

agregad karbon arang 100mesh, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6 Pemanasan dengan temperatur 850°C

4. Setelah perlakuan tersebut di atas dilakukan maka kotak dikeluarkan dari dapur pemanas, kemudian kotak di buka dan spesimen dikeluarkan dari dalam kotak untuk dilakukan proses *quenching* dengan air mineral.
5. Spesimen dibersihkan. Spesimen yang telah melalui proses *pack carburizing*, selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan.
6. Untuk temperatur, *holding time* dan ukuran *agregad* karbon tempurung kelapa yang lain dapat dicoba dengan langkah dari 1 sampai dengan 5.

2.5 Proses Pengujian Kekerasan

1. Memilih atau mengambil spesimen

Ada tiga cara dalam memilih dan mengambil spesimen dari sifat dan tujuan penyelidikan yaitu kontrol kualitas, analisa kerusakan, dan keperluan penelitian.

2. Mounting

Dilakukan untuk benda uji yang kecil dan tipis sehingga memudahkan pemegang benda uji. Proses Mounting biasanya menggunakan resin. Adapun langkah-langkah mounting adalah sebagai berikut:

1. Memotong pipa paralon.
2. Masukkan spesimen kedalam pipa paralon
3. Menuangkan resin kedalam pipa paralon yang sudah diisi spesimen
4. Setelah resin mengeras spesimen dikeluarkan dari pipa paralon

3. Pengamplasan

Pengamplasan dilakukan pada permukaan yang hendak diamati. Dimulai dari amplas yang paling kasar (240 cW, 320 cW, 400 cW, 600 cW, dan 800 cW) sampai amplas paling halus (1000 cW dan 1200 cW) dengan posisi tegak lurus sekitar 90° terhadap benda uji.

4. Polishing

Dilakukan untuk menghilangkan goresan-goresan yang masih ada bekas pengamplasan yang halus. Pemolesan dilakukan dengan bahan poles seperti autosol, dan aluminium oksida. Tujuan polishing yaitu untuk mendapatkan permukaan spesimen yang memenuhi syarat untuk diperiksa dibawah mikroskop.

5. Etsa

Dilakukan untuk mengikis daerah batas butir sehingga struktur bahan dapat diamati dengan jelas dengan menggunakan mikroskop optic. Pada dasarnya ada perubahan atau perkembangan struktur mikro yang terjadi selama proses etsa, dikarenakan ada perbedaan warna akibat distribusi struktur mikro dan jenis kekerasan yang berbeda.

6. Proses pencucian

Proses pencucian benda uji dilakukan setelah proses pengamplasan, polising, dan etsa. Proses pencucian paling bersih menggunakan alcohol kemudian dikeringkan. Selain alcohol dpat juga menggunakan air bersih dan aquades untuk mencuci benda uji.

2.5.1 Metode Pengujian Kekerasan

Adapun pengujian yang dilakukan untuk mata cangkul cap crocodile yang kualitas premium dan rendah setelah terjadinya proses *pack carburizing* dan *quenching*. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode *vickers/micro hardness*, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7 Proses uji kekerasan

Adapun langkah-langkah untuk melakukan uji kekerasan dengan metode *vickers/micro hardness* adalah sebagai berikut:

1. Mengukur dimensi spesimen uji yaitu lebar, tebal dan panjang.
2. Menghitung diameter (d1 dan d2).
3. Meletakkan spesimen uji pada dudukan alat uji.
4. Mengoperasikan alat uji micro hardness vickers.

5. Melakukan analisis dan perhitungan dari tapak jejak sehingga mendapatkan angka kekerasan mikro dari material atau specimen yg di uji
6. Lakukan pengukuran kedua diagonal jejak (lekukan) hasil penekanan indentor.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan pada tanggal 17 Agustus 2024 di Laboratorium Uji Material dan Karakterisasi Politeknik Negeri Lhokseumawe yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada mata cangkul *corcodile* kualitas premium dan rendah setelah mengalami proses *heat treatment*. Adapun data hasil pengujian kekerasan, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2 Data hasil uji kekerasan pada temperatur 850°C

Bahan Uji	METODE UJI	Rerata
Materials	Test Methode	Average
Raw material mata cangkul premium	HV	756,93
	HRC	62,40
Raw material mata cangkul kualitas rendah	HV	177,20
	HRC	6,58
Mata cangkul kualitas rendah (850 C, 100 mesh, 60 menit)	HV	530,38
	HRC	51,15
Mata cangkul kualitas rendah (850 C, 100 mesh, 90 menit)	HV	752,38
	HRC	61,48
Mata cangkul kualitas rendah (850 C, 100 mesh, 120menit)	HV	356,50
	HRC	35,25
Mata cangkul kualitas rendah (850 C, 150 mesh, 60 menit)	HV	630,53
	HRC	56,70
Mata cangkul kualitas rendah (850 C, 150 mesh, 90 menit)	HV	216,65
	HRC	44,70
Mata cangkul kualitas rendah (850 C, 150 mesh, 120menit)	HV	445,73
	HRC	45,00

