

Komposisi Arang Cangkang Kemiri dan Natrium Karbonat Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Baja *Mild Steel*

Yushario Aqmal Kurniawan¹, Agung Supriyanto²

Program Studi S1 Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta^{1,2}

*Email Korespodensi: yushario422@gmail.com

Sejarah Artikel:

Diterima	14-09-2025
Disetujui	24-09-2025
Diterbitkan	26-09-2025

ABSTRACT

Mild steel is a carbon iron material that has a carbon content of no more than 2% and does not contain other mixed materials. Mild steel has different grades determined by differences in carbon levels. This material has the characteristic of not being easily broken. Mild steel is also known as low-carbon steel. The purpose of this study is to identify the results of experiments on the chemical components of the bracket panel, identify the effect of immersion time on the hardness of the layer and the wear resistance of the bracket panel elements. In this study the author observed the impact of various masses in the carburizing stage on the thickness of the oxide surface and the hardness of the Mild steel layer with a furnace process with a temperature of 930°C with a holding time of 4 hours. Based on the results of the study, it shows that in the chemical composition test, the chemical components of the main elements. Wear Test with the results of the value after conducting a Wear Test on mild steel material, the results of the wear test have an average wear value of 0.000189499 mm³/kg.m, on a 30% carbon specimen with a b0 (mm) value of 1.0782 then 40% carbon an average of 0.000086258, with a value of 0.8294, at 50% carbon has a bo value (mm) of 1.2958 at 60% carbon with a value of 0.9060 so that Specific Wear (Ws) (mm³/kg.m) occurs 0.000112433. Vickers Hardness Test This test is carried out by etching, desmuting (erosion) the carburizing process with the carburizing process and the Candlenut Shell Charcoal Composition experienced a 30% increase or 197.83 VHN, the carburizing process with the carburizing process and a 4-hour holding time experienced a 40% increase or 260.3 VHN, and the carburizing process with the carburizing process and a 4-hour holding time experienced a 50% increase or 250.8 VHN. In the carburizing process with the carburizing process and a 4-hour holding time experienced a 60% increase or 226.76 VHN. So the average surface hardness value between the carburizing process with a high percentage value in the 40% composition.

Keywords: *Carburizing, Candlenut Shell Charcoal, Sodium Carbonate*

ABSTRAK

Mild steel adalah material besi karbon yang memiliki kandungan karbon tidak lebih dari 2% dan tidak mengandung bahan campuran lainnya. Mild steel memiliki grade yang berbeda yang ditentukan oleh perbedaan tingkat karbonnya. Material ini memiliki karakteristik tidak mudah patah. Mild steel juga dikenal sebagai low-carbon-steel. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengidentifikasi hasil setelah pack carburizing dengan arang cangkang kemiri, mengidentifikasi pengaruh komposisi terhadap keras lapisan serta daya tahan aus pada elemen baja Mild Steel. Pada penelitian ini penulis mengamati dampak ragam masa dalam tahap pack carburizing terhadap tebalnya permukaan oksida serta kerasnya lapisan Mild steel dengan

proses furnes dengan suhu 930°C dengan waktu holding time 4jam. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada uji kekerasan, komponen carbon arang. Uji Keausan dengan hasil nilai setelah melakukan Uji Keausan terhadap material Baja mild steel maka didapat hasil pengujian keausan memiliki nilai keausan rata-rata sebesar 0,000189499 mm³/kg.m, pada spesimen carbon 30% dengan Nilai b₀ (mm) 1,0782 kemudian carbon 40% rata-rata sebesar 0,000086258, dengan tampak nilai 0,8294, pada carbon 50% memiliki angka nilai b₀ (mm) 1,2958 pada 60% carbon dengan nilai 0,9060 sehingga Keausan Spesifik (Ws) (mm³/kg.m) terjadi 0,000112433. Uji Kekerasan Vickers Pengujian ini dilakukan dengan etching, desmuting (pengikisan) proses carburizing dengan proses carburizing dan Komposisi Arang Cangkang Kemiri mengalami kenaikan 30% atau sebesar 197,83 VHN, proses carburizing dengan proses carburizing dan holding time 4 jam mengalami kenaikan 40% atau sebesar 260,3 VHN, dan proses carburizing dengan proses carburizing dan holding time 4 jam mengalami kenaikan 50% atau sebesar 250,8 VHN. Pada proses carburizing dengan proses carburizing dan holding time 4 jam mengalami kenaikan 60% atau sebesar 226,76 VHN. Jadi nilai kekerasan rata-rata permukaan antara proses carburizing dengan nilai persentasi tinggi di komposisi 40 %.

Kata kunci: Carburizing, Arang Cangkang Kemiri, Natrium Karbonat

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Yushario Aqmal Kurniawan, & Agung Supriyanto. (2025). Komposisi Arang Cangkang Kemiri dan Natrium Karbonat Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Baja Mild Steel. Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 1(5b), 4040-4050. <https://doi.org/10.63822/nh9bcj35>

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi industri manufaktur saat ini, kebutuhan akan material teknik dengan sifat mekanik unggul, khususnya baja, terus meningkat secara signifikan. Baja mild steel yang dikenal dengan kandungan karbon rendah ($<0,25\%$) banyak digunakan dalam komponen struktural dan otomotif karena sifat keuletannya yang tinggi dan kemudahan pembentukan. Namun, kekurangannya dalam hal kekerasan dan ketahanan aus menjadi hambatan utama untuk aplikasi komponen yang mengalami beban gesek dan kejutan tinggi (Li et al., 2021). Untuk meningkatkan performa permukaan material, berbagai teknik rekayasa permukaan seperti nitriding, hardfacing, dan carburizing telah digunakan. Di antara metode tersebut, carburizing merupakan metode yang cukup umum karena prosesnya relatif sederhana dan ekonomis, serta efektif dalam meningkatkan kekerasan permukaan melalui difusi atom karbon ke dalam substrat baja pada suhu tinggi (Zhou et al., 2021).

Proses carburizing konvensional masih bergantung pada material karbon komersial seperti karbon industri atau gas hidrokarbon, yang memiliki keterbatasan dalam ketersediaan dan berdampak lingkungan. Oleh karena itu, penelitian terbaru banyak mengarah pada pemanfaatan biomassa sebagai sumber karbon alternatif, termasuk bahan limbah pertanian yang memiliki kandungan karbon tinggi (Martins et al., 2024). Salah satu pendekatan yang sedang dikembangkan adalah penggunaan arang dari limbah kulit kacang kemiri, yang merupakan biomassa lokal yang melimpah, murah, dan belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Kulit kacang kemiri diketahui memiliki komposisi karbon tetap yang tinggi dan potensi sebagai agen karbonisasi dalam proses pack carburizing (Okonkwo et al., 2023).

Selain bahan baku utama arang, diperlukan pula aktivator kimia seperti natrium karbonat (Na_2CO_3) dalam jumlah tertentu untuk mempercepat reaksi karbonisasi dan meningkatkan efisiensi transfer karbon ke permukaan baja. Aktivator ini membantu menurunkan energi aktivasi difusi dan memperluas zona karbonisasi (Ahmed et al., 2020). Penelitian-penelitian sebelumnya telah menggunakan berbagai jenis biomassa seperti tempurung kelapa, serbuk gergaji, dan limbah jagung dalam carburizing, namun kulit kacang kemiri sebagai sumber karbon padat masih jarang diteliti secara sistematis, terutama dalam kombinasi dengan aktivator Na_2CO_3 dan pada baja mild steel dengan pendekatan kuantitatif (Sahu et al., 2022; Daramola et al., 2023).

Di sisi lain, peningkatan kekerasan dan perubahan struktur mikro akibat variasi komposisi arang dan aktivator masih belum dijelaskan secara detail dalam literatur. Beberapa studi hanya membahas pengaruh suhu dan waktu, tanpa mengkaji efek komposisi media carburizer secara kuantitatif dan mendalam (Chen et al., 2021). Hal ini menunjukkan adanya research gap yang relevan, yaitu kurangnya studi eksperimental berbasis kuantitatif terhadap pengaruh variasi komposisi arang kulit kacang kemiri dan natrium karbonat terhadap perubahan sifat mekanik baja mild steel, baik dari aspek kekerasan maupun struktur mikro.

Penelitian ini menjadi penting dan mendesak mengingat potensi lokal kulit kacang kemiri sebagai sumber karbon terbarukan yang berkelanjutan, sekaligus dapat menurunkan ketergantungan pada sumber energi industri yang tidak ramah lingkungan (Martins et al., 2024). Selain itu, proses ini berpeluang mengurangi limbah pertanian dan meningkatkan nilai ekonomisnya. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara kuantitatif pengaruh variasi komposisi arang kulit kacang kemiri dan natrium karbonat terhadap kekerasan dan struktur mikro pada baja mild steel melalui proses pack carburizing, sehingga dapat memberikan solusi alternatif rekayasa permukaan berbasis biomassa yang efisien, murah, dan ramah lingkungan.