Adapun data nilai kekerasan pada mata cangkul *corcodile* rendah setelah mengalami proses *heat treatment* untuk temperatur 950°C, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.2

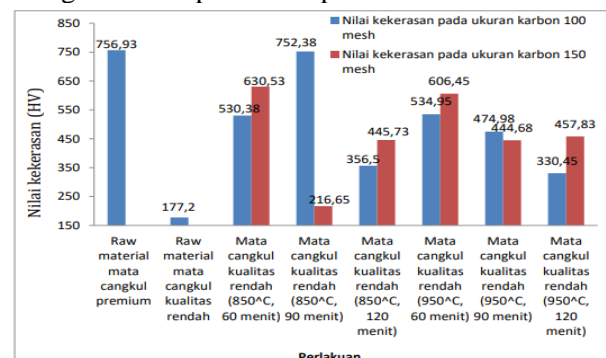
Tabel 3 Data hasil uji kekerasan pada temperatur 950°C

Bahan Uji	METODE UJI	Rerata
Materials	Test Methode	Average
Raw material mata cangkul premium	HV	756,93
	HRC	62,40
Raw material mata cangkul kualitas rendah	HV	177,20
	HRC	6,58
Mata cangkul kualitas rendah (950 C, 100 mesh, 60 menit)	HV	534,95
	HRC	51,43
Mata cangkul kualitas rendah (950 C, 100 mesh, 90 menit)	HV	474,98
	HRC	47,28
Mata cangkul kualitas rendah (950 C, 100 mesh, 120 menit)	HV	330,45
	HRC	33,33
Mata cangkul kualitas rendah (950 C, 150 mesh, 60 menit)	HV	606,45
	HRC	55,20
Mata cangkul kualitas rendah (950 C, 150 mesh, 90 menit)	HV	444,68
	HRC	44,85
Mata cangkul kualitas rendah (950 C, 150 mesh, 120 menit)	HV	457,83
	HRC	45,85

3.2 Pembahasan

3.2.1 Analisa Hasil Uji Kekerasan Terhadap Variasi Temperatur dan Holding Time

Dari tabel 2 dan 3 dapat dilihat bahwa hasil uji kekerasan pada mata cangkul *corcodile* memiliki nilai rata-rata kekerasan yang berbeda pada setiap variasi temperatur dan waktu *holding time* setelah mengalami proses *heat treatment*. adapun nilai rata-rata kekerasan *micro hardness* yang diperoleh sebagaimana dapat dilihat pada Grafik berikut:

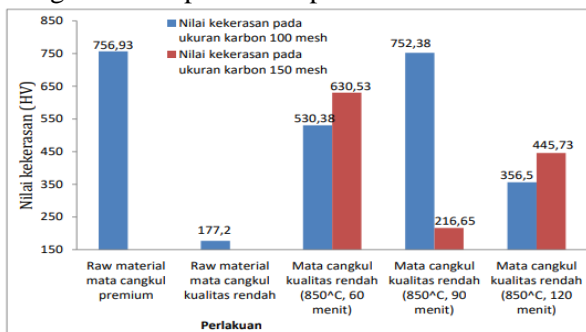


Gambar 8 Nilai kekerasan terhadap variasi ukuran karbon dan temperatur

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada temperatur 850°C dengan *holding time* 90 menit pada ukuran karbon 100 mesh, hal ini dipengaruhi oleh difusi karbon kedalam material pada temperatur 850°C dengan *holding time* 90 menit tersebut.

3.2.2 Analisa Hasil Uji Kekerasan Terhadap Variasi Ukuran Karbon Tempurung Kelapa dan Waktu *Holding Time* Pada Temperatur 850°C.

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil uji kekerasan pada mata cangkul *corocodille* memiliki nilai rata-rata kekerasan yang berbeda pada setiap variasi karbon tempurung kelapa dan waktu *holding time* setelah mengalami proses *heat treatment* untuk temperatur 850°C. adapun nilai rata-rata kekerasan *micro hardness* yang diperoleh sebagaimana dapat dilihat pada Grafik berikut:



Gambar 9 Nilai kekerasan terhadap variasi ukuran karbon dan waktu *holding time*

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada setiap variasi ukuran karbon tempurung kelapa waktu *holding time* sangat bervariasi. Untuk ukuran karbon 100 mesh nilai kekerasan pada mata cangkul kualitas rendah mengalami penurunan pada *holding time* 120 menit, sedangkan pada karbon tempurung kelapa 150 mesh mengalami penurunan pada *holding time* 90 menit.

Kenaikan nilai kekerasan pada *holding time* 60 dan 90 menit dengan karbon 100 mesh, sedangkan pada 150 mesh mengalami kenaikan pada 60 menit, dipengaruhi oleh difusi karbon tempurung kelapa pada permukaan mata cangkul kualitas dengan baik sehingga dapat meningkatkan nilai kekerasan mata cangkul kualitas rendah.