METODE PELAKSANAAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Arang Cangkang Kemiri
Cangkang kemiri adalah limbah organik dari biji kemiri yang dibiarkan begitu saja. Cangkang kemiri mempunyai karakteristik yang keras atau sulit terurai. Dari karakteristik cangkang kemiri yang keras dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Ditinjau dari komposisinya, arang kemiri memiliki beberapa unsur yang penting yaitu air 4,9 %, abu (ash content) 2,07 %, zat terbang (volatile matter) 22,14 %, karbon terikat (fixed carbon) 75,79 % IPB, 2009 dalam (Supraptiah et al., 2010).
- b. Serbuk
Karbon dalam penelitian ini menggunakan serbuk karbon dari arang cangkang kemiri yang sebelumnya sudah melewati proses nanopartikel.
- c. Energizer (Na_2CO_3)
Natrium karbonat (Na_2CO_3) sebagai energizer dan katalis ditambahkan untuk mengoptimalkan atau membantu mempercepat penyerapan karbon kedalam specimen
- d. Baja MS (mill steel)
Pada penelitian ini specimen yang digunakan adalah baja mild steel karena merupakan baja paduan rendah.
- e. Autosol
Autosol digunakan untuk membuat permukaan specimen yang sudah di amplas halus menjadi lebih bersih. Sehingga pada saat pengujian kekerasan dan SEM lebih mudah pada saat pengamatan.

Alat

- a. Saringan
Pada penelitian ini saringan digunakan untuk menyaring serbuk karbon yang sudah ditumbuk.
- b. Mesin shekermill
Pada penelitian ini mesin shekermill digunakan untuk pembuatan serbuk karbon yang lebih halus.
- c. PSA (*particle size analyzer*)
Dalam penelitian ini alat pengujian PSA digunakan untuk mengukur ukuran partikel pada serbuk karbon arang cangkang kemiri.
- d. Gergaji potong
Gergaji potong digunakan untuk pemotongan specimen dengan ukuran 15 mm
- e. Cawan
Cawan digunakan untuk wadah pemanasan specimen dan campuran antara karbon cangkang kemiri dan energizer pada proses pack karburizing.
- f. Furnace merk wise threm
- g. Amplas

dengan ukuran 200, 400, 500, 1500, 2000, 3000, dan 5000 yang berfungsi untuk menghaluskan dan membersihkan permukaan spesimen dengan cara digosokkan pada permukaan spesimen.

h. Timbangan digital

digunakan untuk mengukur serbuk arang yang akan di shekermil dengan berat 45gram setiap proses dan mengukur perbandingan antara serbuk karbon dan energizer dengan perbandingan 30%:70%,40%:60%,50%:50%,60%:40%

i. Digital micro vikers harnesss tester

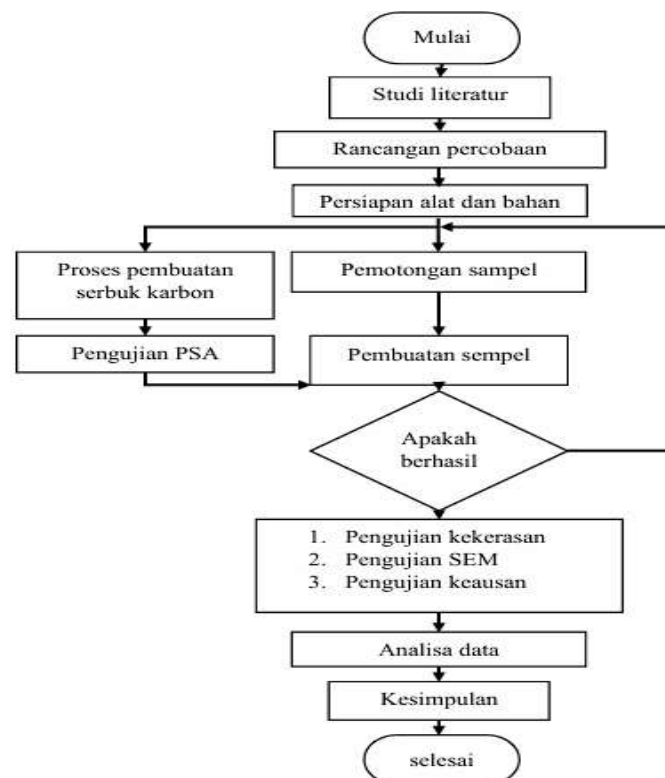
Digital micro vikers harnesss tester digunakan untuk mengukur tingkat kekerasan permukaan spesimen setelah proses pack karburizing.

j. SEM (*scanning elektron mickrocopy*)

digunakan untuk mengukur nanopartikel dengan bantuan berkas elektron untuk melihat permukaan spesimen.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian peningkatan kekerasan dan ketahanan keausan pada baja mild steel dengan metode pack karburizing variasi campuran karbon arang cangkang kemiri dan energizer natrium karbonat (Na_2CO_3).



Gambar 1 Diagram alir tahapan penelitian

Analisis Data

Dalam penelitian ini, analisa data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Data hasil uji kekerasan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik batang untuk membandingkan hasil antar variasi. Analisis akan dilakukan secara deskriptif kualitatif untuk struktur mikro (dengan membandingkan foto mikro) dan kuantitatif untuk data kekerasan.

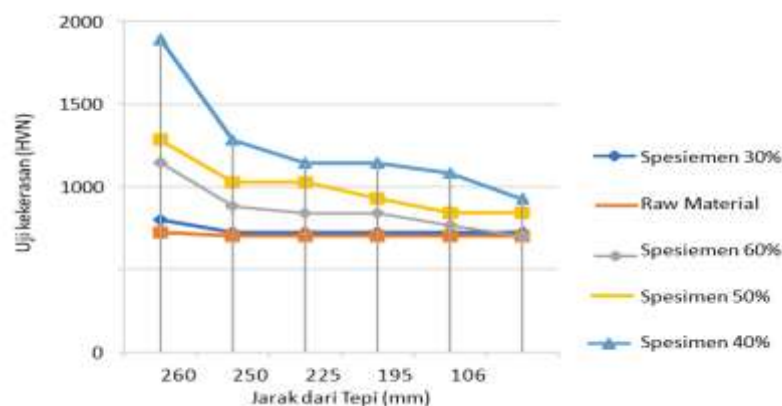
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan uji kekerasan

Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh hasil kekerasan yang berbeda pada raw material dan pack carburized material. Hasil uji kekerasan dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2 . Metode pengujian kekerasan menggunakan metode pengujian Vickers sebanyak 3 titik pengujian pada bidang cross section yang dimana jarak antar titik pengujian yaitu 60 μm kebawah dan 20 μm menyamping dari permukaan menuju ke dalam.

Tabel 2 uji kekerasan

No	Jenis Materi %	Titik Pengujian	Kekerasan Material		Nilai Kekerasan HV	Rata-rata kekerasan HV
			d1	d2		
1	30%	1	97.63	97.69	15.5	197,83
		2	95.82	97.69	198.1	
		3	89.13	90.80	209.9	
2	40%	1	95.94	87.50	202.6	260,3
		2	80.88	83.69	274.2	
		3	84.75	76.32	286.2	
3	50%	1	89.32	82.32	251.9	250,8
		2	81.82	81.75	274.6	
		3	09.25	21.07	255.9	
4	60%	1	89.63	83.63	247.2	226,76
		2	87.63	93.07	224.9	
		3	95.69	93.07	208.2	



Gambar .1 Proses Carburizing dan Variasi Komposisi Arang Cangkang Kemiri 930C Holding Time 4 Jam

Hasil pengujian dapat dilihat bahwa spesiemn raw material memiliki rata-rata kekersan 102,6 VHN spesimen proses carburizing dengan Komposisi Arang Cangkang Kemiri komposisi 30% mengalami kenaikan sebesar 197,83 VHN, kenpada komposisi 40% sebesar 260,3 VHN, mengalami penurunan pada komposisi 50% atau sebesar 250,8 VHN. Pada proses carburizing dengan proses carburizing dan pada suhu 930C holding time 4 jam juga mengalami penurunan bertahap 60% atau sebesar 226,76 VHN. Jadi nilai kekerasan rata-rata permukaan antara proses carburizing dengan nilai

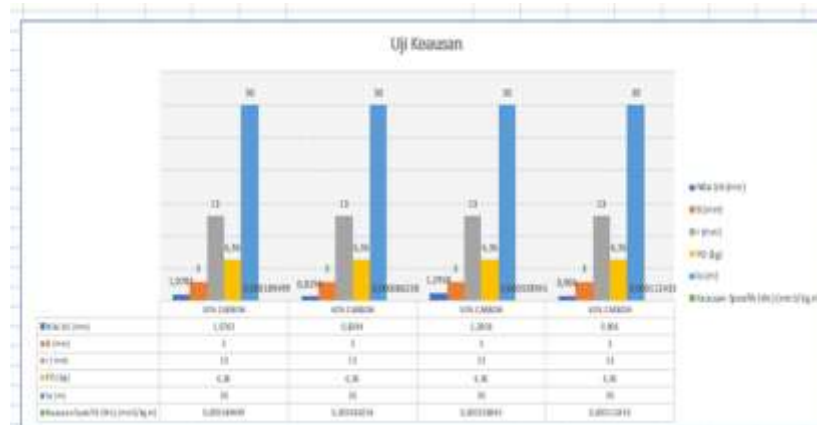
persentasi nilai komposisi 40% mengalami kenaikan signifikan dan mengalami penurunan pada komposisi 50% dan 60% secara bertahap.