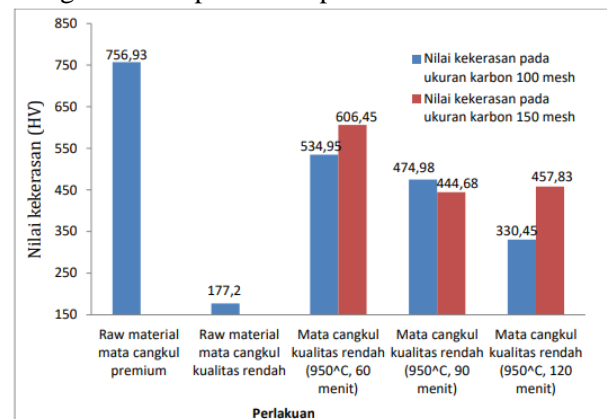
Akan tetapi, pada karbon ukuran 100 mesh dengan *holding time* 120 menit serta pada karbon

ukuran 150 mesh dengan *holding time* 90 dan 120 menit mengalami penurunan nilai kekerasan dari waktu *holding time* sebelumnya, hal tersebut dipengaruhi oleh di proses *carburizing* dimana semakin lama *holding time* pada proses *pack carburizing* akan menyebabkan unsur karbon berdifusi ke dalam spesimen sehingga dapat menyebabkan nilai kekerasan permukaan spesimen menjadi rendah karena pengaruh *holding time* yang lama.

Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa untuk meningkatkan nilai kekerasan pada mata cangkul kualitas rendah dengan menggunakan karbon 100 mesh paling baik pada *holding time* 90 menit dengan temperatur 850°C sedangkan pada karbon 150 mesh paling baik pada *holding time* 60 menit.

3.2.3 Analisa Hasil Uji Kekerasan Terhadap Variasi Ukuran Karbon Tempurung Kelapa dan Waktu *Holding Time* Pada Temperatur 950°C.

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil uji kekerasan pada mata cangkul *corocodille* memiliki nilai rata-rata kekerasan yang berbeda pada setiap variasi karbon tempurung kelapa dan waktu *holding time* setelah mengalami proses *heat treatment* untuk temperatur 950°C. adapun nilai rata-rata kekerasan *micro hardness* yang diperoleh sebagaimana dapat dilihat pada Grafik berikut:



Gambar 10 Nilai kekerasan terhadap variasi karbon dan waktu *holding time*

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada setiap variasi ukuran karbon tempurung kelapa waktu *holding time* sangat bervariasi. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada ukuran karbon 150 mesh dengan *holding time* 60 menit, hal ini dipengaruhi oleh temperatur 950°C yang memberikan kesempatan terjadinya difusi

oleh karbon agar mampu membentuk mikro struktur pearlit menjadi mikro strukturaustenite dan saat dilakukan *quenching* dengan menggunakan air bertransformasi membentuk struktur mikro martensit akibat pendinginan yang cepat.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan kajian pengaruh variasi *temperature* pemanasan, *holding time* dan *agregad* media karbon tempurung kelapa pada proses *pack carburizing* mata cangkul adalah sebagai berikut :

Dari hasil uji kekerasan, nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada temperatur 850°C dengan *holding time* 90 menit pada ukuran karbon 100 mesh, hal ini dipengaruhi oleh difusi karbon kedalam material pada temperatur 850°C dengan *holding time* 90 menit tersebut.

Dari hasil uji kekerasan, nilai kekerasan pada mata cangkul kualitas rendah dengan menggunakan karbon 100 mesh paling baik pada *holding time* 90 menit dengan temperatur 850°C sedangkan pada karbon 150 mesh paling baik pada *holding time* 60 menit.

Dari hasil uji kekerasan, semakin besar ukuran karbon maka semakin rendah nilai kekerasan.

Dari hasil uji kekerasan, waktu *holding time* tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan, dimana semakin tinggi waktu *holding time* maka semakin rendah nilai kekerasan yang diperoleh.

DaftarPustaka

- [1] Sofyan, B. T. Pengantar material teknik., 2021.
- [2] Enns, J. B., & Gillham, J. K. Time–temperature–transformation (TTT) cure diagram: Modeling the cure behavior of thermosets. *Journal of applied polymer science*, 28(8), 2567-2591. 1983.
- [3] Anrinal, H. Metalurgi Fisik. *Padang: Andi*. 2013
- [4] M. I. Fahreza, F. Fakhriza, and H. Hamdani, “Analisa pengaruh waktu penahanan terhadap nilai kekerasan baja AISI 1050 dengan metode pack carburizing,” *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 52–56, 2017.
- [5] Lempang, M. Pembuatan dan kegunaan arang aktif. *Buletin Eboni*, 11(2), 65-80. 2014.