Pembahasan Uji Keausan

Hubungan Perlakuan Pack Carburizing dengan Keausan Proses pack carburizing pada suhu 930 °C selama 4 jam dengan variasi komposisi Na_2CO_3 (30%, 40%, 50%, 60%) berpengaruh signifikan terhadap ketahanan aus baja mild steel. Secara umum, semakin tinggi kekerasan permukaan, maka laju keausan semakin rendah. Hal ini sesuai dengan teori Archard, di mana laju keausan berbanding terbalik dengan kekerasan material.

Tabel 3 hasil uji keausan

Kode Spesimen	Nilai b ₀ (mm)	B (mm)	r (mm)	P ₀ (kg)	l ₀ (m)	Keausan Spesifik (W _s) (mm ³ /kg.m)	b ₀				
30% CARBON	1,0782	3	13	6,36	30	0,000189499	1207	1117	1107	984	976
40% CARBON	0,8294	3	13	6,36	30	0,000086258	925	894	968	843	517
50% CARBON	1,2958	3	13	6,36	30	0,000328945	1030	1258	1419	1355	1417
60% CARBON	0,9060	3	13	6,36	30	0,000112433	850	881	930	914	955
RAW	0,7508	3	13	6,36	30	0,000070265	662	880	892	768	552



Gambar 2. Uji Keausan

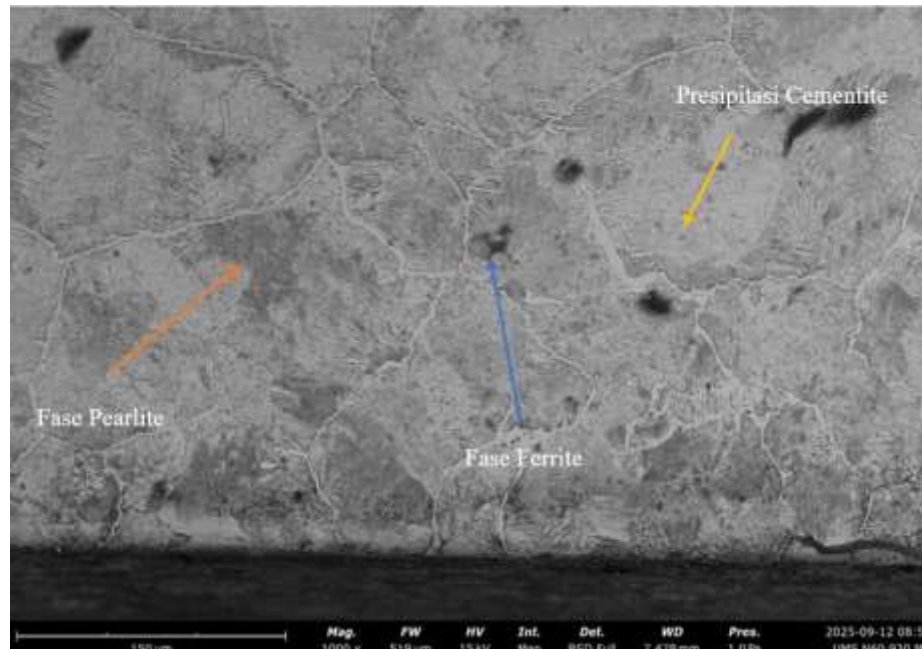
- 30% Na_2CO_3
Nilai keausan masih relatif tinggi karena lapisan difusi karbon yang terbentuk tipis. Kekerasan meningkat dibanding baja tanpa perlakuan, tetapi belum cukup untuk menahan beban gesek.
- 40% Na_2CO_3
Nilai keausan menurun dibandingkan 30%, karena lapisan karbon lebih tebal dan martensit lebih dominan. Permukaan menjadi lebih keras sehingga material lebih tahan terhadap gesekan.
- 50% Na_2CO_3
Menunjukkan ketahanan aus paling baik. Nilai keausan paling rendah karena lapisan martensit terbentuk tebal dan homogen, sehingga permukaan baja memiliki kekerasan maksimal.

- 60% Na_2CO_3

Ketahanan aus menurun kembali. Walaupun kandungan karbon tinggi, difusi yang tidak stabil menyebabkan lapisan tidak homogen. Adanya campuran martensit dengan ferrite/pearlite membuat permukaan lebih mudah terkikis.

Pembahasan Uji SEM

Hasil pengujian SEM menunjukkan adanya perubahan morfologi permukaan pada spesimen baja mild steel setelah dilakukan proses pack carburizing dengan variasi komposisi arang kulit kacang kemiri dan natrium karbonat (Na_2CO_3). Pada spesimen tanpa perlakuan, struktur mikro didominasi oleh butiran ferrite dengan sedikit pearlite yang masih tampak jelas. Setelah perlakuan carburizing, terlihat adanya lapisan senyawa karbon yang terdistribusi pada permukaan, ditandai dengan permukaan yang lebih rapat dan homogen. Peningkatan komposisi Na_2CO_3 berpengaruh terhadap terbentuknya lapisan karbida yang lebih tebal, di mana morfologi butir terlihat semakin padat dan jarak antarbutir mengecil.



Gambar 3. Hasil Uji SEM

Berdasarkan hasil Scanning Electron Microscope (SEM) dengan pembesaran 1000x pada spesimen baja mild steel yang telah melalui perlakuan pack carburizing pada suhu 930°C dengan komposisi 40% media arang kulit kemiri dan natrium karbonat (Na_2CO_3), diperoleh morfologi permukaan yang memperlihatkan perubahan struktur mikro yang signifikan dibandingkan material awal.

1. Morfologi Permukaan Gambar SEM menunjukkan adanya permukaan dengan struktur yang lebih padat dan rapat. Terlihat adanya butiran halus dan endapan presipitasi di beberapa area yang menandakan terjadinya difusi karbon ke dalam baja. Permukaan yang lebih homogen ini mengindikasikan bahwa proses carburizing berjalan efektif.

2. Distribusi Karbon Terlihat adanya partikel terang (bright phase) yang dapat diidentifikasi sebagai fase kaya karbon (cementite/ Fe_3C), yang terbentuk akibat reaksi karbon dari media arang dengan baja. Sebaran partikel ini relatif merata, menandakan bahwa penambahan Na_2CO_3 berfungsi sebagai aktivator dalam mempercepat pembentukan gas CO sehingga difusi karbon berlangsung optimal.
3. Batas Butir Pada perbesaran tertentu terlihat adanya penyempitan butir ferrite serta dominasi pearlite di sekitar permukaan. Hal ini sesuai dengan teori carburizing bahwa peningkatan kadar karbon menyebabkan transformasi ferrite menjadi pearlite dan bahkan terbentuknya lapisan cementite pada daerah tertentu.
4. Kaitan dengan Kekerasan Adanya lapisan kaya karbon (carbon-rich layer) pada permukaan baja mendukung hasil uji kekerasan, di mana spesimen dengan perlakuan ini memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibanding baja tanpa perlakuan. Distribusi karbon yang merata menghasilkan peningkatan kekerasan yang signifikan, sementara jika terdapat aglomerasi (cluster karbon) maka dapat memicu ketidakhomogenan lapisan.
5. Interpretasi Mikrostruktur
 - o Area gelap → kemungkinan fase ferrite.
 - o Area keabu-abuan → fase pearlite.
 - o Area terang/putih → presipitasi cementite (Fe_3C).

KESIMPULAN

1. Uji Kekerasan Vickers Pengujian ini dilakukan dengan etching, desmuting (pengikisan) proses carburizing dengan proses carburizing dan Komposisi Arang Cangkang Kemiri mengalami kenaikan 30% atau sebesar 197,83 VHN, proses carburizing dengan proses carburizing dan holding time 4 jam mengalami kenaikan 40% atau sebesar 260,3 VHN, dan proses carburizing dengan proses carburizing dan holding time 4 jam mengalami kenaikan 50% atau sebesar 250,8 VHN. Pada proses carburizing dengan proses carburizing dan holding time 4 jam mengalami kenaikan 60% atau sebesar 226,76 VHN. Jadi nilai kekerasan rata-rata permukaan antara proses carburizing dengan nilai persentasi nilai 40 %.
2. Setelah melakukan Uji Keausan terhadap material Baja mild steel maka didapat hasil pengujian keausan memiliki nilai keausan rata-rata sebesar 0,000189499 mm³/kg.m, pada spesimen carbon 30% dengan Nilai b₀ (mm) 1,0782 kemudian carbon 40% rata-rata sebesar 0,000086258, dengan tampak nilai 0,8294, pada carbon 50% memiliki angka nilai b₀ (mm) 1,2958 pada 60% carbon dengan nilai 0,9060 sehingga Keausan Spesifik (Ws) (mm³/kg.m) terjadi 0,000112433.
3. Fasa yang terbentuk pada material setelah di lakukan pack carburizing ini adalah ferrite ,perlite dan presipitasi cementite. Setelah diuji struktur mikro juga terlihat bahwa serbuk karbon menyelip masuk kepermukaan material melapisi permukaan dangkal hingga kedalam.

SARAN

Saran yang ingin penulis sampaikan yakni:

1. Untuk adik tingkat atau siapapun yang hendak melanjutkan penelitian ini, penulis berharap untuk peneliti berikutnya memberikan improvement entah itu berupa penambahan variabel, penggunaan material lain, penggunaan bahan serbuk lain, dan parameter pemanasan tungku.

2. Untuk adik tingkat atau siapapun yang hendak melanjutkan penelitian ini, penulis berharap untuk peneliti berikutnya memberikan tambahan pengujian komposisi, konduktivitas thermal, dan sebagainya agar aspek penggunaannya di kehidupan nyata bisa semakin luas dan data yang dihasilkan juga lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekunle, AS, Olawale, JO, & Ajayi, OO (2020). Peningkatan karakteristik karburisasi baja lunak menggunakan karbon aktif tulang sapi dengan energizer. *Bahan*(1), 016504. <https://doi.org/10.1088/>
- Ahmad, Iqbal Faza. (2022) "Urgensi literasi digital di indonesia pada masa pandemi covid-19: Sebuah tinjauan sistematis." *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia* 2.1 1-18.
- Aliyu, I., & Yahaya, H. (2021). Evaluasi kinerja karbon aktif dari biomassa untuk pengerasan permukaan baja ringan. *M*, 18 <https://doi.org/10.1016/>
- Aramide, (2019). "Corporate Ownership, Governance and Tax Avoidance: An Interactive Effects." *Procedia Social and Behavioral Sciences* 164 (December):150–60. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.063>.
- BPS, (2022). Luas Panen Tanaman Sayur Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman. Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta Pusat.
- Callister, (2021). *Materials Science and Engineering - An Introduction* 10th Edition. Wiley
- Chen et al., (2021). Investopedia/Risk Free Rate of Return. Retrieved from Investopedia.com: <https://www.investopedia.com/terms/r/risk-free-rate.asp>
- Daramola et al., (2023). "Proxymate Composition and Phytochemical Screening of Teak (*Tectona grandis*) Leaves as Phytogenic Feed Additive in Poultry Diets." *Nigerian Journal of Animal Science* 24 (1): 121–127.
- GIAMM, (2022). *Indonesian Automotive Part and Components Industries*. Associations Member Directory 2006-2008, GIAMM, Jakarta
- Hossain, et al. (2021). Healthcare Workers ' Knowledge , Attitude , and Practice Regarding Personal Protective Equipment for the Prevention of COVID-19. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 14, 229–238
- Hossain, MS, Hasan, MK, & Rahman, MM (2021). Pengembangan media karburasi ramah lingkungan menggunakan biomassa untuk pengerasan permukaan baja. *Jurnal Teknik Material dan Kinerja*,(8), 6 <https://doi.org/10>
- IEA., (2023). Energy Security Reliable, Affordable Access to All Fuels and Energy Sources. Retrieved from International Energy Agency: <https://www.iea.org/topics/energy-security>
- Jatmiko, M. (2023). Klasifikasi keluarga sejahtera menurut BKKBN. <https://dayaasri.desa.id/artikel/2023/11/13/klasifikasi-keluarga-sejahteramenuit-bkkbn>
- Kumar et al., (2023). "Spectral characterization of hydroxyapatite extracted from Black Sumatra and Fighting cock bone samples: A comparative analysis," *Saudi J Biol Sci*, vol. 28, no. 1, pp. 840–846, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.sjbs.2020.11.020
- Kumar, M., Patel, SK, & Verma, P. (2023). Karburisasi baja lunak menggunakan karburator berbasis limbah industri dan pengaruhnya terhadap sifat mekanik. *Surface Eng*(2), hal. 117 <https://doi.org/10.1080/0267084>
- Kurniawati, T., & Putri, N. A. R. (2023). Pemahaman Keberagaman Peserta Didik Berdasarkan Profil Peserta Didik Sebagai Upaya Pemenuhan Target Kurikulum Merdeka. *Jurnal Ecogen*, 6(2), 267-277
- Li et al., (2021). The correlation of mobility trend and situation of COVID-19 by country, territory, and area. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 8(3), pp. 153–164. <https://doi.org/10.32539/jkk.v8i3.13732>.

- Martins et al., (2024). Heart Disease and Stroke Statistics: A Report of US and Global Data From the American Heart Association. *Circulation* [Internet]. 2024 Feb 20;149(8). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000001209>
- Mohammed et al., (2023). "The Effect of Early vs. Delayed Postpartum Insertion of the LNG-IUS on Breastfeeding Continuation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials." *European Journal of Contraception and Reproductive Health Care* 24(5): 327–36. <https://doi.org/10.1080/13625187.2019.1665175>.
- Mohammed, A., Yakubu, M., & Usman, J. (2023). Pengaruh waktu dan suhu karburisasi terhadap sifat mekanik baja lunak menggunakan karburator berbasis biomassa *Jurnal Internasional Manufaktur Lanjutan*(3–4), 108<https://doi.org/10.1007/s00170-023-10958-4>
- Okonkwo et al., (2023). Efektivitas Strategi Crisis Management dalam Digital Marketing McDonald's dan Respon terhadap Boikot di Indonesia. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), pp.2168-2180.
- Payana. (2018). Good corporate governance dan intellectual capital sebagai determinan nilai perusahaan. *Jurnal Akuntansi Indonesia*, 10(1), pp.61-79.
- Pollack, (2019). "Manajemen Evaluasi Pendidikan Karakter Sekolah Multikultural." *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*. Vol. Vol. (1, pp. 1166-1172).
- Raza, Erwin, and Aziza Leila Komala. "Manfaat dan dampak digitalisasi logistik di era industri 4.0." *Jurnal Logistik Indonesia* 4.1 (2020): 49-63.
- Raza, M., Irfan, M., & Rehman, MU (2020). Pengaruh parameter karburisasi terhadap karakteristik permukaan baja karbon rendah menggunakan media ramah lingkungan. *Mate*(6),<https://doi.org/10.1088/2053-159>
- Rohman, Yusuf Abdul, Rahman Rahman, and Vismaia S. Damayanti. (2022) "Analisis Kesulitan Membaca Permulaan pada Siswa Kelas Satu di Sekolah Dasar." *Jurnal Basicedu* 6.3: 5388-5396.
- Sahu et al., (2022). Efektivitas Vaksin Human Papillomavirus Pada Anak Perempuan dalam Upaya Pencegahan Kanker Serviks. *Medical Profession Journal of Lampung*, 14(3), 436-441
- Subagiyo dkk, (2018). "ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN BAJA TAHAN KARAT MARTENSITIK HASIL PENGELASAN DENGAN VARIASI LAJU PENDINGINAN." *Jurnal Teknologi* 13.2 (2019): 1-5.
- Sundaram et al., (2022). Tiga Aspek Realisasi Holistik Menuju Kesadaran Sosio-Spiritual)." *Jurnal Yoga Dan Kesehatan* 5.1 : 61-77
- Sundaram, V., Kumar, R., & Rajendran, M. (2022). Pengaruh karburisasi menggunakan cangkang inti sawit terhadap sifat mekanik baja lunak. *Teknik Sains dan Teknologi, Jurnal Internasional*., 101082. [jamhttps://doi.or](https://doi.org/10.1007/s00170-023-10958-4)
- Van Vlack, Lawrence, (2024). Ilmu dan Teknologi Bahan, Edisi Kelima, Erlangga
- Y. Lakhtin, (2022) "Pengaruh Jenis dan Komposisi Katalisator pada Pack Carburizing terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Baja SS400." *Jurnal Teknik Mesin* 13.01 (2024): 107-116.
- Yurianto, dkk, (2018). Ketelitian Pemasangan Tangga Bus Menggunakan Sensor Ultrasonik. *ROTASI*, 20(3), 149-153.
- Zhang et al., (2023). Analisis Sentimen Data Twitter Terkait Chatgpt Menggunakan Orange Data Mining." *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 11.2 (2024): 329-336
- Zhang, L., Wang, J., & Liu, Y. (2023). Strategi rekayasa permukaan berkelanjutan untuk baja berkinerja tinggi. *Materi*, 10026<https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2023.100267>